



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم المعرفية ابن الهيثم

قسم علوم النبات

تأثير المعالجة بالسيكون والكلايسين بيتاين في تحمل نبات الفلفل في اجهاد الملوحة

رسالة مقدمة لـ

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) - جامعة بغداد وهي جزء
من متطلبات نيل درجة الماجستير
في علوم الحياة - علم النبات - فسلفة نبات

من قبل

محمد جواد حسين

(بكالوريوس علوم نبات/ جامعة البصرة - 1970)

(دبلوم عالي هندسة وراثية/ جامعة بغداد - 2015)

بأشراف

الدكتور اسعد كاظم عبد الله الغزي

تموز / 2019

ذى القعدة/ 1440هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ
سَائِعٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أَجَاجٌ وَمِنْ كُلِّ
تَأْكُلُونَ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُونَ حِلْيَةً
تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ فِيهِ مَوَاحِرَ لِتَبْتَغُوا
مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٢﴾)

صدق الله العلي العظيم

سورة فاطر - الآية (١٢)

اقرار المشرف

أشهد بأن إعداد هذه الرسالة تم تحت إشرافي في قسم علوم الحياة- كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم- جامعة بغداد، وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في علوم الحياة- علم النبات- علم فسلجة نبات.



التوقيع:

اسم المشرف: د. اسعد كاظم عبد الله

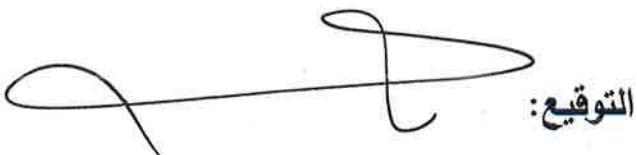
المرتبة العلمية: مدرس

العنوان: قسم علوم الحياة- كلية التربية للعلوم الصرفة- ابن الهيثم

التاريخ: ٢٠١٩ / ٨ /

توصية رئيس قسم علوم الحياة

استناداً إلى التوصية أعلاه أرشح هذه الرسالة إلى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.



التوقيع:

الاسم: د. ثامر عبد الشهيد محسن

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة- ابن الهيثم - جامعة بغداد

التاريخ: ٢٠١٩ / ٨ / ١٨

إقرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعين أدناه على الرسالة الموسومة:

(تأثير المعالجة بالسليكون والكلايسين بيتاين في تحمل نبات الفلفل في اجهاد الملوحة) من قبل الطالب (محمد جواد حسين) وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في علوم الحياة/ فسلجة نبات. وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها، وفيما له علاقة بها ووجدناها مستوفية لمتطلبات درجة الماجستير علوم في علوم الحياة وعليه نوصي بقبول الرسالة بتقدير (امتياز).

عضو اللجنة

التوقيع:

الاسم: امل خانم محمود

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة-

ابن الهيثم / جامعة بغداد

التاريخ: ٢٠١٩/٧/٢٥

رئيس اللجنة

التوقيع:

الاسم: د. ابراهيم مهدي عزوز

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة-

ابن الهيثم / جامعة بغداد

التاريخ: ٢٠١٩/٧/٢٨

عضو اللجنة

التوقيع:

الاسم: د. احمد نجم عبد الله

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: كلية الزراعة/جامعة كربلاء

التاريخ: ٢٠١٩/٧/٢٥

عضو اللجنة (المشرف)

التوقيع:

الاسم: د. اسعد كاظم عبد الله

المرتبة العلمية: مدرس

العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة-

ابن الهيثم/جامعة بغداد

التاريخ: ٢٠١٩/٧/٢٨

صادقة عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم/جامعة بغداد

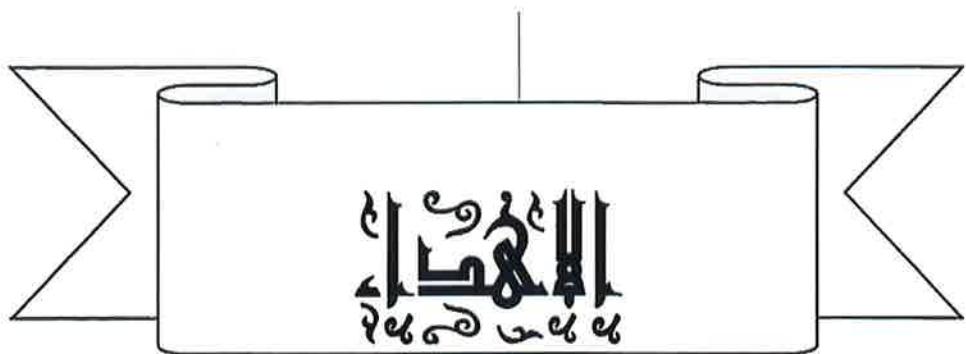
التوقيع:

الاسم: د. حسن احمد حسن

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم/جامعة بغداد.

التاريخ: ٢٠١٩/٧/٢٩



إلى من بلغ الرسالة وأدى

الأمانة . . . ونصح الأمة . . . إلى

نبي الرحمة ونور العالمين

"سيدنا محمد ﷺ"

كثيراً

شکر و تقدیر

بعد رحلة بحث وجهد واجتهاد تكللت بإنجاز هذا البحث، احمد الله عز وجل على نعمه التي من بها على فهو العلي العظيم، كما لا يسعني إلا أن أخص بأسمى عبارات الشكر والتقدير الدكتور اسعد كاظم عبدالله المشرف على الرسالة وما قدمه لي من جهد ونصح والمتابعة الحثيثة لاكمال هذا العمل المتواضع كذلك أشكر الدكتور ثامر عبد الشهيد محسن رئيس قسم علوم الحياة الذي كان لتشجيعه الأثر البالغ في الاستمرار بالدراسة لايفوتني أن أتقدم بخالص شكري وتقديري إلى كل من ساعدني وشدّ عضدي على إنجاز هذا العمل وأشكر قسم علوم الحياة أساندة وطلاب دراسات عليا بدون استثناء لأنهم لم يخلوا على بعون أو مساعدة في إنجاز الكثير من الاعمال في كثير من مراحل البحث المختلفة كما أتقدم بشكري أيضاً إلى الدكتورة لمى عبد الهادي مقررة الدراسات العليا لمتابعتها المستمرة لطلبة الدراسات العليا .

كما أتقدم بالشكر إلى كل من الأستاذ الدكتور إبراهيم مهدي السليمان والدكتور ماهر زكي فيصل والدكتور ثامر محمد لمساعدتهم خلال فترة البحث جزاهم الله خير جزاء، وكذلك أتقدم بعظيم الشكر الامتنان إلى الدكتورة سعاد عبد الجالبي لتزويدي بالكثير من المراجع ولا يفوتنـي أن أقدم بخالص شكري وتقديري إلى لجنة المناقشة المؤقرة .

محمد

الخلاصة

أجريت تجربة أصلص في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم - جامعة بغداد للموسم 2017-2018، تضمنت هذه الدراسة معرفة التراكيز المختلفة من كلوريد الصوديوم (0 و 100 و 150) مليمول.لتر⁻¹ وكذلك السليكون (0 و 1.5 و 3) مليمول.لتر⁻¹ والكلايسين بيتاين (0 و 100) مليمول.لتر⁻¹ وتاثير تداخلهم الثلاثي في نبات الفلفل (*C. annuum L.*).

ودرست بعض الصفات المظهرية والفسلجمية، ارتفاع النبات، قطر الساق والمساحة الورقية، الوزن الجاف للفطفة الاولى والثانية ومعدل النمو المطلق وعدد الافرع وزن الثمار الطيرية ونسبة البروتين و الكاربوهيدرات وتركيز العناصر و الكلورووفيل وأنزيمات مضادات الأكسدة SOD، GPX، CAT، POD ومضادات الأكسدة غير الانزيمية الكاروتين والكلايسين .

نفذت تجربة عاملية وفق التصميم العشوائى الكامل وبثلاثة مكررات اذ تضمنت التجربة ثلاثة تراكيز من كلوريد الصوديوم وتركيزين من الكلايسين بيتاين وثلاثة تراكيز من السليكون وثلاثة مكررات $3 \times 2 \times 3$ أي 54 وحدة تجريبية، مع القيام بإجراء العمليات الزراعية من ري وإزالة الأدغال ويمكن إيجاز النتائج التي تم الحصول عليها كالتالي:

- 1- ان زيادة تراكيز كلوريد الصوديوم من الصفر إلى 150 مليمول.لتر⁻¹ أدى إلى انخفاض معنوي في معدلات الصفات المظهرية و الفسلجمية مع زيادة معنوية في تركيز الصوديوم والكلوريد في أنسجة النبات، اذ ازداد معدل الفعالية النوعية لأنزيم SOD من 8.34 إلى 32.14 وحدة.ملغم.بروتين⁻¹ وأنزيم POD من 7.21 إلى 25.67 وحدة.ملغم.بروتين⁻¹ و CAT من 5.86 الى 22.09 وحدة.ملغم.بروتين⁻¹ و GPX من 10.14 الى 36.10 وحدة.ملغم.بروتين⁻¹

2- إن رش النبات بالكلاسيين بيتاين بتركيز 100 مليمول.لتر⁻¹ أنتج زيادة معنوية في جميع

معدلات الصفات المظهرية والفلوجية والكيموحيوية وانخفاض مضادات الاكسدة الانزيمية

GPX Glutathione peroxidase .SOD superoxide dismutase

CAT Catalase PODPeroxidase أدى إلى انخفاض معنوي في تركيز الصوديوم

والكلوريد على التوالي .

3- الرش بالسليكون لاسيما بتركيزين (3 ، 1.5) مليمول.لتر⁻¹ أدى إلى زيادة معنوية في

جميع متوسطات الصفات المظهرية والفلوجية لجميع الصفات المدروسة ، اذ أدى إلى

زيادة معنوية في معدل عدد الثمار والوزن الطري للنبات، وزيادة في تركيز النتروجين

والفسفور و البوتاسيوم وزيادة محتوى الكلوروفيل الكلي، وكذلك الزيادة في معدلات

الصفات كافة عند زيادة تركيز السليكون من 1.5 إلى 3 مليمول.لتر⁻¹.

4- إن التداخل الثنائي للكلايسين بيتاين (100) مليمول.لتر⁻¹ والسليكون(3) مليمول.لتر⁻¹

كان لها دور إيجابي في تقليل الآثار السلبية لكلوريد الصوديوم كما أوضحت الدراسة.

5- أظهرت نتائج الدراسة دوراً واضحاً لاستعمال الكلايسين بيتاين والسليكون للحد من الآثار

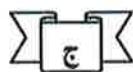
السلبية لكلوريد الصوديوم من خلال التداخل الثنائي لعوامل الدراسة لا سيما عند تركيز

100 مليمول.لتر⁻¹ كلايسين و 3 مليمول.لتر⁻¹ سليكون وعند تركيز 150 مليمول.لتر⁻¹

من كلوريد الصوديوم.

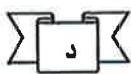
6- أعلى القيم في التجربة كانت عند التداخل الثنائي للسليكون 1.5 مليمول لتر⁻¹ والكلاسيين

بيتاين لجميع الصفات المدروسة والموضحة في الجداول



قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع	الترتيب
١	الخلاصة	
ج	قائمة المحتويات	
ط	قائمة الجداول	
ل	قائمة الأشكال	
	الفصل الأول: المقدمة	
١	المقدمة	-1
	الفصل الثاني: استعراض المراجع	
٤	استعراض المراجع	-2
٤	نبات الفلفل و أهميته الغذائية	1-2
٥	الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم	2-2
٦	الاجهاد الملحي ونمو النباتات	1-2-2
٨	الاجهاد الأزموني	1-1-2-2
٨	السمية النوعية للأيونات	2-1-2-2
٩	اضطراب التوازن الأيوني Ionic Imbalance	3-1-2-2
١٠	الاجهاد التأكسدي	4-1-2-2
١١	اضطراب التوازن الهرموني	5-1-2-2
١٢	استجابة النبات لفعل الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم	3-2
١٣	آليات تحمل النباتات للاجهاد بملح كلوريد الصوديوم	4-2
١٤	حث بناء المنظمات الأزمونية	1-4-2
١٤	آلية التجميع الانتقائي للأيونات	2-4-2
١٥	حث مضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية	3-4-2
١٦	مضادات الأكسدة الإنزيمية Enzymatic antioxidants	1-3-4-2
١٦	إنزيم السوبر أوكسيد دسموتيز (SOD) Superoxide dismutase	1-1-3-4-2
١٦	أنزيم البيروكسيديز (POD) Peroxidase	2-1-3-4-2



الصفحة	الموضوع	الترتيب
17	أنزيم الكاتلizer (CAT)	3-1-3-4-2
17	أنزيم الكلوتائيون ببروكسيديز(GPX)	4-1-3-4-2
18	مضادات الأكسدة غير الأنزيمية	2-3-4-2
19	الكلوتائيون (GSH)	1-2-3-4-2
19	اليوبيكينول Ubiquinol	2-2-3-4-2
20	الكاروتينات واللايكوبينات	3-2-3-4-2
20	الإلفا توكوفيرول Alpha-tocopherol	4-2-3-4-2
21	الكلايسين بيتاين Glycine betaine	5-2-3-4-2
22	تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في بعض مؤشرات النمو الفيسيولوجية والكيمohيوجية لنبات الفلفل	5-2
25	تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في التمثل الضوئي وتركيز صبغات البناء الضوئي	6-2
26	تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في تركيب ووظيفة الأغشية الخلوية	7-2
27	تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في تركيز العناصر الغذائية	8-2
28	تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في تركيز البروتين	9-2
29	تأثير السليكون في نمو النبات المعرض للاجهاد بملح كلوريد الصوديوم	10-2
الفصل الثالث: المواد وطرق العمل		
30	المواد وطرق العمل	-3
30	موقع الدراسة	1-3
30	تهيئة التربية	2-3
31	تصميم التجربة	3-3
32	زراعة البذور	4-3
32	تحضير تراكيز كلوريد الصوديوم	5-3
32	الري بمحاليل كلوريد الصوديوم	6-3



الصفحة	الموضوع	الترتيب
32	تحضير تراكيز السليكون	7-3
33	تحضير الكلايسين بيتاين	8-3
33	الرش بمحاليل الكلايسين بيتاين والسلیکون	9-3
33	جمع العينات	10-3
34	الصفات المظهرية المدروسة لنبات الفلفل بعد 180 يوم من تاريخ الزراعة أي بعد 38 يوماً من الزراعة مضافاً إليها 118 يوماً لعمليات السقي والرش والقطف.	11-3
34	ارتفاع النبات (سم)	1-11-3
34	قطر الساق (سم)	2-11-3
34	عدد الأفرع في النبات (فرع.نبات ⁻¹)	3-11-3
34	المساحة الورقية في النبات (سم ²)	4-11-3
35	الوزن الجاف للأوراق (غم.نبات ⁻¹)	5-11-3
35	معدل النمو المطلق (غم.غم يوم ⁻¹)	6-11-3
35	الصفات الزهرية والثمرية	12-3
35	عدد الأزهار في النبات (زهرة.نبات ⁻¹)	1-12-3
35	عدد الثمار في النبات (ثمرة.نبات ⁻¹)	2-12-3
35	وزن الثمار الطري في النبات (غم.نبات ⁻¹)	3-12-3
36	هضم العينات للمجموع الخضري وتقدير العناصر الغذائية	13-3
36	هضم عينات النسيج النباتي	1-13-3
36	تقدير تركيز النتروجين الكلي (%)	2-13-3
36	تقدير تركيز الفسفور الكلي (%)	3-13-3
36	تقدير تركيز البوتاسيوم والصوديوم الكلي (%)	4-13-3
36	تقدير تركيز الكلوريد (%)	5-13-3
36	تقدير محتوى العناصر الصغرى (Zn, Mn, Fe) (ملغم.كم نبات ⁻¹)	6-13-3
37	تقدير محتوى السليكون (ملغم.كم نبات ⁻¹)	7-13-3



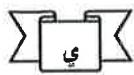
الصفحة	الموضوع	الترتيب
37	تقدير محتوى الكلوروفيل بالنبات (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب)	8-13-3
38	تقدير محتوى الكاروتينات (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب)	9-13-3
38	تقدير محتوى الكلايسين بيتاين (ملغم.غم⁻¹ نبات)	10-13-3
39	تقدير تركيز الكربوهيدرات الذائبة الكلية في أوراق النبات	11-13-3
39	تقدير تركيز البروتين في أوراق النبات (%)	12-13-3
39	تقدير الأنزيمات	14-3
40	Superoxide dismutase (SOD)	1-14-3
42	Peroxidase (POD)	2-14-3
43	Catalase (CAT)	3-14-3
44	Glutathione peroxidase(GPX)	4-14-3
الفصل الرابع: النتائج		
46	تأثير الرش بالكلايسين بيتاين والسلیکون في بعض الصفات المظهرية لنبات الفلفل المعرض لإجهاد كلوريد الصوديوم.	1-4
46	ارتفاع النبات (سم)	1-1-4
48	قطر الساق (سم)	2-1-4
50	عدد الأفرع في النبات (فرع.نبات⁻¹)	3-1-4
52	المساحة الورقية في النبات (سم²)	4-1-4
54	الوزن الجاف للأوراق لقطعة الأولى H₁ (غم.نبات⁻¹)	5-1-4
56	الوزن الجاف للأوراق لقطعة الثانية H₂ (غم.نبات⁻¹)	6-1-4
58	معدل النمو المطلق (غم.غم. يوم⁻¹)	7-1-4
60	عدد الأزهار في النبات (زهرة.نبات⁻¹)	8-1-4
62	عدد الثمار في النبات (ثمرة.نبات⁻¹)	9-1-4
64	وزن الثمار الطري في النبات (غم.نبات⁻¹)	10-1-4
66	تأثير الرش بالكلايسين بيتاين والسلیکون في الصفات الكيموحيوية لنبات الفلفل المعرض للكلوريد الصوديوم	2-4
66	تركيز النتروجين (%)	1-2-4

الصفحة	الموضوع	الترتيب
68	تركيز الفسفور (%)	2-2-4
70	تركيز البوتاسيوم (%)	3-2-4
72	تركيز الصوديوم (%)	4-2-4
74	تركيز الكلور (%)	5-2-4
76	محتوى الحديد (ملغم. كغم نبات ⁻¹)	6-2-4
78	محتوى المنغنيز (ملغم. كغم نبات ⁻¹)	7-2-4
80	محتوى الزنك (ملغم. كغم نبات ⁻¹)	8-2-4
82	محتوى السليكون (ملغم. كغم نبات ⁻¹)	9-2-4
84	محتوى الكلورو فيل في النبات	10-2-4
84	محتوى الكلورو فيل a (ملغم. غم ⁻¹ وزن رطب)	1-10-2-4
86	محتوى الكلورو فيل b (ملغم. غم ⁻¹ وزن رطب)	2-10-2-4
88	محتوى الكلورو فيل الكلي (ملغم. غم ⁻¹ وزن رطب)	3-10-2-4
90	محتوى الكاروتينات (ملغم. غم ⁻¹ وزن رطب)	3-4
92	محتوى الكلاسيين بيتاين(ملغم. غم ⁻¹ نبات)	4-4
94	تركيز الكربوهيدرات في أوراق النبات (%)	5-4
96	تركيز البروتين في اوراق النبات (%)	6-4
98	تأثير الرش بالكلاسيين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم في الفعالية الانزيمية لنبات الفلفل	7-4
98	فعالية إنزيم Superoxide dismutase (SOD) (وحدة . ملغم بروتين ⁻¹)	1-7-4
100	الفعالية النوعية لإنزيم peroxidase (POD) (وحدة. ملغم بروتين ⁻¹)	2-7-4
102	الفعالية النوعية لإنزيم Catalase (CAT)(وحدة. ملغم بروتين ⁻¹)	3-7-4
104	الفعالية الانزيمية Glutathione peroxidase (GPX) (وحدة. ملغم بروتين ⁻¹)	4-7-4
	الفصل الخامس: المناقشة	

الصفحة	الموضوع	الترتيب
106	المناقشة	-5
106	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون في الصفات المظهرية لنبات الفلفل المعرض لكلوريد الصوديوم	1-5
108	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون في تركيز كلوريد الصوديوم داخل النبات	2-5
108	محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلى	3-5
109	تركيز الكاربوهيدرات (%)	4-5
110	تركيز البروتين (%)	5-5
110	الإنزيمات المضادة للأكسدة السوبر أوكسيد سميرنتر SOD والبروكسيديز POD والكاثليز CAT والكلوتاثيون بروكسيديز GPX	6-5
111	تأثير الرش بالكلايسين بيتاين والسلیکون في بعض الصفات الزهرية والثمرة لنبات الفلفل المعرض لأجهاد كلوريد الصوديوم	7-5
	الاستنتاجات والتوصيات	-6
112	Conclusions الاستنتاجات	1-6
113	Recommendation التوصيات	2-6
	المصادر	
114	المصادر العربية	
116	المصادر الأجنبية	

قائمة الجداول

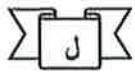
رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1	يوضح بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية قبل الزراعة.	31
2	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في ارتفاع النبات (سم).	47
3	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في قطر الساق (سم).	49
4	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في عدد الأفرع في النبات (فرع.نبات ⁻¹)	51
5	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في المساحة الورقية للنبات (سم ²).	53
6	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في الوزن الجاف لقطفة الأولى (غم نبات ⁻¹).	55
7	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في الوزن الجاف لقطفة الثانية (غم نبات ⁻¹).	57
8	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في معدل النمو المطلق (غم.غم يوم ⁻¹).	59
9	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في عدد الأزهار في النبات (زهرة.نبات ⁻¹).	61
10	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في عدد الثمار في النبات (ثمرة.نبات ⁻¹).	63
11	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في وزن الثمار الطري (غم.نبات ⁻¹).	65
12	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في تركيز النتروجين في النبات (%).	67
13	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في تركيز الفسفور في النبات (%).	69



رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
14	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في تركيز البوتاسيوم في النبات (%).	71
15	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في تركيز الصوديوم في النبات (%).	73
16	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في تركيز الكلور في النبات (%).	75
17	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى الحديد في النبات (ملغم.كغم نبات ⁻¹).	77
18	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى المنغنيز في النبات (ملغم.كغم نبات ⁻¹).	79
19	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى الزنك في النبات (ملغم.كغم نبات ⁻¹).	81
20	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى السليكون في النبات (ملغم.كغم نبات ⁻¹).	83
21	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى الأوراق من كلورو فيل a (ملغم.غم ⁻¹ وزن رطب).	85
22	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى الأوراق من كلورو فيل b (ملغم.غم ⁻¹ وزن رطب).	87
23	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى الأوراق من الكلورو فيل الكلي (ملغم.غم ⁻¹ وزن رطب).	89
24	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى الأوراق من الكاروتينات (ملغم.غم ⁻¹ وزن رطب).	91
25	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في محتوى النبات من الكلايسين (ملغم.غم ⁻¹ نبات).	93
26	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في تركيز الكريوهيدرات في النبات (%).	95
27	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في	97



رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
	تركيز البروتين في النبات (%)	
28	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم في فعالية إنزيم SOD (وحدة.ملغم بروتين ⁻¹). ¹	99
29	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم في فعالية إنزيم POD (وحدة.ملغم بروتين ⁻¹). ¹	101
30	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم في فعالية إنزيم CAT (وحدة.ملغم بروتين ⁻¹). ¹	103
31	تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم في فعالية إنزيم GPX (وحدة.ملغم بروتين ⁻¹). ¹	105



قائمة الاشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1	أنواع الأوكسجين الفعال	10
2	تركيب آلية عمل الكاتлиз	17
3	آلية عمل أنزيم الكلوتاثيون ببروكسيديز	18
4	يوضح آلية تكوين اليوبيكينول	20
5	يوضح أيض الكلاسيين بيتاين	22

الفصل الأول

المقدمة

Introduction

1- المقدمة Introduction

تعد الملوحة احدى مشاكل الترب الزراعية وهي من الناحية البيئية ثلثاً، إذ تمثل احدى التحديات الرئيسية التي تواجه القطاع الزراعي حيث تؤثر في كفاءة الإنتاجية وانخفاض الحاصلات سيمما وان اعداد السكان في حالة ازدياد متسارع . للملوحة تأثيرات ضارة على النمو الفسيولوجي للنبات (Tuteja, 2005). اذ تؤثر السمية الناتجة عن التراكيز العالية لايونات كلوريد الصوديوم في اعاقة امتصاص العناصر الغذائية وتنافسها. التي تسبب اختلالاً في التوازن الايوني فمثلاً ايونات الصوديوم تسبب عرقلة في نفاذية الاغشية الخلوية وتسهل عملية انتقال ايونات الكلوريد الى داخل الخلية (Cavagnaro واخرون، 2006).

يسbib اجهاد كلوريد الصوديوم نوعين من الاجهاد هما الاجهاد الايوني والاجهاد التناذفي (الازموزي) (Touchette واخرون، 2009) . وينجم عن ذلك خلا في التوازن الايوني أي انه يسمح بدخول ايونات الصوديوم وبذلك تكون عرقلة لكتافة الغشاء الخلوي وانتقال ايونات الكلوريد عكس التراكيز والذي يسمى بالنقل النشط Active transport أي ان ايونات الكلوريد ستدخل الى داخل الخلية بالرغم من التراكيز العالي لهذا الايون بداخلها والعالم يعيش بنقص حاد في المياه الصالحة للزراعة بسبب الزيادة الهائلة للسكان والتصرّح والتلوث فاصبح من المفيد البحث عن اليات لتقليل اجهاد كلوريد الصوديوم باستعمال مواد واليات متعددة للحد من هذه المشكلة (Munns واخرون، 2000).

ايونات الصوديوم لها تأثيرات ضارة لبعض انزيمات الخلية لانها تؤثر في ايض الخلايا والتوازن الايوني وعدم انتظام وظيفة الغشاء الخلوي يؤدي الى اختزال في نمو الخلايا وينبسط من اتساعها وانقسامها وهذا هو السبب في الانخفاض المعني لمعظم الصفات المظهرية والفسلجمية ومن المفيد هنا ان نشير الى ان التراكيز العالية من ايونات الصوديوم تسبب انخفاضاً واضحاً في

عملية التمثيل الضوئي فضلاً عن زيادة في توليد أنواع الاوكسجين الفاعلة ROS أي الجذور الحرة مما يؤثر سلباً في النمو الخضري للنبات كما اسلفنا أعلاه (Tuteja, Mahaj, 2005).

جرت محاولات عديدة للتقليل من تأثير الاجهاد الملحى على النباتات لا سيما ذات الحساسية للملوحة من هذه الوسائل رش المحاصيل الزراعية بم مواد ينتجها النبات طبيعياً من خلال العمليات الایضية الثانوية للخلايا. ومن بين هذه المركبات الكلايسين بيتاين الذي هو حامض اميني مرتبط مع مركب البيوتاين مشحون بشحنة موجبة رباعية الامونيوم التي تزود الاحماض الامينية بجذر المثيل CH_3 وترتبط به. اكتشف في نبات البنجر *Beta vulgaris* الذي يسمى محليا بالشوندر ويسمى بثلاثي مثيل الكلايسين Trimethyl glycine الذي يتآيضاً من مسار الكولين Choline الى مركب الديهايد بنتاين وبعدها الى الكلايسين بنتاين بوجود فيض من الالكترونات الناتجة من الجذور الحرة عند تعرض النبات للاجهاد ويوجد داخل عضيات البلاستيدات والفجوات والساينتوسول (Giri, 2011) ومن مميزات المركب تحمله لدرجات الحرارة العالية ويدوب بالماء ويمتاز بضبطه لعملية التنافس (الازموزية) الخلوية وبعد مستشعرأً للخلايا عند الاختلال الازموزي ويشغل الفجوات العصارية و يجعلها ذات نفاذية (ازموزية) عالية لسحب جزيئات الماء داخل البلاستيدات(reza واخرون، 2012).

