تأثير التداخل بين الاثريل و السليكون في نمو الذرة الشامية (Zea mays ssp.everta) عند قطع ريه في مرحلة النمو الخضري

علي حسين جاسم سرمد فيصل عيدان البدري[1]

كلية الزراعة / جامعة القاسم الخضراء

الملخص

نفذت تجربة حقلية في ناحية ابو غرق (10 كم إلى الغرب من مدينة الحلة) خلال الموسم الخريفي 2015 في تربة مزيجية طينية غرينية . لدراسة تأثير تداخل الاثريل و السليكون في صفات نمو الذرة الشامية عند قطع ريه في المرحلة الخضرية. نفذت التجربة بترتيب الألواح المنشقة- المنشقة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات ,احتلت معاملات الري a0 (الري الكامل) , a1 (قطع الريه مرحلة الثمانية اوراق حقيقية) الألواح الرئيسة بينما شغلت تراكيز الاثريل (عند الرش بمرحلة ستة اوراق حقيقية) b0 و b1 و b3(رش ماء مقطر و رش الاثريل بتركيز 0.75 مل .لتر$^{-1}$ و 1.5 مل .لتر$^{-1}$ على التتابع) الألواح الثانوية أما الألواح تحت الثانوية فقد شغلتها تراكيز السليكون (الرش بمرحلة ستة اوراق حقيقية) c0 و c1 و c2 (رش ماء مقطر و 0.1 و 0.01 ملي مولاري على التتابع). تمت زراعة الصنف سرور في 24/ 7 /2015 على مروز ، وأخذت القراءات وحللت حسب التصميم المتبع وأختبرت المتوسطات حسب أختبار أقل فرق معنوي ، وتتلخص أهم النتائج بما يلي : ادى قطع ريه في مرحلة النمو الخضري الى انخفاض في متوسطات كل من (ارتفاع النبات , عدد الاوراق , مساحة الورقية , دليل المساحة الورقية و ارتفاع العرنوص) , وقد ادى رش الاثريل بتركيز (1.5 مل .لتر$^{-1}$) بإعطاء أدنى متوسط لمؤشرات النمو (ارتفاع النبات ,عدد الاوراق ,المساحة الورقية ودليلها و ارتفاع العرنوص) , وتفوق رش السليكون بتركيز (0.1 ملي مولاري) بإعطاء أعلى متوسط لمؤشرات النمو (ارتفاع النبات , قطر السلامية ,المساحة الورقية ودليلها و ارتفاع العرنوص) وكان للتداخل بين عوامل الدراسة تأثير معنوي في اغلب الصفات المدروسة.

كلمات مفتاحية : ذرة شامية ، اثريل ، سليكون ، ري ناقص ، نمو خضري

EFFECT OF ETHEREL AND SILICON INTERACTION ON GROWTH OF POPCORN (Zea mays ssp.everta) UNDER DEFICIT IRRIGATION

Ali H. Jasim Sarmad Faisal Iedan[2]

Agriculture College, Al-Qasim Green University

Abstract

A field experiment was carried out in a private field (Abu-Garaq ,10km west Hilla city) during the autumn season of 2015 in silty clay loam soil. In order to study the effect of interaction between Ethrel and Silicon in the growth of Popcorn (Zea mays ssp.everta.) at cutoff irrigation on vegetative growth .The Split- Split- plot arrangement in randomized complete block design with three replications was used, in which irrigation treatments {full irrigation (a0)} and {deficit irrigation applied at the 8-leaf stage (a1) }operated the main plot , while Ethrel concentrations (applied at the 6- leaf stage) b0 (without spray), b1 (Ethrel concentration of 0.75 ml.L $^{-1}$), b2 (Ethrel concentration of 1.5 ml.L $^{-1}$) operated the sub-plots and Silicon concentrations (applied at the 6-leaf stage) c0 (without spray), c1 (0.1 mM), c2 (0.01 mM) operated sub-sub-plots. Seeds of Popcorn variety Surur was planting in 24/7/2015 on ridges in both sides. The data were taken , analyzed and the averages were tested by least significant difference. The results showed that deficit irrigation reduced significantly plant height , LA, LAI, number of leaves and ear height . Spray b2 (Ethrel concentration of 1.5 ml.L $^{-1}$) reduced significantly plant height , LA, LAI, number of leaves ,ear height and Spray silicon at concentration 0.1 mM was significantly superior in the plant height , LA, LAI,ear height . The interaction between the factors studied had significant effect on most studied characteristics .

Key words : maize, Ethrel , Silicon,deficit irrigation , vegetative growth

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

[2] Part of M.Sc. thesis of the second researcher

المقدمة :

يعد محصول الذرة الشامية (*Zea mays ssp.everta*) أحد مجاميع الذرة الصفراء التي تحتل المرتبة الثالثة بعد محصولي الحنطة و الرز (Huang واخرون ,2006) ، وترجع أهمية المحصول الى نقطتين اساسيتين هما تعدد استعمالاته ، إذ يدخل في غذاء الانسان بصورة مباشرة أو بصورة غير مباشرة من خلال استعماله مكوناً أساسياً في العليقة الحيوانية، فضلاً عن الاغراض التصنيعية المختلفة الاخرى , وتتميز الذرة الشامية عن بقية مجاميع الذرة الاخرى بأن بذورها تحتوي على النشا الخشن وقليل من الماء وعند تعرضها الى درجات الحرارة العالية يؤدي الى انفلاقها. وتعد الذرة الشامية مصدر غني بمضادات الاكسده (polyphenols) اكثر من الخضروات و الفاكهة وتتركز المواد المؤكسدة في القشره الخارجيه للبذره و ان مستويات polyphenols تنافس ما موجود في المكسرات (Joe Vinson, 2012).

