تأثير السليكون في التحمل الملحي لصنفين من الطماطة (*Lycopersicon esculentum* Mill.) على مؤشرات النمو الخضري

مؤيد فاضل عباس* عواطف نعمة جري* ناصر جبير راضي**

كلية الزراعة– جامعة البصرة * كلية الزراعة– جامعة الكوفة **

المستخلص

أُجريت الدراسة خلال موسمي النمو 2015 و2016 في أحد المزارع الأهلية في قضاء الكوفة / النجف بهدف دراسة تحسين التحمل الملحي لنبات الطماطة (*Lycopersicon esculentum* Mill.) عن طريق المعاملة الخارجية بعنصر السليكون. وقد شملت الدراسة 40 معاملة وهي أربعة تراكيز لملوحة ماء الري (2.5 و 5 و 7.5 و10) ديسيسمنز م$^{-1}$ ، وصنفين هجينين من نبات الطماطة (علا و مجد)، وخمسة تراكيز من السليكون(0 و 50 و 100 و 150 و 200) ملغم لتر$^{-1}$. وقد تم أستعمال نظام القطع المنشقة المنشقة (Split–Split Plot Design) بتجربة عاملية بثلاث عوامل وثلاث مكررات ، وقورنت الفروق بين المتوسطات بأستخدام اقل فرق معنوي LSD عند مستوى إحتمال 0.05. وقد تمت دراسة المعاملات المشار اليها وتداخلاتها في مؤشرات النمو الخضري المتمثلة في طول النبات وعدد الافرع الجانبية وعدد الأوراق والمساحة الورقية، وكذلك الوزن الجاف للمجموع الخضري. إذ أدت مستويات ماء الري 7.5 و10 ديسيسمنز.م$^{-1}$الى إنخفاض معنوي في كل من مؤشرات النمو الخضري أعلاه ولكلا موسمي النمو. أما المعاملة الخارجية بالسليكون ، فقد أدت الى زيادة معنوية في جميع مؤشرات النمو الخضري ولكلا موسمي النمو. وقد تفوق الصنف مجد على الصنف علا في جميع مؤشرات النمو الخضري المدروسة ولكلا موسمي النمو. أما التداخلات بين عوامل التجربة فقد كانت معنوية في تأثيرها على مؤشرات النمو الخضري ولكلا موسمي النمو.

الكلمات المفتاحية: سليكون، شد ملحي، طماطة، نمو خضري

البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الثالث.

Effect of silicon on salinity tolerance of two tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars 1- vegetative growth characteristies

Muayed Fadhil Abbas* Awatif Neamah Jerry* Nasser Jubair Radhi**
Faculty of Agriculture. University of Basrah* Faculty of Agriculture. University of Kufa**

Abstract

The study was conducted elwing two growing seasons (2015 and 2016) in aprivate farm in Kufa-Najaf,with the objective of improving salinity tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) with exogenous application of silicon. The study included 40 treatments, whil were four levels of irrigation water salinity (2.5, 5.0, 7.5 or 10 ds.m^{-1}) , two tomato cultivars (Aulla and Majid) and five concentration of silicon (0 , 50 , 100 , 150 , or 200 mg l^{-1}). Asplit-split plot design was used in afactorial experiment with three factors and three replicates. The results were analyzed using analysis of ariauce and treatment means were comparod using the least significant differences (LSD) at 0.05. The effect of the above treatment were studied on vegetative growth characteristies were plant length ,number of side shrots,leaf number,leaf area as well as dry weights of the shrot sytem, Irragation water salinity at 7.5 and 10.0 ds m^{-1} caused a significant decrease in vegetative growth characteristies for both growing seasons. Exogenous treatment with silicon caused a significant increace in all vegetative growth characteristies, for both growing seasons. As for the effect of cultivars, the cultivar Majid was superior in all vegetative growth characteristies, as compred with cv. Aulla, for both growing seasons. As for interactions among treatments, they were significant in thair effects on vegetative growth characteristies and for both seasons.

Key words: Silicon, Salt stress, Tomato, Vegetative growth

***Part of Ph.D dissertation of the thirst author**

المقدمة

ينتمي نبات الطماطة الى جنس *Lycopersicon* الذي يضم حوالي 12 نوعاً والأسم العلمي له *Lycopersicon esculentum* Mill. وهو يعود الى العائلة الباذنجانية Solanaceae التي تضم نحو 90 جنساً و 2000 نوع من النباتات (16).

تعد الملوحة (ملوحة التربة أو ماء الري) من أهم المشاكل التي تواجه الزراعة على نطاق عالمي وعلى وجه الخصوص في المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم (25) تؤثر الملوحة في ما يقارب من 20% من الأراضي المروية في العالم ويعد العراق في مقدمة البلدان العربية والآسيوية من حيث المساحة الكلية المتأثرة بالملوحة (8). وقد تفاقمت مشكلة الملوحة في العراق في السنوات الأخيرة بسبب شحة الأمطار والموارد المائية وتدهور نوعيتها وسوء أدارتها. أن نباتات الطماطة المزروعة تصنف على انها متوسطة الحساسية للملوحة، والتي تعني أنها تستطيع أن تتحمل مستوى ملوحة يصل الى *2.5* ديسيسمنز م$^{-1}$ بدون حدوث فقد في الحاصل،

في حين يزداد الفقد بالحاصل مع ازدياد مستويات الملوحة عن ذلك المستوى. ولغرض زراعة نباتات الطماطة في الأراضي المتأثرة بالملوحة أو تروي بمياه ذات مستويات ملوحة عالية مثل مياه المبازل والآبار، فأنه من الضروري أستخدام بعض التقانات التي تعمل على زيادة تحمل نباتات الطماطة للملوحة ومن ثم تقليل الآثار الضارة للملوحة، ومن الطبيعي فأن أفضل وسيلة لتحقيق ذلك هو في استنباط أصناف متحملة للملوحة (salt tolerant cultivars)، الا أن هذا الهدف صعب التحقيق في الوقت الحاضر لأسباب عدة (11)، لذا من الضروري استخدام بعض التقانات البديلة في الوقت الحاضر بهدف تحسين التحمل الملحي لنبات الطماطة، ومن هذه التقانات البديلة هي استخدام بعض العناصر المعدنية nutrients (6). ومن العناصر المعدنية التي بدأ أستخدامها في السنوات الآخيرة في تقليل الآثار الضارة للملوحة هو عنصر السليكون (Si) على الرغم من أن عنصر السليكون غير موجود في قائمة العناصر الضرورية لنمو النبات (essential elements) الا أنه يعد واحداً من أهم العناصر المفيدة (beneficial elements) لنمو النبات وله أدوار مهمة في العديد من العمليات الفسيولوجية، والتي من أهمها تحسين فعالية التمثيل الضوئي، زيادة فعالية الجذور لإمتصاص المغذيات الضرورية لنمو النبات وتطوره، التقليل من سمية أيونات Na^+، زيادة نسبة K^+: Na^+، زيادة فعالية الأنزيمات المضادة للأكسدة، التقليل من سمية العناصر الثقيلة (1 و20). كما أنه يعمل على تقوية جدران الخلايا مما يؤدي الى الدعم الميكانيكي للأجزاء الهوائية للنبات (12). إذ انه يحفز النبات على تطوير بعضا من الأليات التي تمكنه من مقاومة أو تحمل مختلف ظروف الشد سواء الشد الحيوي أو اللاحيوي وخصوصاَ عند ظروف الشد الملحي (20).

المـواد وطـرائق الـعمـل

نفذت التجربة في الموسمين الزراعيين الصيفيين 2015 و 2016 في إحدى مزارع القطاع الخاص في قضاء الكوفة محافظة النجف، والمبينة خواصها في جدول 1. تم أختيار أصناف الطماطة بناءا على توصيات مديرية الزراعة في محافظة النجف ، وهما صنفين هجينين محدودي النمو هما هجين علاَ والآخر مجد والمنتجة من شركة Seminis الهولندية لسنة 2014 . وقد شملت الدراسة تاثير الرش بالسليكون في تحمل صنفي نبات الطماطة للشد الملحي في بعض مؤشرات النمو الخضري، وقد كانت المعاملات كما يأتي:

1- الرش بالسليكون: رشَّت النباتات بالسليكون على صورة سليكات البوتاسيوم K_2SiO_3 وبخمسة تراكيز هي (0 و 50 و 100 و 150 و 200) ملغم لتر$^{-1}$وبواقع رشتان تبدأ بعد ثلاثة أسابيع من الشتل وبفاصل 15 يوم بين الرشة الأولى والثانية.

