Bull. Fac.Agric., Cairo Univ.,51 (2000): 123-138.

RESPONSE OF MAIZE TO DIFFERENT LEVELS OF SULFUR FERTILIZER

(Received : 18.3.1999)

By
F. Y. Baktash

Department of Agronomy ,College of Agriculture , University of Baghdad , IRAQ

ABSTRACT

This experiment was conducted in the experimental field of the Agronomy Department, College of Agriculture, University of Baghdad , to investigate sulfur response of maize , cv. Buhuth 106 during 1995 , 1996 and 1997 seasons , with a randomized complete block design with 4 replications and 7 treatments (control ; 100 ; 200; 300 ; 400 ; 500 , and 600 Kg sulfur /ha.) .

Significant differences were found among treatments for all the studied traits (except the number of ears/plant) . Linear relation was found between treatments and number of days from plant to 75% tasseling and silking , plant and ear height , ear length , number of rows/ear , number of grains/ear , grain weight and grain yield . Tasseling and silking were delayed with increasing the sulfur fertilizer. The treatment fertilizer , 600 kg / ha was superior to other treatments in plant and ear height , ear length , number of rows/ear , number of grains/ear and grain weight . Using 600 kg sulfur fertilizer /ha, produced higher grain yield (8180 Kg/ha, average of three years) which was superior to the control (6103 Kg/ha) by 34%.

Results also revealed that sulfur fertilizers are very important to maize up to 600 Kg/ha. It is necessary to perform further experiments with more than 600 kg sulfur fertilizer /ha with different levels of nitrogen .

Key words : *fertilizer , maize , response, sulfur.*

إستجابة الذرة الصفراء لمستويات مختلفة من السماد الكبريتي

فاضل يونس بكتاش

قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة– جامعة بغداد –العراق

الملخص

طبقت التجربة في حقول قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد ، بهدف دراسة مدى استجابة محصول الذرة الصفراء صنف بحوث 106 لمستويات مختلفة من سماد الكبريت في الموسم الصيفي للاعوام 1995 ، 1996 و 1997 .استعمل تصميم القطاعات كاملة العشوائية في أربع مكررات وسبعة معاملات وهي (بدون سماد كبريت ، 100 ، 200 ، 300 ، 400 ، 500 و 600 كغم/هكتار كبريت) بالاضافة الى ذلك تم تسميد لحقل بالسماد النتروجيني مقدار 264 كغم/هكتار يوريا (على دفعتين) و 132 كغم/هكتار P_2O_5 ، وتمت الزراعة في النصف الثاني من تموز (يوليو) من كل موسم .

وجدت فروقات معنوية بين معاملات التسميد ولجميع الصفات المدروسة عدا عدد العرانيص (الكيزان) بالنبات وكانت العلاقة خطية بين كميات سماد الكبريت وتلك الصفات. بينما تاخرت مواعيد التزهير الذكري والانثوي بزيادة كميات الكبريت ، تفوقت معاملة اضافة 600 كغم/هكتار كبريت على بقية المعاملات في ارتفاع النبات والعرنوص (الكوز) ، طول العرنوص ، عدد الصفوف بالعرنوص ، عدد الحبوب بالعرنوص ووزن الحبوب . اعطت المعاملة اضافة 600 كغم/هكتار سماد كبريت اعلى حاصل للحبوب (8180 كغم/هكتار) كمتوسط للمواسم الثلاثة وتفوقت على معاملة المقارنة (6103 كغم/هكتار) بنسبة 34% ، ويدل ذلك بوضوح على اهمية سماد الكبريت لمحصول الذرة الصفراء ولغاية أعلى مستوى مختبر(600 كغم/هكتار)،ومن الضروري تطبيق تجربة اخرى ولعدة مواسم تتضمن كميات من سماد الكبريت اعلى من 600 كغم/هكتار.

كلمات دالة : إستجابة ، ذرة الصفراء ، تسميد ، كبريت.

1. المقدمة

الكبريت من العناصر الضرورية لنمو النبات ويصنف من العناصر الثانوية بالرغم من الكميات العالية التي تحتاجها معظم النباتات . يوجد الكبريت في الخلايا النباتية الحية على شكل احماض أمينية فهويشكل 21 % من

الـ Methionine و 2.7% مـن الـ Cystine والاحمـاض الامينيـة Biotine والـ Thiamine المنظمـة للنمو كمـا ان الـ Glutione يـؤدي دورا" هامـا" فـي تفـاعلات الاكسدة والاختزال في النبات ، بالاضافة الى ذلك فإن الكبريت يساعد في تجديـد البروتوبلازم للخلايا النباتية وله اهمية خاصة في اختزال النترات في النباتات الى أحـماض امينية وبالتالي الى بروتين (9 ، 16 ، 17 ، 19 ، 21 ، 22) .

وجد Hilal و Al-Badrawy (1981 , 1980) بان اضافة 2 طن/هكتـار من الكبريت الى التربة يؤدي الى زيادة الوزن الجاف وغلة الذرة الصفراء ويؤيد ذلك (6 ، 7 و 10) في حين وجد (18) بانه بزيادة كميات الكبريت من صفر الى 60 كغم/هكتار بكرت بزوغ الحريرة وارتفع عدد الحبوب بالعرنوص ، وكـان اعلى حاصل للحبوب عند استعمال 30 كغم/هكتار من الكبريت وكـانت نتائجـهم مشابه الى نتائج تاثير الكبريت على الشوفان والجت والقطـن (5 ، 14 و 20) على التوالي . في حين حصل (1 ، 13) الى زيادة معنوية في حاصل الشـعير بزيادة كميات الكبريت المضافة (0 ، 4 ، 8 ، 12 طن/هكتار) وتوصـل (8) الى نتائج مشابهه لمحصول الحنطة .

من خلال ماتقدم يستنتج بان للكبريت اهمية كبيرة جدا" لمختلف المحـاصيل الحقلية، منها محصول الذرة الصفراء ولها تاثير مباشرعلى المحصول كعنصـر غذائي مهم للنبات وتاثير غير مباشر على صفات وخواص التربة وكذلـك علـى زيادة جهازية العناصر الغذائية ومنها الفسفور والعناصر الغذائية الاخرى(3 ، 4 ، 14 ، 16 ، 17) .