الإجهاد المائي مثل بقيه الاجهادات البيئية له تاثيرات مختلفة في النمو والحاصل وهو اكثر عامل محدد لانتاج المحاصيل (Khayatenezhad وآخرون ,2010) إذ يسبب اختزالاً واضحاً في النمو ويقلل كفاءة عملية البناء الضوئي نتيجة انغلاق الثغور الذي يقلل تجهيز CO_2 (Rong ,2012) و الذرة متحملة نسبيا لاجهاد الجفاف خلال الطور الخضري وحساسة جدا خلال التزهير الذكري و ظهور الحريرة و التلقيح واقل حساسية خلال طور امتلاء الحبوب (Smith وأخرون 2004) . ويمكن تقليل استنفاذ الماء من قبل النبات من خلال تقليل مساحة سطح التبخر او دليل المساحة الورقية باستعمال مثبط نمو نباتي مثل الاثريل لتقليل أثر الإجهاد المائي وزيادة كفاءة استخدام الماء (Shekoofa و Emam (2008)، وان الاثريل او الاثيفون عند رشه على النبات يحرر الاثيلين في داخل الاجزاء الخضرية الذي يؤثر في تثبيط النمو الخضري وهذا التأثير يعتمد على نوع النبات و موعد الرش (Khuankaew واخرون 2009). يعد السليكون من العناصر المغذية النزرة ويلعب دورا مهما في رفع كفاءة استخدام الماء على محصول الذرة وأظهرت دراسة أن النباتات التي تعامل مع 2 ملي مولاري قد اظهرت كفاءة استخدام الماء أعلى 20٪ من نباتات المقارنة ، وقد زاد إلى 35٪ عندما عرضت النباتات لإجهاد مائي و ذلك نتيجة لقلة النتح من الثغور وزيادة تراكم البرولين و ايون الكالسيوم والكلوروفيل ، ووجدت طبقة سميكة ممتازه من هلام السيليكا المرتبطة بسليلوز جدران الخلايا البشرة تساعد على الحد من خسارة الماء (Xiaopeng واخرون 2006). هدفت هذه الدراسة هو معرفة تأثير التداخل بين الاثريل و السليكون في نمو الذرة الشامية عند قطع ريه في مرحلة النمو الخضري .

مواد و طرق العمل :

نفذت تجربة حقلية أثناء الموسم الخريفي 2015 في ناحية ابو غرق التي تقع على مسافة 10 كيلومترات إلى الشمال الغربي من مركز قضاء الحلة في تربة مزيجية طينية غرينية بهدف دراسة تأثير التداخل بين الاثريل و السليكون في نمو وحاصل الذرة الشامية عند قطع رية في مرحلة النمو الخضري . أخذت عينات من تربة الحقل بعمق (0-50) سم من عدة مناطق وبشكل عشوائي قبل بدء الزراعة وذلك لمعرفة بعض صفات تربة الحقل الفيزيائية والكيميائية ، وبعد خلطها اخذت عينه ممثلة وتم تحليلها في مختبرات كلية الزراعة – جامعة واسط و مديرية زراعة واسط , وكانت النتائج كما في جدول (1).

حرثت أرض التجربة حراثتين متعامدتين بالمحراث المطرحي القلاب ونعمت بالامشاط القرصية وبعد التسوية قسمت الارض وفق ترتيب الألواح المنشقة – المنشقة (Split-Split-Plots Design) بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) اذ تضمنت الألواح الرئيسية (Main plots) معاملتين للري هما الري الكامل(معاملة مقارنة) والري الناقص (قطع ريه واحدة في المرحلة الخضرية) التي رمز لها a0 وa1 على التتابع ،أما الألواح الثانوية (Sub-plots) فتضمنت على معاملة مقارنة (رش ماء مقطر فقط) مع رش تركيزين من معيق النمو اثريل (بتركيز 48%) 15 مل و 30 مل.لتر$^{-1}$ واعطيت لها الرموز b0 وb1 وb2 على التتابع ، اما الألواح تحت الثانوية (Sub-Sub-Plots) فشملت على معاملة مقارنة (رش ماء مقطر فقط) مع رش تركيزين من السليكون هما 0.1 و 0.01 ملي مولاري لتر$^{-1}$ التي رمز لها c0 وc1 وc2 على التتابع ، بواقع رشة واحدة (في مرحلة 6 اوراق حقيقية) وبثلاثة مكررات وكانت مساحة الوحدة التجريبية(3×3) م^2 وبلغ عدد الوحدات التجريبية (54) وحدة تجريبية . زرعت حبوب الذرة الشامية (صنف سرور) على مروز المسافة بين مرز واخر (70) سم والمسافة بين جورة واخرى (25) سم .ووضعت ثلاث حبوب في الجورة الواحدة ، رويت أرض التجربة وبعد 10 أيام من الانبات خفت النباتات الى نبات واحد وكان ري النباتات سيحا كل 9 أيام وحسب حاجة النبات . حللت البيانات حسب التصميم المتبع واختبرت المتوسطات حسب اختبار اقل فرق معنوي (الراوي وخلف الله ، 2000).

جدول (1) : بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الخاصيـــــة	القيمة والوحدة	الخاصيـــــة	القيمة و الوحدة
الرمل	168 غم. كغم.$^{-1}$ تربـة	النروجين الجاهز	20 ملغم.كغم$^{-1}$. تربـة
الغرين	475 غم. كغم.$^{-1}$ تربـة	الفسفور الجاهز	33 ملغم.كغم$^{-1}$. تربـة
الطين	357 غم. كغم.$^{-1}$ تربـة	البوتاسيوم الجاهز	143 ملغم.كغم$^{-1}$. تربـة
النسجة	مزيجية طينية غرينية	التوصيل الكهربائي	4.1 ديسيمنز.م$^{-1}$
		الأس الهايدروجيني	7.3

النتائج و المناقشة :