2- الصنف ويشمل صنفين هجينين من الطماطة هما علا(C_1) و مجد(C_2).

3- ملوحة مياه الري : رويت النباتات بأربعة مستويات وهي (2.5 و 5 و 7.5 و10) ديسيسمنز م$^{-1}$ باستعمال منظومة الري بالتنقيط ويوضح الجدول (1) التحليل الكيميائي لكل نوع من مياه الري. أستعمل نظام

القطع المنشقة المنشقة Split–Split Plot Design، إذ تمثل مستويات ملوحة مياه الري القطع الرئيسة Main plots في حين عدَّت معاملات الصنف القطع الثانوية Sub ـ Plots ومعاملات الرش بالسليكون القطع تحت الثانوية Sub–Sub–Plots. وبذلك بلغ عدد المعاملات 40 معاملة هي عبارة عن عدد الوحدات التجريبية للمكرر الواحد (4× 2× 5) وبثلاث مكررات وبلغ العدد الكلي 120 وحدة تجريبية وبواقع 16 نبات لكل وحدة تجريبية. تم زراعة بذور كلا الصنفين في أطباق الفلين ذات 209 عيناً بعد ملئها بوسط زراعي يحتوي على تربة رملية وبتموس مستورد الماني المنشأ بنسبة 1:1 على الترتيب ، وزرعت بذرة واحدة في كل عين بتاريخ 5/2/2015 و 1/2/2016 للموسم الأول والثاني على الترتيب، أجريت جميع عمليات الخدمة المؤصى بها للشتلات ، رويت النباتات بعد نقلها للحقل المكشوف وبحسب المعاملات الملحية لماء الري بعد 3 أسابيع من الشتل بواسطة خزانات بلاستيكية كانت معدة لهذا الغرض ، حضرت المستوبات الملحية الاربع لماء الري وهي (2.5 و 5 و 7.5 و10) ديسيسمنز م$^{-1}$ عن طريق خلط مياه النهر ذات إيصالية كهربائية (EC) 1.23 ديسيسمنز.م$^{-1}$ مع مياه البئر ذات EC 6.24 ديسيسمنز.م$^{-1}$ بوصفهما المصدرين الرئيسة للري في منطقة الدراسة إذ تم خلطها داخل خزانات بلاستيكية سعة 1000 لتر لكل مستوى ملحي من مستويات الدراسة وبنسب تم إعدادها مسبقاً خاصة بكل مستوى ملحي مع أضافة ملح كلوريد الصوديم للوصول للمستوى 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ ، ويتم التأكد من الوصول إلى المستوى الملحي المطلوب من خلال قياس ملوحة المياه المخلوطة داخل كل خزان وبشكل يومي بواسطة جهاز الأيصالية الكهربائية اليدوي المتنقل.

القياسات التجريبية:-

مؤشرات النمو الخضري تم قياسها قبل نهاية كل موسم بأسبوعين.

أختيرت عشوائيا خمس نباتات من كل وحدة تجريبية للمكررات الثلاث ووضع عليها علامات دالة لأجل قياس مؤشراتها الخضرية و قد شملت تلك المؤشرات ما يأتي :

طول النبات (سم): تم قياسه من منطقة اتصال الساق الرئيس بالتربة حتى القمة النامية لأطول فرع مثمر بواسطة شريط قياس مدرج .

عدد الأفرع الجانبية للنبات الواحد (فرع نبات$^{-1}$): تم حساب عدد الأفرع المتكونة للنبات الواحد.

عدد الأوراق الكلي (ورقة نبات$^{-1}$): حُسِب عدد الأوراق ثم أخذ معدل عدد الأوراق للنبات.

المساحة الورقية (دسم ^{2} نبات$^{-1}$): حُسِبت المساحة الورقية ،إذ أخذت ثلاث أوراق من كل نبات من النباتات المختارة تمثل قدر الإمكان النبات، قطعت مساحة (4 سم ^{2}) من كل ورقة من الأوراق الثلاثة وتم تجفيفهما في فرن كهربائي على درجة 70 م$^{\circ}$ ولحين تمام جفافها و سجل وزنها الجاف.

ثم حُسِبت المساحة الورقية كما في المعادلة الآتية وبحسب (31):

$$\text{المساحة الورقية للنبات (دسم}^2) = \frac{\text{معدل الوزن الجاف للورقة (غم) × مساحة المربع المقطوع (سم}^2) \times \text{عدد أوراق النبات}}{\text{الوزن الجاف للمساحة المقطوعة (غم)}} \times 100$$

الوزن الجاف للمجموع الخضري (الأوراق والسيقان)غم : أخذت ثلاث نباتات من كل وحدة تجريبية جففت النباتات لحساب الوزن الجاف للمجموع الخضري وذلك بوضعها في الظل لمدة 15- 10 يوماً مع تقليبها باستمرار لحين تمام جفافها وسجل بعد ذلك الوزن الجاف.

جدول(1) : بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية قبل الزراعة لتربة الحقل لموسمي النمو 2015 و2016

خواص التربة		2015	2016
درجة التوصيل الكهربائي (E.C) (ديسمنز.م$^{-1}$)		2.09	2.14
درجة الآس الهيدروجيني (pH)		7.12	7.28
الآيونات الذائبة (مليمول. لتر$^{-1}$)	Na+	0.93	1.02
	Ca++	3.69	3.78
	Mg++	7.53	8.19
	$SO4^{--}$	8.05	7.46
	Cl^{-}	8.67	8.74
	$HCO3^{-}$	1.5	1.5
النتروجين الجاهز	ملغم.كغم$^{-1}$	18.3	16.64
الفسفور الجاهز		3.75	3.5
البوتاسيوم الجاهز		92.6	96.85
المادة العضوية (غم.كغم$^{-1}$)		21.5	21.5
مفصولات التربة (%)			
رمل		12.4	11.8
غرين		46.6	49.2
طين		41	39
نسجة التربة		طينية غرينية	طينية غرينية

جدول (2): التحليل الكيميائي لعينات مياه الري لموسمي النمو 2015 و2016

الصفة	موسم النمو 2015				موسم النمو 2016			
	مستويات ملوحة مياه الري (ديسسمنز م$^{-1}$)							
	2.5	5	7.5	10	2.5	5	7.5	10
pH	7.14	7.06	7.12	8.02	7.12	7.05	7.23	8.35
SAR (مليمول لتر$^{-1}$)	2.73	7.44	10.69	14.08	2.8	7.95	10.55	13.9
الآيونات الذائبة (مليمول لتر$^{-1}$)								
Ca++	3.29	4.86	6.53	9.41	3.32	4.64	7.01	10.15
Mg++	2.5	12.37	14.54	16.12	2.56	11.9	14.08	15.96
Na+	5.13	22.82	34.61	59.5	7.23	26.5	40.25	63.03
Cl^-	9.5	25.2	32.97	51.4	11.65	24.75	34.02	58.45
K^+	0.19	0.39	0.61	0.67	0.14	0.27	0.58	0.69
$SO4^{--}$	5.1	17.31	24.3	33	6.22	19.4	27.05	35.11
$HCO3^-$	3	3.05	3.36	3.54	3.15	3.21	3.48	3.6
صنف الماء	C1S1	C1S1	C1S2	C2S2	C1S1	C1S1	C1S2	C2S2

***تم التحليل في مختبرات قسم علوم التربة والموارد المائية كلية الزراعة ـ جامعة الكوفة**

النتائج والمناقشة:-

طول النبات: يوضح الجدول (3) التأثيرات الرئيسة لمستويات ملوحة ماء الري وتركيز السليكون والأصناف وتداخلاتها في معدل طول النبات ولموسمي النمو، حيث يلاحظ إنخفاض معنوي في طول النبات بزيادة مستويات الملوحة ، وقد كان أقل طول للنبات عند المستوى الملحي 10 ديسيسمنز.م$^{-1}$إذ بلغ 43.62 و 47.87 سم بالمقارنة مع مستوى ملوحة ماء الري 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ والتي بلغ فيها طول النبات 59.00 و 61.03 سم ولكلا موسمي النمو على الترتيب.

