وزارة التعليم العاليّ والبحث العلميّ

جـــامـعـــة واســـط

كـــليـّــة الـــزّراعـــة

قسم علوم التربة والموارد المائيّة

تأثير مستويات ومواعيد اضافة الكبريت الزراعي في بعض صفات التربة الكيميائية و نمو وحاصل الذرة الصفراء *Zea mays* .L

رسالة تقدّمت بها

أسماء حسين علاوي الدليمي

إلى مجلس كليَة الزَراعة – جامعة واسط

كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير

في العلوم الزراعَية علوم التربة والموارد المائيّة

بأشراف:

أ. م. د. كهرمان حسين الخزاعي

1445هـ 2023 م

بسم الله الرحمن الرحيم

((أَلَمْ تَرَ أن اللَّهَ أنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَٰبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَٰنهِ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَٰهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَٰمًا أن فِي ذَٰلِكَ لَذِكْرَىٰ لِأُولِى الْأَلْبَٰبِ))

صدق الله العلي العظيم

سورة الزمر أية (٢١)

الاهداء

إلى من كان بدرا فأضاء الدرب ..... وهادي الأمة ونبي الرحمة والإنسانية

... محمد (صلى الله عليه واله وسلم)...

حبيبتي وقرة عيني التي حملتني وهناً على وهن وأرضعتني حباً واخلاصاً وتقاسمت معي وعلمتني الخطوة الأولى كيف أسير إلى طريق النجاح

...أمي الغالية...

إلى صاحب الفضل بعد الله والحنون الغالي الذي وهب الي حياته وراحته من أجل إسعادي ..إلى القوة ورمز الكفاح والنضال الذي نستمد منه الصبر والكبرياء

...أبي الغالي ...

سندي وفخري الشموع المضيئة والقلوب الصادقة ومن وقف بجانبي طيلة هذه المدة

...أخوتي وأخواتي وسندي ...

إلى كل من أنار لي طريق العلم والمعرفة إلى أولئك الذين أحفظ لهم مودة صادقة في قلبي أهدي لهم جميعا هذا الجهد المتواضع

...أصدقائي وصديقاتي...

إلى قناديل العلم التي أضاءت لي طريق المعرفة

...أساتذتي الاعزاء ...

أهدي ثمرة جهدي المتواضع هذا

الباحثة

أسماء الدليمي

الشكر والتقدير

الحمد لله ربّ العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين وعلى آله الطيبين الطاهرين يسرّني أن أقدم شكري وتقديري إلى عمادة كلية الزراعة / جامعة واسط وإلى رئاسة قسم علوم التربة والموارد المائية وأساتذتها و أتقدم بالشكر الوافر لأستاذتي ومعلمتي المشرفة الدكتورة (كهرمان حسين الخزاعي) لتوجيهاتها السديدة ومتابعتها العلمية المخلصة طوال مدة الدراسة و لما قدمته لي من اسناد علمي كبير،

وأقدم شكري وامتناني إلى السادة رئيس لجنة المناقشة وأعضائها لقبولهم مراجعة الرسالة وتقديم ملاحظاتهم القيمة بشأنها.

والشكر موصول إلى اساتذتي في كلية الزراعة / جامعة واسط وكل من قدم لي المشورة والمساعدة في عملي هذا وعلى رأسهم الدكتور نبيل رحيم لهمود وكافة أعضاء الهيئة التدريسية في القسم وإلى الكادر الوظيفي لمساعدتي في عملي هذا متمنية لهم التفوق العلمي والازدهار

و أتقدم بالشكر والتقدير إلى منتسبي مكتبة كلية الزراعة لما قدّموه لي من مساعدة في أثناء فترة الدراسة كما أشكر جميع موظفي كلية الزراعة الذين قدموا لي يد العون وفاتني ذكر اسمائهم.

واتقدم بالشكر الجزيل إلى الأصدقاء والزملاء الذين كانوا معي طيلة فترة الدراسة أسأل الباري أن يوفقهم في مسيرتهم العلمية والعملية

الباحثة

أسماء الدليمي

إقرار المشرف

أقر بأن هذه الرسالة أجريت تحت إشرافي في قسم علوم التربة والموارد المائية في كلية الزراعة/ جامعة واسط وهي جزء من متطلبات درجة الماجستير في علوم الزراعة/ علوم التربة والمورد المائية.

المشرف

أ. م. د. كهرمان حسين الخزاعي

قسم علوم التربة والموارد المائية

كلية الزراعة – جامعة واسط

بناءا على الشروط والتوصيات المتوافرة أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

أ. م. د. كهرمان حسين الخزاعي

رئيس قسم علوم التربة والموارد المائية

ورئيس لجنة الدراسات العليا

كلية الزراعة - جامعة واسط

الملخص

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الصيفي 2021 - 2022 في حقول كلية الزراعة – جامعة واسط بهدف معرفة دور إضافة الكبريت الزراعي بمستويات ومواعيد مختلفة في درجة تفاعل التربة والعناصر الغذائية الصغرى (الحديد، المنغنيز ، الزنك ، النحاس) وأثرها في نمو محصول الذرة الصفراء *Zea mays* L . شملت الدراسة موعدين للإضافة وهي : قبل الزراعة ب30 يوما و الموعد الثاني بعد 15يوما من موعد الإضافة الأولى، وبأربعة مستويات وهي :500 ، 1000،1500،2000 كغم Sهكتار$^{-1}$.