بينت نتائج جدول (**2**) أن رش الاثريل سبب انخفاضا معنويا في ارتفاع النبات إذ أعطت المعاملة b2 ادنى متوسط (167.6 سم) واعطت المعاملة **b1** (173.0 سم) بينما أعطت معاملة المقارنة **b0** أعلى ارتفاع للنبات (197.0 سم) . و يعزى انخفاض ارتفاع النبات تدريجيا بزيادة تراكيز الاثريل إلى تأثير الاثلين المتحرر من رش الاثريل في اعاقة انتقال الاوكسين وبالتالي منع استطالة خلايا الساق وقصر السلاميات (1973,Burg) وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Shekoofa و Emam (2008) و Misheck و Fanuel (2014) . بينما ادى رش السليكون إلى زيادة ارتفاع النبات إذ أعطت المعاملة **c1** أعلى متوسط (188.9 سم) واعطت المعاملة **c2** (182.4 سم) بينما أعطت معاملة المقارنة **c0** أدنى متوسط (166.3 سم) . تعزى زيادة ارتفاع النبات إلى دور السليكون في زيادة امتصاص الماء و العناصر المغذية و بالتالي تسريع النمو و التكشف (2001,Epstein) . وتتفق هذه النتائج مع Kaya واخرين (2006) و Zou واخرين (2007). ادى قطع ريه في المرحلة الخضرية **a1** الى تقليل ارتفاع النبات إذ اعطت أدنى متوسط بلغ 175.5 سم مقارنة بمعاملة الري الكامل **a0** (182.9 سم) . وربما يعود سبب ذلك إلى أن مرحلة النمو الخضري يحصل بها نمو وتوسع الخلايا وأنقسامها وهذا يتأثر بالعجز المائي ، ويعد توسع الخلية أكثرتأثراً من أنقسامها مما يؤدي إلى تقليل استطالة سلاميات الساق و أنخفاض ارتفاع النبات (توفيق ، 2006) ، أو قد يعود السبب في ذلك إلى أن الإجهاد المائي يؤدي إلى قلة مستويات الأوكسين المنتجة طبيعيا والمسؤولة عن استطالة الخلايا (Khera وآخرون ، 1976) وتتفق هذه النتائج مع Kuscu و Demir (2012) و Nabizadeh وآخرون (2012) . تبين نتائج جدول (**2**) وجود تداخل معنوي بين معاملات الري مع تراكيز الاثريل إذ أعطت التوليفة **a0b0** أعلى متوسط لارتفاع النبات (202.0 سم) بينما اعطت التوليفة **a1b2** اقل متوسط (165.0 سم) .

يرجع الانخفاض الى تأثير كل من قطع الريه و الاثريل في نقص مستويات الاوكسين وزيادة الاثلين و الابسسك ذات التأثير التثبيطي في نمو النبات ، هذه تتفق مع النتائج Riccardo و اخرون (1997). وكان للتداخل بين معاملات الري مع تراكيز السليكون تأثير معنوي إذ أعطت التوليفة **a0c1** أعلى متوسط لارتفاع النبات بلغ 193.2 سم. وكان أقل متوسط لارتفاع النبات في التوليفة **a1c0** (162.5 سم) وقد تفوقت عليها التوليفة **a1c1** (184.6 سم) معنويا ويرجع السبب الى دور السليكون في زيادة كفاءة استخدام الماء تحت الشد المائي من خلال زيادة الكالسيوم و البوتاسيوم ومواد المضادة للاكسدة والمحافظة على المحتوى الكلوروفيلي وانعكس ذلك على المحافظة على انتفاخ الخلايا و استطالتها ايجابا مما ادى الى ارتفاع النبات . وهذه تتفق مع نتائج Taiichiro و اخرين (2005) وKaya واخرين (2006). وكان للتداخل الثنائي بين الاثريل والسليكون تأثيرا معنويا اذا اعطت التولفية **b0c1** اعلى ارتفاع (204.3 سم) ونتج اقل ارتفاع من التوليفة **2c0** (149.5 سم) .

بينت نتائج جدول (**3**) أن رش الاثريل سبب زيادة معنوية في قطر الساق إذ أعطت المعاملة **b2**اعلى متوسط (21.11 ملم) والتي لم تختلف معنويا عن المعاملة **b1** (20.83 ملم) بينما أعطت المعاملة المقارنة **b0**أقل قطر (19.94 ملم) . و يعزى السبب الى الاثلين المتحرر من رش الاثريل في اعاقة انتقال الاوكسين وتأثيره على نمو الخلايا بشكل قطري بدلا من شكل طولي بسبب ترسب السليلوز الحديث في جدران الخلايا بشكل شعاعي بدلا من طولي و بالتالي تقليل استطالة خلايا الساق مع قصر السلاميات وانعكاس ذلك على الزيادة في قطر السلامية (1973,Burg) وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Shekoofaو Emam (2008) و Misheck و Fanuel (2014) من أن قطر السلامية يزداد باستخدام الاثريل والذي يؤدي الى انخفض معنوي في صفة ارتفاع النبات و نعكس ذلك على قلة ظاهرة الاضطجاع .

جدول 2: تأثير تداخل الاثريل والسليكون والري في متوسط ارتفاع النبات (سم)

المعاملات		تراكيز السليكون (C)			معاملات الري × الاثريل
معاملات الري	تراكيز الاثريل	(c 0) 0	(c1) 0.01	(c1) 0.1	
(a0) الري الكامل	**(b0) 0**	195.3	201.3	209.5	202.0
	(b1) 0.75	162.3	179.3	188.1	176.6
	(b2) 1.5	153.2	175.6	182.0	170.2
(a1) قطع ريه خضرية	**(b0) 0**	186.9	190.2	199.0	192.0
	(b1) 0.75	154.7	175.5	187.3	169.5
	(b2) 1.5	145.8	172.8	176.4	165.0
L S D 0.05		NS			1.889
تراكيز السليكون		166.3	182.4	188.9	**L S D$_{0.05}$=1.23**
معاملات الري × تراكيز السليكون	**a0**	170.3	185.4	193.2	**معاملات الري** 182.9
	a1	162.4	179.5	184.6	175.5
L S D 0.05		1.595			1.462
تراكيز الاثريل					
تراكيز الاثريل × تراكيز السليكون	**b0**	191.1	195.7	204.2	197.0
	b1	158.5	177.4	183.2	173.0
	b2	149.5	174.2	179.2	167.6
L S D 0.05		2.206			1.549

جدول 3 : تأثير تداخل الاثريل والسليكون والري في متوسط قطر الساق (ملم)