ويعود هذا الإنخفاض في طول نبات الطماطة بالدرجة الرئيسة عند زيادة ملوحة ماء الري وعلى وجه الخصوص عند المستوى الملحي 7.5 و 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ الى التراكيز العالية لملوحة ماء الري وأثرها في تثبيط النمو ،إذ أن الملوحة تؤثر في أمتصاص الماء حيث تقل عملية أمتصاص الماء بدرجة كبيرة مما يؤثر سلباً في عملية إنقسام الخلايا و إستطالتها، مما يؤثر سلبا في طول النبات. كما أن تثبيط النمو الناتج من تعرض النباتات لمستويات عالية من الملوحة يعود جزئياً الى أستهلاك جزء كبير من الطاقة التنفسية في عملية التكيف الآزموزي للنبات (Osmoregulation) بدلاً من إستعمال الطاقة في عملية النمو(19 و23) ، كما تؤدي المستويات الملحية العالية الى حدوث إختلال في التوازن الآيوني(30)، فضلاً عن حدوث إختلال في التوازن الهرموني، حيث تقل تراكيز الهرمونات النباتية المشجعة للنمو مثل الاوكسينات والجبرلينات، بينما تحدث زيادة في

مستويات الهرمونات النباتية المانعة للنمو وخصوصاً حامض الابسيسك ABA ، الأمر الذي يؤدي الى إنخفاض في طول النبات. أن تثبيط طول النبات بفعل المستوبات العالية قد أشار اليها باحثين عدة مع أصناف أخرى من الطماطة (2 و 26). ويوضح الجدول ذاته التاثير الرئيس للصنف في معدل طول النبات، حيث يلاحظ أن هناك فروقاً معنوية، حيث تفوق الصنف مجد(C2) في معدل طول نباتاته على الصنف علا(C1) بنسبة زيادة بلغت 4.19 و 4.14 % ولكلا موسمي النمو، إن هذه الاختلافات في أطوال الأصناف قد تعود الى الأختلافات في ظروفها الفسيولوجية والتي تعود الى أسباب وراثية. إن إختلاف أطوال إصناف الطماطة قد وجدته (3).

جدول (3): تأثير السليكون والصنف ومستوى ملوحة ماء الري وتداخلاتها في طول النبات (سم) لنبات الطماطة ولموسمي النمو

مستوى ملوحة ماء الري ds/m	الصنف C1 علا C2 مجد	موسم النموالصيفي 2015 Si (ملغم لتر$^{-1}$) 0	50	100	150	200	الصنف X مستوى ملوحة ماء الري	موسم النموالصيفي 2016 Si (ملغم لتر$^{-1}$) 0	50	100	150	200	الصنف X مستوى ملوحة ماء الري
2.5	C1	52.94	53.68	55.88	59.12	60.87	56.50	56.49	57.60	58.00	61.28	61.54	58.98
	C2	58.80	60.15	61.19	63.17	64.18	61.50	59.51	63.12	63.48	64.51	64.79	63.08
5	C1	49.53	51.13	51.28	52.12	52.62	51.33	52.19	53.02	53.37	53.63	53.80	53.20
	C2	50.19	50.98	51.84	52.68	52.66	51.67	54.28	55.52	56.05	56.30	56.48	55.73
7.5	C1	46.07	46.02	46.14	46.65	47.10	46.40	48.16	49.02	49.66	50.51	50.67	49.60
	C2	46.60	47.51	47.91	48.63	49.01	47.93	49.06	50.37	51.11	51.46	51.76	50.75
10	C1	41.42	42.03	42.52	44.13	44.47	42.91	46.45	47.01	47.53	47.87	48.12	47.40
	C2	42.94	43.83	44.64	44.92	45.29	44.32	46.61	47.86	48.68	49.09	49.45	48.34
LSD 0.05		1.07					0.73	0.65					0.39
معدل تأثير Si		48.56	49.42	50.17	51.43	52.03	تأثير مستوى ملوحة	51.59	52.94	53.49	54.33	54.58	تأثير مستوى ملوحة

						ماء الري						ماء الري
LSD 0.05		0.32					0.21					
مستوى ملوحة ماء الري X Si	2.5	55.87	56.91	58.54	61.15	62.53	59.00	58.00	60.36	60.74	62.89	63.16	61.03
	5	49.86	51.06	51.56	52.40	52.64	51.50	53.24	54.27	54.71	54.97	55.14	54.46
	7.5	46.34	46.77	47.02	47.64	48.06	47.16	48.61	49.70	50.39	50.99	51.22	50.18
	10	42.18	42.93	43.58	44.53	44.88	43.62	46.53	47.44	48.11	48.48	48.78	47.87
LSD 0.05		0.81					0.65	0.51					0.38
							تأثير الصنف						تأثير الصنف
الصنف X Si	C1	47.49	48.21	48.95	50.51	51.27	49.29	50.82	51.67	52.14	53.32	53.53	52.30
	C2	49.63	50.62	51.39	52.35	52.79	51.36	52.37	54.22	54.83	55.34	55.62	54.47
LSD 0.05		0.50					0.32	0.29					0.11

كما يتضح من الجدول ذاته التأثير الرئيس للمعاملة الخارجية بالسليكون في معدل طول النبات (سم) ، حيث يلاحظ حدوث زيادة معنوية في طول النبات مع زيادة التراكيز المستعملة ولكلا موسمي النمو. وقد تعزى الزيادة في طول النبات عند المعاملة بالسليكون هو بوصفها احد الوسائل التي تعمل على زيادة التحمُّل الملحي للنبات من خلال زيادة نسبة K^+ : Na^+ تحت ظروف الشد الملحي، ويعتقد ان دور عنصر السليكون في تقليل اضرار الملوحة تعود الى تأثيرات هذا العنصر في زيادة فعالية المجموع الجذري، والتقليل من سرعة النتح ، وكذلك زيادة فعالية البروتينات الناقلة للآيونات الموجودة في الغشاء البلازمي الخارجي وكذلك الغشاء الفجوي (20). إن الزيادة في طول النبات عند المعاملة بالسليكون في النباتات النامية تحت الشد الملحي جاءت مماثلة مع نتائج (13) مع أصناف آخرى من نباتات الطماطة. أما بالنسبة للتداخلات الثنائية، فيلحظ أن هناك تداخلاً معنوياً بين الصنف ومستوى ماء الري في معدل طول النبات، بمعنى أن تأثيرات الملوحة في طول النبات قد تأثرت بالصنف، حيث كان الأنخفاض في طول النبات أكثر في الصنف علا مقارنة بالصنف مجد.وقد تم الحصول على أعلى معدل لطول النبات وقدره 61.50 و 63.08 سم عند المعاملة الملحية 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ في الصنف مجد ولكلا موسمي النمو على الترتيب ، في حين كان أقل معدل لطول النبات عند مستوى ملوحة 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ في الصنف علا حيث بلغت 42.91 و47.40 سم ولكلا موسمي النمو على الترتيب.

كما أشارت النتائج إن التداخل الثنائي بين مستويات ملوحة ماء الري والمعاملة بالسليكون كان أيضاً معنوياً ولكلا موسمي النمو، حيث أعطت معاملة النباتات المروية بمستوى ملوحة ماء الري 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ والسليكون بالتركيز 200 ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى معدل لطول النبات بلغ 62.53 و 63.16 سم ، فيما كان أقل معدل لطول النبات في النباتات المروية بمستوى ملوحة ماء ري 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ في النباتات غير المعاملة

بالسليكون والتي بلغت 42.18 و 46.53 سم و لكلا موسمي النمو على الترتيب. أما في حالة التداخل بين الصنف ومستويات السليكون، فقد كان التداخل معنوياً ولكلا موسمي النمو، إذ أعطت نباتات الصنف مجد والمعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$ من السليكون أعلى معدل لطول النبات بلغ 52.79 و55.62 سم ، في حين كان أقل معدل لطول النبات في نباتات الصنف علا غير المعاملة بالسليكون بلغت47.49 و50.82 سم لموسمي النمو على الترتيب. أما بخصوص التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة، فقد كان معنوياً، بمعنى أن المعاملة بالسليكون قد أدت الى زيادة معدل طول النبات تحت الظروف الملحية، وقد أعتمد ذلك على الصنف، حيث كان التأثير أكثر وضوحاً في الصنف مجد، وقد كان أعلى معدل لطول النبات في النباتات المعاملة بالسليكون بتركيز 200 ملغم.لتر$^{-1}$ في الصنف مجد 64.18 و64.79 سم عند المعاملة الملحية 2.5 ديسيسمنز.م$^{-1}$، في حين كان أقصر طول لها 41.42 و46.45 سم عند المعاملة الملحية 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ في الصنف علا غير المعاملة بالسليكون ولكلا موسمي النمو على الترتيب.