يؤدي السليكون الى تخفيض او تعديل الازموزية تحت الاجهاد الايوني المصاحب للجفاف والملوحة (Islam واخرون، 2018). السليكون ليس من العناصر الاساسية لكنه يعد ضرورياً لتسريع النمو الذي يشمل التمثيل الضوئي و تثبيت النتروجين والتقليل من انتاج ROS لاسيمما تحت الاجهاد الحيوي مثل الإصابة بالأمراض واللاحيوي مثل المعادن السامة، ارتفاع وانخفاض درجة الحرارة و الأشعة فوق البنفسجية Ultra violet و نقص التغذية و زيادة الجفاف والملوحة (Sudradjat واخرون، 2016) كذلك السليكون مهم للنقل الغذائي و توسيع الجدران الخلوية (Maghsoudi واخرون، 2015).

ونظراً لقلة الدراسات حول استعمال السليكون والكلايسين بيتاين وتأثيرهما في نمو نبات

الفلفل المعرض للجهاد الملحي نفذت هذه الدراسة التي تهدف الى:

1. دراسة التأثيرات الفسيولوجية والكيمohيوجية لرش نبات الفلفل بالكلايسين بيتاين والسلikon

والحد من التأثيرات السلبية لكlorيد الصوديوم.

2. تحديد التركيز الأمثل للكلايسين بيتاين والسلikon اللذين يعملان على زيادة تحمل نبات

الفلفل لأجهاز كلوريد الصوديوم وتأثيرهما في نمو النبات.

3. تحفيز النظام الدفاعي لنبات الفلفل والمتمثلة بمظادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية

والقليل من انتاج انواع الاوكسجين الفعالة ROS باستخدام التغذية الورقية بالكلايسين

بيتاين والسلikon .

الفصل الثاني

استعراض المراجع

Literature review

2-استعراض المراجع Literature Review

2-1- نبات الفلفل و أهميته الغذائية.

يعد نبات الفلفل *Capsicum annuum* L. ثالث أهم محاصيل العائلة الباذنجانية Solanaceae بعد نباتي الطماطة والبطاطا، يتطلب الفلفل مناخاً معتدل يميل إلى ارتفاع درجة الحرارة ولا يتحمل انخفاض درجات الحرارة بصورة متطرفة، والمدى المناسب من درجات الحرارة لنموه يتراوح بين (21-27)° م ان نبات الفلفل عالي الحساسية للعديد من مسببات الامراض وللظروف المناخية المتطرفة (Hussain واخرون، 1999). وكذلك هو حساس للملوحة (Navarro واخرون، 2002). ان الفلفل من المحاصيل المهمة ليس بسبب اهميته الغذائية فحسب وانما القيمة الغذائية لثماره التي تساهم في إمداد جسم الإنسان بمركبات الطاقة المهمة في البناء (البروتينات، الكاربوهيدرات والدهون) وكذلك بالمركبات المضادة للاكسدة مثل فيتامين C وقد وجد ان كل 100 غم من ثمار نبات الفلفل الطري تتضمن 2.5 سعرة حرارية، 5.7 غم كاربوهيدرات و 0.2 غم بروتين، 1.4 غم ألياف و 25 ملغم فسفور و 11 ملغم كالسيوم و 0.4 ملغم حديد و 630 وحدة دولية من فيتامين A، 0.04 ملغم فيتامين B1، 0.07 ملغم فيتامين B2، 120 ملغم فيتامين C دولياً (McCollum, 1980). اخذ هذه المركبات المذكورة مع الغذاء يومياً وبكميات متوازنة يعد عاملاً مهماً جداً للمحافظة على الصحة والوقاية من الامراض التي يمكن ان تصيب الانسان ومنها امراض السرطان وامراض القلب والاواعية الدموية (Brainley, 2000). فضلاً عن احتواء ثمار نبات الفلفل على مستوى عالٍ من الفيتامينات C و E فضلاً عن الزانثوفيلات والكاروتينات (Materska واخرون، 2003). جذر نبات الفلفل من النوع الوتدى الذي يتلطف اثناء عملية الشتل في الارض المستديمة وتمتد الجذور الثانوية من قاعدة الساق ولمسافة تصل الى (60) سم بحسب نوعية التربة ثقيلة كانت او خفيفة ويمتلك ساقاً قائمة يبتدئ التفرع فيها من

السلامية الرابعة، ويكون الساق اول الامر عشبياً يتخشب عند نمو النبات، اما الاوراق ف تكون في الأصناف الحريفة بيضاوية بسيطة رفيعة بينما في الأصناف الحلوة ف تكون عريضة. تكون الازهار مفردة او مزدوجة ثنائية او ثلاثة وعادة تكون في اباط الاوراق والتوجع عادة يكون ابيض او يميل لونه الى البنفسجي او الاخضر الفاتح بحسب النوع ويضم (5-7) فصوص، والاسدية تكون غير ملتحمة ويفتح المثلث بخطوط طولية اما التتفيج فيكون خلطيأ، تكون الثمرة عادة محمولة على عنق قائم في اول الثمار، وهي مربرعة الشكل تحتوي على اربعة مساكن، طعمها حلو في الانواع التجارية، ويوجد خارج الثمرة انخفاضات تظهر الحواجز الداخلية وهي تكون غير مكتملة وفي بعض الاحيان يتلحم الجزء السفلي بالمشيمة اما البذور فأنها توجد باعداد كبيرة على المشيمة بشكل صفوف متakahفة، وهي صفراء اللون كبيرة الحجم تحتوي على انخفاض ظاهر وسكون اتجاه الحبل السري الى الخارج (ديهاب، 2004).

. ان القيمة الغذائية لنبات الفلفل في 100 غرام من الثمار الطازجة تبلغ 19 سعرة حرارية

1 غرام بروتين و 0.2 غرام دهون و 5.0 غرام كالسيوم 0.7 ملغم حديدوز و 240 وحدة دولية فيتامين A و 84 ملغم فيتامين C كذلك ثمار نبات الفلفل غنية بمضادات الاكسدة (Marin ، واخرون ، 2004).

2-2- الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم.

تقسم النباتات اعتماداً على مدى تحملها للتركيز العالية من الملوحة على مجموعتين:

- **النباتات الملحية (Halophytes):** وهي نباتات تأقلمت للعيش بشكل طبيعي في الظروف الملحية من خلال تطويرها أو تحويلها البعض الخصائص الشكلية أو التشريحية أو الوظيفية.
- **النباتات غير الملحية (Glycophytes):** ان معظم النباتات التي تعيش في اليابس هي نباتات غير ملحية وتتضمن هذه المجموعة جميع المحاصيل الزراعية الاقتصادية التي يتتأثر انتاجها بالملوحة (Flowers واخرون، 1977 ; Greenway و Munns، 1980).

في درجة تأثيرها بالاجهاد الملحي اختلافاً واسعاً، وهذا الاختلاف يعود الى عوامل عديدة منها نوع الأملاح، طول مدة التعرض للاجهاد الملحي، شدة الاجهاد الملحي والمرحلة العمرية للنبات، فضلاً عن تركيبه الوراثي والتدخل ما بين الاجهاد الملحي وعوامل الاجهاد المختلفة الأخرى (Neumann, 1995). تواجه النباتات أنواعاً مختلفة من الاجهادات البيئية (حيوية وغير الحيوية)، وبعد الاجهاد الملحي من أخطر أنواع الاجهادات غير الحيوية التي تؤثر في نمو النباتات. يمكن تعريف الاجهاد الملحي Salt stress بأنه زيادة في تركيز الأملاح الذائبة داخل وسط نمو النبات (التربة) مما ينتج عنه اضطراب واحتلال في العمليات الأيضية مما يؤدي الى نقص النمو وربما الى موت النبات (Zhu, 2007) . تشمل الأملاح الذائبة أساساً كايونات المغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والكلاسيوم وأنيونات كل من الكلوريدات والكبريتات والبيكاربونات والكاربونات (carpici واخرون، 2010) .

2-2-1 الاجهاد الملحي ونمو النباتات.

عند تعرض نبات ما الى مستويات مرتفعة من الأملاح الذائبة لاسيما ملح كلوريد الصوديوم فان ذلك سينعكس بشكل سلبي على نمو النبات لاسيما النباتات الحساسة للملوحة. لقد إفترض (Munns, 1993) أن النباتات عند تعرضها للاجهاد الملحي فإنها تمر بطورين مختلفين نسبياً اعتماداً على درجة استجابة النباتات للاجهاد الملحي وهما:

1-التطور الأول:

هذا الطور يظهر في بداية تعرض النبات للاجهاد الملحي (الناتج عن الاجهاد الأزموزي)، وفي هذا الطور تكون الاستجابة الشكلية هي الأكثر جلاءً، وتظهر على شكل نقص في نمو أوراق النبات والذي ينعكس على انخفاض المساحة الورقية، كذلك يحدث نقصان في نمو جذور النبات، ويتافق مع هذا الطور انخفاض الضغط الانتفاخي للخلايا النباتية، في حين يبقى تركيز أيوني كل من الصوديوم والكلوريد بأقل حدود السمية في النبات (Hu Schmidhalter, 1998)

2-الطور الثاني:

في هذا الطور تكون استجابة النباتات للجهاد الملحي ناجمة عن (التأثير السمي الأيوني) إذ تظهر هذه الاستجابة عند ارتفاع امتصاص وترابع أيونات الصوديوم والكلوريد بالدرجة الأساس في الخلايا النباتية إذ يزداد تراكم الأملاح في سايتوبلازم الخلية النباتية وبذلك يؤثر في فعالية الإنزيمات الخلوية ومن ثم تراكم في الغشاء الخلوي الذي يبدأ عدتها بالتحلل.

يلجأ النبات إلى عدة آليات للسيطرة على تركيز أيون الصوديوم في سايتوبلازم الخلية النباتية منها آلية ضخ الصوديوم إلى خارج الخلية (Sodium exclusion) من خلال قنوات افرازية مخصصة وهذه الآلية السائدة في العديد من النباتات الملحية وغير الملحية، والآلية الثانية هي احتجاز أيونات الصوديوم داخل الفجوات العصارية (آلية الضخ إلى الداخل) (Sodium inclusion)، عندما تعجز هاتان الآليتين في المحافظة على تركيز أيون الصوديوم يزداد تركيزه داخل سايتوبلازم الخلية عندها تبدأ أعراض التسمم بالظهور وتكون بشكل حرق ولفحات وموت الورقة أو لبعض أجزائها، يبدأ تراكم الصوديوم في الأوراق القديمة لذلك فإن اعراض التسمم تبدأ فيها (2002,Munns).

بصورة عامة يصاحب زيادة تركيز الأملاح الذائبة في وسط نمو النبات خمسة أنواع من الاجهادات هي:-

- 1-الاجهاد الأزموري.
- 2-السمية النوعية للأيونات.
- 3-إختلال التوازن الأيوني.
- 4-الإجهاد الأكسدي.
- 5-الاجهاد الناتج عن إختلال هرمونات النمو.

.(2003, Zhu ; 2003, Tester ; 1994,Ashraf)

1-1-2-2- الإجهاد الأزموزي.

إن نمو النبات يتطلب المحافظة على إنتفاخ الخلايا وتعرض النبات للإجهاد الأزموزي يؤدي إلى إنخفاض مقدرة النبات على امتصاص الماء وإنخفاض إنتفاخ الخلايا وبالتالي إنخفاض نمو النبات (Ashraf, 1994). إن التأثيرات السلبية الناجمة عن الأجهاد الأزموزي تستند إلى نوع النبات، طول مدة الإجهاد، سرعة التعرض له وتركيز محلول التربة (Munns وآخرون، 2000). يعتمد امتصاص الجذور للماء في هذا النوع من الإجهاد على الفرق في الجهد الأزموزي داخل خلايا جذر النبات والجهد الأزموزي لمحلول التربة، وعادة ما يكون الجهد الأزموزي داخل خلايا الجذور أقل منه في محلول التربة، إن زيادة الملوحة تؤدي إلى انخفاض في الجهد الأزموزي لمحلول التربة ومن ثم فإن النبات سيلقي صعوبة في امتصاص الماء من التربة عبر الجذور، وعندما ينخفض الجهد الأزموزي لمحلول التربة يبدأ الماء بالخروج من الجذر إلى التربة (Munns, 2002). تختلف استجابة الأجزاء النباتية للإجهاد الأزموزي لاسيما عند التراكيز الملحة المتوسطة، فقد تبين تأثير نمو الساقان والأوراق بشكل واضح في الوقت نفسه لم يتأثر نمو الجذور بالدرجة نفسها (Sharp وآخرون، 1990; Hassanein وآخرون، 2009; Awad وآخرون، 2012)

1-1-2-2- السمية النوعية للأيونات.

إن مشكلة تسمم الخلايا النباتية ببعض الأيونات لاسيما التسمم بأيوني الصوديوم والكلوريد مرافقة لمشكلة الأزموزية وتختلف درجة حساسية النباتات لـأيوني الصوديوم والكلوريد (Ashraf, 1994). يمكن مشاهدة أعراض التسمم بأيون الصوديوم بشكل حروف في الأوراق ولاسيما القديمة منها، وكذلك موت بعض الأنسجة على الأطراف الخارجية للأوراق (Marschner, 1995). يمكن التقليل من سمية الصوديوم بزيادة ايون البوتاسيوم كما وجد أن لكل من الكالسيوم والمغنيسيوم دوراً مهماً في التقليل من سمية الصوديوم وذلك عن طريق

الحفظ على انتقال ايون البوتاسيوم والسيطرة على انتقال وامتصاص الصوديوم داخل النبات عن طريق زيادة القدرة التمييزية لخلايا النبات في امتصاص ايون البوتاسيوم (Zhu, 2003, Munns, 2005). إذ ان زيادة تركيز أيوني الصوديوم والكلوريد في ساينتوبلازم الخلايا النباتية تؤدي الى أضرار في بروتين الغشاء الخلوي وعندئذ يفقد الغشاء قدرته على أداء وظيفته الأساسية بالحماية والتحكم والسيطرة، كما أن ارتفاع تركيز ايون الصوديوم في الساينتوبلازم يؤدي الى تثبيط عمل العديد من الإنزيمات وهذا التثبيط يعتمد الى درجة بعيدة على نسبة ايوني الصوديوم الى البوتاسيوم (Zhu, 2007).

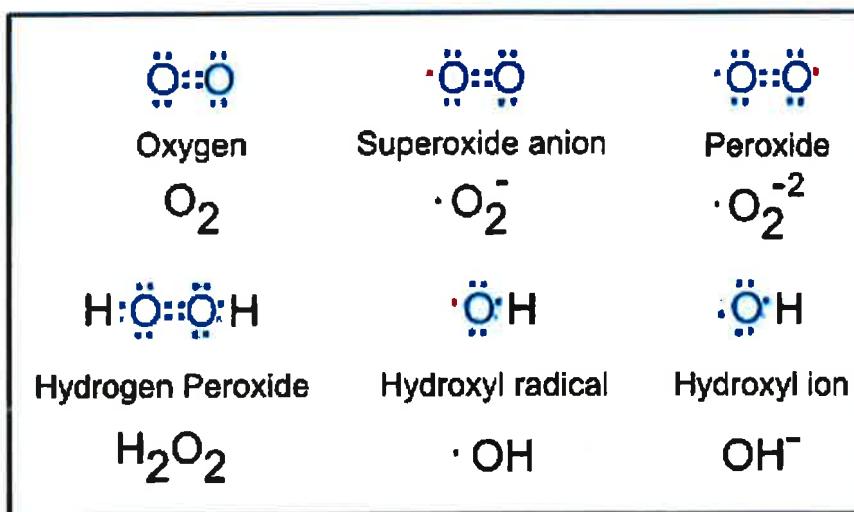
3-1-2-2- اضطراب التوازن الأيوني Ionic Imbalance

إن ارتفاع ملوحة التربة يؤثر في امتصاص ايون البوتاسيوم من خلال تنافس ايون الصوديوم لايون البوتاسيوم (تضاد Antagonism). مستوى الكلوريد في محلول التربة يمكن أن يؤثر في امتصاص النترات (Schmidhalte و Hu, 1998). يؤثر الاجهاد الملحي من ناحية أخرى في نسبة ايوني Ca^{+2} : Na^+ لاسيما في خلايا جذور النبات مما يضعف بناء العشاء الخلوي ويبعداً بفقدان قدرته في التحكم بالنفاذية الاختيارية (Kinraide, 1998). يؤدي ارتفاع ملوحة التربة إلى تداخلات معقدة تتعكس سلبياً على إمتصاص الكثير من العناصر الغذائية والتي تؤثر في الأرض الحيوي للنبات(Ashraf, 2003) من الممكن أن يتعرض النبات إلى اجهاد من نمط آخر هو الاجهاد الناشئ عن الاضطراب في التوازن الأيوني، فقد ينجم عن زيادة ملوحة التربة نقص في كمية عنصر الفسفور الممتص، وقد يعود ذلك إلى انخفاض جاهزيته في الترب الملحية بشكل خاص، كما أن زيادة ايون الصوديوم في محلول التربة يؤدي إلى زيادة امتصاصه من قبل النبات في حين يقل امتصاص وانتقال ايونات الكالسيوم والبوتاسيوم والمنغنيز داخل النبات، مما ينعكس على نمو كل من المجموعين الخضري والزهر (Salam and Mansour, 2004).

2-1-4-2- الإجهاد التأكسدي.

تحتوي ذرة الأوكسجين على الكترونين حرين غير مزدوجين (Unpaired electrons) في المدار الخارجي لها وكل منهما في موقع يتباين عن الآخر ، ان هذه الحالة للتوزيع الالكتروني تمكن للأوكسجين ان يكون مستقبلاً جيداً للألكترونات مما يتمكن من الإشتراك في تكوين العديد من الجذور (Sgherri وآخرون، 2007).

يطلق مصطلح أنواع الأوكسجين الفاعلة Reactive Oxygen Species (ROS) على مجموعة من الأيونات أو الجذور التي يساهم في تكوينها الأوكسجين والتي تتصف بقدرتها الفائقة على الأكسدة كونها أيونات أو جذور غير مستقرة، وتتضمن أنواع الأوكسجين الفاعلة مجموعة واسعة منها وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) والسوبر أوكسيد (O_2^-) وجذر الهيدروكسيل (OH^{\cdot}) والبيروكسيد O_2^- والأوزون O_3 والشكل (1) يوضح أنواع الأوكسجين الفعال .



شكل (1): يوضح أنواع الأوكسجين الفاعلة عن Sairam و Tyagi (2004).

تنشئ كل الكائنات الحية الهوائية ومنها النباتات أنواع الأوكسجين الفاعلة طبيعياً (Lindquist وآخرون ، 1991) ، وهذه الأنواع من الأوكسجين الفعال تنشأ عند ارتباط الكترون واحد من الكترونات سلسلة نقل الألكترونات في كل من المايتوكوندريا والبلاستيدات الخضر مع جزيئة الأوكسجين O_2 بعدم وجود مستقبلات الألكترونات الأخرى (Thompson وآخرون، 1987).

يكون هناك توازناً بين ما ينتج وما يهدم من تلك الأنواع من الأوكسجين في الظروف الطبيعية، وتعد هذه الأنواع من الأوكسجين ذات أهمية عالية فهي تعمل كرسل في الإستجابة الدفاعية اتجاه المسببات المرضية والاجهادات غير الحيوية، كما يؤدي كل من السوبر أوكسيد (O_2^-) وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) دوراً مهماً في تكوين مادة اللكتين (Gratao وآخرون، 2005). وكذلك عند تعرض النباتات إلى الاجهاد الملحي فإن معدلات تصنيع أنواع الأوكسجين الفاعلة ROS تزداد بشكل واسع مما يؤثر في نمو النبات. تستطيع هذه الأنواع من الأوكسجين الشديدة الأكسدة التفاعل مع (أكسدة) البروتينات، الدهون والأحماض النوويّة مما يؤدي إلى أضرار واسعة في الخلية النباتية الحية.

2-1-2-5- اضطراب التوازن الهرموني.

بعد اضطراب التوازن الهرموني أحد أنواع الاجهادات التي يواجهها النبات بسبب الاجهاد الملحي. ومن أهم مظاهر اضطراب التوازن الهرموني بفعل الاجهاد الملحي ارتفاع إنتاج هرمون حامض الأبيسيك ABA، فقد لاحظ (Chazen وآخرون، 1995) حدوث ارتفاع في تركيز هرمون حامض الأبيسيك ABA خلال الساعة الأولى من تعرض النبات إلى الاجهاد الملحي، وفي دراسة أجراها (He Cramer وآخرون، 1996) توضح حصول زيادة في تركيز حامض الأبيسيك في الجذور والأوراق وعصير الخشب للنبات المتأثر بالملوحة، نتائج مماثلة سجلها (Quarrie وCramer 2002) فقد أثبتا من خلال دراستهما حدوث زيادة في محتوى حامض الأبيسيك ABA في أوراق النبات المعرض للإجهاد الملحي. كذلك لاحظ (Kukreja وآخرون، 2005) زيادة تصنيع الأثيلين في خلايا النبات تحت الإجهاد الملحي، وقد يعود ذلك إلى زيادة تصنيع كل من 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) وزymase ACC oxidase. إن حث الخلايا الجذرية على زيادة تصنيع الإثيلين يرتبط بشكل واسع جداً مع شدة الاجهاد الملحي الذي يتعرض له النبات (Shibli وآخرون، 2007).

تأثرت الأوكسجينات كذلك بفعل الاجهاد الملحي، ففي دراسة اجروها (Ghanem وآخرون، 2008) وجدوا نقصاناً في محتوى الورقة من الأوكسجينات لنبات الطماطة عند تسميتها في وسط يحتوي على 100mM من ملح كلوريد الصوديوم. فضلاً عن نتائج مماثلة توصل اليها (Hassanein وآخرون، 2009) عند دراستهم تأثير تركيز متضاد من ملح كلوريد الصوديوم على نمو نبات الذرة الصفراء، إذ أثبتوا حصول انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من الأوكسجينات وإن هذا الانخفاض قد ازداد مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم.

2-3- استجابة النبات لفعل الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم.

عند تعرض النبات إلى اجهاد ملحي بسبب ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة في وسط النمو فإن النبات سيستجيب لهذا الاجهاد، هذه الاستجابة تمر بمراحل كالتالي:

1- استلام الإشارة: تسمى أيضاً التحسس للعامل المجهد (الملوحة) وتحدث عن طريق المستقبلات ومنها G-protein، فضلاً عن البعض من بروتينات الأغشية الخلوية الأساسية التي يمكن أن تعتمد في استلام الإشارات.

2- تفعيل أنظمة ومسارات نقل الإشارات: وبعد المسار MAP Kinase pathway (Mitogen – activated protein kinase) أكثرها أهمية وهو من المسارات المهمة الثابتة تقريباً ويوجد في جميع أنواع الأحياء، إذ يقوم بنقل الإشارات من خارج الخلايا إلى داخلها.

3- تنفيذ الاستجابة: وهي تعد المرحلة الأخيرة من الاستجابة بعد ورود الإشارات المتعلقة بها وهذه تتباين بتباين الأحياء للاستجابة على الاشارة الواحدة كما تتباين بتباين الإشارات الواردة وكل هذه الأنواع من الاستجابة تتصرف بشكل عام بما يأتي:

- أ- التعبير عن الجينات الكامنة.

بـ-ارتفاع التعبير عن البروتينات الثانوية لأن العديد منها يكون موجوداً أصلاً في الخلايا

تحت الظروف الطبيعية.

جـ-حت بعض انواع البروتينات الكابحة لثبيط مسارات لم تعد الخلايا بحاجة اليها تحت

ظروف الاجهاد.

دـ-حت الكثير من الاستجابات مثل استجابة الاستغاثة (SOS) Salt-Overly-Sensitive

فعد حدوث ضرر ما في المادة الوراثية تحت العديد من إنزيمات القطع لغرض تصحيح

هذا الضرر في DNA الخلية (الخاجي، 2008).

٤-٤- آليات تحمل النباتات للأجهاد بملح كلوريد الصوديوم.

تقسم النباتات المقاومة للملوحة على مجموعتين رئيسين الاولى فارزة للأملاح -

والثانية مضمنة للأملاح (Salt- includes excludes Ashraf وآخرون، 2006) ، المجموعة

الأولى تأقلمت من خلال آليات خاصة تمنع دخول الأملاح الى داخل الخلايا النباتية، وكذلك

قنوات مختصة تفرز الأملاح الى خارج الأنسجة النباتية ومن ثم تتبع للنبات العيش في وسط

ملحي، أما المجموعة الثانية فانها لا تستطيع ردع دخول الأملاح لذلك فهي تتجن الى آليات

مختلفة ومنها:

الامتصاص الاختباري و إيقاف الأيونات الضارة مثل الصوديوم في موقع متباينة من

النبات لاسيما في داخل أنسجة الخشب وعدم تركيزها في مكان واحد و تبديل مسار التمثيل الضوئي

و السيطرة على امتصاص الأيونات عن طريق الجذور والسيطرة على تحرك الأيونات الى الأوراق

و استحداث زيادة تصنيع الإنزيمات المضادة للأكسدة و لجوء النباتات الى توليد تغيرات في بنية

الأغشية الخلية تأزر الخلية على تحمل الاجهاد الملحي و زيادة إنتاج المنظمات الأزموزية وتح

الهرمونات النباتية (Das و Parida، 2005).

2-4-1- حث بناء المنظمات الأزموزية.

تهدف آلية حث انتاج المنظمات الأزموزية الى تقليل جهد الماء في داخل الخلية النباتية دون التأثير في الضغط الانفاخى للخلية (توقف إنكماش الخلية النباتية). تتضمن المنظمات الأزموزية نوعين وهما منظمات أيونية غير عضوية إذ يؤدي الكالسيوم والبوتاسيوم دوراً مهماً فيها، ونظمات عضوية. وتختلف أهمية المنظمات الأزموزية الأيونية والعضوية باختلاف الأجناس والأنواع والأصناف النباتية وكذلك باختلاف مراحل نمو النبات (Bashir و Ashraf 2003).

تتضمن المنظمات الأزموزية العضوية مواد عضوية ذات أوزان جزيئية قليلة وهي مجموعة من السكريات والأحماض الأمينية والعضوية ومركبات الأمونيوم وبعض البروتينات ذات الأوزان الجزيئية القليلة (Murakeozy وآخرون، 2003) ومن الأحماض الأمينية الشائعة الألانين Alanine و الأرجينين Arginine و الليوسين Leucine و الكلابيسين Glycine و السيرين Serine Proline والفالين Valine فضلاً عن الحامض الأميني البرولين (Hamdia و Shaddad 2010).

2-4-2- آلية التجميع الانتقائي للأيونات.