يوجد الكبريت بنوعين في المنطقة العربية هما الكبريت المنجمي والكبريت المستخلص من النفط والغاز ، اما في العراق فيوجد الكبريت المنجمي بصـورة حرة في منطقة المشراق كما يعتبر من الاقطار المصدرة للكبريت لدول مختلفـة من العالم ، ولغرض الاستفادة من هذا العنصر الضروري المتوفر في القطر لابـد من اجراء دراسات لمعرفة استجابة مختلف المحاصيل للكبريت وعليه نفـذ هـذا البحث لمعرفة مدى استجابة محصول الذرة الصفراء للكبريت الخام Foam فـي المنطقة الوسطى من العراق.

2. المواد والطرق المستعملة

أجريت التجربة في حقول قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة / جامعـة بغداد على الذرة الصفراء (صنف بحوث 106). ولثلاث مواسم خريفية خـلال الاعوام 1995 و 1996 و 1997 باستخدام تصميم القطاعـات كاملـة العشـوائية وباربع مكررات وسبعة معاملات كما يلي :

S0 = المقارنة بدون استخدام سماد الكبريت
S1 = اضافة 100 كغم/هكتار كبريت خام
S2 = اضافة 200 كغم/هكتار كبريت خام

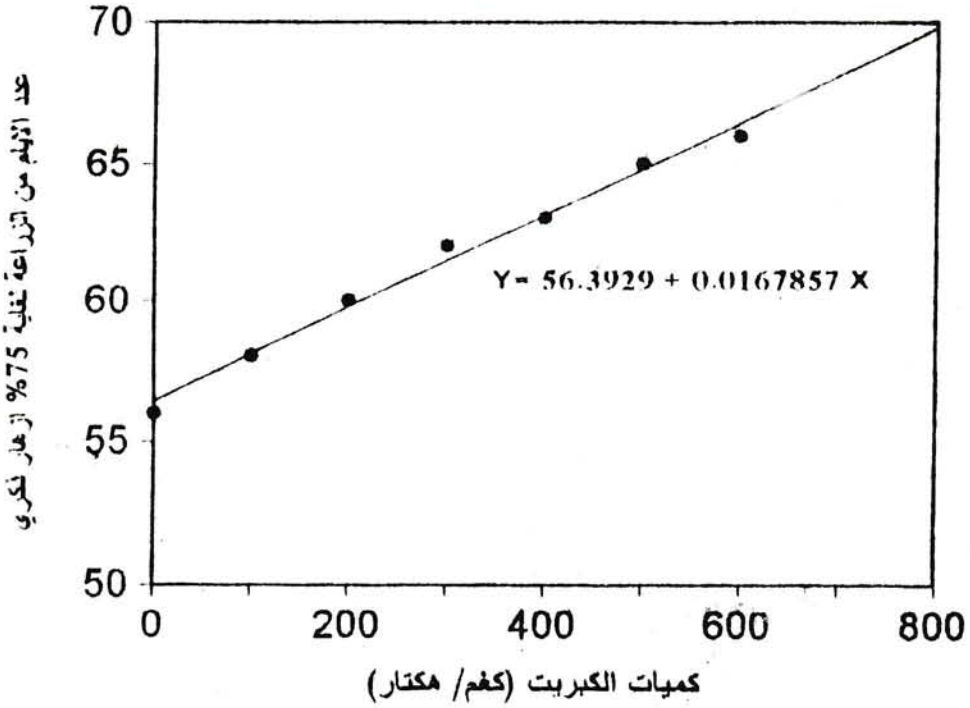
S3 = اضافة 300 كغم/هكتار كبريت خام
S4 = اضافة 400 كغم/هكتار كبريت خام
S5 = اضافة 500 كغم/هكتار كبريت خام
S6 = اضافة 600 كغم/هكتار كبريت خام

بالاضافة الى كميات الكبريت المستخدمة في التجربة تم اضافة السماد النتروجيني (لجميع المعاملات) بمقدار 264 كغم/هكتار يوريا (N(%46)، اضيف نصفها اثناء تجهيز الارض للزراعة والنصف الثاني عند بلوغ ارتفاع النبات معدل 25 سم وكذلك اضيفت 132 كغم P_2O_5 / هكتار من سماد سوبر فوسفات اثناء تحضير التربة مع سماد الكبريت حسب الكميات المقررة لكل معاملة .وتمت الزراعة في النصف الثاني من تموز(يوليو) من كل عام واجريت عمليات رعاية المحصول من ري ومكافحة الحشرات حسب الحاجة . أخذت البيانات اللازمة عن عدد الايام من الزراعة لغاية 75% ازهار ذكري (النورة المذكرة) و 75% بزوغ (ظهور) الحريرة ومكونات الحاصل وحاصل الحبوب (كغم/هكتار) اجريت الدراسات على عشرة نباتات محاطة تم اختيارها عشوائيا" وحللت البيانات تحليلا احصائيا حسب ماجاء به (2) .