عدد التفرعات الجانبية : ويوضح الجدول (4) التأثيرات الرئيسة لمستويات الملوحة والصنف والمعاملة بالسليكون في معدل عدد التفرعات الجانبية (فرع. نبات$^{-1}$)، إذ يلاحظ أن ملوحة ماء الري بمستوى 5 ديسيسمنز م$^{-1}$ قد أدت الى زيادة معنوية في معدل عدد التفرعات الجانبية حيث بلغ 6.80 و 7.42 فرع نبات$^{-1}$ ولكلا موسمي النمو، ومع زيادة مستويات ملوحة ماء الري أحدث هبوط معنوي في معدل عدد التفرعات الجانبية. أن زيادة عدد التفرعات الجانبية بفعل المستوى 5 ديسيسمنز م$^{-1}$ لماء الري قد تعود الى أن هذا المستوى ضروري لحدوث عملية النمو بصورة مناسبة بسبب تأثيرها في التركيز الأزموزي لوسط النمو، بحيث يسمح لخلايا النبات وأنسجته المختلفة أن تعمل بصورة طبيعية بما في ذلك أمتصاص النبات للماء والأيونات وتخليق الهرمونات النباتية مما أنعكس أيجابياً في زيادة عدد التفرعات الجانبية ، ألا أن أستخدام المستوبات العالية من ملوحة ماء الري (7.5 و 10 ديسيسمنز م$^{-1}$) قد أدت الى تثبيط عدد التفرعات بصورة معنوية، إذ أن لزيادة ملوحة ماء الري تأثيرات سلبية في نمو وتطور وتكشف النبات، إذ أن زيادة تركيز بعض الأملاح فأنها تعمل على خفض قيمة الجهد المائي وكذلك أختلال في التوازن الآيوني مما يؤدي الى قلة توسع الخلايا وهذا يصاحبه هبوط في كفاءة التمثيل الضوئي، وهذه الأسباب مجتمعة من شأنها التقليل من عدد التفرعات الجانبية المتكونة للنبات. أن تأثير ملوحة ماء الري في تثبيط عدد التفرعات الجانبية في نباتات الطماطة جاءت مماثلة مع ما توصل أليه (5 و 28) مع أصناف آخرى من نباتات الطماطة.

كما بينت النتائج المعروضة في الجدول ذاته أختلافاً معنوياً بين صنفي علا ومجد في معدل عدد التفرعات الجانبية ،إذ تفوقّت نباتات الصنف مجد معنوياً ولكلا موسمي النمو، مقارنة بنباتات الصنف علا وبنسبة زيادة بلغت 11.71 و 8.15 % لموسمي النمو على الترتيب. أن الأختلاف بين الأصناف في عدد التفرعات الجانبية لنبات الطماطة قد تعود الى العوامل الوراثية والتي تؤثر بدورها في مؤشرات النمو ، وكذلك

على حساسية هذة الأصناف على تحمل المستوبات الملحية لماء الري. كما دلت نتائج الجدول ذاته بأن للمعاملة بالسليكون تأثير معنوي في معدل عدد التفرعات الجانبية ، وازداد التأثير كلما ازداد التركيز المستعمل الى ان وصل الى أعلى معدل لعدد التفرعات الجانبية وقدره 6.38 و7.34 فرع نبات$^{-1}$ عند المعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$ ، مقارنة في النباتات التي لم تعامل بالسليكون ، إذ بلغ 5.56 و 6.84 فرع نبات$^{-1}$ لموسمي النمو على الترتيب. وقد تعزى الزيادة في مؤشرات النمو الخضري ومنها عدد التفرعات الجانبية عند المعاملة بالسليكون هو بوصفها احد الوسائل التي تعمل على زيادة التحمُّل الملحي للنبات من خلال تحسين عملية التوازن الآيوني ، فضلا عن ان عنصر السليكون له دور أيجابي في تحسين مجمل الفعاليات الفسيولوجية داخل خلايا النبات والتي من أهمها تحسين فاعلية التمثيل الضوئي والحفاظ على التوازن الهرموني (32) ، نتائج هذه الدراسة جاءت متوافقة مع نتائج (21) عند دراسته على نباتات الطماطة. كما أوضحت البيانات المسجلة من الجدول ذاته إن التداخل الثنائي بين الصنف ومستوى ملوحة ماء الري كان معنوياً ، إذ أعطت النباتات المروية بماء المستوى الملحي5 ديسيسمنز.م$^{-1}$ للصنف مجد أعلى معدل لعدد التفرعات الجانبية فرع. نبات$^{-1}$ ، إذ بلغا 7.00 و 7.68 فرع نبات$^{-1}$ مقارنة بأقل عدد لها سجل من النباتات المروية عند المستوى الملحي 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ للصنف علا بلغا 5.04 و 6.55 فرع نبات$^{-1}$ لموسمي النمو على الترتيب .

جدول (4): تأثير السليكون والصنف ومستوى ملوحة ماء الري وتداخلاتها في معدل عدد التفرعات الجانبية (فرع نبات$^{-1}$) لنبات الطماطة ولموسمي النمو

مستوى ملوحة ماء الري ds/m	الصنف C1 علا C2 مجد	موسم النموالصيفي 2015						موسم النموالصيفي 2016					
		Si (ملغم لتر$^{-1}$)					الصنف X ملوحة ماء الري	Si (ملغم لتر$^{-1}$)					الصنف X ملوحة ماء الري
		0	50	100	150	200		0	50	100	150	200	
2.5	C1	5.28	5.85	5.69	6.14	5.98	5.79	6.32	6.65	6.82	7.24	7.16	6.84
	C2	6.36	6.80	6.88	6.78	6.59	6.68	7.31	7.56	7.68	7.77	7.76	7.61
5	C1	6.27	6.17	6.48	7.00	7.04	6.59	6.94	7.09	7.21	7.25	7.33	7.16
	C2	6.69	6.66	7.20	7.13	7.31	7.00	7.50	7.62	7.71	7.80	7.77	7.68
7.5	C1	4.92	4.94	5.65	5.81	5.90	5.44	6.48	6.78	6.94	7.14	7.20	6.91
	C2	5.74	6.19	6.56	6.67	6.82	6.39	7.24	7.48	7.61	7.76	7.75	7.57

6.55	6.70	6.70	6.60	6.46	6.31	5.04	5.45	5.13	5.24	4.87	4.53	C1	10
6.86	7.02	6.97	6.86	6.79	6.66	5.48	5.97	5.99	5.77	4.94	4.73	C2	
0.11	**0.15**					**0.31**	**NS**					**LSD 0.05**	
تأثير مستوى ملوحة ماء الري	7.34	7.33	7.18	7.05	6.84	**تأثير مستوى ملوحة ماء الري**	6.38	6.33	6.18	5.80	5.56	**معدل تأثير Si**	
	0.04						**0.13**					**LSD 0.05**	
7.23	7.46	7.51	7.25	7.10	6.82	6.24	6.28	6.46	6.29	6.33	5.82	2.5	مستوى ملوحة ماء الري X Si
7.42	7.55	7.53	7.46	7.35	7.22	6.80	7.18	7.01	6.84	6.42	6.48	5	
7.24	7.48	7.45	7.28	7.13	6.86	5.92	6.36	6.24	6.11	5.56	5.33	7.5	
6.71	6.86	6.84	6.73	6.63	6.48	5.26	5.71	5.56	5.50	4.91	4.63	10	
0.11	**0.12**					**0.27**	**0.34**					**LSD 0.05**	
تأثير الصنف						**تأثير الصنف**							
6.87	7.10	7.08	6.89	6.75	6.51	5.72	6.09	6.02	5.77	5.46	5.25	C1	الصنف X Si
7.43	7.58	7.57	7.46	7.36	7.18	6.39	6.67	6.64	6.60	6.15	5.88	C2	
0.04	**0.06**					**0.14**	**NS**					**LSD 0.05**	