إن العديد من النباتات طورت آلية إيقاف أيون الصوديوم داخل الفجوة العصارية لغرض تخفيض التأثير السمي له فوجوده في سايتوبلازم الخلية الحية يؤدي إلى أضرار جسيمة. كذلك ونتيجة لزيادة الملوحة تستحدث آليات خاصة تتجلى في زيادة تركيز أيوني الكالسيوم والبوتاسيوم في داخل سايتوبلازم الخلية الحية لاجل معادلة الأزموزية. وهنا تؤدي مضخة الصوديوم - بوتاسيوم Sodium-potassium pump دوراً رئيساً مهماً في الحفاظ على تركيز أيون الصوديوم المنخفض، مع تأمين تركيز مناسب من أيون البوتاسيوم، في بعض النباتات تعمل مضخة الصوديوم-بوتاسيوم بدرجة أساسية في الخلايا الجذرية فنقوم بافراز أيون الصوديوم خارج الخلية

الجزرية وفي الوقت نفسه تعطى الاذن بدخول ايون البوتاسيوم الى داخل الخلايا الجذرية اما ايون الكالسيوم فأنه يؤدي دوراً مميزاً في سايتوبلازم الخلية النباتية، فضلاً عن مشاركته في معادلة الأرموزية إذ انه يعمل كناقل ثانوي للإشارة مما يؤدي الى حد منظومة الاستغاثة Save Our DNA (SOS) وهذه المنظومة تعد من ضمن منظومات معالجة الاضرار الذي تصيب الـ *SOS3* بسبب تعرض الخلية الحية الى الاجهاد وتشمل حد مجموعة كبيرة من الجينات منها *SOS2* و *SOS1* التي تشفّر انتاج البروتين المسؤول عن منع دخول ايون الصوديوم عبر الغشاء اللازمي للخلية وكذلك تحت نقل ايون الصوديوم واحتيازه داخل الفجوة العصارية (Zhu, 2007).

تمتلك الخلايا الجذرية في الحالات الطبيعية (غير الملحي) قدرة اختيارية على امتصاص ايوني البوتاسيوم والصوديوم. تفقد الخلايا الجذرية القدرة الاختيارية في الامتصاص عند ارتفاع التركيز الملحي بسبب التنافس الشديد الذي يتعرض له ايون البوتاسيوم من قبل ايون الصوديوم من جانب، وتتمثل أسلوب امتصاصهما في الجذور إذ ان كلا الأيونين يمتصان بطريقة الامتصاص الحر، وبسبب فقدان الخلايا الجذرية القدرة على التفريق بين ايوني البوتاسيوم والصوديوم فإن كميات عالية من ايون الصوديوم ستدخل الى خلايا الجذر وتحول عبر أنسجة الخشب الى خلايا الأوراق (Basar and Tas, 2009).

2-4-3- حد مضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية.

عند تعرض النبات الى الاجهاد الملحي فإن أنواع الأوكسجين الفاعلة سيزداد انتاجها، وللتقليل من التأثيرات المهدمة لهذه الأنواع من الأوكسجين، فإن خلايا النبات ستقوم بالمقابل بحث منظومة مضادات الأكسدة، التي تقسم على نوعين مضادات أكسدة إنزيمية وغير إنزيمية . (Mittler, 2002)

٤-٣-١-٢- مضادات الأكسدة الإنزيمية : Enzymatic antioxidants

تتضمن مضادات الأكسدة الإنزيمية عدداً من الإنزيمات المضادة للأكسدة وهي إنزيم السوبر أوكسيد دسموتيز (SOD) و البيروكسيديز Superoxide dismutase (SOD) و إنزيم الكاثيلز (CAT) و الكلوتاثيون بيروكسيديز Glutathione peroxidase (GPX) (Wu وآخرون، 2006)

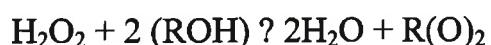
٤-٣-١-١- إنزيم السوبر أوكسيد دسموتيز Superoxide dismutase

(SOD)

إنزيم بروتيني معدني ويرتبط به النحاس والزنك والنikel والحديد والمنغنيز وله عدة أنواع حسب نوع المعدن المرتبط (SODI و SODII و SODIII و SODIV) ويتكون من 196 حامضاً أمينياً وله دور كاسح لجزر السوبر أوكسيد اذ انه يعمل على منح البروتين للتفاعل مع جذري من السوبر أوكسيد وتحrir الاوكسجين وانتاج جزيئه بيروكسيد الهيدروجين ويوجد هذا الإنزيم في البلاستيدية اثناء عملية التمثيل الضوئي وكذلك يوجد في الساينتوسول وله أهمية كبيرة في التخلص من طاقة الالكترونات الناتجة من عملية امتصاص الضوء وتزداد فعالية هذا الإنزيم عند التعرض لقلة الماء (Sales وآخرون، 2013)

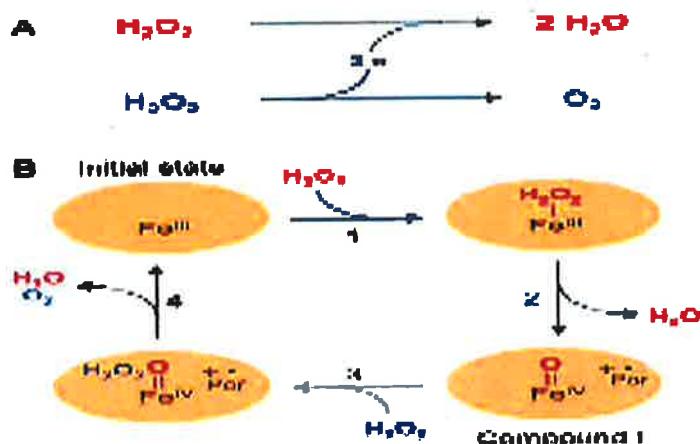
٤-٣-١-٢- إنزيم البيروكسيديز (POD) Peroxidase

وهو من إنزيمات (الأكسدة-اختزال) يوجد في النبات مرتبطةً مع مجاميع الهيم وفي عدد من العضيات كالمايتوكوندريا، البلاستيدات والجدار الخلوي، يتلخص عمله في حماية بعض المركبات من تأثير بيروكسيد الهيدروجين السام ليحولها إلى مركبات أخرى مرتبطة بالاوكسجين فتحول إلى جزيئتين من الماء ومن أهم هذه المركبات هي الفينولات وحامض الساليسيليك كما يؤدي دوراً مهماً في صيانة سلامة الجدار الخلوي (Gupta, 2011).



2-4-3-1-3- أنزيم الكاتليز (CAT)

وهو الأنزيم المحل لبوروكسيد الهيدروجين يوجد في المايتوكوندريا والكلابوسومات ويتشكل من أربعة مجاميع من الهيم تكون أربعة جوانب يعمل على تغيير جزيئة البوروكسيد إلى ماء يوجد الكترونين من الوفرة الإلكترونية الناتجة عن التسرب الإلكتروني (Mhamdi وآخرون 2010) والشكل (2) يوضح تركيب وأآلية عمل أنزيم الكاتلizer.



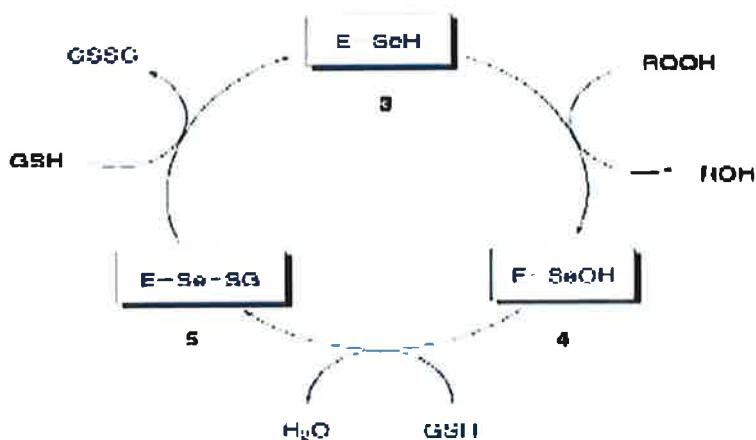
شكل (2): يوضح تركيب وأآلية عمل الكاتلizer عن (Mhamdi وآخرون، 2010).

إن كل من الأوصىر البيئية ومجاميع الهيم في الأنزيم وكذلك ارتباط أنزيم الكاتلizer مع سلسلة من الحموض الأمينية تكون نظاماً معقداً يمكن من خلاله أن يحول 6 ملايين جزيئات بوروكسيد خلال دقيقة واحدة، إذ يستمر النظام المعقد لوهب البروتونات طالما كانت جزيئات الحموض الأمينية مقترنة به (Tuteja and Gill, 2010).

2-4-3-1-4- أنزيم الكلوتاثيون بوروكسيديز (GPX)

وهو أنزيم يتكون من مضاد الأكسدة الكلوتاثيون المرتبط بالسيليسيوم وكان يسمى سابقاً بالسيلينيوكلوتاثيون له وزن جزيئي بحدود 89388 دالتون ويشتغل تحت

درجة حرارة تصل إلى 40 درجة مئوية وكذلك يشغله هذا الأنزيم كمضاد لأكسدة الدهون غير المشبعة وتتلخص آلية عمله في تحويل جزيئة بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وتحويل مركب الكلوتاثيون إلى شكله المؤكسد وكذلك يشارك في أيض المركبات الدهنية والزيتية في النبات عن طريق تحويل الجزيئات الكلوتاثيون كما في الشكل (3) يوضح ذلك (2013, Al-Helaly).



شكل (3): يوضح آلية عمل أنزيم الكلوتاثيون ببروكسيديز عن (Alberto وآخرون، 2010).

يعتمد الكلوتاثيون ببروكسيديز على السيلينيوم فعند نقصان هذا العنصر يتوقف الأنزيم عن العمل ولذلك يعد الأنزيم معتمداً على السيلينيوم Selenium dependent enzymes الذي يعمل على حماية النبات من فعالية جذر بيروكسيد الهيدروجين السام ومن خلال تحويل هذا الجذر إلى ماء، يوجد هذا الأنزيم في المايتوكوندريا والسايتوسول وكذلك يشارك في أيض الكحولات في النبات آلية عملية وهب البروتونات من الكلوتاثيون (Dias وآخرون، 2016).

2-3-4-2 - مضادات الأكسدة غير الأنزيمية

antioxidants

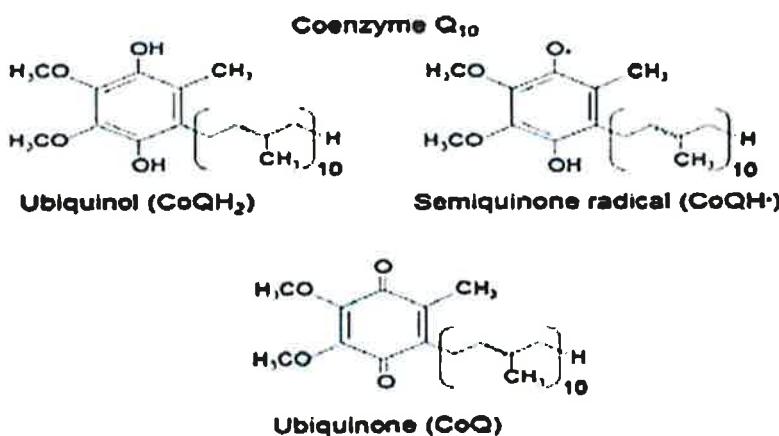
وهي مركبات أو عناصر عضوية ولا عضوية لها القدرة على كسر الجذور الحرة من خلال وهب أو اكتساب الألكترونات غير المستقرة (Ahmed وآخرون، 2009).

.Glutathione (GSH) - 1-2-3-4-2

وهو جزء بروتيني صغير يتكون من ثلاثة احماض أمينية وهي الكلايسين والكلوتاميت والسيستين. يتآيضاً هذا المركب نتيجة اتحاد الكلوتاميت مع السيستين بأصارة كاربوكسيلية ليتحول إلى مركب Glutamylcystein ومن ثم يقترب هذا المركب مع الحامض الأميني الكلايسين مع وجود مركب ATP (Abyaneh, 2013). كذلك يحتوي هذا المركب على مجموعة الثايلول ويتتميز بكونه مضاد جيد للأكسدة لاسيما للإجهاد المائي وله القدرة على منح الألكترونات خلال سلسلة نقل الألكترونات و NADPH^+ ، إذ يقوم بمنح بروتون الهيدروجين من جهة ويوكسد الكلوتاثيون من جهة أخرى (Labudda, Azam, 2014).

. Ubiquinol - 2-2-3-4-2

وهو مrafق أنزيمي يتكون من ثلاثة مجاميع من الهيم له دور مهم في عملية الأيض الخلوي (Varela-Lopez وآخرون، 2016) ويوجد في الأغشية الخلوية والميتوكوندريا داخل نظام السايتوكرومات من خلال عملية نقل الألكترونات لإطلاق الطاقة بشكل مركب ATP لاسيما سايتوکروم 450 ويطلق عليه اسم Q10 وبعد مضاداً للجذور الحرة يتغير عند منحه للبروتونات إلى كل من Ubiquinone وUbisemiquinone ثم يكتسب البروتون ليعود إلى حالته الطبيعية وعندئذ يؤمن الكائن الحي نفاذ البروتونات بطريقة صحيحة وكذلك محافظة على هذا المركب في النبات (Fragaki وآخرون، 2016). كما يوضح الشكل (4).



شكل (4): يوضح آلية تكوين اليوبيكينول عن (shinde وآخرون، 2004).

3-2-3-4-2 .Carotenes and Lycopene الكاروتينات واللباكونيين

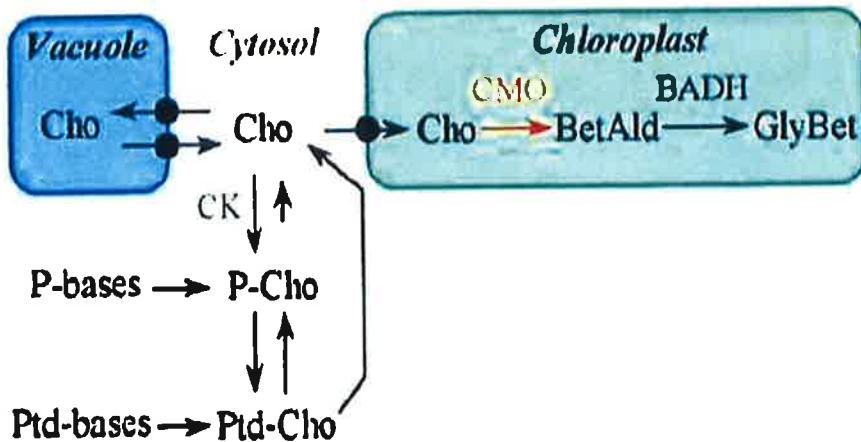
وهي مركبات هيدروكاربونية بصبغات صفراء إلى برتقالية واللباكونيين عادة حمراء ذاتية في الدهون تتشكل من أيض التريبنات، توجد عدة أنواع من الكاروتينات أهمها الألfa والبيتا والكاما، أما الإيكوبين فأهم مركباته البيتا ويساهمان معاً في مسار التخلق نفسه وأصلهما من مركب الفايتوين ولهمما القدرة على منح البروتونات (Srivastava Srivastava، 2015). تقوم مضادات الأكسدة غير الأنزيمية بامتصاص الطاقة الضوئية وتحمي النبات وتحافظ على صبغات البناء الضوئي (الكلوروفيل) من الأكسدة الناجمة عن الاجهاد التأكسدي كما لها القدرة على كسر جذر الأوكسجين الغردي الذي يُحث عند الاجهادات البيئية (غير الحيوية) (Havaux, 2013).

4-2-3-4-2 Alpha-tocopherol .الألfa توکوفیرول

وهو من مضادات الأكسدة الطبيعية المتعلقة بأيض الدهون ومنع أكسدتها وتتلخص آلية عمل التوكوفيرول في مقاومة الإجهاد التأكسدي من خلال قطع سلاسل تفاعلات الجذور الحرة وبذلك يعد قاطعاً للتفاعلات Chain breaker (Pal, Nimse، 2015) ويتصف هذا المضاد بأن له سلسلة طويلة تسمى Tocotrienol وسلسلة ثانية تدعى Phytyl تعمل على تكسير وقطع تفاعلات الجذور الحرة وعدم تكرار تشكيلها مرة اخرى (Singh وآخرون، 2013).

2-4-3-2-5- الكلايسين بيتاين .Glycine betaine

وهو مركب يتكون من الحامض الاميني الكلايسين مقترن مع مركب البيتاين يحمل شحنة كاتيونية موجبة رباعية الامونيوم التي تعمل على مثيلة الحموض الامينية المقترنة به، اكتشف في نبات البنجر السكري (*Beta vulgaris*) ويسمى ثلاثي مثيل الكلايسين Tri methylglycine والذي يتآپس من مسلك الكولين Choline بعدها يتحول إلى مركب الالديهايد بيتاين ثم إلى الكلايسين بيتاين مع وجود الالكترونات الناجمة من الوفرة الالكترونية بسبب انسلاها عند التعرض للإجهاد ويوجد هذا المركب داخل البلاستيدات والسايتوسول والفجوات (Giri, 2011)، بعد الكلايسين بيتاين Glycine betaine من المركبات الامينية الرباعية التي توجد في داخل بكميات وافرة استجابة للجهادات المائية (Reza وآخرون، 2012). يبني كلايسين بيتاين Glycine betaine داخل البلاستيدات الخضر من الاحماس الامينية (السيرين Serine و الاثنوميلين (Betaine aldehyde و الكولين Choline و بيتاين الالديهايد Ethanolamine (Bharwana,) و آخرن، 2014) إذ أن الكولين Choline يتحول إلى بيتاين الالديهايد Betaine aldehyde بوساطة انزيم Choline mono oxygenase، وهذا الاخير بدوره يتحول إلى كلايسين بيتاين Glycine betaine بوجود انزيم Betaine aldehyde dehydrogenase. يوجد الكلايسين بيتاين Glycine betaine في البلاستيدات بصورة رئيسية إذ يؤدي دوراً حيوياً في معادلة وحماية أغشية الثايلاوكيد Thylakoid ومن ثم المحافظة على كفاءة عملية البناء الضوئي (Moharramenjad, Moharramenjad و آخرون، 2015). ويمتاز بكونه يقاوم درجات الحرارة الحالية فضلاً عن انه ذاتي بالماء وترجع إليه عمله في ضبط ازمورية الخلايا وبعد مقاييساً ومتحسساً للخلايا عند الاضطراب الازموري وله القدرة على الذوبان بالماء وملاً الفجوات بعصارة ذات ازمورية مرتفعة وتكون جهد ازموري لتنزع جزيئات الماء داخل البلاستيدات الخضراء (Pandey, 2015) والشكل (5) يبين أيض الكلايسين بيتاين.



شكل (5): يوضح أيض الكلايسين بيتاين عن (McNeil وآخرون، 2000) .

كما يعد كلايسين بيتاين Glycine betaine من المحاليل التوافقية التي تؤدي وظائف حماية عند تعرض النبات للإجهادات كالملوحة والجفاف ودرجات الحرارة العالية إذ يعمل على حماية الأنسجة النباتية عن طريق المعاونة الازمية ثنائية البروتينات مثل بروتين Ribulose bisphosphot ، وحماية نظام التمثيل الضوئي وإزالة الجذور الحرة ROS (Alasvandyari 2016) ان الإجهادات كالملوحة والجفاف والبرودة تؤدي إلى حد مركب Polyethylene glycol الذي يقوم بتعزيز تراكم كلايسين بيتاين Glycine betaine في نباتات الرز (Basu وآخرون، 2010). كما ان له دوراً في تحفيز فعالية الانزيمات المضادة للأكسدة وكبح جذور الاوكسجين الحرة (Wang وآخرون، 2010) أن إضافة مادة الكلايسين بيتاين Glycine betaine بمعدل 100 مل/لتر أدى الى تحسين صفات النمو وحاصل أصناف الحنطة المزروعة تحت ظروف اجهادات الجفاف (Bonjana وآخرون، 2018) .

5-2- تأثير الأجهاد بملح كلوريد الصوديوم في مؤشرات النمو الفسيولوجية والكيموحيوية لنبات الفلفل.

ان زيادة كميات الملح لها تأثيرات ضارة في نمو النباتات فعد معاملة صفين من نبات الفلفل Capsicum annuum L. بتركيز متعددة من كلوريد الصوديوم (25 و 50 و 100 و 150)

مليمول.لتر⁻¹ فأن مؤشرات النمو المتعددة مثل ارتفاع النبات والمساحة الورقية والوزن الجاف قد انخفضت . كذلك انخفضت انتاجية النبات في التراكيز الاعلى من (100 مليمول) حتى بلغت نسبة الانخفاض 95% عند التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ (2000 Klapaki وChartzounakis). ان تجمع أيون الصوديوم يتدخل مع اختيارية أيون البوتاسيوم في العشاء البلازمي لخلايا الجذر ومن ثم تقلل جاهزية كثير من المغذيات (Davenpor وTester, 2003). ان للملوحة تأثيرات مضرة في نمو وتكشف النباتات متضمنة بإنباتات البذور، نمو البادرات، النمو الخضري، التزهير وتكون النمار ومن ثم خفض الغلة الاقتصادية وسوء نوعية المنتج (Sairam وTyagi, 2004).

كذلك معاملة الكثير من أصناف الفلفل بتراكيز من كلوريد الصوديوم أدت الى اخزال الوزن الجاف لكل من المجموع الخضري والجزري ونسبة المجموع الخضري إلى الجذري (Aktas وآخرون، 2006). وفي دراسة شملت عدة أصناف من النباتات وجد أن الاجهاد الملحي يشكل تأثيراً أكبر في المجموع الخضري من تأثيره في المجموع الجذري، إذ ان نقص الوزن الطري للمجموع الخضري والجزري حدث لكل الأصناف وكان الفلفل الأكثر حساسية للملوحة من بين الأنواع المدروسة (Zapata وآخرون، 2008). وبين (Eraslan وآخرون، 2008) ان المعاملة الملحة أدت إلى نقص واضح في الوزن الطري والجاف في كل من نباتي الفلفل والطماطة وصل إلى 57%. فضلاً عن ذلك فإن تعريض نبات الفلفل للتركيز 4 مول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أدى إلى حصول نقص واضح في الوزن الطري والجاف للمجموعين الخضري والجزري وفي طولهما وكذلك اخزال المساحة السطحية الورقية (Houimli وآخرون، 2008).

وعد التركيز 30 مول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم سبب انخفاضاً في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجزري والأجزاء التكاثرية وأحدث انخفاضاً في المساحة السطحية الورقية في نبات الفلفل (Rubio وآخرون، 2010)، وأشار شاو وي وجماعته (Shao-We وآخرون, 2010).

في دراستهم الخاصة لنبات الطماطم لتحديد تأثير الاجهاد الملحي لكلوريد الصوديوم في اىض السكروز اذ ادى الى نقصان محتوى الكاربوهيدرات في الثمار الناضجة بتأثير الملوحة العالية.

ودرس Chookhampaeng (2011)، أثر الاجهاد الملحي في بادرات نبات الفلفل C. annuum L.، واوضح أن المعاملة الملحية أحدثت تأثيراً سلبياً في نمو وتطور النبات، كذلك وجدت الدراسة ان تعريض بادرات الفلفل بعمر 45 يوماً إلى تراكيز ملحية عالية ادت بعد 18 يوماً من المعاملة الى انخفاض في طول الجذر وعدد الاوراق والوزن الطري والجاف للمجموع الجذري والخضري والمساحة الورقية. كما أن زراعة الفلفل في تربة ايصاليتها الكهربائية EC (4.5 و 4.5) ديسمنز م⁻¹ أدت الى انخفاض في وزن المادة الجافة والمساحة الورقية ومعدل النمو النسبي (Huez-Lopez وآخرون، 2011). نمو نبات الفلفل في وسط يتضمن تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم أحدث اختزالاً في عدد الاوراق وارتفاع النبات وطول الجذور والمساحة السطحية الورقية ومحظى الكلوروهيل، فضلاً عن ذلك فقد نقص كلا من الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري وان هذا الانخفاض يزداد بارتفاع تركيز الاجهاد (Zhani وآخرون، 2012).

كذلك وجد أن المستويات العالية من الملوحة احدثت اختزالاً في معدل التمثيل الضوئي والمساحة السطحية الورقية لنبات الحنطة (Rose Rani وCekic، 2012) وأوضحت (Cekic وآخرون، 2012) أن تعرض نبات الفلفل للاجهاد الملحي بتركيز (2 او 4 او 8) مليمول لتر⁻¹ أحدث انخفاضاً في المحتوى المائي للخلايا عند زيادة التركيز.

وفي دراسة أخرى نفذت في صنفين من نبات الفلفل وجد أن ريها لمدة ثلاثة أسابيع بتركيز متنوعة من كلوريد الصوديوم وصل الى 300 مليمول لتر⁻¹ أحدث انخفاضاً تدريجياً في كل من عدد الاوراق وطول الساق والجذور كما لوحظ أن التراكيز العالية أثرت بشكل سلبي في محتوى الكلوروهيل a و b (Lopez-Aguiler وآخرون، 2012). كذلك توصل (Yiu وآخرون ، 2012) إلى أن معاملة نبات الفلفل عند التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ أحدث انخفاضاً في طول المجموع

الخضري والجزري وهذا الانخفاض ازداد بارتفاع مدة التعرض للاجهاد حتى وصل الى نسبة 49% و 61% على التوالي، كما انه سبب انخفاضاً في الوزن الطري والجاف وصل الى 16% و 17% على الترتيب وانخفاضاً في المحتوى المائي وصل إلى 21.8% فضلاً عن انخفاض محتوى الكلوروفيل. ووجد ان هناك تأثيراً لخمسة تراكيز من كلوريد الصوديوم (2 و 4 و 6 و 10 او 12) ديسيمتر⁻¹ في النباتات والنمو المبكر لثلاثة اصناف من نباتات الفلفل اذ ادى الاجهاد الملحى لكلوريد الصوديوم الى انخفاض معنوي في كل من النباتات وطول الجذير والرويشة والوزن الطري والجاف للشتلة (Hassen واخرون، 2014).

وفي دراسة حديثة أجريت باعتماد طريقة مؤشر الملوحة Salinity index (SI) وعبر الأقمار الاصطناعية بمسح ارضي لتقييم مستويات الملوحة ونوعية المحاصيل الزراعية التي يمكن ان تزرع في تلك الارضي وتلك التي لا يمكن ان تزرع في منطقة الخميسية في جنوب العراق في محافظة ذي قار باعتماد نظام الاستدلال الضبابي Fuzzy inference of satellite ومؤشر الجفاف المتعدد المقاس (NMDI) فكان الفلفل والبنجر من ضمن المحاصيل التي لا تصلح زراعتها في تلك الارضي وهذه الدراسة مفيدة لاتخاذ قرار تطبيقي في ميدان خدمة سوق العمل (عبد الجليل، 2018).

2-6- تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في التمثيل الضوئي وتركيز صبغات التمثيل الضوئي .