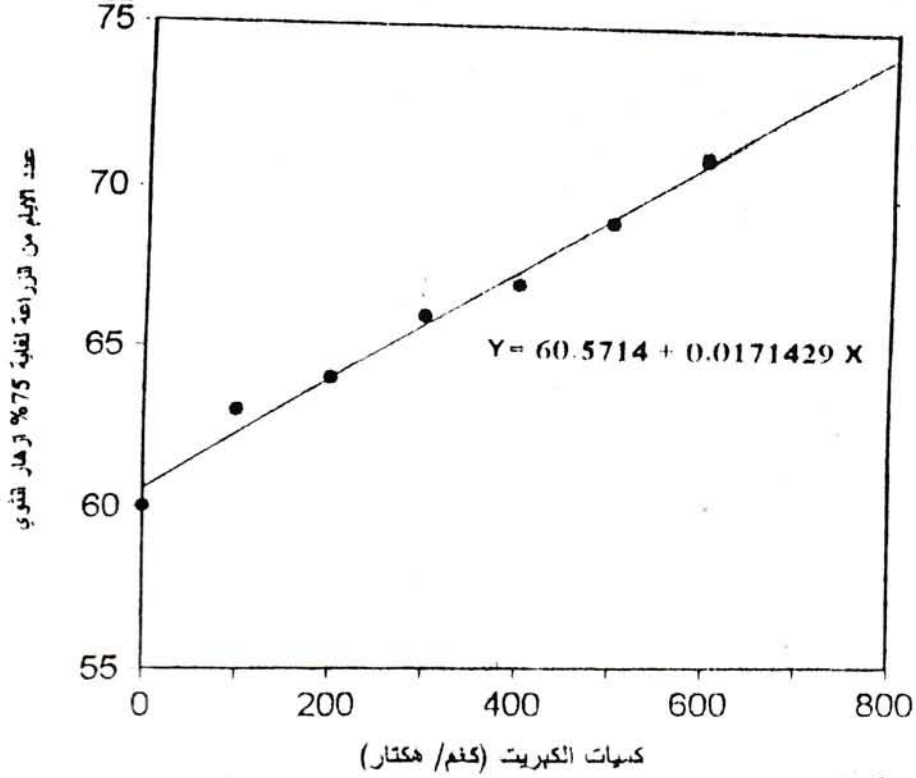
3. النتائج والمناقشة

يظهر من تحليل البيانات وجود فروقات معنوية بين معاملات الكبريت لمختلف الصفات التي درست لمحصول الذرة الصفراء عدا صفة عدد العرانيص (الكيزان) بالنبات حيث كانت الفروقات فيها غير معنوية .

يلاحظ من الجدول (1) بان عدد الايام من الزراعة لحين 75% ازهار ذكري لمحصول الذرة الصفراء اختلفت معنويا" باختلاف مستويات الكبريت المستخدمة حيث انه بزيادة كميات الكبريت من S0 الى S6 زادت عدد الايام من الزراعة لحين الازهار من 56 الى 66 يوما" ولدى تحليل الانحدار وجدت زيادة خطية (b = 0.017) في هده الصفة بزيادة كميات الكبريت المضاف (شكل 1) واتفقت هذه النتائج مع نتائج (11) . يظهر من الجدول (1) وجود فروقات معنوية بين مستويات التسميد بالكبريت لصفة عدد الايام من الزراعة لغاية 75% ازهار انثوي لنباتات الذره الصفراء ، حيث استغرقت النباتات في المعاملة S0 فترة 60 يوما" في حين استغرقت النباتات في الازهار الانثوي في معاملة الكبريت S6 بفترة 71 يوما" ، حيث يلاحظ بان الزيادة في هذه الصفة كانت خطية (b = 0.017) شكل (2) . ويراعى ان نتائج هذا البحث لايتفق مع نتائج (6) الذي وجد بانه عند زيادة كميات الكبريت تزداد استجابة محصول الذرة الصفراء للسماد النتروجيني ، وهذا يودي الى التبكير في بزوغ الحريرة . يلاحظ من الدراسة بان هنالك علاقة خطية بين كميات الكبريت المستخدمة في التجربة وصفتي عدد الايام



شكل (1): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم/هكتار) وعدد الأيام من الزراعة لغاية 75% إزهار ذكرى.



شكل (2): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم/هكتار) وعدد الأيام من الزراعة لغاية 75% إزهار أنثوى

من الزراعة لحين 75% ازهار ذكري وانثوي كمتوسط لنتائج ثلاثة اعـــوام ، ان سبب التاخير في الازهار يعتقد بانه بزيادة كميات الكبريت التي اضيفت لمحصول الذرة الصفراء ازدادت استجابة المحصول للسماد النتروجيني والـــذي ادى الـــى الاستمرار في النمو الخضري بدلا" من الازهار كما في الشكلين (1 و2) .

جدول (1) تاثير مستويات الكبريت على عدد الايام من الزراعة لغاية 75% ازهار ذكري وانثوي للسنوات 1995 و 1996 و 1997.

المعاملات	الازهار الذكري				الازهار الانثوي			
	1995	1996	1997	المتوسط	1995	1996	1997	المتوسط
S0	56	54	58	56	60	58	62	60
S1	57	57	60	58	63	62	64	63
S2	58	60	62	60	64	63	65	64
S3	62	60	64	62	67	64	67	66
S4	62	62	65	63	68	65	68	67
S5	64	64	67	65	69	68	70	69
S6	66	64	68	66	71	70	72	71
LSD 5%	2.12	2.01	2.42	2.03	4.23	4.01	4.40	3.60

جدول (2) تاثير مستويات الكبريت على ارتفاع النبات وارتفاع العرنوص (سم) للسنوات 1995 و 1996 و 1997

المعاملات	ارتفاع النبات (سم)				ارتفاع العرنوص (سم)			
	1995	1996	1997	المتوسط	1995	1996	1997	المتوسط
S0	175	171	176	174	85	82	87	85
S1	190	192	186	189	92	96	95	94
S2	210	215	198	208	108	110	106	108
S3	217	220	215	217	110	113	110	111
S4	228	235	229	231	115	120	115	117
S5	240	242	238	240	122	125	120	122
S6	252	260	256	256	128	131	128	129
LSD 5%	10.52	12.43	12.01	13.03	15.61	10.32	12.76	12.95

جدول (3) تاثير مستويات الكبريت على عدد العرانيص بالنبات وطـــول العرنـــوص (سم) للسنوات 1995 و 1996 و 1997.