واظهرت نتائج الجدول ذاته ان التداخل الثنائي بين مستوى ملوحة ماء الري والمعاملة بالسليكون قد أثر معنوياً في هذه الصفة ولكلا الموسمين ، إذ أعطت النباتات المروية عند المستوى الملحي 5 ديسيسمنز م$^{-1}$ والمعاملة بالتركيز العالي من السليكون أعلى معدل لعدد التفرعات الجانبية ، إذ بلغا 7.18 و 7.55 فرع نبات$^{-1}$ مقارنة بأقل عدد لها سجل من النباتات المروية عند المستوى الملحي 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ غير المعاملة بالسليكون لموسمي النمو على الترتيب. أما عن معاملة التداخل الثنائي بين الصنف و الرش بالسليكون فكان معنوي للموسم الثاني فقط ، إذ أعطت نباتات الصنف مجد المعاملة بالتركيز العالي من السليكون أعلى معدل لعدد التفرعات الجانبية ، إذ بلغ 7.58 فرع نبات$^{-1}$ مقارنة بأقل عدد لها وقدره 6.51 فرع نبات$^{-1}$ سجل من نباتات الصنف علا غير المعاملة بالسليكون. كما اظهرت نتائج الجدول ان التداخل الثلاثي كان معنوياً عند الموسم الثاني فقط ، إذ أعطت النباتات المروية بالمستوى الملحي 5 ديسيسمنز م$^{-1}$ للصنف مجد والمعاملة بالتركيز 150 ملغم لتر$^{-1}$من السليكون أعلى معدل لعدد التفرعات الجانبية، إذ بلغ 7.80 فرع نبات$^{-1}$مقارنة بأقل عدد لها

سجل من النباتات المروية بالمستوى الملحي 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ للصنف علا غير المعاملة بالسليكون والذي أعطى 6.31 فرع نبات$^{-1}$.

عدد الأوراق الكلي: يتضح من الجدول(5) انَّ لعوامل الدراسة تأثيراً معنوياً في عدد الأوراق الكلي ورقة نبات$^{-1}$، إذ أثرت المستوبات الملحية لماء الري سلباً على معدل عدد الأوراق وأنخفضت معنوياً مع تزايد هذه المستوبات الى إن وصلت لآدنى معدل لها وقدره 17.78 و 22.10 ورقة نبات$^{-1}$ عند المستوى العالي لملوحة ماء الري (10 ديسيسمنز م$^{-1}$) ولموسمي النمو على الترتيب مقارنة بأعلى معدل لها وقدره 23.59 و 25.61 ورقة نبات$^{-1}$ عند مستوى معاملة المقارنة لملوحة ماء الري (2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$) ولموسمي النمو على الترتيب.

أن أستخدام المستوبات العالية من ملوحة ماء الري (7.5 و 10 ديسيسمنز م$^{-1}$) قد أدت الى تثبيط عدد الأوراق بصورة معنوية، إذ أن لزيادة ملوحة ماء الري تأثيرات سلبية في نمو وتطور وتكشف النبات، إذ أن لزيادة تركيز بعض الأملاح فأنها تعمل على خفض قيمة الجهد المائي مما يؤدي الى قلة توسع الخلايا وكذلك أنغلاق الثغور، وهذا يصاحبه هبوط في كفاءة التمثيل الضوئي photosynthesis ، أن تأثير ملوحة ماء الري في تثبيط عدد الأوراق في نباتات الطماطة جاءت منسجمة مع ما سبقها من نتائج توصل أليها (4 و 28) مع أصناف آخرى من نباتات الطماطة. كما دلت نتائج الجدول ذاته بأن للمعاملة بالسليكون تأثير معنوي في زيادة عدد الأوراق الكلي ، وازداد التأثير كلما ازداد التركيز المستعمل الى ان وصل الى أعلى معدل لعدد الأوراق وقدره 21.28 و 24.11 ورقة نبات$^{-1}$ عند المعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$، في حين بلغ 19.51 و 22.98 ورقة نبات$^{-1}$ في النباتات التي لم تعامل بالسليكون ، لموسمي النمو على الترتيب. وقد تعزى الزيادة في مؤشرات النمو الخضري عند الرش بالسليكون هو بوصفها احد الوسائل التي تعمل على زيادة التحمُّل الملحي للنبات من خلال زيادة نسبة Na^+: K^+ تحت ظروف الشد الملحي، وبالتالي تحسين عملية التوازن الآيوني. نتائج هذه الدراسة جاءت مماثلة مع ما توصل اليه (22) في دراسته عن تأثير المعاملة بالسليكون على صنفين من نبات الطماطة.

جدول (5):تأثير السليكون والصنف ومستوى ملوحة ماء الري وتداخلاتها في عدد الأوراق الكلي (ورقة نبات$^{-1}$) لنبات الطماطة ولموسمي النمو

مستوى ملوحة ماء الري ds/m	الصنف C1 علا C2 مجد	موسم النموالصيفي 2015 Si (ملغم لتر$^{-1}$) 0	50	100	150	200	الصنف X مستوى ملوحة ماء الري	موسم النموالصيفي 2016 Si (ملغم لتر$^{-1}$) 0	50	100	150	200	الصنف X مستوى ملوحة ماء الري
2.5	C1	21.76	22.59	22.85	23.60	23.93	22.95	24.20	24.65	25.08	25.30	25.62	24.97
	C2	22.69	24.22	24.42	24.54	25.01	24.23	25.38	25.99	26.40	26.63	26.88	26.26
5	C1	20.88	21.08	21.27	22.13	22.41	21.55	23.21	23.41	23.48	23.70	23.88	23.54
	C2	21.49	21.46	22.35	22.62	22.81	22.15	23.68	24.06	24.21	24.50	24.57	24.20
7.5	C1	17.28	17.50	18.04	18.48	18.72	18.00	21.62	22.25	22.61	22.94	23.13	22.51
	C2	18.03	18.47	18.98	19.68	20.32	19.10	22.64	23.10	23.29	23.56	23.79	23.28
10	C1	16.44	16.73	17.16	17.91	17.96	17.24	20.94	21.19	21.36	21.52	21.60	21.32
	C2	17.28	17.47	18.63	19.13	19.12	18.33	22.18	23.02	23.19	23.40	22.88	
LSD 0.05		NS					NS	0.17					0.12
معدل تأثير Si		19.51	19.94	20.46	21.01	21.28	تأثير مستوى ملوحة ماء الري	22.98	23.41	23.68	23.92	24.11	تأثير مستوى ملوحة ماء الري
LSD 0.05		0.22						0.04					
مستوى ملوحة ماء الري X Si	2.5	22.36	23.41	23.64	24.07	24.47	23.59	24.79	25.32	25.74	25.97	26.25	25.61
	5	21.18	21.27	21.81	22.38	22.61	21.85	23.45	23.74	23.85	24.10	24.22	23.87
	7.5	17.66	17.99	18.51	19.08	19.52	18.55	22.13	22.68	22.95	23.25	23.46	22.89
	10	16.86	17.10	17.90	18.52	18.54	17.78	21.56	21.91	22.19	22.36	22.50	22.10
LSD 0.05		NS					0.76	0.09					0.05
							تأثير						تأثير

الصنف X Si	C1	19.09	19.48	19.83	20.53	20.75	19.94	22.49	22.88	23.13	23.37	23.56	23.09	الصنف
	C2	19.94	20.40	21.09	21.50	21.82	20.95	23.47	23.95	24.23	24.47	24.66	24.16	
LSD 0.05		NS					0.28	NS					0.08	