طبقت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة المعشاة (R.C.B.D) بواقع ثلاث مكررات لجميع المعاملات التجريبية والتي وزعت بصورة عشوائية على المعاملات ليصبح عدد الوحدات الكلي 27 وحدة تجريبية. وقد أظهرت النتائج ما يلي:

1- أعطت معاملة إضافة الكبريت بمستوى 2000 كغم .هكتار$^{-1}$ للموعد الأول أقل معدل لدرجة تفاعل التربة واعلى معدل لدرجة التوصيل الكهربائي عند مرحلة الإنبات والتزهير والحصاد بلغت 6.43، 6.83 ، 6.93 قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت اقل معدل ، اذ بلغت7.65، 7.68،7. على التوالي لدرجة تفاعل التربة و 1.97 ،1.86 ،1.97 ديسي سيمنز م $^{-1}$ قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت اقل معدل اذ بلغت 2.57 ،2.58، 2.58 ديسي سيمنز لدرجة الايصالية الكهربائية على التوالي.

2 - سجلت معاملة إضافة الكبريت بمستوى 2000 كغم .هكتار$^{-1}$ للموعد الأول (قبل الزراعة ب 30 يوم) خلال مرحلة التزهير أعلى معدل لتركيز الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس اذ بلغ معدل الحديد 56.77 و 46.8 و6.84 و21.33 ملغم .كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي.

3- حققت معاملة إضافة الكبريت بالمستوى (2000كغم S.هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا إذ أعطت أعلى معدل في جاهزية الكبريت في التربة عند مرحلة التزهير والحصاد إذ بلغت 37.39 **و** 34.19ملغمS كغم $^{-1}$ تربة على التوالي.

4- أظهرت نتائج معاملة إضافة الكبريت بمستوى 2000 كغم .هكتار$^{-1}$ للموعد الأول (قبل الزراعة ب 30يوما) أعلى تركيز للنتروجين التي بلغ فيها 1.85% قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للنتروجين في النبات اذ بلغت 0.97% ، والفسفور 0.29% مقارنة بمعاملة المقارنة والتي بلغ فيها تركيز الفسفور 0.06%، والبوتاسيوم في التي بلغ فيها 1.18% قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للبوتاسيوم في النبات ، اذ بلغت 0.66% في نبات الذرة الصفراء عند مرحلة التزهير ، بينما كانت معدلات المعاملة نفسها في مرحلة الحصاد ، اذ سجلت معدل النتروجين التي بلغ فيها 1.43% قياسا معاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للنتروجين في النبات اذ بلغت 0.94% ، والفسفور والتي بلغت 0.27% قياسا بمعاملة

ABSTRACT

المقارنة والتي بلغ فيها تركيز الفسفور 0.06% ، والبوتاسيوم التي بلغ فيها 1.02% قياسا معاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للبوتاسيوم في النبات ، اذ بلغت 0.76%.

5- أظهرت النتائج أن زيادة مستويات سماد الكبريت في التربة أدت إلى حصول زيادة في بعض صفات النمو والحاصل وأن أعلى معدل للمساحة الورقية في نبات الذرة الصفراء حققت في معاملة إضافة الكبريت بالمستوى 2000 كغم .هكتار$^{-1}$ في التجربة اذ بلغت 6270.48 سم ^{2} مقارنة بالمعاملة بدون إضافة 5513.6 سم ^{2} كما حققت المعاملة نفسها أعلى معدل للوزن الجاف بلغ 293.98 غم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 261.97 غم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ،أيضا حققت نفس المعاملة أعلى معدل لارتفاع النبات والذي بلغ 200.17 سم مقارنة بمستوى المقارنة التي بلغ فيها معدل الارتفاع 188.27سم وحققت معاملة إضافة الكبريت بالمستوى 2000 كغم .هكتار$^{-1}$ أعلى معدل لعدد الحبوب في العرنوص والذي بلغ الوزن 587.33 حبة. عرنوص $^{-1}$ مقارنة بمستوى المقارنة التي فيها معدل الوزن 555.33 حبة. عرنوص $^{-1}$ وحققت المعاملة نفسها أعلى معدل لوزن 500 حبة والذي بلغ الوزن فيها 192.35 غرام مقارنة بمستوى المقارنة التي فيها معدل الوزن 164.51 غرام وأعلى معدل لمحتوى الأوراق من الكلوروفيل والذي بلغ SPAD 38.9قياسا بمعاملة المقارنة والذي بلغ SPAD 28.47 وحققت المعاملة نفسها أعلى معدل لقطر الساق والذي بلغ بلغت 2.27سم قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 1.78 سم وأعلى معدل لحاصل الحبوب والذي بلغ بلغت 10.81طن .هكتار $^{-1}$ قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 9.47 طن .هكتار $^{-1}$.