المعاملات	عدد العرانيص بالنبات				طول العرنوص (سم)			
	1995	1996	1997	المتوسط	1995	1996	1997	المتوسط
S0	1.1	1.2	1.3	1.20	16.5	17.0	16.8	16.77
S1	1.2	1.2	1.3	1.23	17.2	17.6	17.3	17.37
S2	1.3	1.3	1.4	1.33	18.1	18.0	18.1	18.07
S3	1.3	1.3	1.4	1.33	19.3	18.9	18.8	19.0
S4	1.4	1.3	1.5	1.40	20.0	19.8	20.0	19.93
S5	1.5	1.6	1.7	1.60	20.5	21.0	20.3	20.60
S6	1.7	1.8	1.8	1.77	21.2	21.5	21.0	21.23
LSD. 5%	N.S	N.S	N.S	N. S	1.9	2.11	1.89	2.10

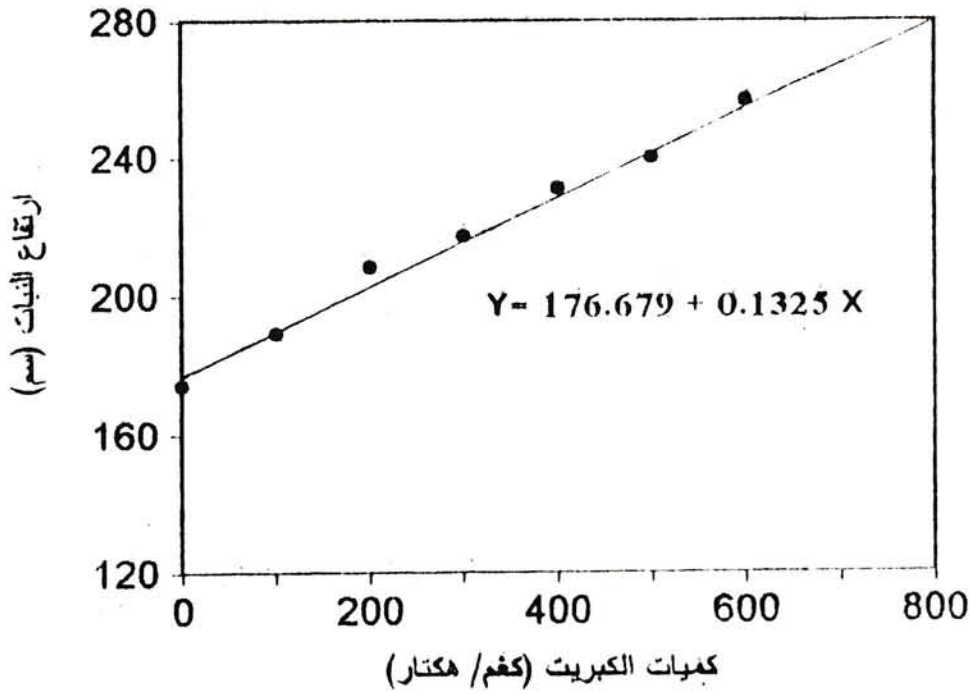
جدول (4) تاثير مستويات الكبريت على عدد الصفوف وعـدد الحبـوب بـالعرنوص للسنوات1995 و 1996 و 1997.

المعاملات	عدد الصفوف بالعرنوص				عدد الحبوب بالعرنوص			
	1995	1996	1997	المتوسط	1995	1996	1997	التوسط
S0	14.0	14.2	14.4	14.20	450	470	420	447
S1	16.0	15.0	16.2	15.73	599	580	650	610
S2	16.3	15.6	16.5	16.13	659	641	762	687
S3	16.5	16.0	16.9	16.47	667	659	722	683
S4	16.8	16.8	17.0	16.87	673	665	733	690
S5	17.2	16.9	17.2	17.10	680	675	760	705
S6	18.0	17.6	18.0	17.87	750	710	765	742
LSD5%	1.2	1.7	1.82	2.01	30.25	25.04	27.67	28.3

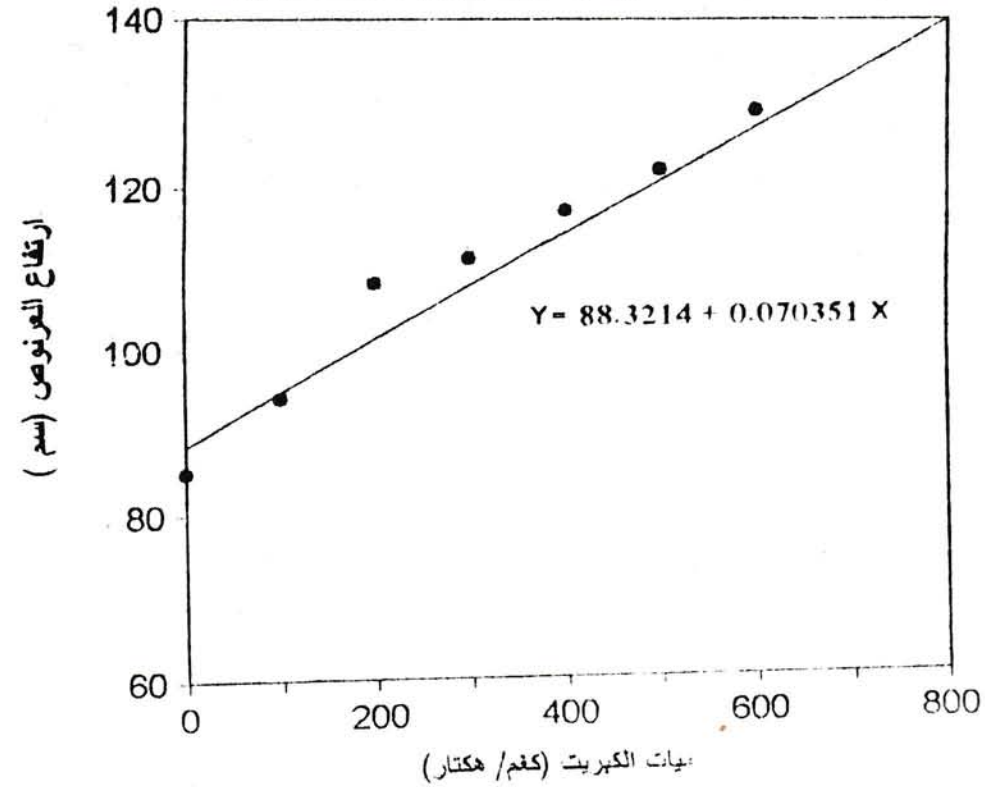
جدول (5) تاثير مستويات الكبريت على وزن 300 حبة(غم) وحاصل الحبوب(كغم/هكتار) للسنوات 1995 و 1996 و 1997.