ذكر Kirst, (1989) أن تعرض النباتات الى الاجهاد الملحى ادى الى زيادة تراكم أيوني الصوديوم والكلوريد في مختلف أجزاء النبات (الخلايا والأنسجة)، وقد انعكس تراكم أيون الصوديوم أو الكلوريد أو كليهما في البلاستيدات الخضر بشكل سلبي على عملية التمثيل الضوئي ومن ثم ادى الى ضعف نمو النبات عموماً، ونقص نسبة المغنيسيوم في الأوراق اللازم لبناء جزيئة

الكلوروفيل (Cha-um Kirdmanee, 2009) ، وزيادة هرمون حامض الأبيسيك ABA الذي يسرع بشيخوخة الأوراق، كذلك زيادة التنفس الضوئي وهذا يبرر حدوث إنخفاض في تركيز أوراق النباتات من كلوروفيل a و b والكاروتينات عند تعرضها للإجهاد الملحي (Carpici وآخرون، 2010). تختلف شدة الإجهاد الملحي في محتوى أوراق النباتات من صبغات التمثيل الضوئي اعتماداً على الصفات الوراثية للأصناف المختلفة من النباتات (Molazem, وآخرون، 2010). كذلك وجد أن الإجهاد الملحي أدى إلى تثبيط النظام الضوئي الثاني (Photosystem II) في النباتات الراقية (Kao وآخرون، 2003). إن إنتاج صبغات التمثيل الضوئي يتأثر بشكل سلبي وبشكل خاص كل من الكلوروفيل a و b والكاروتينات عند مواجهة النباتات لاجهادات بيئية مختلفة ومنها الإجهاد الملحي، نوهت الكثير من الدراسات إلى أن عوامل متعددة مسؤولة عن نقصان إنتاج صبغات التمثيل الضوئي ومنها التأثير السمي لكلوريد الصوديوم المثبط لعمليات بناء صبغات التمثيل الضوئي (Kaper وآخرون، 2012) وارتفاع نشاط إنزيمات التثبيط للكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الملحي، فضلاً عن حدوث تثبيط للأنزيمات التي تساعد على إنتاج الكلوروفيل، وتحطيم غشاء الثايلايكويد Thylakoid membrane في البلاستيدات الخضر (Ashraf و Muhammad, 2012) وقد يعود سبب انخفاض تركيز الكلوروفيل في أوراق النبات إلى زيادة تركيز الملح في وسط النمو مما يؤدي إلى زيادة فعالية إنزيم Chlorophyllase وانخفاض تركيز كل من النيتروجين والمغنيسيوم اللذين يدخلان في تركيب جزيئة الكلوروفيل (Aly وآخرون، 2003 ; Kaper وآخرون، 2012).

2-7-2- تأثير الإجهاد بملح كلوريد الصوديوم في تركيب ووظيفة الأغشية الخلوية.

توصل (Kurth وآخرون، 1986) إلى أن زيادة امتصاص الصوديوم بسبب الإجهاد الملحي انعكس سلبياً على تركيب ووظيفة الأغشية الخلوية، وقد يعود ذلك إلى أن إدخال الصوديوم مكان الكالسيوم أدى إلى فقدان الغشاء الخلوي لقدرته العالية على التحكم بالنفاذية الاختبارية

والمرونة (Cramer وآخرون، 1985) ، وقد أوعز (Mansour وآخرون، 2005) السبب في زيادة الضرر في الغشاء البلازمي نتيجة لزيادة الاجهاد الملحي إلى الاجهاد الأكسدي المصاحب للجهاد الملحي الذي يزيد من عملية أكسدة دهون الغشاء البلازمي وبذلك يجرد الغشاء من صفةه الانتقائية فيما يتعلق بدخول وخروج أيونات العناصر المغذية من وإلى الخلية، وكذلك لحدث تغيرات في تركيب وتكون دهون الغشاء البلازمي التي بدورها تبين زيادة نسبة نضوج الغشاء البلازمي. كما ذكر كل من (Basar و Tas، 2009) إلى أن تعريض النبات إلى تركيز ملحي مقداره 100 ملي مولر من كلوريد الصوديوم أدى إلى زيادة النسبة المئوية لارتفاع الغشاء البلازمي، فقد ارتفت هذه النسبة المئوية من 14.1% عند معاملة السيطرة إلى 64.3% عند إضافة الملح لوسط النمو.

2-8- تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في تركيز العناصر الغذائية.

بعد أيون البوتاسيوم الكاتيون الأكثر أهمية في فسلجة النبات فهو أساسى ومهم جداً للعديد من العمليات الأيضية وإن زيادة نسبة أيون الصوديوم إلى أيون البوتاسيوم يمكن أن تعمل على كبح العديد من الأنزيمات التي يعمل أيون البوتاسيوم تحفيزها عادةً (Booth و Beardall، 1991) كذلك وجد أن زيادة أيونات الصوديوم والكلوريد أدت إلى أعراض مماثلة بنقص البوتاسيوم إذ تسبب في اصفرار وحرق في الأوراق (Gopal و Dube، 2003). كما أن الاجهاد الملحي يؤدي إلى اختلال التوازن الغذائي للنبات وظهور أعراض نقصان بعض العناصر الغذائية، فقد لوحظ أن زيادة أيونات الصوديوم أدت إلى تقليل إمتصاص كل من أيونات البوتاسيوم، الكالسيوم والمنغنيز الملحي أدى إلى زيادة إمتصاص الحديد والزنك والمنغنيز والنحاس (الجشعمي، 2010)، تفقد الخلايا الجذرية قدرتها على التحكم في إمتصاص الأيونات لاسيما البوتاسيوم والكالسيوم عند زيادة الأملاح الذائبة ولاسيما أملاح الصوديوم ومن ثم يزداد إمتصاص أيون الصوديوم على حساب

الكاتيونات الأخرى ولا سيما ايون البوتاسيوم مما ينجم عن ذلك خلل كبير في الأيض الحيوي داخل خلايا النبات (Kaya وآخرون، 2010).

2-9- تأثير الاجهاد بملح كلوريد الصوديوم في تركيز البروتين.

يؤثر الاجهاد الملحي في نمو النبات من خلال فعاليته في العمليات الفسلجية المختلفة ومنها عملية بناء البروتين Protein synthesis، ففي دراسة أجراها الجبوري، (1998) اكدت أن زيادة مستويات الملوحة في وسط النمو أدى إلى انخفاض تركيز البروتين، لاحظ (Lacerda وآخرون، 2003) أن زيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم في النبات أدى إلى انخفاض في تركيز البروتين إلى نسبة وصلت إلى 8% مقارنة بمعاملة السيطرة التي بلغ تركيز البروتين فيها 11%. أما (Hassanein وآخرون، 2009) فقد وجدوا أن زيادة تركيز كلوريد الصوديوم المستعمل أدت إلى انخفاض معنوي في تركيز البروتين سواء في المجموع الخضري أم الجذري وقد وصلت نسبة الانخفاض إلى 13.6% في المجموع الخضري، في حين وصلت إلى 34% في المجموع الجذري عند استعمال 150 ملي مول كلوريد الصوديوم، وقد ارجع ذلك إلى تثبيط بناء البروتين وإلى زيادة التحلل المائي للبروتينات وزيادة إنتاج البرولين بفعل الاجهاد الملحي. وذكر الجشعمي، (2010) إلى أن زيادة ملوحة في وسط النمو أدت إلى انخفاض معنوي في النسبة المئوية للبروتين في أوراق النبات.

2-10- تأثير السليكون في نمو النبات المعرض للاجهاد بملح كلوريد الصوديوم.

ان للسليكون تأثيرات إيجابية في نمو النبات تمثل بكونه ينظم معدل عملية النتح مما يقلل من فقدان الماء والمحتوى المائي للنباتات لذا يزيد تحمل النبات للاجهاد المائي. كذلك يخفض من تدفق أيونات الصوديوم من محلول التربة إلى النباتات ويرفع نسبة Na^+/K^+ داخل النبات ومن ثم يقلل من الجهد الازموزي داخل الخلايا مما يزيد من تحمل النباتات للاجهاد الملحي. ويساعد

السلكون أيضاً على زيادة تحمل النباتات للجهادات الحيوية مما يؤدي إلى مقاومة الأمراض والآفات الحشرية المختلفة التي تصيبهم. ويزيد كذلك معدل التمثيل الضوئي والمحتوى البروتيني والكاربوهيدراتي وإنتجية المحصول. فضلاً عن دوره في زيادة مقاومة النبات لسمية العناصر الثقيلة المتواجدة بالتربيه كالالمتيوم والمنغنيز ويحسن من البناء الهيكلي للنبات (Liang واخرون،2003) وقوة الساق ويعمل الرقاد، ويسمم في المحافظة على بقاء الأوراق النباتية منتصبة مما يزيد تعرضاً لها للإضاءة .

الفصل الثالث

المواد وطريقة العمل

Materials and

Methods

3-المواد وطرائق العمل Materials and Methods

1-3 موقع الدراسة.

تم اختيار البيت الزجاجي التابع لقسم علوم الحياة/ كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم- جامعة بغداد، موقعاً لتنفيذ الدراسة خلال موسم النمو 2017-2018 باستعمال الأصص لتنمية شتلات نبات الفلفل الصنف المطلي (L.) *Capasicum annuum* لهدف معرفة دور الكلايسين بيتاين والسلیکون في تقليل الأثر الضار لملح كلوريد الصوديوم.

2-3 تهيئة التربة.

تم تهيئة التربة من الحقل التابع لقسم علوم الحياة/كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم، وقدرت بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة وحسب الطرق الموصوفة (Page وآخرون 1982) قبل الزراعة كما هو موضح في الجدول (1)، جفت التربة ثم طحنت جيداً ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم وجرى مجانستها جيداً، ثم عبئت في الأصص البلاستيكية أبعدها عرض 25 سم وارتفاع 25 سم وتم وزن 8 كيلوغرام من التربة لكل أصص.

تم فحص التربة في المختبر التخصصي التابع لكلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم وذلك لتقدير تركيز العناصر وتقدير قيمة الايصالية الكهربائية EC . وكذلك نسجة التربة للاستفادة من هذه القيم و النسب عند المقارنة بنسب وتركيز العناصر المتوفرة في النبات في مراحل النمو المختلفة.

جدول (1): يوضح بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية قبل الزراعة.

القيمة	الصفة
مزجية	نسجة التربة
1- 2.3 ديسى سيمتر.م	الإيصالية الكهربائية EG
7.20	تقاعل التربة
%28	الرمل
%30	الغرين
%38	الطين
1- 49.3 ملغم.كغم تربة	النتروجين الجاهز
1- 18.2 ملغم.كغم تربة	الفسفور الجاهز
1- 283 ملغم.كغم تربة	البوتاسيوم الجاهز
1- 0.44 ملغم.كغم تربة	الزنك
1- 0.51 ملغم.كغم تربة	المونغنيز
1- 0.04 ملغم.كغم تربة	الكاديوم
1- 0.32 ملغم.كغم تربة	النحاس
1- 380 ملغم.كغم تربة	الكالسيوم
1- 18 ملغم.كغم تربة	الحديد

3-3 تصميم التجربة.

صممت تجربة عاملية وفق التصميم العشوائي الكامل CRD بثلاث عوامل تضمنت العوامل التالي

1- العامل الاول : تراكيز كلوريد الصوديوم (0 و 100 و 150) مليمول لتر ⁻¹

2- العامل الثاني : تراكيز الكلاسيون بيتاين (0 و 100) مليمول لتر ⁻¹

3- العامل الثالث تراكيز السليكون (0 و 1.5 و 3) مليمول لتر ⁻¹

وبثلاثة مكررات $3 \times 3 \times 2 \times 3 = 54$ وحدة تجريبية

4-3 زراعة البذور.

زرعت البذور في 30/9/2017 صنف محلي لنبات الفلفل في حاويات بلاستيكية مجوفة مقسمة إلى 72 وحدة مساحة كل منها 10 سم²، ومملوءة بالبتموس واستمرت عمليات الري والعناية بالنباتات النامية لحين وصولها إلى مرحلة (3-4) أوراق حقيقية أي بعد مرور 55 يوماً على موعد الزراعة،

نقلت الشتلات السليمة وذات الأحجام المتقاربة إلى الأصص بتاريخ 24/11/2017 وخلال هذه المدة تمت خدمة النباتات ومتابعة عمليات الزراعة من رى وإزالة الأدغال.

5-3 تحضير تراكيز كلوريد الصوديوم.

تم تحضير محلول الرئيس من كلوريد الصوديوم بتركيز 1 مولاري (1M) وذلك بإذابة (وزن جزئي 58.44 غرام / مول من كلوريد الصوديوم في لتر واحد من الماء المقطر)، ثم حضرت منه التراكيز المطلوبة منه (100، 150) مليمول.لتر⁻¹ حسب قانون التخفيف:

$$\frac{\text{الحجم الذي يؤخذ من محلول الرئيس}}{\text{تركيز محلول الرئيس}} = \frac{\text{التركيز المطلوب} \times \text{الحجم المطلوب}}{1}$$

6-3 الري بمحاليل كلوريد الصوديوم.

استمر الارواء بالماء حتى ظهر عدد الاوراق الذي تراوح بين 3 و4 اوراق بعدها استبدل الري باستعمال تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم حسب تصميم التجربة مع الابقاء على رى عامل السيطرة بالماء فقط حتى نهاية الدراسة.

7-3 تحضير تراكيز السليكون.

تم تحضير محلول رئيس قياس بإذابة (وزن جزئي من سليكات البوتاسيوم K_2SiO_3 وزنه الجزيئي 154.28 غرام/مول في لتر واحد من الماء المقطر) ثم حضر منه تركيز 1.5 و 3 مليمول.لتر⁻¹ حسب قانون التخفيف:

$$\frac{\text{الحجم الذي يسحب منه محلول القياسى} \times \text{الحجم المطلوب}}{\text{تركيز محلول الرئيس}} = \text{تركيز المطلوب}$$

3-8 تحضير الكلايسين بيتاين.

تم تحضير الكلايسين بيتاين ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$) الوزن الجزيئي 117.146 غرام/مول (بتركيز

100 مليمول.لتر⁻¹ وذلك بإذابة (وزن جزئي في لتر ماء مقطر)، ثم حضر منه التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ ، وحسب قانون التخفيف.

3-9 الرش بمحاليل الكلايسين بيتاين والسلیکون.

تمت عملية الرش صباحاً وبالتناوب اليومي أي يوم لرش الكلايسين واليوم الثاني للسلیکون لتفادي التفاعلات الجانبية من المحاليل، وحسب التركيز المحضر مسبقاً تم الرش على النبات من السطح العلوي والسفلي لضمان الرش الكامل للنبات وبصورة متساوية منذ ظهور الورقة الخامسة أي بعد حوال 32 يوماً من زراعة الشتلات، أما معامل السيطرة فكان الرش بالماء. مع الاستمرار بري النباتات الأخرى فكان ارواءها بتراكيز محلول كلوريد الصوديوم 25 يوماً من الرشة الأولى وبالتراكيز نفسها الموصى بها

3-10 جمع العينات.

بعد مرور 20 يوماً على الرشة الثانية تمأخذ قياسات لبعض الصفات المظهرية ارتفاع النبات و قطر الساق وتعد كموعد أول للفطة الأولى $\text{H}_1\text{-D}_{86}$ حيث(H) و Harvest Day(D) بعد 118 يوماً من زراعة الشتلات أخذت عينات نباتية لكل وحدة تجريبية كموعد ثاني $\text{H}_2\text{-D}_{118}$. وتحت الإجراءات القياسية كافة من الصفات المظهرية والأوزان وتم فصل المجموع الجزي عن المجموع الخضري ثم جفف بالفرن الكهربائي (Oven) على درجة حرارة (60-65) درجة مئوية وذلك للتخلص من الماء والمواد الطيارة لتصبح العينات جاهزة للهضم بغية تقدير بعض العناصر الكبرى والصغرى للعينات النباتية، أما الأوراق الطيرية منها تم قياس الأنزيمات .

11-3-1 ارتفاع النبات بعد 180 يوم من تاريخ الزراعة

أي بعد 38 يوماً من الزراعة مضافاً إليها 118 يوماً لعمليات السقي والرش والقطف

11-3-1 ارتفاع النبات (سم).

تم قياس ارتفاع النبات باستعمال شريط القياس، ابتداءً من المنطقة النامية بين المجموع الخضري والمجموع الجذري حتى نهاية ارتفاع النبات.

11-3-2 قطر الساق (سم).

تم قياس قطر الساق (سم) لكل نبات في الوحدة التجريبية بوساطة آلة القدرة Vernier

.calliper

11-3-3 عدد الأفرع في النبات (فرع.نبات⁻¹).

تم حساب عدد الأفرع ثم استخرج المعدل لكل معامل.

11-3-4 المساحة الورقية في النبات (سم²).

تم حساب معدل المساحة الورقية الكلية للنبات بأخذ مجموعة من الأوراق وحساب وزنها

بعدها تم تقطيع الأوراق بمثقب معروف القطر لغرض معرفة مساحة القرص الواحد وزن الأفران

أي بعبارة أخرى صياغة معادلة رياضية يتم على أساسها تحويل دالة الوزن إلى دالة مساحة حيث

المعادلة التالية بعد وزن الأفران أيضاً وحسب (Abu EL-Zahsba وآخرون 1980)

$$\text{مساحة مقطع الثاقب} = \pi r^2 \times t$$

$$t = \frac{22}{7}$$

مساحة الأفران = مساحة قرص واحد × عدد الأفران.

$$\text{المساحة الكلية للأوراق} = \frac{\text{وزن الجاف للأوراق}}{\text{وزن الجاف للأفران}} \times \text{مساحة الأفران}$$

3-11-5 الوزن الجاف للأوراق (غم.نبات⁻¹).

جفف المجموع الخضري بعد فصل المجموع الجذري عنه بفرن كهربائي ودرجة 65-70°C.

حتى ثبت الوزن لكل معاملة قيد الدراسة وتم تسجيل الوزن الجاف لكلا القطفتين H_1, H_2 .

3-11-6 معدل النمو المطلق (غم.غم.يوم⁻¹).

حسب معدل النمو المطلق اعتماداً على الوزن الجاف للمجموع الخضري عند كل

الموعدين والذي يعبر عن كفاءة وحيوية النبات وفقاً لمعادلة (Hunt 1978):

$$\text{Absolute Growth rate (g.g.Day}^{-1}) = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

اذ أن:

W_1 = الوزن الجاف الخضري (غم) للموعد الأول.

W_2 = الوزن الجاف الخضري (غم) للموعد الثاني.

T_1 = عمر النبات (يوم) في الموعد الأول.

T_2 = عمر النبات (يوم) في الموعد الثاني.

3-12-1 الصفات الزهرية والثمرية.**3-12-1 عدد الأزهار في النبات (زهرة.نبات⁻¹).**

حسب عدد الأزهار في النبات لكل معاملة ولجميع المكررات.

3-12-2 عدد الثمار في النبات (ثمرة.نبات⁻¹).

تم حساب عدد الثمار للنبات لكل معاملة ولجميع المكررات.

3-12-3 وزن الثمار الطري في النبات (غم.نبات⁻¹).

تم حساب وزن الثمار للنبات من كل معاملة ولجميع المكررات.

3-13 هضم العينات لمجموع الخضري وتقدير العناصر الغذائية.

3-13-1 هضم عينات النسيج النباتي.

جفت العينات بعمر 86 يوماً بواسطة Oven وأخذ منها 0.2 غرام ووضعت في أنابيب اختبار وأضيف إليها 5 مل من حامض الكبريتิก المركز ثم وضعت الأنابيب على مصدر حراري، ثم أضيف إليها 3 مل من بوروكسيد الهيدروجين بشكل قطرات حتى أصبح المحلول رائقاً ثم أكمل الحجم إلى 50 مل من الماء المقطر حسب طريقة (Agiza وآخرون 1960) وبذلك أصبح المستخلص جاهزاً لتقدير العناصر.

3-13-2 تقدير تركيز النتروجين الكلي (%) .

قدر تركيز النتروجين أولاً من العينات المهمضومة حسب ما ذكرت أعلاه وحسب طريقة (Pratt وChapman 1961).

3-13-3 تقدير تركيز الفسفور الكلي (%) .

قدر تركيز الفسفور في العينات المهمضومة بجهاز Spectrophotometer وعند طول موجي 882 nm حسب طريقة (Matt 1970).

3-13-4 تقدير تركيز البوتاسيوم والصوديوم الكلي (%) .

قدر تركيز البوتاسيوم في العينات المهمضومة أولاً بواسطة جهاز Flame spectrophotometer حسب ما أورده (Page وآخرون 1982).

3-13-5 تقدير تركيز الكلوريد (%) .

تم تقدير تركيز هذا العنصر بطريقة مور المستعملة من قبل (Jakson 1958).

3-13-6 تقدير محتوى العناصر الصغرى (Fe, Mn, Zn) (ملغم. كغم نبات⁻¹) .

تم قياس العناصر الصغرى باستعمال جهاز الامتصاص الذري الطيفي Atomic absorption spectrophotometer حسب طريقة (Allan 1961).

3-13-7 تدبير محتوى السليكون (ملغم.كم.نبات⁻¹).

تم استخلاص السليكون من النبات وذلك بإذابةه بحامض الخليك وتحويله إلى سليكون غير ذائب وبطريقة المطياف الضوئي UV حسب طريقة (1977 Bierman).

3-13-8 تدبير محتوى الكلوروفيل بالنبات (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب).

1- جلت العينات (الأوراق) من البيت الزجاجي في صندوق مبرد وذلك لايقاف التفاعلات الكيميائية لغرض الدقة في القياسات وتم غسلها بماء مقطر وتنشيفها بورق ترشيح.

2- أخذ 100 ملغم من الأوراق الطيرية وقطعت بوساطة مقص معقم إلى قطع صغيرة في أنبوبة اختبار معقمة.

3- أضيف مقدار 10 مل من مادة DMSO (Dimethyl sulphoxide) DMSO

4- وضعت العينات في الفرن بدرجة 60°C لمدة 3-4 ساعة.

5- أخرجت الأنابيب خارج الفرن وبردت عند درجة حرارة الغرفة.

6- سجلت القراءات على طول موجي 645 و 663 في جهاز Spectrophotometer.

7- سجلت 3 قراءات مكرر⁻¹ وثلاثة مكررات لكل معاملة وقدر محتوى النباتات من الكلوروفيل الكلي بالملغم.غم وزن طري⁻¹ حسب المعادلات الآتية:

$$\text{Chlorophyll a} = ((12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645})) \times V/1000 \times W$$

$$\text{Chlorophyll b} = ((22.9 \times A_{645}) - (4.68 \times A_{663})) \times V/1000 \times W$$

$$\text{Total Chlorophyll} = ((2.02 \times A_{663}) + (20.2 \times A_{645})) \times V/1000 \times W$$

حسب طريقة (1979 Israelstazm و Hiscox).

إذ أن:

$$V = \text{حجم المستخلص الكلي 10 مل.}$$

$$A = \text{قراءة الجهاز Spectrophotometer}$$

$$D = \text{مساحة قطع الكيوفيت 1 سم}^2.$$

W = وزن العينة المأخوذة 100 ملغم.

3-13-9 تقدير محتوى الكاروتينات (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب).

تم تقدير تركيز الكاروتين بطريقة (kumar Srivastava و 2004)

المحاليل المستعملة:

محلول 80%Acetone

طريقة العمل: سحق 10 غم من النسيج النباتي الطري بعمر 85 يوما في هاون خزفي و اضيف اليه قليل من سلفات الصوديوم اللامائية و 10 مل من الاسيتون ثم سحبت الطبقة من العينة (10) مل ثم رشحت واضيف اليها 15 مل من البنزوليوم ايثر ثم وضعت في حمام مائي بعدها سحبت 10 مل . وضفت العينات في انببيب اختبار واكملا الحجم الى 100 مل باضافة البنزوليوم ايثر ثم قرات العينات على جهاز المطياف عند 452 نانوميتر وتم الحساب وفق المعادلة التالية

$$\text{كاروتين} = \frac{\text{OD} \times 13.9}{\text{Wt of sample} \times 560}$$

3-13-10 تقدير محتوى الكلاسيين بيتاين (ملغم.غم⁻¹ نبات).

قدر يحسب طريقة (Grieve Grattan و 1983)

المحاليل المستعملة:

- حامض الكبريتيك.

- كاشف Potassium tri-iodine و حضر عن طريق إذابة 15.7 غرام من صبغة

Iodine Potassium iodine و 20 غرام Iodine Potassium tri-iodine في 100 مل من الماء المقطر.

طريقة العمل: سحق 0.5 غرام من النسيج النباتي الطري بعمر 86 يوماً بإضافة 20 مل من الماء المقطر و 0.5 مل من H_2SO_4 ($\text{N}=1$) بحذر شديد، ثم بردت العينات بوضعها في جريش من الثلج لمدة ساعة كاملة بعد ذلك اضيف 0.2 مل من Potassium tri-iodine ثم رجت جيداً، بعدها وضفت في الثلاجة وتركت لمدة ربع ساعة تحت درجة حرارة 4°C، بعد ذلك طردت مركزاً

بسرعة 1000 دورة بالدقيقة لمدة ربع ساعة ثم سحب الطبقة العليا من الراشح ثم أضيف له صبغة الايودين ثم يرج جيداً حتى بدا اللون البرتقالي بالظهور ثم قيست الامتصاصية عند الطول الموجي 365 nm بجهاز U.V Spectrophotometer ثم حسبت التراكيز بعد رسم المنحنى القياسي.

11-13-3 تقدیر تركیز الكربوهیدرات الذائبة الكلیة فی أوراق النبات (%) .

قدر الكربوهیدرات في الأوراق الجافة وفقاً لطريقة (Herbert وآخرون 1971) باستعمال الفینول-حامض الكبریتیک، إذ تم أخذ وزن 0.5 غم من العينة الورقية الجافة والمطحونة للموعد الثاني ووضعت في دورق زجاجي سعة 100 مل، ثم تم إضافة 50 ملليلتر من الماء المقطر المغلي للعينة. وسخنت (15) دقيقة في حمام مائي على درجة حرارة ثمانين درجة مئوية ثم رش المحلول من خلال ورق ترشيح وأكمل الراشح إلى خمسين ملي لتر بالماء المقطر إذ وضع في قنیة حجم سعة 50 ملليلتر وأكمل الحجم بالماء المقطر، ثم أخذ 1 مل منه وأضيف له 1 مل من الفینول (5%) و 5 مل من حامض الكبریتیک المركز وترك ليبرد عند درجة حرارة الغرفة عند الطول الموجي 488 نانومیتر. استعمل منحنى القياسي الكلکوز لتقدير الكربوهیدرات الذائبة الكلية.

13-12 تقدیر تركیز البروتین فی أوراق النبات (%) .

تم تقدیر نسبة البروتین في المجموع الخضري لنبات الفلفل وذلك بضرب نسبة النتروجين بعامل ثابت (6.25) وحسب طريقة (Vopyan 1984):

$$\text{Protein percentage} = \text{N\%} \times 6.25$$

14-3 تقدیر الانزیمات.

لاستخلاص الانزیمات المضادة للأكسدة تم هرس 0.5 غم من الأوراق الطازجة بوساطة هاون خزفي مع 5 مل من فوسفات البوتاسيوم الدارئ ذي أس هیدروجيني ($\text{pH}=7.8$) ويتركيز

50 مليمولاري، وبعد تثبيه من خلال قطعة قماش أخضع الراشح لعملية الطرد المركزي بجهاز Centrifuged بسرعة g 15000 لمدة 20 دقيقة عند درجة حرارة (4°C).

14-1 تقدير فعالية إنزيم Superoxide dismutase (SOD) (وحدة.ملغم بروتين⁻¹).
قدرت فعالية إنزيم SOD حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Dhindsa وآخرون 1981).

- المحاليل المستعملة:

إكمال الحجم بالماء المقطر	الكمية المطلوبة (غم)	المolarية	المحاليل
100	15.9	1.50 M	Sodium carbonate (Na_2CO_3)
10	0.298	200 mM	Methionine
10	0.0184	2.25 mM	Nitro Blue Tetrazolium (NBT)
50	0.558	3.00 mM	Sodium-EDTA
100	0.0023	60 mM	Riboflavin

تحضير الفوسفيت المنظم (0.5 M ; pH 7.5)

وحضـر كـما يـأتـي:

- محلول A: حضر بإذابة 3.4023 غم من KH_2PO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر وأكمل الحجم إلى 50 مل.