المحتويات

ت	العنوان	الصفحة
	الملخص	ج
1	**المقدمة**	2-1
2	**مراجعة المصادر**	3
1-2	الكبريت مصادره وأشكاله في التربة	4-3
2-2	العوامل المؤثرة في جاهزية الكبريت في التربة	7-5
3-2	الكبريت وأهميته في تغذية النبات	8-7
4-2	درجة تفاعل التربة (pH) وتأثرها بمستويات الكبريت	10-8
5-2	تأثير مستويات الكبريت على درجة الايصالية الكهربائية للتربة (EC)	11
6-2	تأثير اضافة الكبريت في نمو وإنتاجية الذرة الصفراء	13-12
7-2	أهمية محصول الذرة الصفراء	14
8-2	أهم العوامل المؤثرة في جاهزية المغذيات الصغرى	15
9-2	درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية الحديد	16-15
10-2	درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية المنغنيز	17-16
11-2	درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية الزنك	18
12-2	درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية النحاس	19
13-2	تأثير الكبريت في صفات النمو والحاصل	21-20
3	**مواد وطرائق عمل**	22
1-3	موقع التجربة	22
2-3	عوامل التجربة	22

3-3	تهيئة ارض التجربة	22
4-3	أخذ عينات التربة	24
5-3	زراعة بذور الذرة الصفراء	24
6-3	طريقة الري	26
7-3	طريقة وموعد إضافة الاسمدة الكيميائية	26
8-3	المكافحة وعملية خدمة المحصول	26
9-3	التحاليل الكيميائيـة والفيزيائية للتربة	27
1-9-3	التحاليل الفيزيائية	27
1-1-9-3	تحاليل حجوم دقائق التربة	27
2-1-9-3	الكثافة الظاهرية	27
2-9-3	التحاليل الكيميائية	27
1-2-9-3	درجة تفاعل التربة (pH)	27
2-2-9-3	الايصالية الكهربائية(EC)	27
3-2-9-3	السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC)	27
4-2-9-3	كاربونات الكالسيوم($CaCo_3$)	27
5-2-9-3	أيونات الكاربونات والبيكاربونات	27
6-2-9-3	أيون الكبريتات	28
7-2-9-3	المادة العضوية	28
8-2-9-3	النتروجين الجاهز	28
9-2-9-3	الفسفور الجاهز	28
10-2-9-3	البوتاسيوم الجاهز	28

11-2-9-3	الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس الجاهز	28
3-9-3	تحليل النبات	29
4-9-3	هضم العينات النباتية	29
10-3	صفات النمو المدروسة	30
1-10-3	ارتفاع النبات(سم)	30
2-10-3	قطر الساق (سم^{2})	30
3-10-3	المساحة الورقية (سم ^{2} نبات$^{-1}$)	30
4-10-3	محتوى الكلوروفيل النسبي في الأوراق (SPAD)	30
5-10-3	عدد الحبوب في العرنوص (حبة عرنوص $^{-1}$)	30
6-10-3	الوزن الجاف للنبات	31
7-10-3	وزن 500 حبة (غم)	31
8-10-3	حاصل الحبوب(طن هـ$^{-1}$)	31
11-3	التحليل الاحصائي	31
4	**النتائج والمناقشة**	32
1-4	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في بعض الصفات الكيميائية للتربة خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء	32
1-1-4	تأثير إضافة الكبريت الزراعي في درجة تفاعل التربة	33-32
2-1-4	تأثير إضافة الكبريت الزراعي في درجة الايصالية الكهربائية (EC) ديسي سيمنز م$^{-1}$	35-34
3-1-4	تركيز الحديد الجاهز في النبات (ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة)	37-35
4-1-4	تركيز المنغنيز الجاهز في النبات (ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة)	39-37
5-1-4	تركيز النحاس الجاهز في النبات(ملغم Cu.كغم $^{-1}$ مادة جافة)	41-39

6-1-4	تركيز الزنك الجاهز في النبات (ملغم Cu.كغم $^{-1}$ مادة جافة)	43-41
7-1-4	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في معدل ال NPK في نبات الذرة الصفراء عند مرحلة التزهير	45-44
8-1-4	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في معدل ال NPK في نبات الذرة الصفراء عند مرحلة الحصاد	47-46
9-1-4	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (%) عند التزهير	49-48
10-1-4	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (%) عند الحصاد	51-49
2-4	صفات النمو	51
1-2-4	محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD)	52-51
2-2-4	ارتفاع النبات (سم)	53-52
3-2-4	المساحة الورقية(سم^2)	54-53
4-2-4	قطر الساق	55-54
3-4	صفات الحاصل	55
1-3-4	وزن ال 500 حبة	56-55
2-3-4	عدد الحبوب في العرنوص (حبة. عرنوص$^{-1}$)	58-57
3-3-4	حاصل الحبوب (طن .هـ$^{-1}$)	59-58
4-3-4	الوزن الجاف (غم)	60-59
5	**الاستنتاجات**	61
6	**التوصيات**	61
7	**المصادر العربية والاجنبية**	76-62
8	**ملاحق**	89-77