المعاملات	وزن 300 حبة (غم)				حاصل الحبوب (كغم/هكتار)			
	1995	1996	1997	المتوسط	1995	1996	1997	المتوسط
S0	65.2	67.0	70.0	67.4	6050	6110	6150	6103
S1	72.0	70.1	73.1	71.7	6120	6400	6354	6291
S2	85.0	79.3	82.3	82.2	6322	6752	6562	6545
S3	88.6	85.4	87.5	87.2	7465	7295	7695	7485
S4	89.8	87.5	88.1	88.5	7643	7488	7922	7684
S5	90.8	91.0	90.2	90.7	7910	8120	8265	8098
S6	93.2	92.5	92.6	92.8	8030	8200	8311	8180
LSD 5%	2.54	3.20	2.67	2.33	210	189	225	245

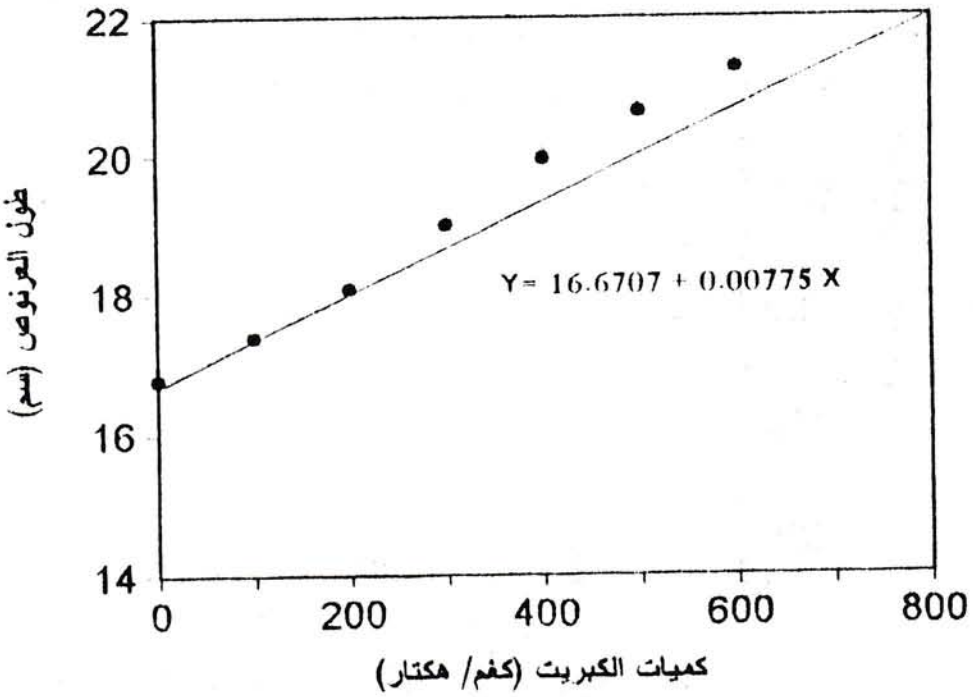
يشير الجدول (2) الى وجود فروقات معنوية بين معـــاملات الكـبريت لصفة ارتفاع النبات لمحصول الذرة الصفراء . انتجت المعاملة بدون كبريت(S0) اقصر النباتات (174 سم) في حين انتجت معاملـــة الكـبريت (S6) اطـول النباتات (256 سم) كمتوسط للاعوام الثلاثة ، وعليه كانت العلاقـة خطيـة بيـن مستويات الكبريت وارتفاع النبات (b = 0.133) كما في الشكل (3) . وتبيـن من الدراسة لصفة ارتفاع العرنوص (الكوز) بوجـود فروقـات معنويـة بيـن المعاملات(جدول 2) وكانت العلاقة خطية بيـن كميـات الكـبريت وارتفـاع العرنوص(الكوز) لنبات الذرة الصفراء (b = 0.07) اي انه بزيادة كيلو غـرام واحد من الكبريت يزداد ارتفاع العرنوص بمقدار 0.07 سم . أي ان زيادة ارتفاع النبات والعرنوص بزيادة كميات الكبريت دليل على تاخر الازهار الذكري



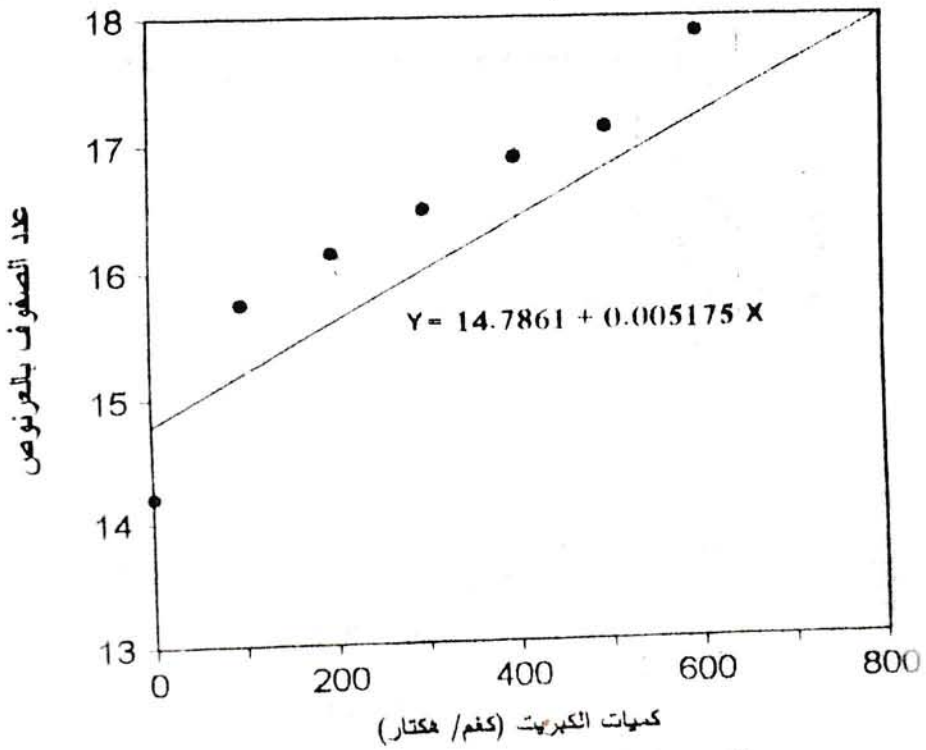
شكل (3): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم/ هكتار) وارتفاع النبـــات (سم).