كما بينت النتائج المعروضة في الجدول ذاته أختلافاً معنوياً بين الصنفين قيد الدراسة في معدل عدد الأوراق الكلي نبات$^{-1}$ ،إذ تفوقّت نباتات الصنف مجد معنوياً ولكلا موسمي النمو، مقارنة بنباتات الصنف علا وبنسبة زيادة بلغت 5.06 و 4.63 % لموسمي النمو على الترتيب. أن الأختلاف بين الأصناف في عدد الأوراق لنبات الطماطة قد تعود الى العوامل الوراثية والتي تؤثر بدورها في مؤشرات النمو ، وكذلك على حساسة هذه الأصناف على تحمل المستويات الملحية لماء الري. وهذا ما أكدته بحوث عدة وعلى أصناف مختلفة من نباتات الطماطة، (17 و18). ويلاحظ من بيانات الجدول ذاته ان التداخلات الثنائية والثلاثية لم تكن معنويا للموسم الاول، بينما كانت هذه التداخلات معنوية في الموسم الثاني عدا التداخل بين الصنف والمعاملة بالسليكون، إذ اعطت معاملة التداخل بين مستوى ملوحة مياه الري والصنف تأثيراً معنوياً في معدل عدد الأوراق الكلي نبات$^{-1}$ ، إذ أعطت النباتات المروية بماء المستوى الملحي 2.5 ديسيسمنز.م$^{-1}$ للصنف مجد أعلى معدل عدد أوراق بلغ 26.26 ورقة.نبات$^{-1}$مقارنة بأقل عدد لها سجل من النباتات المروية بماء المستوى الملحي 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ للصنف علا بلغ 21.32 ورقة نبات$^{-1}$. كما يُلاحظ من التداخل بين مستوى ملوحة مياه الري والمعاملة بالسليكون انَّ التأثير كان معنوياً للموسم الثاني فقط ، إذ أعطت النباتات المروية بماء المستوى الملحي 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ والمعاملة بالسليكون بتركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى معدل لعدد الأوراق بلغ 26.25 ورقة نبات$^{-1}$مقارنة بأقل معدل لها كان 21.56 ورقة نبات$^{-1}$ سجل من النباتات المروية بماء المستوى الملحي 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ غير المعاملة بالسليكون. وتبين نتائج التداخل الثلاثي انَّ أعلى معدل عدد أوراق لنبات الطماطة كان 26.88 ورقة نبات$^{-1}$ سجل من النباتات المروية بماء المستوى الملحي 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ في نباتات الصنف مجد والمعاملة السليكون بتركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$، مقارنة بأقل معدل لها كان20.94 ورقة نبات$^{-1}$ سجل من النباتات المروية عند المستوى الملحي 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ لنباتات الصنف علا غير المعاملة بالسليكون.

المساحة الورقية الكلية : تشير نتائج الجدول (6) الى أثر ملوحة ماء الري والصنف والسليكون والتداخل بينها في معدل المساحة الورقية الكلية (دسم^{2}نبات$^{-1}$) ، إذ تأثرت المعدلات بالشد الملحي مما ادى الى إنخفاضها معنويا مع تدرج أرتفاع المستويات الملحية المستعملة لاسيما المستويات المرتفعة منها 7.5 و10 ديسيسمنز م$^{-1}$ فبلغا معدليهما 51.43 ، 49.55 دسم^{2}نبات$^{-1}$ لموسم النمو الأول على الترتيب و 62.15 ، 58.57 دسم^{2}.نبات$^{-1}$لموسم النمو الثاني على الترتيب ، بعد ان كان معدل المقارنة (2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$) 71.02 و

72.30 دسم^{2}نبات$^{-1}$لموسمي النمو على الترتيب، وعلى عكس ذلك سجلت المساحة الورقية الكلية أرتفاعا معنويا في النباتات التي عوملت بالسليكون واعلى أرتفاع لوحظ في التركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$ لتصل الى 60.72 و 67.65 دسم^{2}نبات$^{-1}$ لموسمي النمو على الترتيب ، بينما معدل المساحة الورقية الكلية في النباتات التي لم تعامل به 54.00 و 61.81 دسم^{2}نبات$^{-1}$ لموسمي النمو على الترتيب. أن التقليل من المساحة الورقية عند زيادة مستويات ملوحة ماء الري في نباتات الطماطة بصنفي علا ومجد جدول (6) ناتجة عن التأثيرات المختلفة للمستويات الملحية والتي تؤثر على الفعاليات الحيوية للنبات وكذلك مستويات بعض الهرمونات النباتية، وقلة أمتلاء الخلايا بسبب أنخفاض الجهد المائي مما يقلل من أمتلاء الخلايا ويؤثر سلبياً في عملية أنقسام الخلايا وأستطالتها(9). كما ان هذا الانخفاض ينتج من تثبيط نمو الخلايا بدلا من توسعها بالاضافة الى تاخر نشوء البادئة الورقية ،

جدول (6): تأثير السليكون والصنف ومستوى ملوحة ماء الري وتداخلاتها في المساحة الورقية الكلية (دسم^2 نبات$^{-1}$) لنبات الطماطة ولموسمي النمو

مستوى ملوحة ماء الري ds/m	الصنف C1علا C2 مجد	موسم النموالصيفي 2015						موسم النموالصيفي 2016					
		Si (ملغم لتر$^{-1}$)					الصنف X مستوى ملوحة ماء الري	Si (ملغم لتر$^{-1}$)					الصنف X مستوى ملوحة ماء الري
		0	50	100	150	200		0	50	100	150	200	
2.5	C1	57.04	63.69	60.52	68.93	69.36	63.91	62.07	67.45	67.87	68.64	69.34	67.07
	C2	72.98	75.82	78.24	81.04	82.54	78.12	72.02	76.28	77.76	80.38	81.19	77.52
5	C1	52.27	54.55	57.21	58.86	60.48	56.67	61.97	64.23	66.48	66.49	66.85	65.20
	C2	58.18	61.16	63.47	64.43	64.66	62.38	67.04	69.39	73.18	73.75	74.30	71.53
7.5	C1	46.25	48.17	49.12	50.99	52.14	49.33	56.46	58.53	59.35	60.25	61.97	59.31
	C2	51.26	52.85	54.05	54.88	54.62	53.53	62.23	63.96	64.77	66.29	67.71	64.99
10	C1	44.26	45.45	47.06	47.82	47.73	46.46	54.92	56.31	56.79	57.14	57.48	56.53
	C2	49.79	51.13	53.80	54.16	54.26	52.63	57.74	59.43	61.59	61.96	62.37	60.62
LSD 0.05		NS					1.488	NS					0.59

معدل تأثير Si		54.00	56.60	57.93	60.14	60.72	تأثير مستوى ملوحة ماء الري	61.81	64.45	65.97	66.86	67.65	تأثير مستوى ملوحة ماء الري
LSD 0.05		1.13						0.33					
مستوى ملوحة ماء الري X Si	2.5	65.01	69.75	69.38	74.99	75.95	71.02	67.04	71.86	72.81	74.51	75.26	72.30
	5	55.22	57.85	60.34	61.65	62.57	59.53	64.50	66.81	69.83	70.12	70.58	68.37
	7.5	48.76	50.51	51.59	52.94	53.38	51.43	59.35	61.24	62.06	63.27	64.84	62.15
	10	47.03	48.29	50.43	50.99	50.99	49.55	56.33	57.87	59.19	59.55	59.92	58.57
LSD 0.05		2.23					1.15	0.69					0.40
							تأثير الصنف						تأثير الصنف
الصنف X Si	C1	49.96	52.96	53.48	56.65	57.43	54.09	58.85	61.63	62.62	63.13	63.91	62.03
	C2	58.05	60.24	62.39	63.63	64.02	61.67	64.76	67.26	69.33	70.59	71.39	68.67
LSD 0.05		NS					0.82	0.53					0.35

أن تأثير الملوحة المتزايدة في تقليل المساحة الورقية جاءت منسجمة مع ما سبقها من نتائج توصل أليها (5 و7) مع أصناف آخرى من نباتات الطماطة. وقد تعزى الزيادة في مؤشرات النمو الخضري وعلى وجه الخصوص المساحة الورقية عند المعاملة بالسليكون الى دور عنصر السليكون في تقليل اضرار الملوحة ، وذلك من خلال التقليل من سرعة النتح ، والتي تؤدي الى التقليل من الشد الأزموزي (Osmotic stress) ، الذي من شأنه التقليل من سمية الاملاح وخصوصاَ آيون الصوديوم. زيادة المساحة الورقية الكلية عند المعاملة بالسليكون جاءت مماثلة للنتائج التي توصل أليها(27 و29) عند دراستهم على نبات الطماطة. كما يتضح من بيانات الجدول ذاته تفوقّ نباتات الصنف مجد معنوياً ولكلا موسمي النمو مقارنة بنباتات الصنف علا وبنسبة زيادة بلغت 14.01 و 10.70 %. ان الأختلاف بين الأصناف قد تعود الى العوامل الوراثية والتي تؤثر بدورها في مؤشرات النمو ، وكذلك على حساسة هذه الأصناف على تحمل المستوبات الملحية لماء الري.