A	**Abstract**	

قائمة الاشكال

ت	العنوان	الصفحة
1	دورة الكبريت في الطبيعة	6
2	شكل يوضح العلاقة بين جاهزية العناصر الغذائية في التربة والرقم الهيدروجيني	10
3	شكل مخطط تصميم التجربة	23
4	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (%) عند التزهير	48
5	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (%) عند الحصاد	50
6	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD)	51
7	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في ارتفاع النبات (سم)	53
8	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في المساحة الورقية للنبات ($سم^2$)	54
9	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في قطر الساق للنبات(سم)	55
10	تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة الحديد في النبات(ملغمFe.كغم $^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات	77
11	تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة النحاس في النبات (ملغمCu.كغم $^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات	77

12	تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة الزنك في النبات(ملغمZn.كغم $^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات	78
13	تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة المنغنيز في النبات (ملغمMn.كغم $^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات	78
14	تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في درجة تفاعل التربة خلال مراحل نمو النبات	79
15	تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في درجة الايصالية الكهربائية(ديسي سيمنز م$^{-1}$)خلال مراحل نمو النبات	79

قائمة الجداول

ت	عنوان الجدول	الصفحة
1	جدول يبين بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية قبل الزراعة	25
2	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في درجة تفاعل التربة خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء	33
3	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في معدل التوصيل الكهربائي خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء	35
4	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في جاهزية الحديد خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء	37
5	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في جاهزية المنغنيز خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء	39
6	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في جاهزية النحاس خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء	41

7	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في جاهزية الزنك خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء	43
8	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في معدل ال NPK في نبات الذرة الصفراء عند مرحلة التزهير	45
9	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في معدل ال NPK في نبات الذرة الصفراء عند مرحلة الحصاد	47
10	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في وزن ال500 حبة (غم)	56
11	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في عدد الحبوب بالعرنوص (حبة. عرنوص$^{-1}$)	58
12	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في حاصل الحبوب ط.هـ$^{-1}$	59
13	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في الوزن الجاف للنبات	60
14	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (%) عند التزهير	80
15	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (%) عند الحصاد	81
16	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في ارتفاع النبات (سم)	82
17	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في قطر الساق للنبات(سم)	83
18	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في المساحة الورقية للنبات (سم^2)	84

19	تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD)	85

1- المقدمة :- Introduction

تعد الذرة الصفراء من المحاصيل الاستراتيجية في العالم نتيجة لقيمتها الغذائية العالية ولتزايد الطلب عليها لأغراض الغذاء والصناعة والوقود الحيوي. كما تعد ذات أهمية غذائية، نتيجة لاحتواء بذورها على الكربوهيدرات والزيوت والبروتينات، اذ يحرر الكيلوغرام الواحد منها 3460 سعرة حرارية و 93 غم من البروتين. كما تحتل الذرة الصفراء المركز الثالث عالميا من بعد الحنطة والشعير من حيث المساحة المزروعة والتي تبلغ حوالي 166 مليون هكتار، بينما تحتل المركز الأول من مجموع الإنتاج العالمي للحبوب والذي بلغ 963 مليون طن (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2011). أن زراعة هذا المحصول لاتزال متدنية في العراق، اذ بلغ معدل انتاج للذرة الصفراء حوالي 340 الف طن من المساحة المستغلة في الزراعة وهي 130 الف هكتار (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2011).

يشكل الكبريت 0.1% من القشرة الأرضية ويتواجد في التربة بصور متعددة منها الصور الحرة أو متحدة مع العناصر القاعدية (Ca و Mg و Na وK) في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة، ويتمثل بصورة الكبريت المنجمي في التربة المتمثلة بمعدن البايرايت او المصادر بركانية او قد يستخرج من النفط او الغاز . يوجد الكبريت المنجمي في العراق بصورة حرة في منطقة المشراق (الاعظمي، 1990 والتميمي، 2003) ، وقد يستعمل بشكل نقي S 100% او مخلفات تنقية الكبريت مثل الكبريت الزراعي 90% والكبريت الرغوي S 75% والذي يعد ناتج عرضي لتصنيع الكبريت. تعمل اضافة الكبريت في زيادة جاهزية الفسفور والمغذيات الآخرى من مركباتها المترسبة في التربة نتيجة لانخفاض درجة تفاعل التربة من و تكوين حامض الكبريتيك H_2SO_4 بعد أكسدة مخلفاته أكسدة بيوكيميائية و تتم هذه الأكسدة عن طريق احياء التربة الهوائية من جنس *Thiobacillus* ومنها نوع *Thiobacillus thiooxidance* لتعويض نقص الكبريت في النبات والتربة وهذا يعد ضروري في زيادة إنتاجية المحاصيل و مقاومة النباتات للأمراض الفطرية من خلال زيادة كفاءة تمثيل النتروجين في النبات وبناء الاحماض الامينية مثل حامض Cystiene و Mithionine (الاعظمي، 1990). كما أوضح Hilal وآخرون (1980) أن معدل اكسدة الكبريت قد يتأثر بموعد وكمية الكبريت المضاف وحجم دقائقه اذ وجد أن معدل أكسدة الكبريت المضاف بمعدل 4 طن هـ$^{-1}$ قد تحدث بسرعة وتعطي اثرا في صفات التربة بعد أسبوعين من الإضافة. بينما قلت سرعة الأكسدة وقل تأثيرها في خواص التربة مع زيادة معدل الإضافة عند المستويات 8 - 12 ميكا غرام هـ$^{-1}$ وحتى بعد 8 اشهر من عملية الإضافة وقد يرجع سبب ذلك إلى مدى قابلية الأحياء