- محلول B: حضر بإذابة 8.709 غم من K_2HPO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر وأكمل الحجم إلى 100 مل.

حضر الفوسفيت المنظم من إضافة 16 مل من محلول A إلى 84 مل من محلول B حتى أصبحت قيمة pH مساوية إلى 7.5.

طريقة العمل Enzyme Assay

1- يضاف 1.5 مل من الفوسفيت المنظم في أنابيب اختبار ويضاف 0.1 مل من العينة إلى الأنابيب.

2- أضيف إلى كل أنبوبة 0.1 مل من محلول Sodium carbonate (Na_2CO_3) و 0.1 مل من محلول Methionine Nitro Blue Tetrazolium (NBT) و 0.2 مل من محلول Sodium-EDTA و 1 مل من الماء المقطر.

3- أضيف 0.1 مل من محلول Riboflavin قبل تعریض الأنابيب إلى الإضاءة.

4- حضرت معاملة الـ Blank بالطريقة نفسها أعلاه إلا أنه يختلف فقط باحتوائه على الماء المقطر بدلاً من العينة.

5- مزجت المحتويات جيداً وقرئت على طول موجي 560 nm بجهاز المطياف.

6- بعد ذلك تم تعریض الأنابيب إلى الإضاءة لمدة 15 دقيقة (ينحول لون العينة إلى اللون الأزرق) باستعمال صندوق الإضاءة والذي يحتوي على مصباحين متالقين وكل مصباح ذي قدرة 15 واط.

7- ثم قرئت الامتصاصية مباشرة عند طول موجي 560 nm

الحسابات:

تعرف وحدة الإنزيم One Unit بأنها كمية العينة التي تسبب اختراعاً قدره 50% في اللون

بين البلانك والنماذج. ويمكن التعبير عن فعالية الإنزيم ملغم. بروتين. ساعة⁻¹.

فعالية SOD (وحدة. ملغم. بروتين⁻¹) = نسبة الانخفاض بين البلانك والنماذج × عامل التحفيز ×

$\frac{50}{60} \times \text{مدة الحضن} \times \text{ملغم بروتين}$.

$$\text{نسبة الانخفاض باللون بين البلانك والنماذج} = \frac{(b-A)(a-A)}{(a-A)} \times 100$$

إذ أن:

$A = \text{قيمة الامتصاصية لـ Blank بعد الإضاءة.}$

$B = \text{قيمة الامتصاصية للنموذج بعد الإضاءة.}$

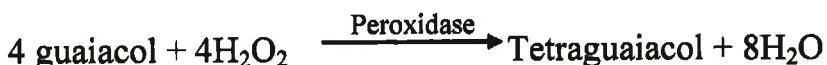
$a = \text{قيمة الامتصاصية Blank قبل الإضاءة.}$

b = قيمة الامتصاصية (النموذج) Sample قبل الإضاءة.

14-2-3 تقيير فعالية إنزيم Peroxidase (POD) (وحدة ملغم بروتين⁻¹).

قدرت فعالية إنزيم POD حسب طريقة Bergmeyer (1974) هذه الطريقة تعتمد معدل

تحلل بiroكسيد الهيدروجين بواسطة إنزيم POD مع الكوايكول المعطى للهيدروجين وتحدد من خلال قياس تطور اللون باستعمال Spectrophotmetrically عند طول موجي 436 nm.



المحاليل المستعملة:

A- الفوسفيت المنظم (M 0.1 عند pH 7): حضرت بإذابة 0.53 غم من KH_2PO_4

و 1.06 غم من K_2HPO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر وأكمل الحجم إلى 100 مل

بالماء المقطر، مع ضبط الأس الهيدروجيني عند pH=7.

B- كوايكول: حضر بإذابة 22.3 ملغم من مسحوق الصبغة في 10 مل من الماء المقطر.

C- بiroكسيد الهيدروجين: حضر بإذابة 0.1 مل من بiroكسيد الهيدروجين ذو تركيز 30%

في 120 مل من الماء المقطر.

طريقة العمل:

+ Buffer Reaction mixture حوالي 3 مل (2.88 مل

0.05 مل Guaiacol + 0.05 مل بiroكسيد الهيدروجين + 0.10 مل مستخلص الإنزيم)، وتم

تسجيل معدل زيادة امتصاص الضوء عند طول موجي 436 nm بجهاز المطياف.

الحسابات:

تعرف وحدة الإنزيم بأنها كمية الإنزيم التي لها القدرة على تحويل 1 مايكرومول من بiroكسيد

الهيدروجين لكل دقيقة.

$$\text{فعالية (POD)} = \frac{\text{التغير بالامتصاصية}}{\text{Vs}} \times \frac{4}{Vt} \times \frac{4}{Vt} \times \frac{\text{عامل التخفيف}}{\square}$$

إذ أن:

$$\text{الحجم الكلي لخلط التفاعل} = V_t$$

$$\text{حجم العينة} = V_s$$

$$\square = \text{كفاءة انتشار Tetraguaiacol} \text{ سم}^2 \cdot \text{مايكرومول}^{-1}.$$

$$\text{فعالية (POD)} = \frac{U/ml}{\text{تركيز البروتين (mg/ml)}} \text{ (وحدة ملغم بروتين)}^{-1}$$

3-14-3 تقدير فعالية إنزيم Catalase (CAT) (وحدة ملغم بروتين)⁻¹.

قدرت فعالية إنزيم CAT حسب طريقة Beers وSizer (1952) وهذه الطريقة تستخدم

مقدار اختفاء البيروكسيد باستعمال جهاز Spectrophotometer عند طول موجي 240 nm.

المحاليل المستعملة:

A - محلول الفوسفيت المنظم ($\text{pH}=7$ ، 0.05 M):

محلول A: حضر بإذابة 1.7420 غ من K_2HPO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى 200 مل بالماء المقطر.

محلول B: حضر بإذابة 1.3608 غ من KH_2PO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى 200 مل بالماء المقطر.

وحضر بإضافة حجم قليل من محلول B إلى 50 مل من محلول A حتى وصول قيمة $\text{pH}=7$.

B - بيروكسيد الهيدروجين (0.059 مول):

حضر بأخذ 0.66 مل من الهيدروجين ذو تركيز 30% وخفف إلى 100 مل باستخدام الفوسفيت المنظم.

طريقة العمل:

تم خلط 1.9 مل من الفوسفيت المنظم إلى 1.0 مل من بيروكسيد الهيدروجين وضعت في جهاز المطياف لمدة 4-5 دقائق، ثم أضيف 0.1 مل من العينة وسجل مقدار الانخفاض في الامتصاصية عند طول موجي 240 nm لمرة 2-3 دقائق وتبع التغير بالامتصاص بالضوء كل 45 ثانية.

الحسابات:

تعرف وحدة الإنزيم One Unit بأنها كمية الإنزيم التي لها القدرة على تحلل 1 مايكرومول من بيروكسيد الهيدروجين في الدقيقة عند درجة 25°C و pH=7 عند ظروف التقدير. فعالية CAT (وحدة.ملغم بروتين⁻¹) = التغير بالامتصاصية × 43.6/1000 × 43.6 ملغم بروتين.

4-14-3 تقدير فعالية إنزيم Glutathione peroxidase (GPX) (وحدة.ملغم بروتين⁻¹).

قدرت حسب طريقة (Flohè و Gunzler 1984)

الحالات المستعملة:

- محلول Sodiumazide (0.1) مولاري حضر بإضافة 0.650 غم منه في 1 لتر من

الماء المقطر.

- محلول H₂O₂ بتركيز (0.03) مولاري حضر بإذابة 0.057 مل من H₂O₂ في 1 لتر من

الماء المقطر.

- دارئ الفوسفات 0.01 مولاري.

- محلول Trichloroacetic acid حضر بإذابة 10 غم من الحامض في 200 مل من

الماء المقطر.

- الكلوتاثيون المختزل (0.002) مولاري حضر بإذابة 0.3 غم في 500 مل من الماء

المقطر.

- محلول (DNTB) 5-5'-Dithiobis nitro Benzoic acid (DNTB) (0.4 ملغم.مل⁻¹) حضر

بإذابة 0.08 غم منه في 200 مل من الماء المقطر.

طريقة العمل:

المرحلة الاولى: وضع 0.05 غم من المستخلص في أنابيب اختبار وأضيف إليها (0.2) مل من دارئ الفوسفات (0.2) مل من محلول الكلوتاثيون المختزل و 0.1 مل من محلول ببروكسيد الهيدروجين، ثم وضعت في الأنابيب في حمام مائي 37 °C لمدة ربع ساعة بعدها أضيف 0.3 مل من محلول TCA، بردت الأنابيب في وعاء من جريش الثلج ثم طردت مركزياً وبسرعة 1500 دورة في الدقيقة لمدة 5 دقائق، نقل الراشح إلى جهاز Spectrophotometer عند طول موجي 420 nm مقارنة مع معاملة البلانك التي احتوت على 0.5 مل من الماء المقطر.

المرحلة الثاني: وضع 0.1 مل من المستخلص في أنابيب اختبار وأضيف إليها 0.3 مل من محلول دارئ الفوسفات و 0.7 مل من DNTB، مزجت جيداً و قرئت النتائج عند الطول الموجي 420 nm بجهاز Spectrophotometer وقورنت مع معاملة البلانك الذي احتوى على 0.1 مل ماء مقطر.

حسبت النتائج وفقاً للمعادلة الآتية:

$$\text{فعالية إنزيم كلوتاثيون ببروكسديز} = \frac{(C.L \times Ex.F)}{10^6} \times (Ab2 - Ab1)$$

إذ أن:

$Ab1$ = الامتصاصية عند المرحلة الاولى.

$Ab2$ = الامتصاصية عند المرحلة الثانية.

$Ex.F$ = معامل الإخماد 622 وهذا الرقم هو ثابت لهذه التجربة .

$C.L$ = طول عمود الكيوفيت.

الفصل الرابع

النتائج

Results

Results - النتائج 4

1-4 تأثير الرش بالكلايسين بيتاين والسليكون في بعض الصفات المظهرية لنبات

الفلفل المعرض لإجهاد كلوريد الصوديوم.

1-1-4 ارتفاع النبات (سم).

اشارت نتائج الجدول (2) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في متوسط صفة ارتفاع النبات لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $5.1\text{مليمول لتر}^{-1}$ من السلبيون عند عدم إضافة كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (59.4) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز $150\text{مليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (31.9) سم مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

أما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في متوسط ارتفاع النبات لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (55.8) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $150\text{مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (37.7) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسلبيون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في متوسط ارتفاع النبات لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $5.1\text{مليمول لتر}^{-1}$ من السلبيون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (58.2) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلبيون مع التركيز $150\text{مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (35.0) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (2): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلنيكون وكلوريد الصوديوم في ارتفاع النبات (سم).

التدخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)	
	150	100	0			
45.5	31.9	52.4	52.1	0	0	
49.5	43.8	47.6	57.1	1.5		
41.8	37.5	41.2	46.8	3		
47.7	38.1	50.4	54.7	0		
54.6	48.5	56.1	59.4	1.5		
52.4	46.4	57.7	53.3	3		
1.7	3.0			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
متوسط Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0			
45.6	37.7	47.1	52.0	0		
51.6	44.3	54.7	55.8	100		
1.0	1.7			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
متوسط Si	تركيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0			
46.6	35.0	51.4	53.4	0		
52.1	46.2	51.8	58.2	1.5		
47.1	41.9	49.4	50.1	3		
1.2	2.1			L.S.D.0.05		
	41.0	50.9	53.9	متوسط NaCl		
	1.2			L.S.D.0.05		

4-1-2 قطر الساق (سم).

بينت نتائج الجدول (3) ان التداخل الثلاثي بين الكلاسيين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في متوسط صفة قطر الساق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من الكلاسيين بيتاين مع التركيز $1.5\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من السليلكون والتركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.91) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلاسيين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز $150\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.26) سم مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلاسيين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في متوسط صفة قطر الساق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من الكلاسيين بيتاين مع التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.87) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلاسيين بيتاين مع التركيز $150\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.40) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسليلكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في متوسط صفة قطر الساق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $3\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من السليلكون مع التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.89) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليلكون مع التركيز $150\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.36) سم مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (3): تأثير التداخل بين السليكون والكلاسيين والاجهاد الملحية في قطر الساق (سم).

النداخل الثنائي $Si \times Glycine$	تركيز $NaCl$ (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز $Glycine$ (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
0.55	0.26	0.67	0.73	0	0	
0.69	0.45	0.81	0.85	1.5		
0.74	0.48	0.93	0.94	3		
0.69	0.49	0.83	0.80	0		
0.78	0.52	0.91	0.90	1.5		
0.75	0.45	0.86	0.83	3		
0.105	0.181			0.05 أ.ف.م.		
النداخل الثنائي $NaCl \times Glycine$						
Glycine متوسط	تركيز $NaCl$ (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز $Glycine$ (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
0.66	0.40	0.81	0.80	0		
0.74	0.51	0.87	0.84	100		
0.060	0.105			0.05 أ.ف.م.		
النداخل الثنائي $NaCl \times Si$						
Si متوسط	تركيز $NaCl$ (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
0.63	0.36	0.76	0.78	0		
0.73	0.50	0.87	0.86	1.5		
0.75	0.52	0.89	0.83	3		
0.074	0.128			0.05 أ.ف.م.		
	0.46	0.84	0.81	متوسط $NaCl$		
	0.074			0.05 أ.ف.م.		

4-1-3 عدد الأفرع في النبات (فرع نبات⁻¹).

أوضحت نتائج الجدول (4) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في متوسط صفة عدد الأفرع عدد الأفرع لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليلكون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (27.45) فرع.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (13.06) فرع.نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في متوسط صفة عدد الأفرع لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (26.08) فرع.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (16.40) فرع.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسليلكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في متوسط صفة عدد الأفرع لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليلكون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (26.64) فرع.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليلكون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (14.18) فرع.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (4): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلikon و كلوريد الصوديوم في عدد الأفرع في النبات (فرع.نبات⁻¹).

التدخل الثنائي Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
18.74	13.06	20.24	22.94	0	0	
22.29	17.76	24.84	24.28	1.5		
23.50	18.38	27.45	24.68	3		
21.39	15.31	25.11	23.75	0		
24.52	19.77	27.32	26.48	1.5		
23.82	20.81	25.82	24.82	3		
0.60	1.02			L.S.D.0.05		
التدخل الثنائي NaCl × Glycine						
متوسط Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
21.51	16.40	24.18	23.97	0		
23.24	18.63	26.08	25.02	100		
0.34	0.60			L.S.D.0.05		
التدخل الثنائي NaCl × Si						
متوسط Si	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
20.07	14.18	22.68	23.35	0		
23.41	18.77	26.08	25.38	1.5		
23.66	19.60	26.64	24.75	3		
0.42	0.72			L.S.D.0.05		
	17.51	25.13	24.49	متوسط NaCl		
	0.42			L.S.D.0.05		

4-1-4 المساحة الورقية في النبات (سم^2).

أكدت نتائج الجدول (5) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في متوسط صفة المساحة الورقية لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $3 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ من السليكون والتركيز $100 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت $(281.25) \text{ سم}^2$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز $150 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت $(134.55) \text{ سم}^2$ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في متوسط صفة المساحة الورقية لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز $100 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $100 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت $(266.90) \text{ سم}^2$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $150 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت $(168.72) \text{ سم}^2$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في متوسط صفة المساحة الورقية لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز $3 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ من السليكون مع التركيز $100 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت $(272.92) \text{ سم}^2$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز $150 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت $(146.05) \text{ سم}^2$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (5): تأثير التداخل بين الكالسيون بيتاين والسلبيون وكلوريد الصوديوم في المساحة الورقية للنبات (سم²).

الداخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
192.39	134.55	207.53	235.09	0	0	
229.09	182.65	255.81	248.82	1.5		
241.04	188.96	281.25	252.91	3		
219.43	157.55	257.30	243.43	0		
251.75	203.16	278.82	273.27	1.5		
244.25	213.79	264.59	254.37	3		
6.32	10.94			L.S.D.0.05		
الداخل الثاني NaCl × Glycine						
متوسط Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
220.84	168.72	248.20	245.60	0		
238.48	191.50	266.90	257.02	100		
3.65	6.32			L.S.D.0.05		
الداخل الثاني NaCl × Si						
متوسط Si	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
205.91	146.05	232.41	239.26	0		
240.42	192.91	267.32	261.04	1.5		
242.64	201.38	272.92	253.64	3		
4.47	7.74			L.S.D.0.05		
	180.11	257.55	251.31	متوسط NaCl		
	4.47			L.S.D.0.05		

4-1-5 الوزن الجاف للأوراق للقطفة الاولى H₁ (غم.نبات⁻¹).

بينت نتائج الجدول (6) ان التداخل الثالثي بين الكلايسين بيتاين والسلیكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في متوسط صفة الوزن الجاف للأوراق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیكون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (8.91) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سلیكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (3.92) غم.نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

أما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في متوسط صفة الوزن الجاف للأوراق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (8.47) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (4.99) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في متوسط صفة الوزن الجاف للأوراق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیكون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (8.65) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلیكون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (4.28) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (6): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيكونوكلوريد الصوديوم في الوزن الجاف للقطفه الأولى (غم. نبات⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
5.99	3.92	6.59	7.46	0	0	
7.10	5.44	7.97	7.89	1.5		
7.52	5.63	8.91	8.02	3		
6.84	4.64	8.16	7.72	0		
7.84	6.08	8.85	8.60	1.5		
7.62	6.42	8.39	8.07	3		
0.20	0.35			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
متوسط Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
6.87	4.99	7.83	7.79	0		
7.44	5.71	8.47	8.13	100		
0.12	0.20			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
متوسط Si	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
6.41	4.28	7.37	7.59	0		
7.47	5.76	8.41	8.24	1.5		
7.57	6.03	8.65	8.04	3		
0.14	0.25			L.S.D.0.05		
	5.35	8.15	7.96	متوسط NaCl		
	0.14			L.S.D.0.05		

4-1-6 الوزن الجاف للأوراق للفطفة الثانية H_2 (غم.نبات⁻¹).

اشارت نتائج الجدول (7) ان التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في متوسط صفة الوزن الجاف للأوراق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر^{-1} من السليكون والتركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت $(13.40)\text{غم.نبات}^{-1}$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت $(6.40)\text{غم.نبات}^{-1}$ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

أما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في متوسط صفة الوزن الجاف للأوراق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت $(12.73)\text{غم.نبات}^{-1}$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت $(8.02)\text{غم.نبات}^{-1}$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في متوسط صفة الوزن الجاف للأوراق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر^{-1} من السليكون مع التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت $(13.01)\text{غم.نبات}^{-1}$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت $(6.94)\text{غم.نبات}^{-1}$ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (7): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيكون وكلوريد الصوديوم في الوزن الجاف للقطفه الثانية (غم. نبات⁻¹).

الداخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)
	150	100	0		
9.17	6.40	9.91	11.21	0	
10.84	8.68	11.99	11.86	1.5	0
11.48	8.97	13.40	12.06	3	
10.45	7.49	12.27	11.61	0	
11.96	9.65	13.30	12.93	1.5	100
11.63	10.15	12.61	12.13	3	
0.31	0.53			L.S.D.0.05	
الداخل الثاني NaCl × Glycine					
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0		
10.50	8.02	11.77	11.71	0	
11.35	9.10	12.73	12.22	100	
0.18	0.31			L.S.D.0.05	
الداخل الثاني NaCl × Si					
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0		
9.81	6.94	11.09	11.41	0	
11.40	9.16	12.65	12.40	1.5	
11.55	9.56	13.01	12.09	3	
0.22	0.38			L.S.D.0.05	
	8.56	12.25	11.97	NaCl متوسط	
		0.22		L.S.D.0.05	

4-1-7 معدل النمو المطلق (غم.غم.يوم⁻¹).

لوحظ من نتائج الجدول (8) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وکلورید الصوديوم قد كان معنواً في متوسط صفة معدل النمو المطلق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر کلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليکون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.112) غم.غم يوم⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر کلايسين بيتاين والتركيز صفر سليکون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من کلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.062) غم.غم يوم⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وکلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في متوسط صفة معدل النمو المطلق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.107) غم.غم يوم⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر کلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.076) غم.غم يوم⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیکون وکلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في متوسط صفة معدل النمو المطلق لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليکون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.109) غم.غم يوم⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

كذلك أعطى التركيز صفر من السليکون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.067) غم.غم يوم⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (8): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم في معدل النمو المطلق (غم. يوم⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
0.080	0.062	0.083	0.094	0	0	
0.094	0.081	0.100	0.099	1.5		
0.099	0.084	0.112	0.101	3		
0.090	0.071	0.103	0.097	0		
0.103	0.089	0.111	0.108	1.5		
0.100	0.093	0.106	0.102	3		
0.003	0.005			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
0.091	0.076	0.099	0.098	0		
0.098	0.085	0.107	0.102	100		
0.001	0.003			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
0.085	0.067	0.093	0.096	0		
0.098	0.085	0.106	0.104	1.5		
0.099	0.089	0.109	0.101	3		
0.002	0.004			L.S.D.0.05		
	0.080	0.103	0.100	NaCl متوسط		
	0.002			L.S.D.0.05		

4-1-8 عدد الأزهار في النبات (زهرة.نبات⁻¹).

اظهرت نتائج الجدول (9) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في متوسط صفة عدد الأزهار في لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (27.41) زهرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (13.29) زهرة.نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في متوسط صفة عدد الأزهار لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (26.03) زهرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (16.58) زهرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیکون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في متوسط صفة عدد الأزهار لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (26.61) زهرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلیکون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (14.39) زهرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (9): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسليكون و كلوريد الصوديوم في عدد الأزهار في النبات (زهرة.نبات⁻¹).

النحوت الثاني Si × Glycine	نراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			نراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	نراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
18.86	13.29	20.31	22.97	0	0	
22.39	17.92	24.96	24.29	1.5		
23.54	18.53	27.41	24.69	3		
21.46	15.50	25.11	23.77	0		
24.57	19.89	27.18	26.65	1.5		
23.85	20.92	25.81	24.82	3		
0.53	0.93			L.S.D.0.05		
النحوت الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	نراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			نراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
21.60	16.58	24.23	23.98	0		
23.29	18.77	26.03	25.08	100		
0.31	0.53			L.S.D.0.05		
النحوت الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	نراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			نراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
20.16	14.39	22.71	23.37	0		
23.48	18.91	26.07	25.47	1.5		
23.70	19.72	26.61	24.76	3		
0.38	0.65			L.S.D.0.05		
	17.67	25.13	24.53	NaCl متوسط		
	0.38			L.S.D.0.05		

4-1-9 عدد الثمار في النبات (ثمرة.نبات⁻¹).

بينت نتائج الجدول (10) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في متوسط صفة عدد الثمار لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (9.44) ثمرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (2.03) ثمرة.نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في متوسط صفة عدد الثمار لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (8.81) ثمرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (3.52) ثمرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في متوسط صفة عدد الثمار لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (9.07) ثمرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (2.53) ثمرة.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (10): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلبيون و كلوريد الصوديوم في عدد الثمار في النبات (ثمرة.نبات⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
5.22	2.03	6.21	7.42	0	0	
6.82	4.13	8.33	8.02	1.5		
7.35	4.41	9.44	8.20	3		
6.40	3.03	8.39	7.78	0		
7.82	5.03	9.33	9.09	1.5		
7.49	5.49	8.71	8.26	3		
0.24	0.42			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
6.46	3.52	7.99	7.88	0		
7.23	4.52	8.81	8.38	100		
0.14	0.24			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
5.81	2.53	7.30	7.60	0		
7.32	4.58	8.83	8.55	1.5		
7.42	4.95	9.07	8.23	3		
0.17	0.29			L.S.D.0.05		
	4.02	8.40	8.13	متوسط NaCl		
	0.17			L.S.D.0.05		

4-1-10 وزن الثمار الطري في النبات (غم.نبات⁻¹).

أظهرت نتائج الجدول (11) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في متوسط صفة وزن الثمار الطري لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 1.5 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون والتركيز صفر كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (191.3) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (93.1) غم.نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في متوسط صفة وزن الثمار الطري لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (179.8) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (111.8) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیکون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في متوسط صفة وزن الثمار الطري لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 1.5 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (187.7) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلیکون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (103.0) غم.نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (11): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيكون وكلوريد الصوديوم في وزن الثمار الطري (غم.نبات⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			Si تراكيز (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine تراكيز (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
143.3	93.1	168.8	168.0	0	0	
156.2	131.3	153.4	184.0	1.5		
131.7	111.1	133.0	151.0	3		
150.7	112.9	162.6	176.4	0		
173.7	146.4	183.4	191.3	1.5		
165.7	139.5	185.9	171.7	3		
5.2	9.1			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
متوسط Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
143.7	111.8	151.7	167.7	0		
163.4	133.0	177.3	179.8	100		
3.0	5.2			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
متوسط Si	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
147.0	103.0	165.7	172.2	0		
164.9	138.9	168.4	187.7	1.5		
148.7	125.3	159.4	161.4	3		
3.7	6.4			L.S.D.0.05		
	122.4	164.5	173.8	متوسط NaCl		
	3.7			L.S.D.0.05		

4-2 تأثير الرش بالكلايسين بيتاين والسليكون في الصفات الكيموحيوية لنبات

الفلفل المعرض لاجهاد كلوريد الصوديوم .

4-2-1 تركيز النتروجين (%).

اشارت نتائج الجدول (12) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في تركيز النتروجين لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.16) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.19) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في تركيز النتروجين لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.05) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.45) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في تركيز النتروجين لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.09) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.28) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (12): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والستيكون وكلوريد الصوديوم في تركيز النتروجين في النبات (%)

التدخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
1.53	1.19	1.60	1.81	0	0	
1.80	1.56	1.93	1.91	1.5		
1.90	1.61	2.16	1.94	3		
1.74	1.37	1.97	1.87	0		
1.98	1.71	2.14	2.08	1.5		
1.93	1.80	2.03	1.95	3		
0.05	0.08			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.74	1.45	1.89	1.89	0		
1.88	1.63	2.05	1.97	100		
0.03	0.05			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.63	1.28	1.79	1.84	0		
1.89	1.64	2.04	1.99	1.5		
1.91	1.70	2.09	1.95	3		
0.03	0.06			L.S.D.0.05		
	1.54	1.97	1.93	متوسط NaCl		
	0.03			L.S.D.0.05		

4-2-2 تركيز الفسفور (%)

أوضحت نتائج الجدول (13) ان التداخل الثالثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وکلورید الصوديوم قد كان معنواً في تركيز الفسفور لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر کلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليکون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.215) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر کلايسين بيتاين والتركيز صفر سليکون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من کلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.108) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وکلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في تركيز الفسفور لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.203) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر کلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.141) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسلیکون وکلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في تركيز الفسفور لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليکون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.208) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليکون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ کلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.122) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (13): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم في تركيز الفسفور في النبات (%).