أما بالنسبة للتداخلات الثنائية، فيلحظ أن هناك تداخلاً معنوياً بين الصنف ومستوى ماء الري في معدل المساحة الورقية الكلية، بمعنى أن تأثيرات الملوحة في المساحة الورقية قد تأثرت بالصنف، حيث كان الأنخفاض في المساحة الورقية أكثر في الصنف علا مقارنة بالصنف مجد. وقد تم الحصول على أعلى معدل مساحة ورقية كلية وقدره 78.12 و 77.52 دسم^{2}.نبات$^{-1}$عند المعاملة الملحية 2.5 ديسيسمنز. م$^{-1}$ في الصنف مجد ولكلا موسمي النمو على الترتيب ، في حين كان أقل معدل مساحة ورقية كلية عند مستوى ملوحة 10

ديسيسمنز م$^{-1}$ في الصنف علا حيث بلغت 46.46 و 57.48 دسم^{2} نبات$^{-1}$ ولكلا موسمي النمو على الترتيب. أما بالنسبة لتداخل مستويات ملوحة ماء الري مع السليكون فقد كان معنوياً ، أى بمعني أنها خفضت من الاثار السلبية التي ولدتها الملوحة، ويظهر الجدول أقل مساحة ورقية كانت عند المعاملة 10 ديسيسمنز.م$^{-1}$ غير المعاملة بالسليكون وهي 47.03 و 56.33 دسم^{2} نبات$^{-1}$ وأرتفعت معنويا عند المعاملة بالسليكون لتصل في المعاملة 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ مع 200 ملغم لتر$^{-1}$ الى 50.99 و 59.92 دسم^{2} نبات$^{-1}$ واكبر مساحة ورقية كانت 75.95 و75.26 دسم^{2} نبات$^{-1}$ في المعاملة 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ مع 200 ملغم لتر$^{-1}$ لموسمي النمو على الترتيب. أما من ناحية التداخل الثنائي بين الصنف والرش بالسليكون فقد كان معنوي للموسم الثاني فقط ، إذ أعطت نباتات الصنف مجد والمعاملة بالتركيز العالي من السليكون أعلى معدل مساحة ورقية كلية بلغ 71.39 دسم^{2} نبات$^{-1}$ مقارنة بأقل معدل سجل من نباتات الصنف علا غير المعاملة بالسليكون. ولم يكن للتداخل الثلاثي تأثير معنوي في مساحة الأوراق الكلية ولكلا موسمي النمو.

الوزن الجاف للمجموع الخضري : تشير النتائج المتحصل عليها من جدول (7) ان لعوامل الدراسة وتداخلاتها تأثيرا معنويا في مؤشر الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الطماطة ، إذ أدى ري النباتات بالمستوبات الملحية لماء الري الى حدوت إنخفاض معنوي في معدل الاوزان الجافة للنباتات وأزداد هذا الأنخفاض مع تزايد ملوحة ماء الري وبلغ أقل معدل للوزن الجاف في النباتات المروية بالمستوى الملحي العالي (10 ديسيسمنزم$^{-1}$) وقدره 106.24 و 147.04 (غم نبات$^{-1}$)، في حين سجل أعلى معدل وزن جاف للنبات وقدره 153.68 و 217.32 غم. نبات$^{-1}$ عند مستوى ملوحة ماء ري(2.5 ديسيسمنز. م$^{-1}$) لموسمي النمو على الترتيب.

جدول (7): تأثير السليكون والصنف ومستوى ملوحة ماء الري وتداخلاتها في مؤشر الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم نبات$^{-1}$) لنبات الطماطة ولموسمي النمو

مستوى ملوحة ماء الري ds/m	الصنف C1 علا C2 مجد	موسم النموالصيفي 2015 Si (ملغم لتر$^{-1}$) 0	50	100	150	200	الصنف X مستوى ملوحة ماء الري	موسم النموالصيفي 2016 Si (ملغم لتر$^{-1}$) 0	50	100	150	200	الصنف X مستوى ملوحة ماء الري
2.5	C1	112.48	123.09	131.44	146.10	143.59	131.34	151.07	180.72	185.68	196.34	199.01	182.56
	C2	152.41	171.74	172.51	182.92	200.51	176.02	223.03	235.56	252.54	267.31	281.96	252.08
5	C1	106.61	107.35	118.32	130.72	157.33	124.07	143.25	156.93	162.08	166.17	169.62	159.61
	C2	127.99	137.17	135.88	149.54	160.63	142.24	166.53	176.29	183.19	192.06	197.67	183.15
7.5	C1	91.91	98.46	103.38	116.74	130.08	108.12	133.24	140.35	145.75	154.38	157.09	146.16
	C2	122.97	120.48	126.82	137.85	147.85	131.19	157.47	165.12	172.22	177.54	180.12	170.49
10	C1	82.48	87.33	96.56	99.86	110.01	95.25	122.69	130.78	139.43	145.86	150.47	137.85
	C2	99.22	115.11	118.75	124.90	128.24	117.24	140.65	152.33	156.20	163.70	168.25	156.23
LSD 0.05		10.26					5.76	7.69					3.94
معدل تأثير Si		112.01	120.09	125.46	136.08	147.28	تأثير مستوى ملوحة ماء الري	154.74	167.26	174.64	182.92	188.02	تأثير مستوى ملوحة ماء الري
LSD 0.05		3.47						2.68					
مستوى ملوحة ماء الري X Si	2.5	132.45	147.42	151.98	164.51	172.05	153.68	187.05	208.14	219.11	231.82	240.48	217.32
	5	117.30	122.26	127.10	140.13	158.98	133.16	154.89	166.61	172.63	179.11	183.65	171.38
	7.5	107.44	109.47	115.10	127.30	138.97	119.65	145.36	152.7	158.99	165.96	168.60	158.33
	10	90.85	101.22	107.65	112.38	119.12	106.24	131.67	141.56	147.81	154.78	159.36	147.04
LSD 0.05		6.96					3.83	5.28					2.70

الصنف X Si	C1	98.37	104.06	112.43	123.36	135.25	114.69	137.56	152.19	158.23	165.68	169.05	156.54
	C2	125.65	136.13	138.49	148.80	159.31	141.67	171.92	182.32	191.04	200.15	207.00	190.49
LSD 0.05		NS					3.54	NS					2.39

كما كان للمعاملة بالسليكون تأثير معنوي في هذا المؤشر، إذ سببت معاملة النباتات بالسليكون تصاعد معنوي في معدل الأوزان الجافة لها ، وأزداد هذا التصاعد مع زيادة التركيز المستعمل ولكلا موسمي النمو. كما بينت نتائج الجدول ذاته أختلاف صنفي مجد وعلا في معدل الوزن الجاف غم نبات$^{-1}$ ، إذ تفوقّت نباتات الصنف مجد معنوياً ولكلا موسمي النمو مقارنة بنباتات الصنف علا وبنسبة زيادة قدرها 23.52 و 21.68 % لموسمي النمو على الترتيب. أن إنخفاض النمو في المجموع الخضري (المساحة الورقية، طول النبات، عدد الأوراق،عدد الأفرع) بسبب الشد الملحي كما بينت الجداول السابقة انعكس هذا على الوزن الجاف للمجموع الخضري لنباتات الطماطة ، كما إن إنخفاض نمو النباتات والمعبر عنه بالوزن الجاف تعزى أسبابه الى إنخفاض في عملية التمثيل الضوئي نتيجة لأنغلاق الثغور وأختزال نسبة الماء داخل النبات تنتج عنها تأثيرات مضاعفة في إنخفاض وزن النبات (24) . وهذه النتائج مماثلة مع نتائج كل من(10 و15) على نباتات الطماطة ، كما أن زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري لنباتات الطماطة عند المعاملة الخارجية بالسليكون تعود الى أن عنصر السليكون له دور أيجابي في تحسين مجمل الفعاليات الفسيولوجية داخل خلايا النبات والتي من أهمها تحسين فاعلية التمثيل الضوئي والحفاظ على التوازن الهرموني والآيوني فضلاً عن ان عنصر السليكون له دور مهم في التقليل من سرعة النتح (20). ، نتائج هذه الدراسة جاءت متوافقة مع ما توصل اليه (14) عند دراسته تأثير السليكون على نباتات الطماطة. أما بالنسبة للتداخلات الثنائية، فيلحظ أن هناك تداخلاً معنوياً بين الصنف ومستوى ماء الري في معدل الوزن الجاف للنبات، بمعنى أن تأثيرات الملوحة في معدل الوزن الجاف للنبات قد تأثرت بالصنف، حيث كان الأنخفاض في معدل الوزن الجاف للنبات أكثر في الصنف علا مقارنة بالصنف مجد. وقد تم الحصول على أعلى معدل لوزن النبات الجاف وقدرها 176.02 و 281.96 (غم نبات$^{-1}$) عند المعاملة الملحية 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ في الصنف مجد ولكلا موسمي النمو على الترتيب ، في حين كان أقل معدل لوزن النبات الجاف عند مستوى ملوحة 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ في الصنف علا حيث بلغ 95.25 و137.85غم نبات$^{-1}$ ولكلا موسمي النمو على الترتيب. كما أشارت النتائج إن التداخل الثنائي بين مستويات ملوحة ماء الري والمعاملة بالسليكون كان أيضاً معنوياً ولكلا موسمي النمو، حيث أعطت النباتات المروية بمستوى ملوحة ماء الري 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$ والمعاملة بالسليكون بالتركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى معدل لوزن النبات الجاف والذي بلغ 172.05 و 240.48 ، فيما كان أقل وزن جاف 90.85 و 131.67 غم