المؤكسدة في عملية الأكسدة وحصول انخفاض درجة تفاعل التربة (pH) بدرجات متفاوتة بحسب كمية وموعد الإضافة و التحضين. تشير اغلب المصادر العلمية أن معظم الترب العراقية ذات محتوى عالي من كاربونات الكالسيوم والذي يتراوح مداها بين 10- 46% ، اذ أن درجة التفاعل في مثل هذه الترب تميل إلى القاعدية و ذلك يؤثر سلبا في معظم جاهزية العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات في التربة (أبو ضاحي، 1999) ونتيجة لذلك فأن أغلب الابحاث الحديثة اتجهت إلى إضافة الكبريت الزراعي كأحد المصلحات الحامضية من أجل معالجة مشاكل الترب الكلسية وزيادة قابليتها في تجهيز العناصر الغذائية اللازمة وتسهيل امتصاصها من قبل النبات وبالنتيجة سوف ينعكس ذلك في الحاصل الزراعي ومكوناته. وللاحياء المجهرية أهمية في أكسدة الكبريت في التربة و تكوين حامض الكبريتيك بفعل بكتريا *Thiobacillus* المسؤولة عن أكسدة الكبريت (التميمي، 2003 والعزاوي، 2006).

ونظر لإنتاج الكبريت بكميات كبيرة في العراق والتي قد تصل إلى أكثر من مليون طن سنويا فأن اضافته للترب الكلسية ربما يؤدي إلى زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة وينعكس ذلك في زيادة نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية ومنها محصول الذرة الصفراء .

لذلك فقد هدفت الدراسة إلى .

1- دراسة تأثير أربعة مستويات مختلفة من الكبريت الزراعي وبمواعيد مختلفة في درجة تفاعل التربة و نمو وحاصل نبات الذرة الصفراء .

2- تحديد افضل موعد وافضل كمية من الكبريت الزراعي في جاهزية بعض العناصر واستجابة محصول الذرة الصفراء لها.

2- مراجعة المصادر Literature Review

2-1 الكبريت مصادره واشكاله في التربة

يتواجد الكبريت في التربة على شكلين : الأول عضوي والثاني معدني وقدرت نسبة الكبريت المعدني حوالي 0.11% في القشرة الأرضية، في حين أن الكبريت العضوي يشكل حوالي 50% من الكبريت الكلي في التربة واحيانا تصل إلى 70% في الترب السوداء الخصبة والكبريت العضوي يعد المخزن الرئيسي لكبريت التربة (Anderson و Scott Reisenaur 1976 وآخرون،1973) اما الكبريت المعدني فقد يوجد في التربة وبصورة اساسية على شكل أيونات الكبريتات الذائب SO_4 في محلول التربة وكبريتات الكالسيوم $CaSO_4.2H_2O$ والصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم في التربة ويتواجد بصورة خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة (الاعظمي، 1990) وكذلك قد يتواجد بشكل متبادل على سطوح المعادن وسطوح دقائق التربة وقد يكون امتزازه على سطح معادن 1:1 أعلى مقارنة بسطوح معادن 2:1 وأيضا يتواجد بشكل مترسب في التربة وعلى هيئة كبريتات مرتبطة بالكربونات $CaCO_3$ والجبس وكذلك بشكل معادن تحتوي على الكبريت $CaSO_4.2H_2O$ المعدني واكاسيد مائية لأيونات عنصر الألمنيوم (Tisdale،2005 Havlin، وآخرون2005 ، الخزاعي، 2005 ،علي وآخرون، 2014).

اما في ظروف التربة المشبعة أو الغدقة قد يتواجد الكبريت المعدني على شكل مختزل مثل FeS أو متطاير على شكل H_2S (الاعظمي، 1990 Havlin وآخرون، 2005) . محتوى الترب من الكبريت قد يتوقف أحيانا على محتواها من المادة العضوية والطين وأيضا على درجة الحموضة واحياء التربة والظروف المناخية اذ أن تحت هذه الظروف المناخية الرطبة قد يتسبب في غسل الكبريتات وبكميات كبيرة على عكس ترب المناطق الجافة وشبه الجافة اذ يحدث تجمع للأملاح الحاوية على الكبريتات عند السطح كما في ترب وسط وجنوب العراق (الاعظمي، 1990).