التدخل الثنائي Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
0.149	0.108	0.159	0.180	0	0	
0.179	0.155	0.192	0.190	1.5		
0.189	0.160	0.215	0.193	3		
0.173	0.136	0.197	0.186	0		
0.196	0.171	0.211	0.207	1.5		
0.192	0.179	0.202	0.194	3		
0.006	0.010			L.S.D.0.05		
التدخل الثنائي NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
0.172	0.141	0.186	0.188	0		
0.187	0.162	0.203	0.196	100		
0.003	0.006			L.S.D.0.05		
التدخل الثنائي NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
0.161	0.122	0.178	0.183	0		
0.188	0.163	0.202	0.199	1.5		
0.190	0.169	0.208	0.194	3		
0.004	0.007			L.S.D.0.05		
	0.151	0.196	0.192	NaCl متوسط		
	0.004			L.S.D.0.05		

4-2-3 تركيز البوتاسيوم (%)

أوضحت نتائج الجدول (14) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في تركيز البوتاسيوم لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $1.5\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من السليكون والتركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (1.48) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز $150\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.83) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في تركيز البوتاسيوم لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (1.42) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $150\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.01) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في تركيز البوتاسيوم لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $3\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ من السليكون مع التركيز $100\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (1.45) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز $150\text{ ملليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.89) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (14): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسليكون وكتوريد الصوديوم في تركيز البوتاسيوم في النبات (%) .

الداخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول. لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول. لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول. لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
1.06	0.83	1.10	1.26	0	0	
1.25	1.09	1.34	1.33	1.5		
1.32	1.12	1.48	1.35	3		
1.21	0.95	1.38	1.31	0		
1.37	1.20	1.48	1.45	1.5		
1.34	1.25	1.41	1.37	3		
0.04	0.06			L.S.D.0.05		
الداخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول. لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول. لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.21	1.01	1.31	1.31	0		
1.31	1.13	1.42	1.38	100		
0.02	0.04			L.S.D.0.05		
الداخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول. لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول. لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.14	0.89	1.24	1.29	0		
1.31	1.14	1.41	1.39	1.5		
1.33	1.19	1.45	1.36	3		
0.03	0.05			L.S.D.0.05		
	1.073	1.37	1.34	متوسط NaCl		
	0.03			L.S.D.0.05		

4-2-4 تركيز الصوديوم (%) .

اكتست نتائج الجدول (15) ان التداخل الثالثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في تركيز الصوديوم لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز صفر من السلیکون والتركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.53) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين والتركيز 1.5 ملليمول لتر⁻¹ من السلیکون والتركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.05) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في تركيز الصوديوم لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.41) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.24) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیکون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في تركيز الصوديوم لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر سليكون مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.49) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 1.5 ملليمول لتر⁻¹ من السلیکون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.24) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (15): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في تركيز الصوديوم في النبات (%).

التدخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
2.10	2.53	2.17	1.59	0	0	
1.94	2.38	2.02	1.42	1.5		
1.81	2.33	1.84	1.26	3		
1.93	2.45	1.90	1.44	0		
1.62	2.29	1.53	1.05	1.5		
1.70	2.12	1.74	1.24	3		
0.06	0.10			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
1.95	2.41	2.01	1.42	0		
1.75	2.29	1.72	1.24	100		
0.03	0.06			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
2.01	2.49	2.03	1.52	0		
1.78	2.33	1.77	1.24	1.5		
1.75	2.22	1.79	1.25	3		
0.04	0.07			L.S.D.0.05		
	2.35	1.87	1.33	متوسط		
	0.04			L.S.D.0.05		

4-2-5 تركيز الكلور (%) .

اشارت نتائج الجدول (16) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلیكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في تركيز الكلور لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز صفر من السلیكون والتركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (4.45) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين والتركيز $1.5\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من السلیكون والتركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.32) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في تركيز الكلور لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (4.19) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.73) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في تركيز الكلور لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر سلیكون مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (4.36) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز $1.5\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من السلیكون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.74) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (16): تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسيكرون وكلوريد الصوديوم في تركيز الكلور في النبات (%).

التدخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹) (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
3.53	4.45	3.67	2.49	0	0	
3.19	4.12	3.33	2.12	1.5		
2.90	4.01	2.93	1.75	3		
3.17	4.28	3.07	2.16	0		
2.50	3.93	2.25	1.32	1.5		
2.66	3.55	2.73	1.72	3		
0.12	0.21			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
3.21	4.19	3.31	2.12	0		
2.78	3.92	2.68	1.73	100		
0.07	0.12			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
3.35	4.36	3.37	2.33	0		
2.85	4.02	2.79	1.72	1.5		
2.78	3.78	2.83	1.74	3		
0.09	0.15			L.S.D.0.05		
	4.06	3.00	1.93	NaCl متوسط		
	0.09			L.S.D.0.05		

4-2-6 محتوى الحديد (ملغم.كم نبات⁻¹).

بينت نتائج الجدول (17) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في محتوى الحديد لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (647.0) ملغم.كم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (388.3) ملغم.كم نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في محتوى الحديد لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (625.0) ملغم.كم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (440.7) ملغم.كم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیکون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في محتوى الحديد لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (634.2) ملغم.كم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلیکون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (405.8) ملغم.كم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (17): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلیكون وکلورید الصوديوم في محتوى الحديد في النبات (ملغم.کغم نبات⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
499.8	388.3	534.3	576.7	0	0	
555.9	462.0	608.3	597.3	1.5		
574.1	471.7	647.0	603.7	3		
541.0	423.3	610.3	589.3	0		
590.3	493.0	643.3	634.7	1.5		
578.9	509.3	621.3	606.0	3		
8.6	15.0			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
543.3	440.7	596.6	592.6	0		
570.1	475.2	625.0	610.0	100		
5.0	8.6			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
520.4	405.8	572.3	583.0	0		
573.1	477.5	625.8	616.0	1.5		
576.5	490.5	634.2	604.8	3		
6.1	10.6			L.S.D.0.05		
	457.9	610.8	601.3	متوسط NaCl		
	6.1			L.S.D.0.05		

4-2-7 محتوى المنغنيز (ملغم.كغم نبات⁻¹).

لوحظ من نتائج الجدول (18) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في محتوى المنغنيز لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلikon والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (372.3) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (291.3) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في محتوى المنغنيز لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (364.4) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (310.2) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسلikon وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في محتوى المنغنيز لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلikon مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (367.7) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلikon مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (297.5) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (18): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيكونوكلوريد الصوديوم في محتوى المنغفizer في النبات (ملغم. كغم نبات⁻¹).

النداخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
323.1	291.3	331.3	346.7	0	0	
343.4	318.0	358.3	354.0	1.5		
350.1	321.3	372.3	356.7	3		
338.0	303.7	359.0	351.3	0		
356.0	329.0	371.3	367.7	1.5		
351.8	335.0	363.0	357.3	3		
3.4	5.9			L.S.D.0.05		
النداخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
338.9	310.2	354.0	352.4	0		
348.6	322.6	364.4	358.8	100		
2.0	3.4			L.S.D.0.05		
النداخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
330.6	297.5	345.2	349.0	0		
349.7	323.5	364.8	360.8	1.5		
350.9	328.2	367.7	357.0	3		
2.4	4.2			L.S.D.0.05		
	316.4	359.2	355.6	NaCl متوسط		
	2.4			L.S.D.0.05		

4-2-8 محتوى الزنك (ملغم.كغم نبات⁻¹).

أظهرت من نتائج الجدول (19) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في محتوى الزنك لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلikon والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (399.7) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (240.0) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في محتوى الزنك لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (385.8) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 50 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (272.2) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلikon وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في محتوى الزنك لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلikon مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (391.7) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلikon مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (250.7) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (19): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيكون و كلوريد الصوديوم في محتوى الزنك في النبات (ملغم. كغم نبات⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine		تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)
308.6	240.0	329.7	356.0	0	0	0
343.2	285.3	375.7	368.7	1.5		
354.6	291.3	399.7	372.7	3		
333.9	261.3	376.7	363.7	0		
364.3	304.3	397.0	391.7	1.5	100	
357.6	314.7	383.7	374.3	3		
5.5		9.6			L.S.D.0.05	
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine	متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
150		150	100	0		
335.4		272.2	368.3	365.8	0	
351.9		293.4	385.8	376.6	100	
3.2			5.5		L.S.D.0.05	
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si	متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	
150		150	100	0		
321.2		250.7	353.2	359.8	0	
353.8		294.8	386.3	380.2	1.5	
356.1		303.0	391.7	373.5	3	
3.9			6.8		L.S.D.0.05	
		282.8	377.1	371.2	متوسط NaCl	
			3.9		L.S.D.0.05	

4-2-9 محتوى السليكون (ملغم.كغم نبات⁻¹).

أوضحت نتائج الجدول (20) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في محتوى السليكون لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.93) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (0.51) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في محتوى السليكون لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.88) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.62) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلikon وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في محتوى السليكون لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.90) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.55) ملغم.كغم نبات⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (20): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيلكون وكلوريد الصوديوم في محتوى السيلكون في النبات (ملغم. كغم نبات⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine		تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
		150	100	0			
0.66		0.51	0.69	0.77	0	0	
0.77		0.67	0.83	0.82	1.5		
0.82		0.69	0.93	0.83	3		
0.75		0.59	0.85	0.80	0		
0.85		0.73	0.92	0.89	1.5		
0.83		0.77	0.87	0.84	3		
0.002		0.04			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine							
Glycine	متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
		150	100	0			
0.75		0.62	0.81	0.81	0		
0.81		0.70	0.88	0.85	100		
0.001		0.02			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si							
Si	متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
		150	100	0			
0.70		0.55	0.77	0.79	0		
0.81		0.70	0.88	0.86	1.5		
0.82		0.73	0.90	0.84	3		
0.014		0.03			L.S.D.0.05		
		0.66	0.85	0.83	متوسط NaCl		
		0.01			L.S.D.0.05		

4-2-10 محتوى الكلوروفيل في النبات.

4-2-10-1 محتوى الكلوروفيل a (ملغم. غم⁻¹ وزن رطب).

يتضح من نتائج الجدول (21) ان التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في محتوى الكلوروفيل a لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (37.5) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (2.47) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في محتوى الكلوروفيل a لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (5.10) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (3.12) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في محتوى الكلوروفيل a لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (5.21) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (2.69) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (21): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيلكون وكلوريد الصوديوم في محتوى الأوراق من كلوروفيل a (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب).

الداخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)	
	150	100	0			
3.65	2.47	3.97	4.50	0	0	
4.31	3.38	4.81	4.76	1.5		
4.57	3.50	5.37	4.83	3		
4.16	2.91	4.92	4.65	0		
4.76	3.77	5.34	5.18	1.5		
4.63	3.97	5.05	4.86	3		
0.12	0.21			L.S.D.0.05		
الداخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0			
4.18	3.12	4.72	4.70	0		
4.52	3.55	5.10	4.90	100		
0.07	0.12			L.S.D.0.05		
الداخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0			
3.90	2.69	4.45	4.58	0		
4.54	3.58	5.07	4.97	1.5		
4.60	3.74	5.21	4.85	3		
0.09	0.15			L.S.D.0.05		
	3.33	4.91	4.80	متوسط NaCl		
	0.09			L.S.D.0.05		

4-10-2-2 محتوى الكلوروفيل b (ملغم. غم⁻¹ وزن رطب).

دلت نتائج الجدول (22) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلikon وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في محتوى الكلوروفيل b لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلikon والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.36) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (1.10) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

أما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في محتوى الكلوروفيل b لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.24) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.39) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. أيضاً بين التداخل الثاني للسلikon وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في محتوى الكلوروفيل b لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلikon مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.29) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلikon مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.20) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (22): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيكون وكلوريد الصوديوم في محتوى الأوراق من كلورو فيل b (ملغم. غم⁻¹ وزن رطب).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
1.61	1.10	1.75	1.98	0	0	
1.90	1.51	2.11	2.09	1.5		
2.01	1.56	2.36	2.12	3		
1.84	1.30	2.16	2.04	0		
2.10	1.68	2.34	2.28	1.5		
2.04	1.76	2.22	2.14	3		
0.05	0.09			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.84	1.39	2.07	2.06	0		
1.99	1.58	2.24	2.15	100		
0.03	0.05			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.72	1.20	1.95	2.01	0		
2.00	1.59	2.23	2.18	1.5		
2.03	1.66	2.29	2.13	3		
0.04	0.07			L.S.D.0.05		
	1.48	2.16	2.11	متوسط NaCl		
	0.04			L.S.D.0.05		

4-2-3 محتوى الكلوروفيل الكلي (ملغم. غم⁻¹ وزن رطب).

بينت نتائج الجدول (23) ان التداخل الثالثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في محتوى الكلوروفيل الكلي لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (7.73) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (3.57) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في محتوى الكلوروفيل الكلي لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (7.34) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (4.51) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في محتوى الكلوروفيل الكلي لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (7.50) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (3.89) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (23): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسيلكون وكلوريد الصوديوم في محتوى الأوراق من الكلورو فيل الكلي (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر⁻¹)	تراكيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)	
	150	100	0			
5.25	3.57	5.72	6.47	0	0	
6.22	4.89	6.92	6.85	1.5		
6.58	5.06	7.73	6.96	3		
5.99	4.20	7.08	6.70	0		
6.86	5.45	7.68	7.46	1.5		
6.67	5.74	7.28	7.00	3		
0.17	0.30			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0			
6.02	4.51	6.79	6.76	0		
6.51	5.13	7.34	7.05	100		
0.10	0.17			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0			
5.62	3.89	6.40	6.58	0		
6.54	5.17	7.30	7.15	1.5		
6.63	5.40	7.50	6.98	3		
0.12	0.21			L.S.D.0.05		
	4.82	7.07	6.90	متوسط NaCl		
	0.12			L.S.D.0.05		

4-3 محتوى الكاروتينات (ملغم. غم⁻¹ وزن رطب).

اكدت نتائج الجدول (24) ان التداخل الثالثي بين الكلايسين بيتاين والسلیكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في محتوى الكاروتينات لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر^{-1} من السلیكون والتركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (1.88) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سلیكون والتركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (0.87) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في محتوى الكاروتينات لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (1.78) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.10) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في محتوى الكاروتينات لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر^{-1} من السلیكون مع التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (1.82) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلیكون مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.95) ملغم. غم⁻¹ وزن رطب مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (24): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والستيكون وكلوريد الصوديوم في محتوى الأفوك من الكاروتينات (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
1.28	0.87	1.39	1.57	0	0	
1.51	1.19	1.68	1.66	1.5		
1.60	1.23	1.88	1.69	3		
1.46	1.02	1.72	1.63	0		
1.67	1.32	1.87	1.81	1.5		
1.62	1.40	1.77	1.70	3		
0.04	0.07			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.46	1.10	1.65	1.64	0		
1.58	1.25	1.78	1.71	100		
0.02	0.04			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
1.37	0.95	1.56	1.60	0		
1.59	1.26	1.77	1.74	1.5		
1.61	1.31	1.82	1.70	3		
0.03	0.05			L.S.D.0.05		
	1.17	1.72	1.68	NaCl متوسط		
	0.03			L.S.D.0.05		

4-4 محتوى الكلايسين بيتاين (ملغم. غم⁻¹ نبات).

اشارت نتائج الجدول (25) ان التداخل الثالثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في محتوى الكلايسين لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $1.5\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من السلیکون والتركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.490) ملغم. غم⁻¹ نبات مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سلیکون والتركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.232) ملغم. غم⁻¹ نبات مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في محتوى الكلايسين لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلايسين بيتاين مع التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.466) ملغم. غم⁻¹ نبات مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.299) ملغم. غم⁻¹ نبات مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسلیکون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في محتوى الكلايسين لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 3 مليمول لتر^{-1} من السلیکون مع التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (0.452) ملغم. غم⁻¹ نبات مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السلیکون مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (0.283) ملغم. غم⁻¹ نبات مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (25): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلیكون و كلوريد الصوديوم في محتوى النبات من الكلاسيين بيتاين (ملغم.غم⁻¹ نبات).

التدخل الثنائي Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر⁻¹)	
	150	100	0			
0.296	0.232	0.302	0.365	0	0	
0.364	0.326	0.386	0.381	1.5		
0.390	0.338	0.443	0.389	3		
0.401	0.335	0.447	0.421	0		
0.462	0.422	0.490	0.473	1.5		
0.448	0.442	0.461	0.442	3		
0.012	0.021			L.S.D.0.05		
التدخل الثنائي NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0	0		
0.350	0.299	0.377	0.375	0		
0.437	0.399	0.466	0.445	100		
0.007	0.012			L.S.D.0.05		
التدخل الثنائي NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0	0		
0.349	0.283	0.375	0.388	0		
0.413	0.374	0.438	0.427	1.5		
0.419	0.390	0.452	0.415	3		
0.009	0.015			L.S.D.0.05		
	0.349	0.422	0.410	NaCl متوسط		
	0.009			L.S.D.0.05		

4-5 تركيز الكاريوهيدرات في النبات (%)

فسرت نتائج الجدول (26) ان التداخل الثاني بين الكلاسيين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في تركيز الكاريوهيدرات لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلاسيين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر^{-1} من السليكون والتركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.80) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلاسيين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.55) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلاسيين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في تركيز الكاريوهيدرات لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $100\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من الكلاسيين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.71) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلاسيين بيتاين مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.83) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في تركيز الكاريوهيدرات لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز $1.5\text{ مليمول لتر}^{-1}$ من السليكون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (2.82) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز $150\text{ مليمول لتر}^{-1}$ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (1.70) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (26): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلیكون وکلورید الصوديوم في تركيز الكربوهيدرات في النبات (%).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
2.20	1.55	2.54	2.53	0	0	
2.40	2.12	2.31	2.77	1.5		
2.03	1.82	2.00	2.27	3		
2.32	1.85	2.45	2.65	0		
2.66	2.35	2.76	2.88	1.5		
2.54	2.25	2.80	2.58	3		
0.08	0.14			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
2.21	1.83	2.28	2.52	0		
2.51	2.15	2.67	2.71	100		
0.05	0.08			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
2.26	1.70	2.49	2.59	0		
2.53	2.24	2.53	2.82	1.5		
2.29	2.03	2.40	2.43	3		
0.06	0.10			L.S.D.0.05		
	1.99	2.47	2.61	متوسط NaCl		
				L.S.D.0.05		

4-6 تركيز البروتين في النبات (%) .

يتضح من نتائج الجدول (27) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في تركيز البروتين لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز 100 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (13.48) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين والتركيز صفر سليكون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (7.45) % مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في تركيز البروتين لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (12.80) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (9.08) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثاني للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في تركيز البروتين لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز 1.5 مليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (12.72) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (8.00) % مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (27): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلikon و كلوريد الصوديوم في تركيز البروتين في النبات (%).

التدخل الثاني Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر⁻¹)	تراكيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)	
	150	100	0			
9.57	7.45	9.97	11.28	0	0	
11.24	9.74	12.06	11.93	1.5		
11.88	10.04	13.48	12.13	3		
10.85	8.55	12.34	11.68	0		
12.37	10.71	13.39	13.00	1.5	100	
12.03	11.22	12.68	12.19	3		
0.30	0.52			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0	0		
10.90	9.08	11.83	11.78	0		
11.75	10.16	12.80	12.29	100		
0.17	0.30			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر⁻¹)		
	150	100	0	0		
10.21	8.00	11.15	11.48	0		
11.80	10.23	12.72	12.47	1.5		
11.96	10.63	13.08	12.16	3		
0.21	0.37			L.S.D.0.05		
	9.62	12.32	12.03	متوسط NaCl		
	0.21			L.S.D.0.05		

4-7 تأثير الرش بالكلاسيين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم على الفعالية الانزيمية لنبات الفلفل .

1-7-4 فعالية أنزيم السوبر أوكسيد super oxidase (SOD) (وحدة.ملغم بروتين⁻¹). اظهرت نتائج الجدول (28) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في فعالية إنزيم SOD لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز صفر من السليكون والتركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (33.68) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين والتركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (5.12) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في فعالية إنزيم SOD لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر من الكلايسين بيتاين مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (32.90) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (7.07) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في فعالية إنزيم SOD لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (33.43) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (7.37) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (28): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والستيكون وكلوريد الصوديوم في فعالية أنزيم SOD (وحدة.ملغم بروتين⁻¹).

الداخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0				
20.23	33.68	16.28	10.74	0	0		
18.28	32.34	14.02	8.48	1.5			
19.18	32.67	15.26	9.61	3			
19.12	33.18	14.45	9.74	0			
15.41	29.93	9.94	6.35	1.5			
15.86	31.06	11.39	5.12	3			
0.50	0.86			L.S.D.0.05			
الداخل الثاني NaCl × Glycine							
متوسط Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)			
	150	100	0				
19.23	32.90	15.19	9.61	0	100		
16.80	31.39	11.93	7.07				
0.29	0.50						
الداخل الثاني NaCl × Si							
متوسط Si	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)			
	150	100	0				
19.68	33.43	15.37	10.24	0	L.S.D.0.05		
16.84	31.14	11.98	7.42				
17.52	31.86	13.33	7.37				
0.35	0.61						
	32.14	13.56	8.34				
	0.35						

4-7-2 الفعالية النوعية لانزيم البيروكسيديز (POD) (وحدة.ملغم بروتين⁻¹).

ذكرت نتائج الجدول (29) ان التداخل الثلاثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في الفعالية النوعية لانزيم peroxidase لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز صفر من السلیکون والتركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (26.86) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين والتركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السلیکون والتركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (4.65) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثنائي بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في الفعالية النوعية لانزيم peroxidase لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر من الكلايسين بيتاين مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (26.25) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (6.17) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیکون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في الفعالية النوعية لانزيم peroxidase لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر من السلیکون مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (26.67) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السلیکون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (6.40) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (29): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلبيون وكlorيد الصوديوم في فعالية أنزيم POD (وحدة.ملغم بروتين⁻¹).

التدخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
16.40	26.86	13.33	9.02	0	0	
14.99	25.82	11.57	7.59	1.5		
15.58	26.07	12.53	8.14	3		
15.54	26.47	11.90	8.24	0		
12.65	23.94	8.39	5.61	1.5		
13.00	24.82	9.53	4.65	3		
0.43	0.75			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
15.66	26.25	12.48	8.25	0		
13.73	25.08	9.94	6.17			
0.25	0.43					
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0			
15.97	26.67	12.62	8.63	0		
13.82	24.88	9.98	6.60			
14.29	25.45	11.03	6.40			
0.30	0.53					
	25.67	11.21	7.21			
	0.30					
متوسط NaCl						
				L.S.D.0.05		

4-7-3 الفعالية النوعية لإنزيم الكاتليز (CAT) (وحدة.ملغم بروتين⁻¹).

فسرت نتائج الجدول (30) ان التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين والسليكون وكلوريد الصوديوم قد كان معنواً في الفعالية النوعية لإنزيم CAT لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز صفر من السليكون والتركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (23.15) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين والتركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السليكون والتركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (3.66) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنواً في الفعالية النوعية لإنزيم CAT لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر من الكلايسين بيتاين مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (22.61) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 100 ملليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (4.99) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسليكون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنواً في الفعالية النوعية لإنزيم CAT لنبات الفلفل اذ اعطى التركيز صفر من السليكون مع التركيز 150 ملليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (22.97) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 3 ملليمول لتر⁻¹ من السليكون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم اقل قيمة بلغت (5.19) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (30): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلیكون وكلوريد الصوديوم في فعالية أنزيم (وحدة.ملغم بروتين)⁻¹. CAT

التدخل الثنائي Si × Glycine	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
13.97	23.15	11.27	7.49	0	0	
12.64	22.23	9.73	5.95	1.5		
13.25	22.45	10.57	6.73	3		
13.21	22.80	10.02	6.81	0		
10.68	20.59	6.95	4.50	1.5		
10.98	21.35	7.94	3.66	3		
0.32	0.55			L.S.D.0.05		
التدخل الثنائي NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
13.29	22.61	10.53	6.72	100		
11.62	21.58	8.30	4.99	L.S.D.0.05		
0.18	0.32					
التدخل الثنائي NaCl × Si						
Si متوسط	تراكيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تراكيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
13.59	22.97	10.65	7.15	1.5		
11.66	21.41	8.34	5.23	3		
12.12	21.90	9.26	5.19	L.S.D.0.05		
0.22	0.39			NaCl متوسط		
	22.09	9.41	5.86	L.S.D.0.05		
	0.22					

4-7-4 الفعالية الانزيمية للكلوتوبئون بيروكسيديز (GPX)

(وحدة.ملغم بروتين⁻¹).

أوضحت نتائج الجدول (31) ان التداخل الثالثي بين الكلايسين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم قد كان معنوياً في الفعالية الانزيمية GPX لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر كلايسين بيتاين مع التركيز صفر من السلیکون والتركيز 150 مليمول لتر⁻¹ كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (37.79) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك اعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين والتركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون والتركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (6.54) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

اما التداخل الثاني بين الكلايسين بيتاين وكلوريد الصوديوم فقد كان معنوياً في الفعالية الانزيمية GPX لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر من الكلايسين بيتاين مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (36.92) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 100 مليمول لتر⁻¹ من الكلايسين بيتاين مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (8.67) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أيضاً بين التداخل الثنائي للسلیکون وكلوريد الصوديوم أنه كان معنوياً في الفعالية الانزيمية GPX لنبات الفلفل أذ اعطى التركيز صفر من السلیکون مع التركيز 150 مليمول لتر⁻¹ من كلوريد الصوديوم أعلى قيمة بلغت (37.51) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة. كذلك أعطى التركيز 3 مليمول لتر⁻¹ من السلیکون مع التركيز صفر كلوريد الصوديوم أقل قيمة بلغت (8.99) وحدة.ملغم بروتين⁻¹ مقارنة مع النباتات غير المعاملة.

جدول (31): تأثير التداخل بين الكلاسيين بيتاين والسلیکون وكلوريد الصوديوم في فعالية أنزيم (وحدة.ملغم بروتين)⁻¹. GPX

التدخل الثاني Si × Glycine	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)	تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)	
	150	100	0			
23.07	37.79	18.75	12.68	0	0	
21.09	36.32	16.28	10.68	1.5		
21.92	36.67	17.62	11.45	3		
21.85	37.23	16.74	11.59	0		
17.79	33.68	11.81	7.89	1.5		
18.28	34.91	13.40	6.54	3		
0.59	1.02			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Glycine						
Glycine متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Glycine (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
22.03	36.92	17.55	11.61	0		
19.31	35.27	13.98	8.67	100		
0.34	0.59			L.S.D.0.05		
التدخل الثاني NaCl × Si						
Si متوسط	تركيز NaCl (مليمول.لتر ⁻¹)			تركيز Si (مليمول.لتر ⁻¹)		
	150	100	0	0		
22.46	37.51	17.74	12.14	0		
19.44	35.00	14.04	9.28	1.5		
20.10	35.79	15.51	8.99	3		
0.42	0.72			L.S.D.0.05		
	36.10	15.77	10.14	NaCl متوسط		
	0.42			L.S.D.0.05		

الفصل الخامس

المناقشة

Discussion

5- المناقشة Discussion

5-1 تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیكون في بعض الصفات المظهرية لنبات الفلفل المعرض لأجهاد كلوريد الصوديوم.