نبات$^{-1}$ في النباتات المروية بمستوى ملوحة ماء الري 10 ديسيسمنز م$^{-1}$غير المعاملة بالسليكون و لكلا موسمي النمو على الترتيب. كما أشارت نتائج التداخل بين الصنف ورش السليكون انَّ التأثير لم يكن معنوياً ولكلا موسمي النمو. أما بالنسبة للتداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة، فقد كان معنوياً، بمعنى أن المعاملة بالسليكون قد أدت الى زيادة تراكم معدل وزن النبات الجاف تحت الظروف الملحية، وقد أعتمد ذلك على الصنف، حيث كان التأثير أكثر وضوحاً في الصنف مجد، وقد كان أعلى معدل لوزن النبات الجاف عند المعاملة بالسليكون بتركيز 200 ملغم لتر$^{-1}$ في الصنف مجد 200.51 و 281.96 غم نبات$^{-1}$عند المعاملة الملحية 2.5 ديسيسمنز م$^{-1}$، في حين كان أقل معدل لوزن النبات الجاف 82.48 و122.69غم نبات$^{-1}$عند المعاملة الملحية 10 ديسيسمنز م$^{-1}$ في الصنف علا غير المعاملة بالسليكون و لكلا موسمي النمو على الترتيب.

المصادر

1- Adrees M, Ali, S.; Rizwan, M.; Zia-ur-Rehmen, M.and Irshad, M.K.(2015)Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metaltoxicity in plants: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 119: 186-197.

2- AL-Abudi,Fadhil G.F.(2009).Effect phiochagal of type water irragation on growth and prodiction two tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. Master Thesis, faculty of Education - Qadesia University- Iraq.

3- Abd-Alridhe, Kawther Kadhem.(2015). Gibberellin Effect on Treating the Salt Stress of Two Hybrids of Cultivars Tomato Anatomically and Physiologically. Master Thesis, faculty of Education for Girls- Kufa University-Iraq.

4- Abdel-Wahid,Hamid,A.K.(2004).The effect of potassium and seedling conditioning with saline water and their interaction on the amelioration of salinity injuries on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Ph.D. thesis. faculty of Agriculture - University of Basrah- Iraq.

5- Al- Juboori.A.W. and Alwan, K.H. (2015).Testing and diagnosis of genetic variability in tomato effected by electric shock and sodium azide under salt strress conditions 1-Vegetative and yield characteristics. The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 46(5): 802-812.

6- Ashraf, M . and Foolad,M.R. (2007). Roles of proline and glycine bctaine in impriving plant abiotic stress resistance. Env.Exp.Bot.,19:209-216.

7- 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. Plant Sci., 22(1):159-164.

8- Batanony, K.H . (1996). Ecophysiology of halophytes and their traditional use in Arab world, In: Halophytes and bio saline Agriculture ,Mercal &Dekkev , PP :73 -94. U.S.A.

9- Dorgham, E.A. (1991). Effect of water stress, irradiation and nitrogen fertilization on grain filling, yield and quality of certain wheat cultivars. Ph.D. Thesis. Ain Shams University of Cairo, Egypt.
10- Eraslan, F., Gune, A., Inal, A., Cicek, 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 Agroclimatology. Turkey, pp. 687-696.
11- Flowers, T. J. (2004). Improving crop salt tolerance .V. Exp. Bot., 55:307-319.
12- Guerriero, G.; Hausman, J. and Legay, S. (2016). Silicon and the Plant Extracellular Matrix. Front Plant Sci., 7: 463.
13- Gunes, A.; Inal, A. and Bagci, E. G. (2007). Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. Plant Soil 290, 103–114.
14- Haghighi, M. and Pessarakli, M. (2013). Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherry tomatoes (Solanum lycopersicum L.) at early growth stage. Scientia Horticulturae 161:111–117.
15- Hajer, A.S.;Malibari, A.A.;AL-Zahrani, H.S. and Almaghrabi, O.A. (2006). Responses of three tomato cultivars to sea water salinityl.Effect of salinity on the seedling growth. African J. Biotechnology,5(10):855-861.
16- Hussen,A.A.(1998). Tomato production technigues and physiologist and farmland practices and overstocking and harvest. Aldar arabia of sawd and dispensing- Cairo University-faculty of Agriculture.p,496.
17- Jerry. Awatif. N.;Abdulla.A.A. and Salha.Ansam.M.(2014). Effects of Saline Irrigating Water on Growth and Yield of Two Tomato Cultivars "Super Marmande " and "Hattof" Grown Under Plastic Tunnels in Desert Region /South of Iraq.Jordon journal of agricultural sciences 10(4):873-882.
18- Kaveh, H; Nemati, H.; Farsi, M and Jartoodeh, S.V. (2011). How Salinity Affect Germination and Emergence of Tomato Lines. J. Biol. Environ. Sci., 5(15): 159-163.
19- Levitt, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses. Academic Press, New York .
20- Liang, Y.C.; Su, W. C.; Zhu, Y.-G. and Christie, P. (2006). Mechanisms of silicon mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. Environ. Pollut., 147:422–428.
21- Li, H.; Zhu, Y.; Hu, Y.; Han, W. and Gong, H (2015). Beneficial effects of silicon in alleviating salinity stress of tomato seedlings grown under sand culture. Acta Physiol. Plant , 37: 71.

22- Iyyakkannu, S., Moon, S. and Byoung, R. J.(2011). Effect of soaking of seeds in potassium silicate and uniconazole on germination and seedling growth of tomato cultivars, Seogeon and Seokwang. African Journal of Biotechnology 10(35), pp. 6743-6749.
23- Maas, E. V. (1986). Salt tolerance of plants. Appl. Agr. Res.,1:12-26.
24- Massai, R.D. Remorin, H. (2004). Tattini. Plant and Soil., 259, 153-162.
25- Munns, R. and Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual review of Plant Biology, 59:651-681.
26- Oztekin, G.B. and Tuzel, Y. (2011). Comparative salinity responses among tomato genotyping and rootstocks. Pak. J. Bot. 43(6):2665-2672.
27- Romero-Aranda, M. R.; Jurado, O. and Cuartero, J. (2006). Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. J. Plant Physiol.,163: 847–855.
28- Salama,Z.A. and EL- Fouly, M.M. (2001).Differential responses of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum*) to NaCl stress. Pakistan Journal of Biological Sciences 4(12): 1456- 1459.
29- Sivanesan, L.; Son, M. S.; Lim, C. S. and Jeong, B. R. (2011). Effect of soaking of seeds in potassium silicate and uniconazole on germination and seedling growth of tomato cultivars, Seogeon and Seokwang. African Journal of Biotechnology, 10(35):6743-6749.
30- Tavakkoli, E; Rengasamy, P and McDonald G.K, (2010). High concentrations of Na^+ and Cl^- ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress.J Exp Bot 61:4449–4459.
31- Watson, D. J. and Watson, A. M. (1953). Comparative physiological studies on the growth of field crops III. Effects of infraction with (Beet yellow).Ann. Appl. Biol., 40:1-18.
32- Zhu, Y. and Gong, H. (2014). Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. Agron. Sustain. Dev., 34: 455–472.