أوضح Chapman (1961) إلى أن محتوى الكبريت الكلي في التربة قد يصل بين 100-2000 جزء بالمليون (0.01 - 2 %) ومحتوى الكبريتات في محلول التربة قد يصل بين 1- 100 جزء بالمليون بينما يصل تركيزه في النبات بحدود 0.1 - 1% في المادة الجافة . أوضح (النعيمي، 1999 Havlin وآخرون، 2005 ، وعلي وآخرون، 2014) إلى أن أهم مصادر الكبريت المتواجد في التربة قد تكون هي الصخور المتحجرة اذ عند تعرض هذه الصخور إلى عمليات تجوية يؤدي ذلك إلى تحرره وبدوره يتأكسد إلى كبريتات جاهزة للنبات

بواسطة الأحياء المجهرية. وأيضا أن الكبريت العضوي والمعدني والكبريت المضاف والغازي H_2S قد تعتمد عليه دورة الكبريت في التربة وعلى عمليات SO_2 الأكسدة والاختزال لمصادر الكبريت في التربة ، اذ ينتج عنها الكبريتات الجاهزة للنبات.

وبين عدد من الباحثين إلى أن إضافة الكبريت قد يكون له تأثير في خواص التربة اذ يضاف كمصلح للترب الكلسية اذ يؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة وزيادة جاهزية الكبريت والعناصر الغذائية الآخرى (الاعظمي، 1990) وأيضا تأثيره على العلاقات الأيونية عندما تتكون الكبريتات بالأكسدة لذلك فأن عملية إضافة مخلفات الكبريت في التربة قد تؤدي إلى ما يلي (الاعظمي، 1990).

1- ازاحة الأيونات الموجبة المتبادلة ينتج عنها زيادة في الأيونات الموجبة الذائبة بواسطة أيون الهيدروجين H في محلول التربة.

2- زيادة ذوبان الأيونات المعدنية من مركباتها.

3- في محلول التربة قد يزداد أو يقل ذوبان الفسفور وأن هذا يعتمد على نسبة الكالسيوم المنطلقة وهذا يعمل على تحرر الأيونات المرتبطة به نتيجة لذوبان الجبس .

وبين Kittons وAttoe (1965) إلى أن معاملة التربة بالكبريت قد كان لها تأثير قليل في قيم درجة تفاعل التربة ويرجع سبب ذلك إلى الكمية العالية نسبيا من كاربونات الكالسيوم 18% وأن صور الكبريت في التربة قد تكون بأشكال مختلفة هي ، Sulfate، Sulfite Thiosulfate فضلا عن مركبات الكبريت العضوية في التربة ولاحظ (Bettany و 1987) Janzen أن إضافة الكبريت قد يحفز وبشكل كبير الفعاليات التأكسدية للتربة في الإضافات اللاحقة قياسا بالترب التي لم تتسلم إضافة أولية من الكبريت.

استعمال الكبريت من مصادره المتعددة لسد حاجة النباتات لعنصر الكبريت يعمل على الحفاظ على خصوبة التربة من الكبريت ويستعمل الكبريت كمصلح في التربة اذ يعمل على أنخفاض درجة تفاعل التربة ويزيد من جاهزية العناصر الغذائية من مركباته المترسبة في التربة. كذلك وجد هناك زيادة معنوية من خلال إضافة الكبريت الزراعي اذ أدت إلى أنخفاض في درجة تفاعل التربة وبالتالي زيادة جاهزية العناصر الغذائية وزيادة نمو الحاصل بزيادة مستويات الكبريت المضافة (شاكر وراهي، 2002 والتميمي، 2003 والزاهدي، 2005 والعزاوي ،2006 والمعاميري ، 2007 والخزاعي ، 2016 وحمودي، 2016 والفرج، 2020).

2-2 العوامل المؤثرة في تحلل الكبريت في التربة

إن المحتوى الكلي للكبريت في الترب المعتدلة يكون بمعدل 0.005_ 0.04 % (Simom و sylvester، 1969) و مستويات الكبريت في التربة يعتمد على محتوى التربة من المادة العضوية وكذلك على الظروف المناخية. وفي ترب المناطق الرطبة يحصل غسل للكبريت بكميات كبيرة وفي ترب المناطق الجافة يتجمع الكبريت في أعلى سطح التربة وأيضا تعد الترب والتي يكون محتواها عالي من المادة العضوية يكون محتواها عاليا من الكبريت وكذلك معادن الطين تكون ذات أهمية في حفظ الكبريت وأن امتزاز الكبريت قد يزداد بأنخفاض درجة تفاعل التربة ويكون الامتزاز أعلى في معدن(Montmorillonit) عما عليه في معدن طين نوع (Kaolinit)، (Simom و Sylvester، 1969).