نستنتج من خلال الدراسة الحالية ان استجابة نبات الفلفل للأجهاد الملحي تختلف اعتماداً على الجزء النباتي ومراحل نمو النبات. فقد لوحظ انخفاض معنوي في ارتفاع النبات وقطر الساق وعدد الافرع والمساحة الورقية والوزن الجاف لكليتا القطفتين H_1 و H_2 ومعدل النمو المطلق للجزء الخضري عند إضافة كلوريد الصوديوم الى وسط النمو (الجدائل 7 و 6 و 5 و 4 و 3 و 2). وان انخفاض الوزن الجاف للجزء الخضري أدى الى انخفاض معدل النمو المطلق (جدول 8).

قد تعود الأسباب الرئيسية لهذا الانخفاض في معدلات الصفات المذكورة أعلاه الى انخفاض كفاءة النبات في عملية التمثيل الضوئي الناتجة عن انخفاض محتوى الكلوروفيل (جدائل 21 و 22 و 23)، ان التراكيز المتزايدة لكلوريد الصوديوم سبب اختلالات هرمونية مما اثر سلباً في انقسام الخلايا وتوسيعها واستطالتها (Yew وآخرون، 2010) وانخفاض تركيز الاوكسجين (أبو التمن، 2013) الذي له تأثيراً مهماً في عملية انقسام الخلايا الانشائية (المرسومية) للمجموع الخضري (Mirza وآخرون، 2013).

توافت هذه النتائج مع نتائج (Babu وآخرون، 2012). التي درست على نبات الطماطم وكذلك وافق دراسة البشرة وجماعته، (2013). التي أجريت على نبات البطاطا ومتواقة ايضاً مع نتائج (Vernoux وآخرون، 2010) في دراستهم على نبات الفلفل.

أدى رش النبات بالسلیكون الى زيادة في الصفات المذكورة آنفاً نتيجة للدور الحيوي الذي يقوم به السلیكون بتخفيف الأثر السلبي الناجم عن الاجهادات الحيوية واللاح gio و السمية الناتجة من كلوريد الصوديوم لأن دور السلیكون يتيح للنبات بسحب الماء من التربة لأن تأثيره فسيولوجياً

وبالإيكيميات يبقى المغذيات بحالة توازن، ايضاً يعمل على انفاس فقدان الماء من الأوراق ويساعد على زيادة معدل البناء الضوئي (Yongzing وHaijun, 2014). وان ترسيب السليكون في الانسجة يساعد على تخفيف الاجهاد المائي عن طريق انفاس معدل النتح وتحسين الإضاءة ويجعل الأوراق منتصبة لأن السليكون يقوى ويصلب الانسجة التي يتواجد فيها (Tantawy وآخرون، 2017). وهذا يتوافق مع نتائج الجداول (8 و 7 و 6 و 5 و 4 و 3 و 2).

كذلك قد يعزى سبب الزيادة الحاصلة في الصفات المظهرية أعلاه الى الدور الفعال للكلايسين لأن تخلق البتاين متوفراً مع الانسجة الفعالة ذات الانقسام السريع مثل الخلايا الانθائية والمناطق الزهرية والاجنة والبذور والزيادة في عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والزنك وزيادة امتصاصها مما زيادة محتواها في النبات (الجدول 12 و 13 و 14 و 19) هذه العناصر لها الأثر الكبير في تحسين الفعاليات الحيوية المتنوعة مما تؤدي إلى نمو خضري كبير فالنتروجين يدخل في بناء الكلوروفيل ومن ثم زيادة في التمثيل الضوئي فيزيد الانقسام و تستطيل الخلايا وكذلك إزالة السموم ومضادات الاكسدة وإزالة الجذور الحرة (Bharwan وآخرون، 2014).

اما البوتاسيوم فدوره كبير في تنشيط عدة انزيمات مما يزيد من معدلات التمثيل الضوئي ويعمل بالتعاون مع هرمون الاوكسين لتنظيم الجهد الازموزي. وعنصر الزنك له أهمية في نمو النبات لانه يدخل في بناء الاندول حامض الخليك (IAA) وهو يعد من مضادات الاكسدة (Verma وVerma ، 2006) . وهذه فسرت نتائج الجدول (15) لمحتوى الصوديوم والكلورايد داخل النبات مما يؤدي الى اضطراب في وظيفة الغشاء التناذية للخلية فيصبح عجز في سحب العناصر الأخرى لاسيما عناصر NPK-Zn (Turan وآخرون، 2009). ان نتائج جداول (15 و 16) تشيران ان سبب زيادة تركيز كلوريد الصوديوم تسبب بزيادة تركيز أيون الصوديوم Na^+ في وسط العمليات الايضية مما يؤدي إلى إزاحة أيونات الكالسيوم Ca^{++} من منطقة الغشاء مما يتسبب في إعاقة وظيفة الغشاء البلزمي وإزاحة أيونات الصوديوم من الخلية مما يفقد تركيزه في

الأوراق، وهذا الفقدان يؤدي إلى زيادة امتصاص (سحب) مع ارتفاع تركيز كلوريد الصوديوم في النبات اذ أن دخول الصوديوم يتم عن طريقة الانتشار السلبي Passive diffusion، بينما عملية إخراجه تتم عن طريق الضخ النشط Active pump (Biljana وآخرون، 2018).

5-2 تأثير التداخل بين الكلايسين بيتاين والسلیكون في تركيز كلوريد الصوديوم داخل النبات.

إن الانخفاض الحاصل في تركيز كلوريد الصوديوم الذي أشارت إليه نتائج الجداول (15 و 16) إلى الدور الإيجابي للرش بالسلیكون و الكلايسين، فقد بين (Islam وآخرون، 2018) الدور الفعال للسلیكون في التقليل من تراكم الصوديوم والكلوريد في الأجزاء الجذرية والخضرية والعمل على زيادة أيونات البوتاسيوم وزيادة في عمل الإجهاد الملحي فضلاً عن زيادة الضغط الأزموري عن طريق سحب البوتاسيوم، وكذلك الدور الحيوي للكلايسين في التقليل من أثر الإجهاد الملحي لكلوريد الصوديوم الذي يمنع الأمراض النباتية وكذلك يحسن ويزيد من أخذ المغذيات و هذا يتواافق مع النتائج التي توصل إليها (Bojana وآخرون، 2018) على الحبوب وزيادة المحاصيل، ويعيد ترميم جهد الغشاء البلازمي الناتج من الآثار السلبية لكلوريد الصوديوم كما يعمل على منع وخروج فقدان الماء من الأوراق .

5-3 محتوى الأوراق من الكلورو菲ل الكلّي.

أن منو نبات الفلفل تحت اجهاد NaCl سبب انخفاضاً في محتوى الكلورو菲ل a و b والكلورو菲ل الكلّي الجداول (21 و 22 و 23) على الترتيب وقد يعود ذلك في خفض محتوى العناصر الداخلية في تركيب جزئية الكلورو菲ل مثل المغنسيوم والنتروجين والحديد (الخطاب، 2011) وكذلك قد يعود السبب إلى اختزال المساحة الورقية وهذا الانخفاض يزداد معدلاً مع زيادة في تركيز كلوريد الصوديوم في وسط النمو (Zhani وآخرون 2012) وكذلك الزيادة في هرمون

ABA الذي يزيد من سرعة تحلل صبغة الكلوروفيل و تشوه صفائح الكرانا الحاملة لصبغة الكلوروفيل (أبو التمن، 2014).

وان الزيادة الحاصلة في تراكيز أيون الصوديوم الذي يعمل على تحطيم البروتينات المسئولة عن تكوين جزيئة الكلوروفيل وتزيد من فعالية الإنزيم المسمى Chlorophyllase الذي يعمل على تحطيم جزيئة الكلوروفيل وهذه النتائج توافقت مع نتائج (Yong واخرون، 2013). في دراسته على نبات الطماطم. وعلى الجانب الآخر فإن الزيادة الحاصلة في محتوى الكلوروفيل نتيجة الرش بالسليكون والكلايسين قد يعود للدور الإيجابي لكلاهما إذ عملاً على زيادة عنصر النتروجين المهم في تركيب جزيئة الكلوروفيل والمواد الفعالة (الحليبي، 2012).

4-5 تركيز الكاربوهيدرات (%)

من البيانات التي ذكرت في جدول (26) انخفاض نسبة الكاربوهيدرات في الجزء الخضري لنبات الفلفل بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم، من المعلوم أن إنتاج الكاربوهيدرات يعتمد على المساحة الورقية بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis والكفاءة العالية لتمثيل ثاني أوكسيد الكاربون، إذ أن كل هذه العمليات إذا تضررت فإنه ينعكس سلباً على إنتاج الكاربوهيدرات. كذلك كان لزيادة تركيز كلوريد الصوديوم تأثير سلبي في محتوى الأوراق من الكلوروفيل وكذلك تأثير سلبي آخر لكلوريد الصوديوم هو العجز المائي مما يؤدي إلى غلق الثغور وقلة أخذ CO_2 في أنسجة الورقة مما يؤثر في عملية التمثيل الضوئي ومن ثم اختزال نسبة الكاربوهيدرات وهذا يتواافق مع نتائج (العباس، 2000) في دراسته لنبات الفلفل.

تعود الزيادة في نسبة الكاربوهيدرات إلى رش النبات بالكلايسين ببيانين الذي أثر إيجابياً في ضبط أزمورية النبات وكان السبب في فتح الثغور وزيادة العناصر الغذائية مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم جداول (12 و 13 و 14)، وكذلك كان لرش النبات بالسليكون لاسينا تركيز 3

مليمول.لتر⁻¹ أثراً إيجابياً في زيادة عملية البناء الضوئي وزيادة فعالية الإنزيم آلفا-amiliz الذي يحول النشا إلى سكريات (El-Khoshiban Abdallah, 2007).

5-5 تركيز البروتين (%) .

أوضح جدول (27) الانخفاض في نسب البروتين بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم في وسط النمو، إن العلاقة بين البروتين مرتبطة بامتصاص عنصر النتروجين فكونه يدخل في تركيب الأحماض الأمينية ومن ثم ترتبط بالأحماض الأمينية مكونة سلسل من البتايد وأخيراً تنتج البروتينات (Agbede, 1987). وأن زيادة تركيز NaCl يقلل من محتوى عنصر النتروجين جدول (12) وبالتالي يحصل خلل في إنتاج البروتين وقد يكون السبب هو انخفاض محتوى البوتاسيوم في الجزء الخضري جدول (14) الذي له علاقة بتصنيع البروتين من خلال ربط الأحماض الأمينية مع بعضها في الريبوسومات عن طريق رنا الناقل RNA (Blaha وآخرون، 2000) . وهذه النتائج توافقت مع نتائج (Chookhampaeng, 2011) . عند دراسته على نبات الطماطم.

أما الزيادة الحاصلة في البروتين فتعود إلى الدور الإيجابي لرش النبات بالكلاسيين والسليكون في بناء البروتين وذلك لزيادة عنصر النتروجين جدول (12)، أما عنصر الزنك Zn جدول (19) الذي يعمل على بناء RNA بوساطة RNA-polymerase وبذلك تزداد فعالية الريبوسومات التي تؤثر إيجابياً على تصنيع البروتينات (Blaha وآخرون، 2000).

5-6 الإنزيمات المضادة للأكسدة السوبر اوكسيد دسموتيز (SOD) والبروكسيديز (POD) والكاثاليز (CAT) والكلوتاثيون بروكسيديز (GPX) .

إن الزيادة الحاصلة في فعاليات الإنزيمات المضادة للأكسدة (SOD) و (CAT) و (POD) وأخيراً (GPX) الموضحة في الجدول (28 و 29 و 30 و 31) على الترتيب سببه تعرض النبات إلى الإجهاد الملحي، إذ أن الإجهادات تعمل على زيادة معدلات إنتاج أنواع

الاوكسجين الفاعلة ROS (Reactive oxygen species) التي منها السوبر اوكسيد (O₂⁻) وجذر الهيدروكسيل (OH⁻) والبروكسيد O²⁻ وبيروكسيد الهيدروجين H₂O₂ التي تؤثر سلباً في إنتاجية النبات (Kusvuran, 2010). ومن خصائص الأنواع الاوكسجين الفعالة ROS أنها شديدة الأكسدة التي تتفاعل تأكيدياً مع العديد من المركبات المهمة في الخلية فهي تؤكسد البروتينات، الاحماض النووي والدهون تسببه أضراراً بالغة للأيض الحيوي للخلايا (Kafkas وآخرون، 2009) إذ أن هذه الانزيمات لها قابلية تحفيزية في تحويل الجذور الحرة وبيروكسيد الهيدروجين إلى الماء والاوكسجين وبالتالي تخلص الخلية من إجهادات الأكسدة (Manivannan وآخرون، 2007). بعد SOD (Superoxide dismutase) الخط الدفاعي الأول الذي يكتس التأثيرات الضارة لـ ROS إذ يعمل على تحويل جذر Superoxide إلى H₂O₂ والاوكسجين (Zhang وآخرون، 2010) وتعد الانزيمات الثلاثة الأخرى الخط الدفاعي الثاني في إزالة بيروكسيد الهيدروجين (Chugh وآخرون، 2011).

7-5 تأثير الرش بالكلاسيين بيتاين والسلیكون في بعض الصفات الزهرية والثمرية

نبات الفلفل المعرض لأجهاد كلوريد الصوديوم.

ان زيادة كلوريد الصوديوم له تأثير سلبي على الصفات الزهرية والثمرية اذ ادى الى انخفاض في عدد الازهار وعدد الثمار وزنها الرطب (الجدوال 9 و 10 و 11). وذلك لتأثير كلوريد الصوديوم مثل نقصان في انتاج البروتين والعناصر المغذية الضرورية للنمو كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والمنغنيز والزنك وكذلك الاثر السلبي على نسب الكاربوهيدرات (الجدوال 12 و 13 و 14 و 18 و 19 و 26). وعلى العكس من ذلك الزيادة الحاصلة في الصفات المذكورة اعلاه كانت بتأثير الرش بالسلیكون والكلاسيين بيتاين التي تحفز امتصاص الماء وتزيد انقسام الخلايا وتأخير الشيخوخة وهذه النتائج توافقت مع نتائج Longxing (وآخرون، 2012).

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

6- الاستنتاجات والتوصيات

1- الاستنتاجات

يمكن إيجاز الاستنتاجات التي تم الحصول عليها من الدراسة الحالية بما يأتى :

1- التأثير السلبي لكلوريد الصوديوم في نمو النبات من حيث المؤشرات المظهرية والنفسجية والبايكيميائية والزهرية لنبات الفلفل.

2- أدى رش النبات بالسليكون لاسيما التركيز 3 مليمول.لتر⁻¹ إلى تقليل الأثر السلبي لكلوريد الصوديوم في جميع الصفات المدروسة .

3- أدى الرش بالكلايسين بيتاين إلى تثبيط التأثير السلبي لكلوريد الصوديوم في جميع الصفات المدروسة مع وجود تأثير معنوي.

4- لا توجد فروقات معنوية كبيرة لتركيز السليكون 1.5 و 3 مليمول.لتر⁻¹ على الصفات المدروسة فضلاً عن وجود زيادة معنوية واضحة في تلك الصفات نتيجة لتدخل بين الكلايسين بيتاين والسليكون.

5- زيادة فعالية الانزيمات المضادة للأكسدة SOD و POD و CAT وأخيراً GPX عند تعرض النباتات لاجهادات كلوريد الصوديوم ، وان قيم فعالية هذه الانزيمات قد انخفضت معنويًا عند رش النبات بالكلايسين بيتاين والسليكون.

6- ومن خلال النتائج التي تم التوصي بها ان تركيز كلوريد الصوديوم 100 مليمول لتر⁻¹ كان انساب التركيز الملحوظة الاخرى واعطى انتاجية اعلى

Recommendation 2- التوصيات

- 1- يمكن للفلفل ان يكون مושراً لملوحة التربة لانه من النباتات الحساسة للملوحة.
- 2- رش نبات الفلفل بالكلايسين بيتاين مع زيادة مستوياته الى اكثر من مستويين لاعطاء افضل القييم للصفات المدروسة والحد من التأثيرات السلبية لاجهاد الملوحة
- 3- رش النبات بتراكيز $3 \text{ مليمول لتر}^{-1}$ من السليكون وتدخله مع مركبات اخرى مضادة للاكسدة ومعرفة تأثيرها في بعض الصفات الفسيولوجية والكيموحيوية وفعالية الانزيمات المضادة للاكسدة وغير الانزيمية.
- 4- دراسة كل من الكلايسين بيتاين والسلikon وبتراكيز مختلفة واجراء دراسات على محاصيل اخرى او تطبيق التجربة على اجهادات بيئية اخرى وتطبيق هذه الدراسة على نبات الفلفل حقليا لغرض المقارنة مع الزراعة في الاصص .
- 5- اجراء دراسة وراثية لمعرفة الجينات المحتثة من قبل الكلايسين بيتاين والسلikon والمسؤولة عن تحمل النبات لاجهاد الملوحة لاعطاء افضل النتائج .
- 6- نوصي باستخدام كل من الكلايسين بيتاين والسلikon في الحد من التأثيرات الضارة لكلوريد الصوديوم وبديلا عن استخدام الاسمدة الكيميائية وذلك لتكلفة الواطنة للكلايسين بيتاين والسلikon ويسهل رخص وتوفر مركبات السليكون .

الملاحق

Appendixes



ملحق (1): نباتات الفلفل في البيت الزجاجي موضحاً تأثيرات كلوريد الصوديوم بعمر 55 يوم.



ملحق (2): تأثيرات تراكيز كلوريد الصوديوم في النمو الخضري لنبات الفلفل.



ملحق (3): تأثير الرش السليكون والكلاسيين بيتاين في النمو الخضري لنبات الفلفل



ملحق (4): تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم في نمو نبات الفلفل بعمر 70 يوما مقارنة مع معاملة السيطرة

المصادر

References

المصادر

المصادر العربية

ابو التمن، وسن مضر حسين (2013). تأثير حامضي السالسيلك Salicylic Acid والبرولين Proline في تحمل نبات الفلفل (*Capsicum annuum L.*) للاجهاد الملحى. أطروحة دكتوراه. كلية العلوم، جامعة بابل، العراق.

البشرة، سوسن؛ حداد، سهيل، ولاوندو، سلام (2013). دراسة مدى تحمل بعض اصناف البطاطا المزروعة محلياً للاجهاد الملحى. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 29(3): 165-180.

الجبوري، محمود شاكر رشيد. 1998. دور الكالسيوم في تحمل نبات الذرة الصفراء *Zea mays L.* للملوحة. أطروحة دكتوراه. كلية التربية (ابن الهيثم). جامعة بغداد.

الجشعمي، مهند محمد صاحب (2010). تأثير المستحضر الحيوي Bacitrin As وتدخله مع الإجهاد الملحى والسماد الكيميائى فى الأنبات والنمو وبعض الصفات التشريحية لنبات الذرة الصفراء *Zea mays L.* أطروحة دكتوراه. كلية العلوم. جامعة الكوفة. 216 صفحة.

الحلي، حنين عصام صالح (2012). تأثير السايتوکاپينين والسماد المركب (NPK) في النمو والمركبات الفعالة لنبات الحبة السوداء *Nigelli sativa L.*. كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم، جامعة بغداد، العراق.

الحطاب، زينة شريف (2011). تأثير الرش بحامض البرولين في تحمل نبات الطماطم باستخدام تقنية الزراعة المائية. رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم، جامعة بغداد، العراق .

الخفاجي، زهرة محمود (2008). التقنية الحيوية الميكروبية (توجهات جزئية). وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. 736 صفحة.

العجادي، عبد الوهاب وعيال، رisan (2014). تأثير ملوحة مياه الري في بعض الخصائص الفسلجية لصنفين من الخيار (*Cucumis sativum*). مجلة علوم ذي قار. 4(2): 105-111.

العباسي، ازهار مهدي عبد الصاحب (2009). استجابة نبات القرنفل (*Dianthus cryophyllus*). للكاينتين والسايكوسيل والفسفور والبوتاسيوم وموقعه في تصميم الحدائق. رسالة ماجستير جامعة بغداد.

ديرهاب، صبحي (2004). الفلل، مركز البحوث الزراعية نشرة رقم 902 ، الادارة المركزية للارشاد الزراعي وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي، جمهورية مصر العربية.

عبد الجليل ، مصطفى عبد الجليل رحيم (2018) قرار استخدام الاستدلال الضبابي من صور الاقمار الصناعية دراسة محاكاة رسالة ماجستير - كلية التربية (ابن الهيثم) جامعة بغداد عبد الحميد، عماد (2010). تخفيف تأثير الملوحة في بادرات الذرة (صنف غوطة 1) باستخدام أملاح البوتاسيوم. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 24(1): 15-28.

علوي، محمد مصطفى (2013). تأثير التسميد الحيوي والعضو والكيماوي في البناء المعماري للجذور ونمو حاصل الفلفل (*Capsicum annuum*). أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

المصادر الاجنبية

- Abdallah, M. M. and El-Khoshiban, N. H. (2007). The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. J. Appli. Sci. Res., 3(12): 2062-2074.
- Abu El- Zahaba 'A.A.; Ashor ' A.M. and Al-Hadecy ' K.H. (1980) . Comparative analysis of growth development and yield of five field bean cultivates *Vicia faba* L. zeidachrift fur Ackeround pflanzebu 149(1) :1-13.
- Abayaeh, M.R. (2013) . aflatoxin. Recent advance and future prospects.Intcech , Croatia. 406
- Agbede, O. O. (1987). Response of barley seedlings to nitrogen and phosphorus rates on soils with various fertility levels. Soil Sci., 143(3): 192-193.
- Agiza, A. H.; El-Hineidy, M. T. and Ibrahim, M. E. (1960). The determination of the different fractions of phosphorus in plant and soil. Bull. FAO. Agric. Cairo Univ.: 121.
- Ahmad, P.; Jaleel, C. A.; Azooz, M. and Nabi, M. (2009). Generation of ROS and non-enzymatic antioxidants during abiotic stress in plants. Bot. Res. Inter., 2 (1): 11-20.
- Aktas H. A.; Abak K. B. and Cakmak I. (2006). Genotypic variation in the response of pepper to salinity. Scientia Horticulture, 110: 260–266.
- Alberto, E. E.; Do Nascimento, V. and Braga, A. L. (2010). Catalytic Application of Selenium and Tellurium Compounds as Glutathione Peroxidase Enzyme Mimetics. J. Braz. Chem. Soc., 21(11): 2032-2041.
- Al-Helaly, L. A. A. (2013). Kinetic and Inhibition Studies for Glutathione Peroxidase (GPx) Isolated from Pea (*Pisum sativum*) Locality. Iraqi Nat. J. Chem., 51: 348-359.

- Alasvandyari, F; M and Hosseini S.M. (2017). Glycine betaine affects the antioxidant system and ion accumulation and reduces salinity induced damage in safflower seedling ArchBioSci:69(1):139-147
- Allan, J. E. (1961). The determination of zinc in agricultural materials by atomic absorption spectrophotometry analyst, lond., 86: 530-534.
- Aly, M. M.; EL-Sabbagh, S. M.; EL-Shouny, W. A. and Ebrahim , M. K. H. (2003). Physiological response of (*Zea mays L.*) to NaCl stress with respect to *Azotobacter chroococcum* and *streptomyces niveus*. Pak. J. Boil. Sci., 6(24): 2073-2080.
- Ashraf, M. (1994). Breeding for salinity tolerance in plants. Critical. Rev. Plant. Sci.: 1317-1342.
- Ashraf, M. and A. Bashir. (2003). Salt stress induced changes in some organic metabolites and ionic relations in nodules and other plant parts of two crop legumes differing in salt tolerance. Flora., 198:486-498.
- Ashraf, M. and A. Muhammad. (2012). Salt-induced variation in some Potential physiochemical attributes of two genetically diverse Spring wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars: Photosynthesis and photosystem II efficiency. Pak. J. Bot., 44(1): 53-64.
- Ashraf, M.; M. Hameed ; M. Arshad; Y. Ashraf and K.Akhtar. (2006). Salt tolerance of some potential forage grasses from Cholistan desert of Pakistan In: M. A. Khan and D.J. Weber (eds.). Ecophysiol. High salinity tolerance plants. Springer, Netherlands., 31-54.
- Awad, N. M.; Azza, S.T.; Magdi, T. A. and Magdi, A. (2012). Ameliorate of environmental salt stress on the growth of *Zea mays L.* plants by exopolysaccharides producing bacteria. J. Appl. Sci. Res., 8(4): 2034-2044.

- Babu, M. A.; Singh, D. and Gothandam, K. M. (2012). The effect of salinity on growth, hormones and mineral elements in leaf and fruit of tomato cultivar Pkm1. *J. Animal Plant Sci.*, 22(1): 159-164.
- Basu, S. ; Ramegowda , V., Kumar, A. and Pereira, A. (2016). Plant adaptation to drought stress. *Food Res.*, 5:1-10.
- Bharwana, S.; Shafaqat ,A; Farooq, M.A. and Iqbal , M. (2014). Glycine betaine _ induced lead toxicity tolerance related to elevated photosynthesis antioxidant enzymes suppressed lead uptake and oxidative stress in cotton Turk JBot 38:281-292
- Beers, R. F. J. and I. W. Sizer. (1952). Catalase Assay. *J. Biological Chem.*, 159: 133- 140.
- Bergmeyer, H. U. (1974). *Method of Enzymatic Analysis 1*, Academic Press, New York. 2nd Edition, page 495.
- Bharwana, S. A.; Shafaqat, A.; Farooq, M. A. and Ahmed, M. S. A. (2014). Glycine bateine-induced lead toxicity tolerance related to elevated photosynthesis, antioxidant enzymes suppressed lead uptake and oxidative stress in cotton. *Turkish J. Botany.*, 38(10): 1304-65.
- Biermans, V. and Baert, L. (1977). Selective extraction of amplus Al, Fe and Si oxides using an alkaline, Trion solution, clay mine., 12: 127-135.
- Blaha, G.; Stelzl, U.; Spahn, C. M. T.; Agrawal R. K.; Frank, J. and Nierhaus, K. H. (2000). Preparation of functional ribosomal complexes and effect of buffer conditions on tRNA positions observed by cry electron microscopy. *Methods Enzymol.*, 317: 292–309.
- Bojana, F.; Jorana, K.; Jelena, K.; Marija, B.; Bodorza, S. and Nebojsa, I. (2018). Betaine in cereal grains and grain-based products. *J. Foods.*, 10(1): 1-11.