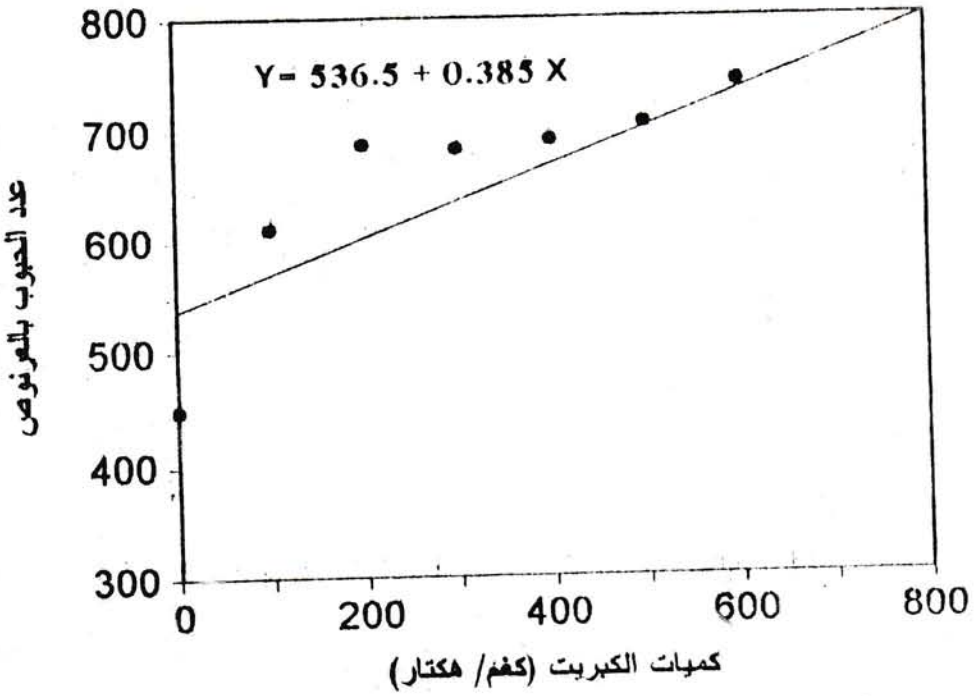
شكل (4): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم / هكتار) وارتفاع العرنوص (سم).



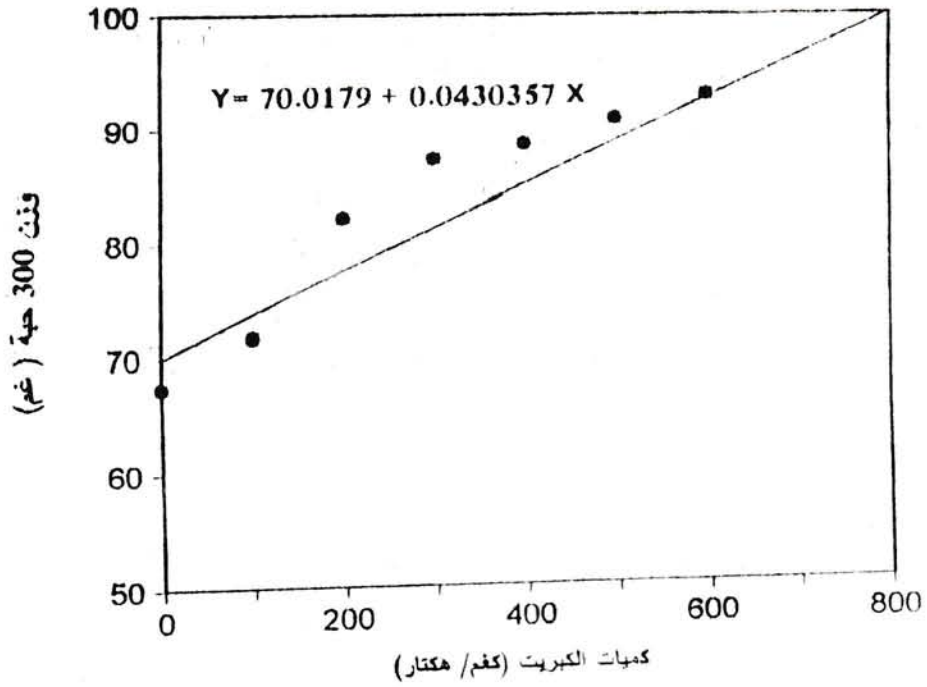
شكل (5): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم/ هكتار)وطول العرنوص (سم).