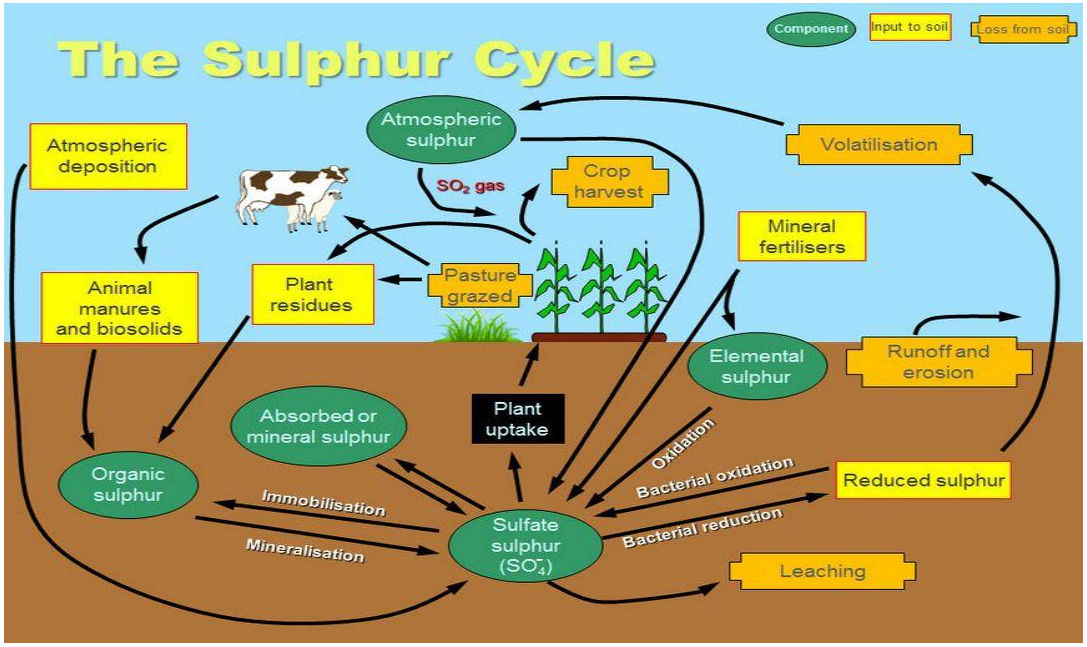
أوضحت الدراسات على ترب مناطق اسكتلندا وشمالها اذ يعتمد بالدرجة الأساس على الحديد النشط أكثر من الالمنيوم (Scott و Anderson، 1976) وبينت النتائج ألتي أشار أليها singh وآخرون (2014) وذلك عند إضافة أربعه مستويات مختلفة من الكبريت إلى التربة طينية رملية مزروعة بمحصول الحنطة أدت إلى حصول زيادة معنوية في تركيز الكبريت بالتربة وزيادة الجاهزية في محلول التربة .

بين العبيدي وآخرون (2007) أن هناك علاقة خطية بين معدل الأكسدة والمساحة السطحية لحبيبات الكبريت المضاف وضمن مدى ثابت من عملية الإضافة . ويتناقص معدل الأكسدة للكبريت خارج هذا المدى ويرجع سبب ذلك إلى التأثير التثبيطي لنواتج عملية الأكسدة اذ أن هذا المدى يكون أقل تأثيرا في الحبيبات الناعمة عن الخشنة (Deng و Dick، 1990) .

أوضح القريني (1994) أن إضافة الكبريت بالأقطار (0.1 - 0.5 ملم) قد اعطى أعلى جاهزية للمغذيات والحاصل لنبات زهرة الشمس. كما أوضحت الدراسات إلى أن تأثير نسجة التربة قد تؤثر في عملية أكسدة الكبريت وبينت إلى أن تأثيرها في التربة المزيجية والرملية أقل مما في الترب الطينية الغرينية (المنصوري، 2000) وأيضا هناك تأثير معنوي لدرجات الحرارة على عملية أكسدة الكبريت اذ كلما زادت درجة الحرارة زادت عملية الأكسدة للكبريت اذ لاحظ إلى أن أكسدة الكبريت عند درجة الحرارة 25 م أعلى منها عند درجة حرارة 5 م اذ بين أن عملية الأكسدة تتوقف عند درجة الحرارة ما دون 5 م (Nor و Tabatabai ، 1977 و Maini وآخرون، 2000) وأوضحت دراسات آخرى أن أعلى معدل للأكسدة بلغت عند درجات الحرارة (30- 40) مقارنة بدرجة الحرارة (5- 10) ويرجع سبب ذلك إلى أن الاحياء

المجهرية المسؤولة عن أكسدة الكبريت تكون محبة لدرجات الحرارة المعتدلة (*Mesophilles*) (Gaggi و آخرون، 1999) وفي دراسات آخرى كانت مقاربة للدراسة السابقة إلى أن عملية الأكسدة للكبريت تكون مستمرة بالتربة ومن النادر يوجد الكبريت على شكل S في التربة وأن الدرجة الحرارة المثلى لأكسدة الكبريت هي (25- 45) م^0 علي وآخرون **(2014)**

.



شكل (1) يوضح دور الكبريت في الطبيعة (Brady, 1974)

لاحظ (Alexander، 1977) إلى أن هناك تأثير معنوي لرطوبة التربة على عملية أكسدة الكبريت وأن المستوى (50_75%) من WHC يكون الأفضل لزيادة فعالية الاحياء المجهرية الخاصة بأكسدة الكبريت وأيضا وجد أن أفضل محتوى رطوبي لأكسدة الكبريت يكون عند 60% من السعة الحقلية (Wen وآخرون، 2001) وأوضحت دراسات كثيرة إلى أن افضل أكسدة للكبريت تكون عند السعة الحقلية (Nor و Tabtabia، 1977) .