المعاملات		تراكيز السليكون (C)			معاملات الري × الاثريل
معاملات الري	تراكيز الاثريل	(c 0) 0	(c1) 0.01	(c2) 0.1	
(a0) الري الكامل	**(b0) 0**	17.33	21.00	22.67	20.33
	(b1) 0.75	20.33	21.00	23.67	21.67
	(b2) 1.5	19.33	20.67	23.00	21.00
(a1) قطع ريه خضرية	**(b0) 0**	14.33	22.00	22.33	19.56
	(b1) 0.75	19.33	19.33	23.00	20.56
	(b2) 1.5	19.33	20.00	22.67	20.67
L S D 0.05		1.532			NS
تراكيز السليكون		18.33	20.67	22.89	**L S D$_{0.05}$=0.53**
معاملات الري					
معاملات الري × تراكيز السليكون	**a0**	19.00	20.89	23.11	21.00
	a1	17.67	20.44	22.67	20.26
L S D 0.05		NS			NS
تراكيز الاثريل					
تراكيز الاثريل × تراكيز السليكون	**b0**	15.83	21.50	22.50	19.94
	b1	19.33	20.33	22.83	20.83
	b2	19.83	20.17	23.33	21.11
L S D 0.05		0.960			0.686

بينت نتائج جدول (**4**) أن رش الاثريل أدى الى انخفاض عدد الأوراق اذ أعطت المعاملة b2 أقل متوسط (14.5 ورقة) ولم تختلف معنويا عن المعاملة **b1** (14.1 ورقة) بينما اعطت معاملة المقارنة **b0** أعلى متوسط (16.0 ورقة) . ويعود السبب الى تأثير الاثيلين المتحرر من رش الاثريل و الذي يلعب دورا في تضاؤل فعالية الهرمونات مثل ألاوكسين والجبرلين والسيتوكينين، وكذلك زيادة عمل الهرمونات التي تعزز الشيخوخة مثل حامض الجاسمونك وحامض الابسسك (Jing واخرين ،2002 و 2005) و(Schippersواخرين , 2007) و تتفق هذه النتائج مع ما وجده Kasele واخرين (1995) و Shekoofa و Emam(2008). سببت معاملة قطع ريه في المرحلة الخضرية **a1** انخفاض عدد الأوراق بالنبات إذ اعطت أدنى متوسط (14.2 ورقة) مقارنة بمعاملة الري الكامل **a0** (15.7 ورقة) ويرجع ذلك الى نقص الماء الجاهز للنبات في مرحلة النمو الخضري مما ادى الى أنخفاض متوسط بزوغ الأوراق (فالح , 2011) وربما يعود أيضاً إلى الأنخفاض الواضح في ارتفاع النبات (جدول **1**) وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Cavero وآخرون (2000) و Anandوآخرون (2012) و Kuscu و Demir (2012).

أدى رش السليكون إلى زيادة معنوية في صفة قطر السلامية إذ أعطت المعاملة **c1** أعلى متوسط (22.89 ملم) بينما أعطت المعاملة المقارنة **c0** أدنى متوسط (18.33 ملم) . و تعزى الزيادة الحاصلة في صفة قطر السلامية إلى دور السليكون المتراكم في جدران الخلايا و الذي يتشابك مع السليلوز و البكتين وبالتالي تعزيز ميكانيكية الانسجة (Xiaopeng و اخرون 2005). وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه He و اخرون (2015 و 2013) من ان السليكون موجود كعنصر اساسي في جدران الخلايا حيث تجعلها اكثر صلابه. وكان للتداخل بين الاثريل و السليكون تأثير معنوي إذ اعطت التوليفه **b2c1** أعلى متوسط (23.33 ملم) مقارنة بالتوليفة **b0c0** التي أعطت ادنى متوسط 15.33 ملم وربما يعود السبب إلى لتاثير العاملين ولكن بطرق مختلفة في هذه الصفة حيث الاثريل يعيق استطالة السلامية و ينعكس ذلك على قطر السلامية بينما السليكون يتراكم في جدران الخلايا و يجعلها اكثر صلابة . وكان للتداخل الثلاثي تأثير معنوي حيث اعطت التوليفه **a1b1c1** اعلى متوسط بلغ 23.67 ملم ، بينما اعطت التوليفه a1b0c0 اقل قطر بلغ 14.33 ملم .

جدول 4 : تأثير تداخل الاثريل والسليكون والري في متوسط عدد الأوراق. نبات-1

المعاملات		تراكيز السليكون (C)			معاملات الري × الاثريل
معاملات الري	تراكيز الاثريل	(c 0) 0	(c1) 0.01	(c2) 0.1	
(a0) الري الكامل	**(b0) 0**	16.8	16.7	17.4	16.8
	(b1) 0.75	14.9	14.7	15.6	17.4
	(b2) 1.5	15.3	15.0	16.0	17.2
(a1) قطع ريه خضرية	**(b0) 0**	15.3	15.3	16.3	14.8
	(b1) 0.75	13.4	13.2	14.1	15.3
	(b2) 1.5	13.7	13.2	14.2	15.0
L S D 0.05			NS		NS
تراكيز السليكون		14.4	14.7	15.6	**L S D 0.0= NS**
معاملات الري					
معاملات الري × تراكيز السليكون	**~~a0~~**	15.0	15.4	16.3	15.7
	a1	13.7	13.9	14.9	14.2
L S D 0.05		NS			0.4314
تراكيز الاثريل					
تراكيز الاثريل × تراكيز السليكون	**b0**	15.2	16.0	16.9	16.0
	b1	13.7	13.9	14.8	14.1
	b2	14.2	14.1	15.1	14.5
L S D 0.05			NS		0.3630