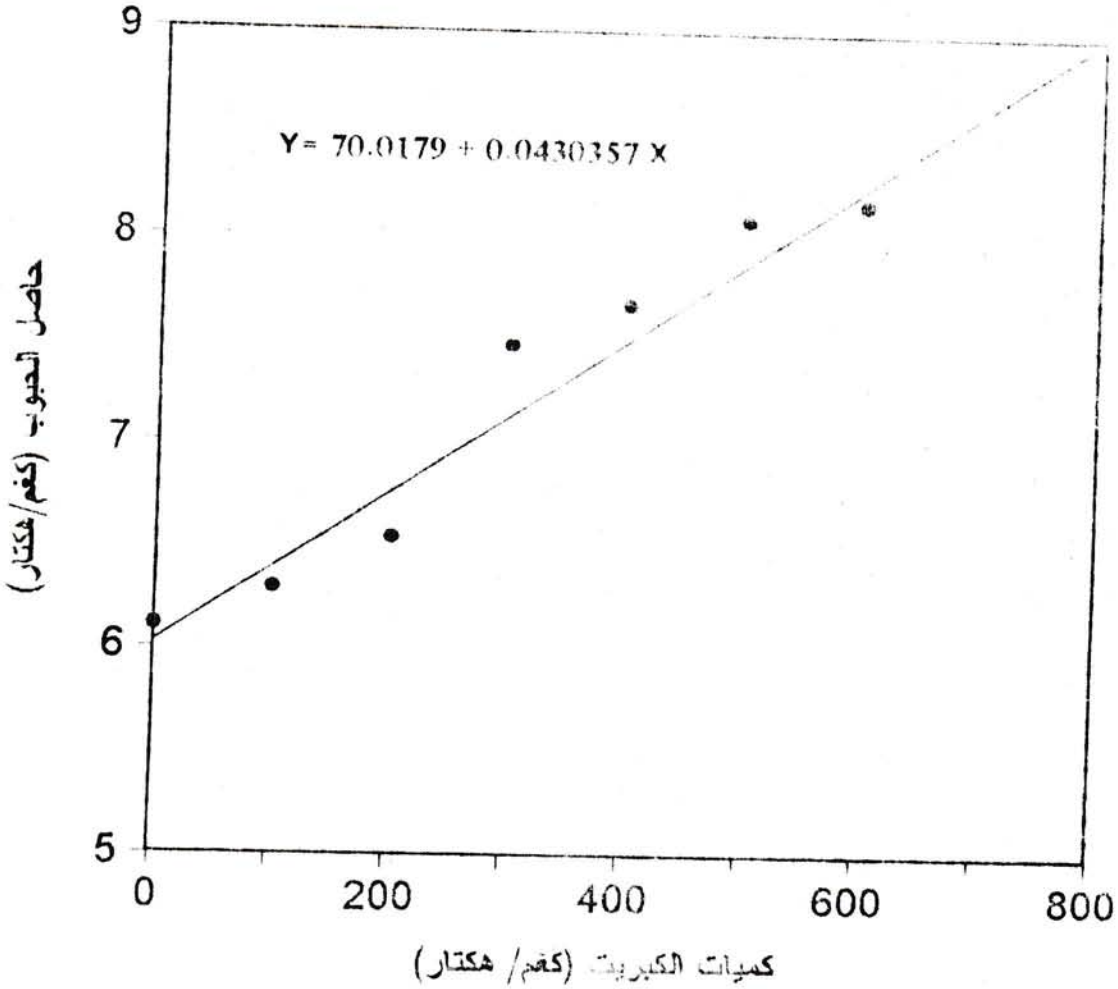
شكل (6): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم / هكتار) وعدد الصفوف بالعرنوص.



شكل (7): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم/ هكتار)وعدد الحبوب بالعرنوص.



شكل (8): العلاقة بين كميات الكبريت (كغم / هكتار) ووزن 300 حبة (غم).



شكل (9): العلاقة بين كميات الكبريت وحاصل الحبوب (كغم / هكتار).

والانثوي (جدول 1) والذي يعتبر انعكاسا عن استمرار النمو الخضري ولاسيما ان الكبريت يزيد من استجابة الذرة الصفراء للسماد النتروجيني الذي يزيد النمو الخضري وتتفق هذه النتائج مع ماجاء في البحوث (6 ، 7 ، 10 ، 11 ، 12) حيث اتضح بان الكبريت يزيد النمو الخضري والمادة الجافة لمحصول الذرة الصفراء .

لوحظت فروقات غير معنوية بين المعاملات لصفة عدد العرانيص (الكيزان) بالنبات (جدول 3) حيث ان التركيب الوراثي المستعمل في البحث يتميز بانه ليس من مجموعة متعددة العرانيص Non-prolific.

يبين الجدول (3) وجود فروقات معنوية بين معاملات كميات الكبريت المستعملة على طول العرنوص ، حيث انه بزيادة كميات الكبريت ازداد طول العرنوص وكانت العلاقة بين كميات الكبريت وطول العرنوص خطية(b = 0.0078) كما في الشكل (5) . حيث بلغ أعلى طول للعرنوص (21.0 سم) عند استعمال 600 كغم كبريت/هكتار واقلها كانت (16.77 سم) لمعاملة المقارنة (بدون كبريت). ويمكن ان يلعب طول العرنوص دورا" مهما" في زيادة حاصل الحبوب وخاصة عند زيادة نسبة الخصب .

تفوقت المعاملة S6 معنويا" على معاملة المقارنة S0 وبنسبة 25.85% في صفة عدد الصفوف بالعرنوص ، حيث اعطت النباتات في المعاملة S6 عرانيص فيها 17.87 صف بالعرنوص وتعتبر هذه النتيجة مهمة ولاسيما عدد الصفوف بالعرنوص احد المكونات الثانوية لحاصل الحبوب ، وكانت العلاقة بين مستويات الكبريت وعدد الصفوف بالعرنوص خطية (b =0.0052) كما في الشكل (6). يرتبط عدد الحبوب بالعرنوص بكمية حاصل الحبوب سلبا" او ايجابا" وذلك حسب التراكيب الوراثية المستعملة وخدمة التربة والمحصول حيث يشاهد من نتائج هذه التجربة في الجدول (4) وجود فروقات معنوية بين معاملات الكبريت حيث اعطت المعاملة S6 اعلى عدد للحبوب بالعرنوص 765 حبة ، في حين اعطت المعاملة S0 اقل عدد للحبوب بالعرنوص وكانت الزيادة خطية من معاملة المقارنة S0 باتجاه زيادة الكبريت وكان معامل الانحدار للصفة (b = 0.385) كما هو موضح في الشكل (7) .

لوحظت فروقات معنوية بين معاملات الكبريت لصفة وزن الحبوب لمحصول الذرة الصفراء (جدول 5) ، حيث تفوقت المعاملة S6 على بقية المعاملات وكان وزن 300 حبة فيها 92.8 غم اما اقل وزن للحبوب 67.4 غم كان في المعاملة S0 ويلاحظ من العلاقة بين كميات الكبريت وصفة وزن الحبوب كانت خطية (b = 0.043) كما هو مبين في الشكل (8) ، وان نتائج هذه الدراسة اتفقت مع نتائج البحثين (11 ، 12) .