- Booth, W. A. and J. Beardall. (1991). Effect of salinity on inorganic carbon utilization and carbonic anhydrase activity in the halotolerant algae *Dunaliella salina* (Chlorophyta). *Phycologia*, 30: 220-225.
- Brainley, P. M. (2000). Isolycopene Beneficial to Human Health *Phytochemistry*, 54: 233–236.
- Carpici, E. B.; N. Celik; G. Bayram and B. B. Asik. (2010). The effects of salt stress on the growth, biochemical parameter and mineral element content of some maize (*Zea mays L.*) cultivars. *Afr. J. Biotechnol.*, 9(41): 6937- 6942.
- Cavagnaro, J. B.; Ponce, M. T.; Guzman, and Javievcirrincione, M. A. (2006). Argentine varieties of *vitisvinifera* grow better than European countries when cultured in the laboratory under salinity *Biocell*, 30(1): 1-7.
- Cekic, F. O.; Unyayar, S. and Ortas, I. (2012). Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on biochemical parameters in *Capsicum annuum* grown under long term salt stress. *Turk J Bot.*, 36: 63-72.
- Chapman, H. D. and Pratt, F. P. (1961). Methods of Analysis for Soils, Plants and Water. Univ. Calif. Div. Agr. Sci., 161-170.
- Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86: 247-260.
- Cha-um, S. and C. Kirdmanee. (2009). Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars. *Pak. J. Bot.*, 41: 87-98.
- Chazen, O.; Hartung, W. and Neumann, P. M. (1995). The different effects of PEG 6000 and NaCl on leaf development are associated with Differential inhibition of root water transport. *Plant Cell Environ.* 18: 727-735.
- Chookhampaeng, S. (2011). The effect of salt stress on growth, chlorophyll content proline content and antioxidative enzymes of pepper

- (*Capsicum Annum L.*) seedling. *Europ. J. Scient. Res.*, 4(1): 103-109.
- Chugh, V.; Kaur, N. and Gupta, A. K. (2011). Evaluation of oxidative stress tolerance in maize (*Zea mays L.*) seedlings in response to drought. *Indian J. Biochem and Biophys.*, 48:47-53.
- Cramer, G. R.; A. Lüechli and V. S. Polito. (1985). Displacement of Ca²⁺ by Na⁺ from the plasmamembrane of root cells. *Plant Physiol.*, 79: 207-211.
- Cramer, G.R. and Quarrie, S.A. (2002). Abscisic acid is correlated with the leaf growth inhibition of four genotypes of maize differing in their response to salinity. *Funct Plant Biol.* 29: 111-115.
- Cristian, P.; Rogerio, P.; Soratto, and Leticia, A. M. (2013). Effects of soil and foliar application of soluble silicon on mineral nutrition. Gas exchange and Growth of potato plant.
- Dhindsa, R. A.; Plumb-Dhindsa, P. and Thorpe, T. A. (1981). Leaf senescence correlated with increased permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *J. Exp. Bot.* 126: 93-101.
- Dias, F. A.; Gandara, A. C. P., Perdomo, H. D.; Goncalves , R. S.; Oliveira, C. R.; Oliveira, R. L. L.; Citelli, M.; Polycarpo, C. R.; Santesmasses, D.; Mariotti, M.; Guigo, R.; Braz , G. R.; Missirlis , F. and Oliveira, P. L. (2016). Identification of a selenium-dependent glutathione peroxidase in the blood-sucking insect *Rhodnius prolixus*. *Insect Biochem. Mol. biol.*, 69 : 105-114.
- Eraslan, F.; Güne, A.; Nal, A.; Çiçek, N. and Alpaslan, M. (2008). Comparative physiological and growth responses of tomato and pepper plants to fertilizer induced salinity and salt stress under greenhouse conditions international meeting on soil fertility. *Land Management and Agroclimatol.*, 687-696.

- Flohé, L. and Günzler, W. A. (1984). Assays of glutathione peroxidase. *Methods Enzymol.*, 105: 115-121.
- Flowers, T. J.; Troke, P. F. and Yeo, A. R. (1977). The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 28: 89-127.
- Fragaki, K.; Chaussenot, A., Benoist, J. F.; Ait-El-Mkadem, S.; Bannwarth, S.; Rouzier, C.; Cochard, C. and Paquis-Flucklinger, V. (2016). Coenzyme Q10 defects may be associated with a deficiency of Q10-independent mitochondrial respiratory chain complexes. *Biol. Res.*, 49(4): 1-9.
- Ghanem, M. E.; Albacete, A.; Andujar, C.M.; Acosta, M.; Aranda, R.R.; Dodd, I.C.; Lutts, S. and Alfocea, F. P. (2008). Hormonal changes during salinity-induced leaf senescence in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Exp. J. Bot.*, 59(11): 3039-3050.
- Gill, S. S. and Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol. Biochem.*, 48(12):909-930.
- Giri, J. (2011). Glycine betaine and abiotic stress tolerance in plants. *Plant Signal Behav.*, 6(11): 1746–1751.
- Giri, J. (2011). Glycine betaine and abiotic stress tolerance in plants. *Plant Signal Behav.*, 6(11): 1746–1751.
- Gopal, R. and B. K. Dube. (2003). Influence of variable potassium on barley metabolism. *Ann. Agri. Res.*, 24: 73-77.
- Gratao P. L.; Polle, A.; Lea, P. and Azevedo, R. (2005). Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. *Funct. Plant Biol.* 32: 481-494.
- Greenway, H. and R. Munns. (1980). Mechanisms of salt tolerance in Non halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 321: 149- 190.

- Grieve, C. M. and Grattan, S. R. (1983). Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. *Plant and Soil*, 70(2): 303-307.
- Gupta, S. D. (2011). Reactive oxygen species and antioxidant in higher plants . CRC press, Enfield , New Hampshire ,USA. 384P.
- Hamdia, M. A. and M. A. K. Shaddad. (2010). Salt tolerance of crop plants. *Journal of stress physiology and biochemistry.*, 6.3: 64-90.
- Hasanuzzaman, M.; Shabala, L.; Zhou, M.; Bradribb, T. J. and Corkrey, R. (2018). Factors determining stomatal and non stomatal (Residual) transpiration and their contribution towards salinity tolerance in contracting barley genotypes. *Env. Botany.*, 153: 10-20.
- Hassanein, R. A.; Hassanein, A. A.; Haider, A. S. and Hashem, H. A. (2009). Improving Salt tolerance of *Zea mays* L. plants by presoaking their grains in glycine betaine. *Aust. J. Basic and Appl. Sci.*, 3(2): 928-942.
- Hassen, A.; Maher, S. and Cherif, H. (2014). Effect of salt stress (NaCl) on germination and early seeding parameters of three pepper cultivar (*Capsicum annum* L.). *J. Stress Phsio. and Bioche.*, (10): 14-25.
- Havaux, M. (2013). Carotenoid oxidation products as stress signals in plants *Plant J.*, 79(4): 597-606.
- He, T. and Cramer, G. R. (1996). Abscisic acid concentrations are correlated with leaf area reductions in two salt-stressed rapid-cycling *Brassica* species. *Plant and Soil*, 179(1): 25–33.
- Herbert, D.; Philips, P. J. and Strange, R. E. (1971). Methods in Micro Biology, Acad. Press, London.
- Hiscox, J. D.; and Israelstam, G. F. (1979). A method for extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Can. J. Bot.*, 57: 1332- 1334.

- Houimli, S. I. M.; Mounir, D. and Salim, B. A. (2008). Induction of salt tolerance in pepper (*Capsicum annuum*) by 24-epibrassinolide. Eur. Asian J. Biosci., 2: 83-90.
- Hu, Y. and Schmidhalter, U. (1998). Spatial distributions of inorganic ions and sugars contributing to osmotic adjustment in the elongating wheat under saline soil conditions. Aust. J. Plant Physiol., 25: 591-597.
- Huez-López, M. A.; Ulery, A. L.; Samani, Z., Picchioni, G. and Flynn, R. P. (2011). Response of chile pepper (*Capsicum annuum* L.) to salt stress and organic and inorganic nitrogen sources: I. Growth and yield. Trop and Subtrop. Agroecosyst., 14: 137-147.
- Hunt, R. (1978). Plant Growth Analysis. Studies in Biology, (96). Edward Arnold (Publ.) Ltd., London.
- Hussain, S.; Jain, A. and Kothari, S. L. (1999). Phenylacetic acid improves bud elongation and in vitro plant regeneration efficiency in *Capsicum annuum* L. Plant Cell Rep. 19: 64–68.
- Islam, M. Z.; Mele, M. A.; Chol, K. Y. and Kang, H. M. (2018). The effect of silicon and boron foliar application on the quality and shelf life of cherry tomatoes. Zemdirbyste-Agr., 105(2): 159-164.
- Jackson, M. I. (1958). Soil Chemical Analysis. Ed. Prentice Hall Inc., N. Jersey. Association of Official Analytical Chemist.
- Jasim, A. H.; Alryahii, I.; Abed, H. M. and Badry, A. N. (2015). Effect of some treatment on alleviating of environmental stress on growth and yield of squash (*Cucurbita akepo* L.). Mesopotamia Environmental J., 1(4): 67-74.
- Kafkas, E. A.; Atasay, E. A.; Sabir, F. K.; Akgul, H. and Uckun, K. (2009). Effects of different irrigation intervals and fertilizer applications on certain chemical contents of 'Braeburn' apple cultivar. Afr. J. Biotechnol., 8: 2138-2142.

- Kao, W.Y.; T.T. Tsai and C. N. Shih. (2003). Photosynthetic gas exchange and chlorophyll a fluorescence of three wild soybean species in response to NaCl treatments. *Photosynthetica*, 41: 415-419.
- Kaper, A.; A. N. Ashok; P. C. Krunal; B. K. Sachin; G. K. Prashant; B. Harinath; M. D. Rachayya and S. Penna. (2012). Differential responses to salinity stress of two varieties (CoC 671 and Co 86032) of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Afr. J. Biotechnol.*, 11(37): 9028-9035.
- Kaper, A.; A. N. Ashok; P. C. Krunal; B. K. Sachin; G. K. Prashant; B. Harinath; M. D. Rachayya and S. Penna. (2012). Differential responses to salinity stress of two varieties (CoC 671 and Co 86032) of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Afr. J. Biotechnol.*, 11(37): 9028-9035.
- Karimi, G.; Ghorbanli, M.; Heidari, H.; Khavarinejad, R. A. and Assareh, M. H. (2005). The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in *Kochia prostrate*. *Biol. Plant.*, 49: 301-304.
- Karimi, G.; Ghorbanli, M.; Heidari, H.; Khavarinejad, R. A. and Assareh, M. H. (2005). The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in Kochia prostrate. *Biol. Plant.*, 49: 301-304.
- Kaya, C.; A. L.Tuna and A. M.Okant. (2010). Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. *Turk J. Agric.*, 34: 529-538.
- Kinraide, T. B. (1998). Three mechanisms for the calcium alleviations of mineral toxicity. *Plant Physiol.*, 118: 513-520.
- Kinraide, T. B. 1998. Three mechanisms for the calcium alleviations of mineral toxicity. *Plant Physiol.* 118: 513-520.
- Kirst, G. O. (1989). Salinity tolerance of eukaryotic marine algae. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 40: 21-53.

- Kukreja, S.; Nandwal, A. S.; Kumar, N.; Sharma, S. K.; Unvi, V. and Sharma, P.K. (2005). Plant water status, H₂O₂ scavenging enzymes, ethylene evolution and membrane integrity of *Cicer arietinum* roots as affected by salinity. *Biologia Plantarum.*, 49: 305-308.
- Kurth, E.; G. R. Cramer; A. Läuchli and E. Epstein. (1986). Effect of NaCl and CaCl₂ on cell enlargement and cell production in cotton root. *Plant Physiol.*, 82:1102-1106.
- Kusvuran, S. (2010). Influence of drought stress on growth, ion accumulation and antioxidative enzymes in okra genotypes. *Int. J. Agric. Biol.*, 14 (3): 401-406.
- Labudda, M. and Azam, F. M. S. (2014). Glutathione- dependent response of plant to drought a review. *Acta. Soc. Pol.* 83(1): 1-12.
- Lacerda, C. F.; J. Cambraia; M. A. Olira and H. A. Ruiz. (2003). Osmotic adjustment in roots and leaves of two sorghum genotypes under NaCl stress. *Braz. J. plant physiol.* 15(2): 1-11.
- Lindquist, Y.; Branden, C. L.; Mathew, F. S. and Lederer, F. (1991). Spinach glycolate oxidase and yeast flavocytochrome b2 are structurally homologous and evolutionarily related enzymes with distinctly different function and flavin mononucleotide binding. *J. Biol. Chem.* 266: 3198-3207.
- Longxing, M. T.; Xunzhang, Z.; Huancheng, P. and Jinmin, F. (2012). Exogenous glycine betaine ameliorates the adverse effect of salt stress on permennial rey grass. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 137(1): 38-46.
- López-Aguilar, R., Medina-Hernández, D., Ascencio-Valle, F., Troyo-Dieguez, E., Nieto-Garibay, A., Arce-Montoya, M., Larrinaga-Mayoral, J. A. and Gómez-Anduro, G. A. (2012). Differential responses of chiltepin (*Capsicum Annum Var. Glabriusculum*) and poblano (*Capsicum Annum Var. Annum*) hot peppers to salinity at the plantlet stage. *Afr. J. Biotechnol.*, 11(11): 2642-2653.

- Maas, E. V. and Grattan, S. R. (1999). Crop yields as affected by salinity. In R.W Skaggs and J. Van Schifgaarde, eds. Agric.
- Maghsoudi, K.; Eman, Y. and Shraf, M. (2015). Influence of polar application of silicon on chlorophyll fluorescence, photosynthentic pigment wheat cultivars. Turk. J. Bot., 39(1): 625-634.
- Mahajan, S. and Tuteja N. (2005). Cold, salinity and drought stresses. Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses. Arch. Biochem. and Biophys., 444 :139–158.
- Manivannan, P.; Jaleel, C. A.; Kishorekumar, A.; Sankar, B.; Somasundaram, R.; Sridharan, R. and Panneerselvam, R. (2007). Changes in antioxidant metabolism of *Vigna unguiculata* L. walp., by propiconazole under water deficit stress. Colloids Surf.B. Biointerfaces, 57: 69-74.
- Mansour, M. M. F. and Salam, K. H. A. (2004). Cellular basis of salinity tolerance in plants. Env. Ex. Bot., 52: 113-122.
- Marin, A.; Ferreres, F.; Tomes-Barberan, F. A. and Gil, M. I. (2004). Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Agric. Food. Chem., 52: 3861-3869.
- Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher plants 2nd edit. Academic Press. London.
- Materska, M., Piacente, S., Stochmal, A., Pizza, C., Oleszek, W. and Perucka, I. (2003). Isolation and structure elucidation of flavonoid and Phenolic acid derivatives from pericarp of hot pepper fruit *Capsicum annuum* L. Phytochemistry, 63: 893-898.
- Matt, K. J. (1970). Colorimetric determination of phosphorus in soil and plant materials with ascorbic acid. Soil Sci., 109: 214-220.

- McCollum, J. P. (1980). Producing Vegetable Crop 3rd ed. The Inter State Printer and Publisher. USA: 607 pp.
- McNeil, L.; Nuccio, A. and Gopalan, S. (2000). Choline import into chloroplast limits glycine betaine synthesis in tobacco, analysis of plants engineered with chloroplast or a cytosolic pathway. *Phytol.*, 167: 645-663.
- Mhamdi, A.; Queval, G., Chaouch, S., Vanderauwera, S., Van Breusegem, F. and Noctor, G. (2010). Catalase function in plants: a focus on *Arabidopsis* mutants as stress-mimic models. *J. Experimental Botany*, 61(15): 4197-4220.
- Mirza, H.; Kaùran, N. and Massayuki, F. (2013). Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt induced damages ecophysiology and responses of plants under salt stress. Chap(2): 25-86.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.*, 7: 405-410.
- Moharramenjad, S.; Sofalian, O.; Valizadeh, M.; Asgari, A. and Shiri, M. (2015). Proline, glycine betaine, total phenolics and pigment contents in response to osmotic stress. *J. Bio. Sci. Biotechnol.*, 4(3): 313-319.
- Molazem, D; E. M. Qurbanov and S. A. Dunyamaliyev. (2010). Role of proline, Na and chlorophyll content in salt tolerance of corn (*Zea mays* L.). *Am-Euras. J. Agric. and Environ. Sci.*, 9 (3): 319-324.
- Munns, R. (1993). Physiological processes limiting growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* 16: 15-24.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.*, 25: 239-250.
- Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. New species. *Plant and Soil*, 179: 25-33.

- Munns, R.; Passioura, J. B.; Guo, J.; Chazen, O. and Cramer, G. R. (2000). Water relations and leaf expansion: importance of time scale. *J. Exp. Bot.* 51: 1495-1504.
- Murakeozy, E. P.; Z. Nagy, C. Duhaze, A. Bouchera and Z. Tuba. (2003). Seasonal changes in the levels of compatible osmolytes in three Halophytic species of inland saline vegetation in Hungary. *J. Plant Physiol.*, 160: 395- 401.
- Navarro, M.; Garrido, C.; Carvajal, M. and Martinez, V. (2002). Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. *J. Horticult. Sci. Biotechnol.*, 77(1): 52-57.
- Neumann, P. M. (1995). Inhibition of Root Growth by Salinity Stress: Toxicity or Adaptive Biophysical Response In: Baluska, F., Ciamporova, M. Gasparikova, Developments in Plant and Soil Sciences. Kluwer Academic Publishers, Netherlands., pp. 299-304.
- Nimse, S. B. and Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Adv.*, 15(5): 27986-28006.
- Page, A. L.; Miller, R. H. and Kenney, D. R. (1982). Method of Soil Analysis. 2nd (ed), Agron. 9, Publisher, Madiason, Wisconsin.
- Pandey, G. K. (2015). Elucidation of Abiotic Stress Signaling in Plants. Springer, Berlin, Germany. 488 pp.
- Parida S. K.and A. B. Das. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants, *Ecotoxicol. Environ. Safety.* 60(3): 324-349.
- Rani, R. J. and Rose, M. (2012). Salt stress tolerance and stress proteins in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int. Res. J. Pharm.*, 3(3): 143-146.
- Reza, M. ;kaviani, B. and Masouleh , A.K. (2012). The effect of exogenous glycine betaine on yield of soybean in two contrasting cultivars pershing DPX under soil salinity stress POJ 5(2):87-93
- Rubio, J. S.; Sanchez, F. G.; Rubio, F.; Garcia, A. L. and Martinez, V. (2010). The importance of K^+ in ameliorating the negative effects of

- salt stress on the growth of pepper plants. *Europ. J. Hort. Sci.*, 75(1): 33-41.
- Sairam, R. K. and Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Curr. Sci.*, 86: 3-10.
- Sales, C.R.G.; Riberio, R.V.; Silveira, J.A.G.; Machado, M.C.; Martins, M. O. and Lgoa, A. M. M. A. (2013). Superoxide dismutase and ascorbate peroxidase improve the recovery of photosynthesis in sugarcane plants subjected to water deficit and low substrate temperature. *Plant Physiol. and Biochem.*, 73: 326-336.
- Sgherri, C.; Navari-Izzo, F.; Pardossi, A.; Soressi, G. P. and Izzo, R. (2007). The influence of diluted seawater and ripening stage on the content of antioxidants in fruits of different tomato genotypes. *J. Agric. Food. Chem.*, 55:2452-2458.
- Shao-Wei, L.; Tian-Lai, L. and Jing, J. (2010). Effects of tomato fruit under Na⁺ -salt and Cl⁻ -salt stresses on sucrose metabolism. *Afr. J. Agric. Rec.*, 5(16): 2227-2231.
- Sharp, R. E.; Hsiao, T. C. and Silk, W. K. (1990). Growth of maize primary root at low water potentials. II. Role of growth and deposition of hexose and potassium in osmotic adjustment. *Plant Physiol.*, 93: 1070-1076.
- Shibli, R. A.; Kushad, M.; Yousef, G.G. and Lila, M.A. (2007). Physiological and biochemical responses of tomato microshoots to induced salinity stress with associated ethylene accumulation. *Plant Growth Regulation.*, 51: 159-169.
- Shinde, S.; Patil, N. and Tendolkar, A. (2004). Coenzyme Q10: A Review of Essential Functions. *Inter. J. Nutrition and Wellness*, 1(2):1-9.
- Singh, V. K.; Beattie, L. A. and Saed, T. M. (2013). Vitamin E: tocopherols and tocotrienols as potential radiation countermeasures. *J. Radiat. Res.*, 54(6): 973-988.

- Srivastava, S. and Srivastava, A. K. (2015). Lycopene chemistry, biosynthesis, metabolism and degradation under various abiotic parameters. *J. of Food Sci. Technol.*, 52(1): 41-53.
- Sirvastava .R.P and Kumar .S (2004) Fruits and vegetables preservation principles and practice 3 ed N.Y. USA PP474
- Sudradjak, A.; Jufri, A. F.; Sulistyono. (2016). Studies on the effects of silicon and antitranspirant on Chili pepper (*Capsicum annum* L.). growth and Yield. *European J of Sci. Res.*, 137(1): 5-10.
- Tantawy A.S.‘ Salma .Y.A.M‘ EL-Nemr M.A.(2015) and Nano Silico Application improves Salinity Tolerance of Sweet Pepper Plant. International Journaly Chem Tech Research Vol.8‘ NO .10 PP 11-17
- Tas, B. and H. Basar. (2009). Effects of various salt compounds and their combinations on growth and stress indicators in maize (*Zea mays* L.). *African J. Agric. Research.* 4 (3): 156-161.
- Tester, M. and Davenport, R. J. (2003). Na^+ transport and Na^+ tolerance in higher plants. *Ann. Bot.*, 91: 503-27.
- Thompson, J. E.; Legge, R. L. and Barber, R.F. (1987). The role of free radicals in senescence and wounding. *New Phytologist.*, 105: 317-344.
- Touchette, B. W.; Smith, G. A.; Rhodes, K. L.; and Poole, M. (2009). Tolerance and avoidance: two contrasting physiological responses to salt stress in mature marsh halophytes *Juncus Roemerianus scheele* and *Spartina Alterniflora loisel*. *J. Exper. Marine Biol. and Ecol.*, 380:106–112.
- Turan, M. A.; A. H. Elkarim, N. Taban and S. Taban. (2009). Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. *Afr. J. Agric. Res.*, 4(9): 893-897.

- Varela-López, A.; Giampieri, F.; Battino, M. and Quiles, J. L. (2016). Coenzyme Q and its role in the dietary therapy against aging. *Molecules*, 21(373): 2-26.
- Vernoux, T., Besnard, F. and Traas, J. (2010). Auxin at the shoot apical meristem. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.*, 2:1-14.
- Verma, S. K. and Verma, M. (2008). *A Text Book of Plant Physiology, Biochemistry and Biotechnology*. 9th ed., India.
- Vopyan, V. G. (1984). *Agricultural Chemistry*. English Translation. Mir publisher. 1st.
- Wang , X. (2014). *Phospholipases in Plant Signaling* . Springer , Berlin ,Germany. 228P.
- Wu, Q. S.; Y. N. Zou and R. X. Xia. (2006). Effect of water stress and arbuscular mycorrhizal fungi on reactive oxygen metabolism and antioxidant production by (*Citrus tangerine*) roots. *European J. Soil Biol.*, 42: 166-172.
- Yew, C. K.; Balakrishnan, B.; Sundasekaran, J. and Subramaniam, S. (2010). The effect of cytokines on in vitro shoot length and multiplication of *Hymenocallis littoralis*. *J. Med. Plants Res.*, 4(24): 2641-2646.
- Yiu, J. C.; Tseng, M. J.; Liu, C.W. and Kuo, C.T. (2012). Modulation of NaCl stress in *Capsicum annuum* L. seedlings by catechin. *Scientia Horticulture*, 134(1): 200-209.
- Yong, H.; Jing, Y.; Biao, Z. and Zhu-Jun, Z. (2013). Low Root zone temperature exacerbates the ion imbalance and photosynthesis inhibition and induces antioxidant responses in tomato plants under salinity of integrative agriculture .Doi:10.1016/S2095-3119(13)60586-9.
- Yongzing, Z. and Haijun, G. (2014). Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerant in plants. *Agro. Sci. J.*, 34(2): 455-472.

- Zapata, P. J.; Serrano, M.; Pretel, M. T. and Botella, M. A. (2008). Changes in free polyamine concentration induced by salt stress in seedlings of different species. *Plant Growth Regul.*, 56: 167-177.
- Zhang, L. X.; G. Mei, L. Shiqing, L. Shengxiu and L. Zongsuo. (2011). Moddulation of Plant Growth, Water Status and Antioxidantive system of two Maize (*Zea mays* L.) cultivars induced by exogenous Glycinebetaine under long term mild drought stress . *Pak. J. Bot.*, 43(3): 1587-1594.
- Zhani, k.; Elouer, M. A.; Aloui, H. and Hannachi, C. (2012). Selection of a salt tolerant Tunisian cultivar of Chili pepper (*Camsicum frutescens*). *Eurasia. J. Bio. Sci.*, 6: 47-59.
- Zhu, J. K. (2003). Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Plant Biol.*, 6: 441-445.
- Zhu, J. K. (2007). Plant salt stress. Advanced Article. *Encyclopaedia of Life Sciences*. John Wiley and Sons, Ltd.

Summary

The experiment was conducted using plastic pots in green house belong to botanical Garden of the Department of Biology, College of Education for Pure Sciences (Ibn Al-Haitham), University of Baghdad for the season 2017-2018. The purpose of this study is to investigate the effect of different concentrations of sodium chloride (0, 100, 150) mmol. L⁻¹ as well as silicon (0, 1.5, 3) mmol. L⁻¹ and glycine betaine (0 ,100) mmol. L⁻¹ the triple overlap and their effect on the pepper plant (*C. annuum* L) and reduce the harmful effects of sodium chloride. Some phenotypic qualities, plant height, stem diameter and leaf area, dry weight for two period, protein ,carbohydrates, absolute growth rate, element concentration, chlorophyll content, SOS antioxidant enzymes, POD, CAT were studied and non-enzymatic antioxidants.

The experiment was designed using the Completely Randomized Design (CRD) . with three concentration of sodium chloride, two concentrations of GB , three concentration of silicon element with three replicates 3 x 2 x 3 x 3 which included 54 experimental units, with agricultural operations conducted from irrigation and remove weeds. Results can be summarized obtained as follows:

1. The results indicated that sodium chloride concentrations increased from zero to 150 mmol. L⁻¹ resulted in decreasing in the rates of morphological (phenotypic) and functional (physiological) qualities with a moral increase in the content of sodium and chloride in plant tissues, plant height , stem diameter, the effectiveness rate of the SOD enzyme increased from 8.34 to 32.14 units. mg. Protein⁻¹ and POD enzyme from 7.21 to 25.67 units. mg. Protein⁻¹ CAT enzyme from 5.86 to 22.09 units. mg. Protein⁻¹



2. Plant spraying with glycine betaine concentration 100 mmol. L^{-1} caused a high increase in all percentage of phenotypic and biochemical and physiological qualities, as well as resulting in a moral decrease in sodium and chloride concentration, respectively, as the height and diameter of the leg increased as well as a high increase of the carotenoids and there was an increase in the rates all the phenotypic and physiological qualities.
3. Silicon spraying led to a an increase in all means of phenotypic and physiological qualities, resulting in a moral increase in the rate of the number of many plant characters soft o, in the concentration of the elements of nitrogen and phosphorus, and potassium content and increase of the content of total Chlorophyll, as well as increase in the rates of all qualities when the silicon concentration increases from 1.5 to 3 mmol. L^{-1} .
4. The bilateral overlap of glycine betaine 100 mmol. L^{-1} and silicon 3 mmol. L^{-1} has played a positive role in reducing the negative effects of sodium chloride, as the study indicated.
5. The results of the study showed a clear role for the use of glycine betaine and silicon to reduce the negative effects of sodium chloride through the triple interference of the study factors, particularly at the concentration of 100 mmol. L^{-1} glycine betaine and 3 mmol. L^{-1} silicon at concentration of 150 mmol. L^{-1} sodium chloride.

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Baghdad
College of Education for Pure Science
(Ibn Al-Haitham)
Department of Biology



Effect of Treatment with Silicon and Glycine betaine in Salt Tolerance of Pepper plant *Capsicum annuum*

A thesis

*Submitted to the College of Education for Pure Sciences / Ibn Al-Haitham of
the University of Baghdad in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Degree of Master of Sciences*

In

Biology / Botany/ Plant Physiology

By
Mohammaed Jawad Hussien

(B.Sc., Basrah University, 1970)

(Higher Diploma in Genetic Engineering and Biotechnology,
University of Baghdad, 2015)

Supervised By
Dr. Assad Kadhim Abdullah

1440 A.H.

2019 A.D