بينت نتائج جدول (**5**) أن رش الاثريل أدى إلى انخفاض محتوى الأوراق من الكلوروفيل اذ أعطت المعاملة **b2** أقل متوسط بلغ 44.34 بينما أعطت معاملة المقارنة **b0** أعلى متوسط (53.54) ، ويرجع ذلك إلى دور الاثلين على تشجيع انتاج حامض الابسسك و الجذور الحرة الاوكسجينية وكذلك تثبيط ثلاثة من الانزيمات المضادات للاكسدة catalase , polyphenol oxidase , peroxidase مما ادى الى انخفاض صبغات الكلوروفيل والكاروتينات (Lokmaو Yavuz ، 2002) ، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Gardner وآخرون (2007) و Zishan وآخرون (2012) و Sun وآخرون (2015). وعلى العكس من ذلك ادى رش السليكون إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل اذ أعطت المعاملة **c1** أعلى متوسط (52.93) بينما اعطت معاملة المقارنة **c0** ادنى متوسط (40.44) ، و تعزى الزيادة إلى ان السليكون يساعد على زيادة حجم البلاستيدات الخضراء وزيادة عدد وحدات grana (Suriyaprabha, 2012) وتتفق هذه النتائج مع ما اشار اليه Kaya وآخرون (2006) و Zhiming واخرون (2014) . ادى قطع ريه في المرحلة الخضرية **a1** الى انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من الكلوروفيل إذ اعطت أدنى متوسط بلغ 46.65 بينما معاملة الري الكامل **a0** أعطت 49.28 . وربما يرجع ذلك الى ان قطع ريه ادى الى انخفاض محتوى الماء النسبي للاوراق وهذا يسبب تثبيط عملية البناء الضوئي نتيجة للانغلاق الجزئي أو الكلي للثغور وانخفاض نسبة CO_2 مما يؤدي الى صغر حجم البلاستيدات وانخفاض نسبة الكلوروفيل (احمد ,2007) وتتفق هذه النتائج مع Homayoun وآخرون (2011).

جدول 5: تاثير تداخل الاثريل والسليكون والري في محتوى الاوراق من الكلوروفيل(سباد)

المعاملات		تراكيز السليكون(C)			معاملات الري × تراكيز الاثريل
معاملات الري	تراكيز الاثريل	(c 0) 0	(c2) 0.01	(c1) 0.1	
(a0) الري الكامل	**(b0) 0**	49.8	55.9	58.8	54.8
	(b1) 0.75	36.0	49.5	51.0	45.5
	(b2) 1.5	39.7	50.4	52.5	47.5
(a1) قطع ريه خضرية	**(b0) 0**	47.2	53.3	56.3	52.3
	(b1) 0.75	37.0	49.2	50.3	45.5
	(b2) 1.5	33.0	47.9	48.7	43.2
L S D $_{0.05}$		NS			1.24
تراكيز السليكون		40.4	51.0	52.9	**L S D$_{0.05}$=0.88**
معاملات الري					
معاملات الري × تراكيز السليكون	**a0**	41.8	51.9	54.1	49.3
	a1	39.1	49.1	51.8	46.7
L S D $_{0.05}$			1.21		0.60
تراكيز الاثريل					
تراكيز الاثريل × تراكيز السليكون	**b0**	48.5	54.6	57.5	53.5
	b1	38.3	49.8	51.4	46.5
	b2	34.5	48.7	49.9	44.3
L S D $_{0.05}$			1.72		1.32

كان للتداخل بين معاملات الري مع تراكيز الاثريل تأثير معنوي إذ أعطت التوليفة **a0b0** أعلى متوسط (54.81) بينما التوليفة **a1b2** أدنى محتوى كلوروفيلي (43.19) ، ويرجع ذلك إلى دور الاثلين و كذلك الى انخفاض المحتوى المائي نتيجة قطع الريه مما ادى الى زيادة انتاج حامض الابسسك و الجذور الاوكسجينية الحرة وتثبيط انزيمات مضادات الاكسدة مما ادى الى انخفاض صبغات الكلوروفيل والكاروتينات (Lokma و Yavuz ، 2002) ، وتتفق هذه النتائج مع Gardner وآخرون (2007) و Zishanوآخرون (2012) و Sun وآخرون (2015). وادى تداخل الري مع السليكون الى تأثير معنوي وقد تفوقت التوليفة **a0c1** بأعلى محتوى (54.1) معنويا قياسا بجميع التوليفات الاخرى، بينما أعطت التوليفة **a1c0** أدنى محتوى (39.1) ، ويظهر ان رش السليكون حسن من محتوى الكلوروفيل في حالتي الري الكامل او قطع رية ، وتتفق هذه النتائج مع Xiaopeng واخرين (2004) و Kaya واخرين (2007). وكذلك ادت التداخلات الثنائية بين الاثريل و السليكون الى تأثير معنوي في هذه الصفة وقد أعطت التوليفة **b2c0** أدنى محتوى (34.48) بينما أعطت التوليفة **b0c1** أعلى محتوى (57.53).

بينت نتائج جدول (**6**) أن رش الاثريل أدى إلى انخفاض معنوي في المساحة الورقية اذ أعطت المعاملة **b2** أدنى