وجدت فروقات معنوية بين معاملات التسميد بالكبريت لصفة حاصل الحبوب (كغم/هكتار) (جدول 5) حيث اعطت المعاملة التي سمدت بـ 600 كغم كبريت/هكتار (S6) اعلى حاصل للحبوب (8180 كغم/هكتار) . اما المعاملة بدون تسميد بالكبريت (S0) اعطت اقل حاصل للحبوب (6103 كغم/هكتار) حيث تفوقت المعاملة S6 بنسبة 34% على معاملة المقارنة في صفة حاصل الحبوب ، وكانت هذه الزيادة خطية (b = 3.923) وعليه عند زيادة كيلوغرام واحد من الكبريت يؤدي الى زيادة 3.923 كغم من حاصل الحبوب (شكل 9) . وأن هذه النتائج تتفق مع نتائج البحوث (6 ، 7 ، 10 ، 11 ، 12) حيث وجد أن الكبريت يزيد من حاصل الحبوب وان الزيادة التي حصلت في حاصل الحبوب مصاحبة للزيادة التي حصلت في بعض مكونات الحاصل (الجدولين 4 ، 5) .

يستنتج من هذه الدراسة بان الكبريت من العناصر الضرورية لنمو وانتاج محصول الذرة الصفراء كما انه يلعب دورا" كبيرا" في استجابة الذرة الصفراء للسماد النتروجيني (6) حيث يعتبر العنصر الاساسي في تكوين بعض الاحماض الامينية الهامة مثل Methionine و Cystine و Biotine ، وكانت الاستجابة لحاصل الحبوب ومكوناته خطية لغاية استعمال 600 كغم كبريت/هكتار وقد تمتد الاستجابة لمعدلات أعلى مما يحتاج تجارب أخرى ويفضل فيها اضافة السماد النتروجيني كمتغير اخر .

4.REFERENCES

1-Al-Ani F. Abd-Elgawad M. and Naji T. (1977). Iron and phosphorous availability in soil and barley yield as influenced by sulfur application . Iraqi J. Agric. Sci. 12 : 124 - 126 .

2-Al-Rawi K. M. and Khalaf Allah A.M. (1980). Design and Analysis of Agricultural Experiments pp. 487 .

3-Beaton J. D. (1966) . Sulfur requirement of cereals , tree , fruits, vegetables and other crops. Soil Sci. 101 : 267 - 277 .

4-Bertramsen B. R. , Fried M. and Tisdal S.L. (1950) . Sulfur studies of Indiana soil and crop. Soil Sci. 70 : 27 - 41 .

5-Center D. M., Jones M.B. and Vaughn C.E. (1984) . Effects of sulfur and nitrogen levels and clipping on competitive interference between two annual grass species . Agron. J. 76 : 65 - 71 .

6-Diagger L. A. and Fox R.L. (1971). Nitrogen and sulfur nutrition of sweet corn in relation to fertilization and water composition . Agron. J. 63 : 729 - 730 .

7-El-Wali A. M. , Gascho G.J. and Sumner M.E. . (1985). Dris norms for 11 nutrients in corn leaves . Agron. J. 77 : 506 - 508 .

8-Freney J. R. , Spencer K. and Jones M.B.(1978). The diagnosis of sulfur deficiency in wheat . Aust. J. Agric. Res. 29 : 727 - 738 .

9-Hassan N. A. , Dilaimi H.Y. and Hamad A.L.(1990) . Soil Fertility and Fertilizers . Mosule Univ. Press . pp.232 .

10-Hassan N. and Olson R.A. (1966) . Influence of applied sulfur on availability of soil nutrients for corn (*Zea mays* L.) nutrition. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 30 : 284 - 286 .

11-Hilal M. A. and Al-Badrawy R. (1980) . Use of elemental sulfur in Iraqi Agriculture . III . Effect of added sulfur on the properties of 4 soils in Central Iraq. Agr. Res. Cent. Tech. Bull. No. 37 .

12-Hilal M. A. and Al-Badrawy R. (1981 b) . Effect of sulfur on barley yield and its uptake on nutrients in relation to phosphorous and micronutrients availability . Res. Cent. of Agric. and Water Resorces Applied for the symposium of different use of sulfur in Iraq. Baghdad .

13-Hilal M. A. , Al-Badrawy R. , Al-Khafaji A. and Abood A. (1981 a) . Effect of sulfur application on barley and clover yield as a related to phosphate fertilization and green manuring of a caleareous soil . Res. Cent. of Agric. and Water Resorces. Applied for the symposium of different use of sulfur in Iraq . Baghdad

14-Hue N. V. and Cope H.T. (1987) . Use of soil profile sulfate date for predicting crop response to sulfur . Soil Sci Soc. Am. J. 51 : 658 - 664 .

15-Hones M. B. (1963). Effect of sulfur application and date of harvest on yield , sulfate sulfur concentration and total sulfur uptake of five annual grassland species . Agron. J. 55 : 254 - 257 .

16-Jones M. B. and . Buckman J.E . (1977) . Long term effects of phosphorus, sulfur and molybdum on a subterranean clover pasture. Soil Sci., 115 : 343 - 348 .

17-Jordan H. V. and Ensminger L.E.. (1958) . The role of soil fertility. Advances In Agron.Vol.10 : 408 - 434 .

18-Kang B. T. and Osiname O.S.(1976). Sulfur response of maize in Western Nigeria . Agron. J. 68 : 333 - 336 .

19-Mengel K. and Kirkby E.A. (1982) . Principles of Plant Nutrition 3rd ed. Int. Potash Instituet Bern. Switzeland .pp 655 .

20-Rehm G. W. (1987). Application of phosphorus and sulfur on irrigated alfalfa. . Agron. J. 79 : 973 - 979 .

21-Tisdale S. L. and Nelson W.L. (1985). Soil Fertility and Fertilizers . The MacMillan Company London .

22-Varra T. P. and Ferderick L.R. (1952) . The effect of sulfur oxidation on the availability of manganese. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 16 : 141 - 144 .