متوسط بلغ 4980 سم^2 بينما أعطت معاملة المقارنة **b0** أعلى متوسط للمساحة الورقية بلغ 8002 سم^2 . يرجع ذلك إلى دور الاثلين في انخفاض نسبة صبغات الكلوروفيل والكاروتينات و تشجيع انتاج حامض الابسسك وهدم الأغشية البلازمية نتيجة تثبيط ثلاثة انزيمات مضادات للاكسدة وبالتالي انخفاض كفاءه عملية البناء الضوئي وانعكاس ذلك على المساحة الورقية (Lokman و Yavuz ، 2002) وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Zhang وآخرون (2012) و Sun وآخرون (2015) . على العكس من ذلك ادى رش السليكون إلى زيادة معنوية في صفة المساحة الورقية اذ أعطت المعاملة **c1** أعلى متوسط بلغ 7139 سم^2 بينما معاملة المقارنة **c0** أعطت متوسط بلغ 5059 سم^2 . و يعزى ذلك إلى دور السليكون المؤثر في عملية البناء الضوئي من خلال زيادة نسبة الكلورفيل (a ,b) ومعدل التمثيل الضوئي وسلوك الثغور و تخفيض قيم معدل النتح في أوراق الذرة وهذا يعني زيادة كفاءة التمثيل الضوئي بالاضافة الى ذلك وجد ان السليكون المتراكم في خلايا البشرة يؤثر على زاوية الورقة بشكل يجعلها قائمة ويزيد من اعتراضها للضوء، وبالتالي تاثير ذلك ايجابا على المساحة الورقية وتتفق هذه النتائج مع ما اشار اليه Kaya وآخرون (2006) و Zhiming واخرين (2014). ادت معاملة قطع ريه في المرحلة الخضرية **a1** الى انخفاض المساحة الورقية إذ أعطت أدنى متوسط (5647 سم^2) مقارنة بمعاملة الري الكامل **a0** (6801 سم^2) . ويرجع السبب الى ان العجز المائي مع مرحلة نمو وتوسع الأوراق أدى إلى قلة استطالة الخلايا مما انعكس ذلك سلبا على المساحة الورقية (فالح ,2011) وتتفق هذه النتائج مع Ghooshchi واخرون (2008) و Rong وآخرون (2012) و Soltani وآخرون (2013) . وكان للتداخل بين معاملات الري مع تراكيز السليكون تأثير معنوي أذ اعطت التوليفة **a0c1** اعلى متوسط (7730 سم^2) بينما اعطت التوليفة **a1c0** ادنى متوسط (4537 سم^2) وتفوقت عليها التوليفة **a1c1** (6549 سم^2) . ويرجع السبب الى دور السليكون في رفع كفاءة استخدام الماء , وزيادة الكالسيوم و البوتاسيوم و المحافظة على الكلورفيل من الاكسدة بفعل الجذور الاوكسجية الحرة المتراكمة بفعل الاجهاد المائي بالاضافة الى ترسيب السليكون في خلايا البشرة مما يمنع فقدان الماء من الاوراق ، هذه النتائج تتفق مع Zou و اخرين (2007) و Ali واخرين (2013) . وكان للتداخل بين تراكيز الاثريل مع تراكيز السليكون تأثير معنوي أذ اعطت التوليفة **b0c1** اعلى متوسط (9135 سم^2) بينما اعطت التوليفة **b2c0** ادنى متوسط (4127 سم^2) وتفوقت عليها التوليفة **b1c1** (6465 سم^2). وربما يرجع السبب الى دور السليكون المؤثر في زيادة المساحة الورقية.

جدول 6: تاثير تداخل الاثريل والسليكون والري في المساحة الورقية (سم^2)

المعاملات		تراكيز السليكون (C)			معاملات الري × تراكيز الاثريل
معاملات الري	تراكيز الاثريل	(c 0) 0	(c2) 0.01	(c1) 0.1	
(a0) الري الكامل	**(b0) 0**	6633	9314	9556	8501
	(b1) 0.75	4636	5868	6436	5647
	(b2) 1.5	5473	6100	7197	6257
(a1) قطع ريه خضرية	**(b0) 0**	5829	7963	8714	7502
	(b1) 0.75	3618	4123	5200	4314
	(b2) 1.5	4162	5480	5733	5125
L S D $_{0.05}$		NS			NS
تراكيز السليكون		5059	6475	7139	**L S D $_{0.05}$**=225.5
معاملات الري					
معاملات الري × تراكيز السليكون	**~~a0~~**	5581	7094	7730	6801
	a1	4537	5855	6549	5647
L S D $_{0.05}$		383.4			486.0
تراكيز الاثريل					
تراكيز الاثريل × تراكيز السليكون	**b0**	6231	8638	9135	8002
	b1	4818	5790	6465	5691
	b2	4127	4996	5818	4980
L S D $_{0.05}$		393.9			266.3

بينت نتائج جدول (**7**) أن رش الاثريل أدى إلى انخفاض معنوي لدليل المساحة الورقية اذ أعطت المعاملة **b2** أقل متوسط (3.3) بينما أعطت معاملة المقارنة **b0** أعلى متوسط (5.4) ، ويرجع ذلك إلى دور الاثلين في انخفاض كفاءه عملية البناء الضوئي بسبب انخفاض نسبة الصبغات مثل الكلوروفيل والكاروتينات و تشجيع انتاج حامض الابسسك و هدم الأغشية البلازمية نتيجة تثبيط نشاط انزيمات مضادة للاكسدة مما انعكس سلبا في المساحة الورقية و عدد الاوراق كما مبين في الجدولين (**4 و 5**) (Lokman و Yavuz ، 2002) وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Gardner وآخرون (2007) و Zishan وآخرون (2012) و Sun وآخرون (2015).

جدول 7: تاثير التداخل الاثريل والسليكون والري في دليل المساحة الورقية

المعاملات		تراكيز السليكون (C)			معاملات الري × تراكيز الاثريل
معاملات الري	تراكيز الاثريل	(c 0) 0	(c2) 0.01	(c1) 0.1	
(a0) الري الكامل	**(b0) 0**	4.4	6.2	6.9	5.8
	(b1) 0.75	3.0	3.9	4.2	3.7
	(b2) 1.5	3.6	4.0	4.7	4.1
(a1) قطع ريه خضرية	**(b0) 0**	3.8	5.3	5.8	4.9
	(b1) 0.75	2.4	2.7	3.4	2.8
	(b2) 1.5	2.7	3.6	3.8	3.4
L S D $_{0.05}$		0.3937			NS
تراكيز السليكون		3.3	4.3	4.8	**L S D $_{0.05}$**=0.1524
معاملات الري					
معاملات الري × تراكيز السليكون	**a0**	3.7	4.7	5.3	4.5
	a1	3.0	3.8	4.3	3.7
L S D $_{0.05}$		NS			0.3678
تراكيز الاثريل					
تراكيز الاثريل × تراكيز السليكون	**b0**	4.1	5.7	6.3	5.4
	b1	3.2	3.8	4.3	3.7
	b2	2.7	3.3	3.8	3.3
L S D $_{0.05}$		0.2619			0.1721

بينما ادى رش السليكون إلى زيادة دليل المساحة الورقية اذ اعطت المعاملة **c1** أعلى متوسط (4.8) والتي اختلفت معنويا عن معاملة المقارنة c0 التي أعطت ادنى متوسط 3.3 ، و تعزى الزيادة الحاصلة في دليل المساحة الورقية إلى دور السليكون المؤثر في عملية البناء الضوئي من خلال زيادة نسبة صبغات الكلورفيل بالاضافة الى معدل التمثيل الضوئي وسلوك الثغور و خفض قيم معدل النتح في أوراق الذرة وهذا يعني زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وكذلك وجد ان السليكون المتراكم في خلايا البشرة يؤثر على زاوية الورقة بشكل يجعلها قائمة وبالتالي اثرة ايجابا على صفة المساحة الورقية كما مبين في الجدول (**6**) و زيادة كفائتها في اعتراض الضوء ، وتتفق هذه النتائج مع ما اشار اليه Kaya وآخرون (2006) و Zhiming واخرين (2014). ادى قطع ريه في المرحلة الخضرية **a1** الى انخفاض دليل المساحة الورقية إذ أعطت أدنى متوسط (3.7) مقارنة بمعاملة الري الكامل **a0** التي أعطت 4.5 ، ويرجع ذلك الى ان العجز المائي مع مرحلة نمو وتوسع الأوراق أدى إلى عدم استطالة الخلايا وانعكس ذلك سلبا على المساحة الورقية كما مبين في الجدول (5) وتتفق هذه النتائج مع Ghooshchi واخرون (2008) و Rong وآخرون (2012) و Soltaniوآخرون (2013). وكان للتداخل الثنائي بين الاثريل و السليكون تأثيرا معنويا إذا أعطت التوليفة **b0c1** أعلى متوسط (6.3) بينما أعطت التوليفة **b1c0** أقل متوسط (2.7) . وكان للتداخل الثلاثي تأثيرا معنويا اذا اعطت التوليفة **a0b0c1** اعلى متوسط (6.9) بينما اعطت التوليفة **a1b1c0** اقل متوسط (2.4) .

بينت نتائج جدول (**8**) أن رش الاثريل سبب انخفاضا معنويا في ارتفاع العرنوص إذ أعطت المعاملة **b2** ادنى متوسط (32.4 سم) واعطت المعاملة **b1** متوسط بلغ 32.6 سم بينما أعطت معاملة المقارنة **b0** أعلى متوسط (33.1 سم) . و يعزى انخفاض صفة ارتفاع العرنوص تدريجيا بزيادة تراكيز الاثريل إلى تأثيرالاثلين في اعاقة انتقال الاوكسين وبالتالي منع استطالة خلايا الساق وقصر السلاميات (1973,Burg) وتتفق هذه النتائج مع Misheck و Fanuel (2014) وقد أعطت المعاملة **c1** اعلى متوسط (93.0 سم) بينما أعطت معاملة المقارنة **c0** أدنى متوسط (78.3 سم). تعزى الزيادة الحاصلة في ارتفاع العرنوص إلى

دور السليكون في زيادة امتصاص الماء و العناصر المغذية و بالتالي استطالة و تمدد الخلايا و تسريع النمو (Epstein ,2001) . وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه Kaya و اخرون (2006) و Zou و اخرون (2007). ادت معاملة قطع ريه في المرحلة الخضرية **a1** الى تقليل ارتفاع العرنوص إذ اعطت أدنى متوسط (83.1 سم) مقارنة بمعاملة الري الكامل **a0** التي أعطت (89.9 سم) . و يعود سبب ذلك إلى أن مرحلة النمو الخضري تتأثر بالعجز المائي ، ويعد توسع الخلية أكثرتأثراً من أنقسامها وهذا يؤدي إلى تقليل استطالة سلاميات الساق و أنخفاض ارتفاع النبات و العرنوص (توفيق ,2006) أو قد يعود السبب إلى أن الإجهاد المائي ربما يؤدي إلى قلة مستوى الأوكسين المنتج طبيعيا والمسؤول عن استطالة الخلايا (Khera وآخرون ، 1976) وتتفق هذه النتائج مع Kuscu وDemir (2012) و Nabizadeh وآخرون (2012) . و كان للتداخل بين معاملات الري مع تراكيز الاثريل معنويا وتفوق **a0b0** باعطاء اعلى ارتفاع للعرنوص ، بينما اعطى تداخل **a1b2** ادنى ارتفاع. وكان لتداخل الاثريل مع السليكون تأثير معنوي وقد تفوق تداخل **b0c1** باعلى ارتفاع للعرنوص 105.17سم بينما نتج ادنى ارتفاع من التوليفة **b2c0** .

جدول 8: تأثير تداخل الاثريل و السليكون و الري في ارتفاع العرنوص (سم)

معاملات الري × الاثريل	تراكيز السليكون(C)			المعاملات	
	(c1) 0.1	(c2) 0.01	(c 0) 0	تراكيز الاثريل	معاملات الري
103.1	109.7	103.7	96.0	**(b0) 0**	**(a0) الري الكامل**
79.9	86.9	81.6	71.2	**(b1) 0.75**	
86.7	92.7	90.7	76.8	**(b2) 1.5**	
94.2	100.6	93.7	88.3	**(b0) 0**	**(a1) قطع ريه خضرية**
79.7	86.2	81.6	71.4	**(b1) 0.75**	
75.5	82.2	77.6	66.6	**(b2) 1.5**	
1.32	NS			**L S D 0.05**	
L S D$_{0.05}$=0.96	93.1	88.1	78.4	**تراكيز السليكون**	
معاملات الري					
89.9	965	92.0	81.3	**a0**	**معاملات الري × تراكيز السليكون**
83.1	89.7	84.3	75.4	**a1**	
1.55	NS			**L S D 0.05**	
تراكيز الاثريل					
98.7	105.2	98.7	92.1	**b0**	**تراكيز الاثريل × تراكيز السليكون**
83.2	89.5	86.2	74.1	**b1**	
77.7	84.6	79.6	68.9	**b2**	
0.89	1.55			**L S D 0.05**	

المصادر

توفيق ، حسام الدين احمد. 2006. استجابة الذرة البيضاء (Sorghum bicolor L.) لنقص الري خلال مراحل النمو المختلفة واثر ذلك في توزيع الجذور. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.

A Shekoofa and Y Emam, 2008 .Plant growth regulator (ethephon) alters maize (Zea mays L.) growth, water use and grain yield under water stress. J. of Agron. 7 (1), 41-48.

Ali R., Mehdi N. et al. (2013). Effect of Silicon on Some Physiological Properties of Maize (Zea mays) under Salt Stress. J. Biol. Environ. Sci., 7(20), 71-79

Anand, A. , S. Nagarajan, A.P.S. Varma, D.K. Joshi, P.C.PPathak and J. Bhardwaj.2012.Pre-treatment of seeds with static magnetic field ameliorate soil water stress in seedling of maize (*Zea mays* L.). Indan Journal of Biochemistry and Biophysics,49.63-70.

Cavero, J. I. Farre, P. Debaek, and J. M. Faci.2000. Simulation of maize yield under water stress with the EPIC phase and CROPWAT Models.Agron.J.92:679-690.

Cengiz Kaya , Levent T. & David H.2007.Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under

nutrient uptake of forage corn. Agron.J.,68:937-940.

Kuscu, H. , A.O. Demir.2012. Responses of maize to full and limited irrigation at different plant growth stages .J. Agric. Fac. Cit ,26(2):15.27.

Lokman Öztürk and Yavuz Demir.2002. Effects of putrescine and ethephon on some oxidative stress enzyme activities and proline content in salt stressed spinach leaves. Agron. J., 60:89-95.

Misheck C. and Fanuel C. .2014. Effect of ethephon and planting density on lodged plant percentage and crop yield in maize (Zea mays L.) Afr. J. Pl. Sci., 8 (2), : 113-117.

Nabizadeh, E. , M. Banifazel1 and E. Taherifard.2012. The effects of plant growth promoting on some of traits in maize (cv. S.C.704) under drought stress condition. European Journal of Experimental Biology, 2 (4):875-881.

Riccardo d'A., Fabrizio C., et al. (1997). Grain yield and water consumption of ethephon-treated corn under different irrigation regimes . Agron. J., 89:104-112

Rong, Y. 2012. Estimation of maize evapotranspiration and yield under different deficit irrigation on a sandy farmland in Northwest China. African Journal of Agricultural Research, 7(33): 4698-4707.

Schippers, J.H.M., Jing, H.C., Hille, J., et al. (2007) Developmental and hormonal control of leaf senescence. In: Gan, S. (ed.) Senescence Processes in Plants, vol. 26. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 145–170.

Smith, J.S., 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative growth of corn. Sci. Direct., 89: 1-16.

Stanley P. Burg,1973. Ethylene in Plant Growth. Proc. Nat. Acad. Sci. USA,70(2):591-597.

Taiichiro H., Shinobu I. et al. (2005). Application of silicon enhanced drought tolerance in Sorghum bicolor . Physiol. Planta., 123: 459–466.

water-stress conditions . Journal. Pl. Nutr. , 29 (80) :1480-1469 .

Epstein E.,2001. Silicon in plants: facts vs. concepts. In: Datnoff LE, Snyder GH, Korndöfer GH, editors.Silicon in agriculture. Amsterdam: Elsevier Science; p. 1–15.

Esmail Nabizadeh, Mojdeh Banifaze and Elnaz Taherifard,2012. The effects of plant growth promoting on some of traits in maize (cv. S.C.704) under drought stress condition. European Journal of Experimental Biology, 2 (4):875-881

Ghooshchi , F. , MSeilsepour and P. Jafari .2008 .Effects of water stress on yield and some agronomic traits of maize [SC 301] . American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (3): 302-305 .

He CW, Ma J, Wang LJ., 2015. A hemicellulose-bound form of silicon with potential to improve the mechanical properties and regeneration of the cell wall of rice. New Phytol.; 206 , (10) :51–62.

He CW, Wang LJ, Liu J, Liu X, Li XL, Ma J, Lin YJ, Xu FS.2013. Evidence for ‘silicon’ within the cell walls of suspension-cultured rice cells. New Phytol. 200:700–709.

Huang,A. , C.J.Birch and l. George .2006. Water Use Efficiency in Maize Production – the challenge and improvement strategies .6th Triennial Conference.

Jing, H.C., Sturre, M.J., Hille, J., et al. (2002) Arabidopsis onset of leaf death mutants identify a regulatory pathway controlling leaf senescence. Plant Journal 32,51–63.

Joe Vinson,2012 Popcorn: The snack with even higher antioxidants levels than fruits and vegetables. Note to journalists: Please report that this research was presented at a meeting of the American Chemical Society.

Khayatnezhad,M., R. Gholamin , S. Jamaati-e-Somarin and R. Zabihi-e-Mahmoodabad.2010 Effects of peg stress on corn cultivars (zea mays l.) at germination stage. World App. Sci. J., 11 (5): 504-506.

Khera, K. L., S.S.Prihar, B.S.Sandhu,and K.S.Sandhu.1976. Mulch ,nitrogen and irrigation effects on growth ,yield and

Thiraporn Khuankaew, Takuji Ohyama and Soraya Ruamrungsr ,2009. Effects of ethephon application on growth and developmentof curcuma alismatifolia gagnep. Bull . Facul . Agric . Niigata Univ., 62(1):9-15.

Xiaopeng G., Chunqin Z., and Lijun W. and Fusuo Z.,2004. "Silicon improves water use efficiency in maize plants," J. Pl. Nutr., 27 (8):1457–1470.

Zhang Z, Li G, Gao H, Zhang L, Yang C, et al. (2012). Characterization of photosynthetic performance during senescence in stay-green and quick-leaf-senescencezea mays L. inbred lines. Plos One 7(8): e42936. doi:10.1371/journal.pone.0042936

Zhiming X., Fengbin S. et.al. 2014 . Effects of silicon on photosynthetic characteristics of maize (zea mays l.) on alluvial soil, Jilin Agric. Univ., Changchun 130118.

Zhong Yu Sun, Tai Jie Zhang, Jin Quan Su1, et al. (2015) . A novel role of ethephon in controlling the noxious weed *Ipomoea cairica* (Linn.) sweet. Scientific Reports | 5:11372 | DOI: 10.1038/srep11372.

Zou, C.Q. , X. P. Gao, and F. S. Zhang . 2007. Effects of silicon application on growth and transpiration rate of maize. Chinese J. Eco-Agri., 15(3): 55–57, 2007.