أوضحت دراسات آخرى إلى أن عملية الأكسدة للكبريت ترتبط بدرجة كبيرة بدرجة تفاعل التربة وهذا يرجع إلى أن عملية الأكسدة للكبريت تحصل عند أنخفاض pH التربة القاعدية وبالتالي تزداد جاهزية أغلب العناصر الغذائية من مركباتها المترسبة في التربة وتجعلها جاهزة في محلول التربة (النعيمي، 1999 Havlin وآخرون، 2005 وعلي وآخرون، 2014 وحمودي، 2016 والغراني، 2022) . أوضحت دراسات آخرى إلى التأثير المعنوي لدرجة تفاعل التربة في عملية أكسدة الكبريت اذ لاحظ أن الأكسدة في الترب الحامضية

يكون أقل مما في الترب القاعدية وهذا يرجع إلى عملية تراكم النواتج التي تحصل في التربة في الترب الحامضية وهذا يؤدي إلى تقليل عملية الأكسدة سواء كان كيميائيا أو بيولوجيا (Janzen و Bettany، 1987 و Lawrencce وآخرون، 1988).

ايضا توصل إلى أن الأكسدة للكبريت وسرعة الأكسدة قد تعتمد على عدد الاحياء المجهرية الدقيقة المؤكسدة المتواجدة في التربة وأيضا عوامل التربة المساعدة على أكسدة الكبريت اذ إن عملية الأكسدة تزداد بزيادة الأحياء المجهرية ونشاطها والتي تختلف في الترب العراقية اذ يرافق هذه العملية حصول أنخفاض في الpH (Hilal و Albadrawy، 1980).

3-2 الكبريت وأهميته في تغذية النبات

يصل محتوى النباتات من الكبريت بين 0.1 إلى 1% ويعد الكبريت من العناصر الغذائية الضرورية والكبرى في تغذية النبات وعندما ينخفض محتوى النبات من الكبريت عن 0.1% سوف تظهر أعراض نقصه على النباتات (الاعظمي، 1990 والنعيمي، 1999 Havlin وآخرون، 2005) وهو يعد بطيء الحركة والانتقال في النبات ويمتص الكبريت من قبل النباتات على شكل أيون الكبريتات SO_4 إما بالنسبة للكبريت الجوي فقد يمتص على هيئة H_2S و SO_4 وهي الصورة التي يمكن امتصاصها من قبل النبات عن طريق الثغور وطبقه الكيوتكل وبعدها يمكن تمثيل الكبريت واختزاله في النبات على شكل أحماض امينية Cysteine %S الذي تكون نسبة الكبريت فيه 21% Mithionine و 2.7% S (الاعظمي، 1990 والنعيمي ، 1999 ، Havlin وآخرون 2005) . وبين Mengle و Kirkby (1982) إلى أن الكبريت قد يدخل في تكوين مجموعة من الفيتامين مثل Thiamine Biotine وأيضا يدخل في تركيب Glutathione والذي له تأثير مهم في تجديد البروتوبلازم للخلايا النباتية وعمليات الأكسدة والاختزال وأيضا له أهمية في اختزال النترات في النبات . كما وضح (ابو ضاحي واليونس، 1988 والنعيمي، 1999 ، Havlin وآخرون 2005 وعلي وآخرون، 2014) أن للكبريت أهمية في رفع كفاءة التمثيل للنتروجين والنبات وتمثيل النتروجين في النبات المجهز بكمية كافية من الكبريت وتكون نسبه N:S الطبيعية هي 20:1 وأن اي أنخفاض في نسبة الكبريت عن هذا الحد فأن ذلك يعمل على تجمع النترات NO_3 والأحماض الأمينية وبالتالي يقل نشاط أنزيم اختزال النترات في المركبات ألتي لا تحتوي على الكبريت Nitrate reductase . كما وضح Kirkby (1998) وابو ضاحي واليونس إلى أن

الكبريت قد يشارك في تكوين Lipoic acid و COASH وأيضا دخوله في أنزيم اختزال النتروجين Nitrogenase الذي يساعد في تثبيت النتروجين الجوي N .

وبين علي وآخرون (2014) إلى أن إضافة الكبريت وبكميات كافيه قد تزيد من قابلية النبات على مقاومة الأمراض وخاصة الفطرية Sulfur lnduced بإفراز H_2S من خلال تشجيع افرازمواد مضادة للفطريات. وأن حوالي 90% من مجموعة SH تتجه لتكوين الأحماض الأمينية في النبات اذ تعمل مجموعة SH على زيادة مقاومة النبات للبرودة. و10% منها لتكوين مركبات الكبريت العضوية. وأوضح (Boardman،1975 والجبوري، 2011) أن مركب Ferredoxin الذي يعد عاملا مختزلا قويا والذي يوجد في جزيئة البلاستيدات الخضراء ، اذ يدخل الكبريت في تركيبه اذ يتكون هذا المركب من جزيئتين من الكبريت المعدني وذرتين من الحديد في كل جزيئة ويعد الكبريت عنصر قليل الحركة في النبات وتظهر أعراض النقص على النبات عند النسبة أقل من 0.2% في النبات وتصل نسبته 0.2% - 0.5% على النموات الحديثة وامتازت إعراض النقص باصفرار عام للأوراق وعروق خضراء مصفرة مقارنة مع نصل الورقة (Haneklads وآخرون، 2007).

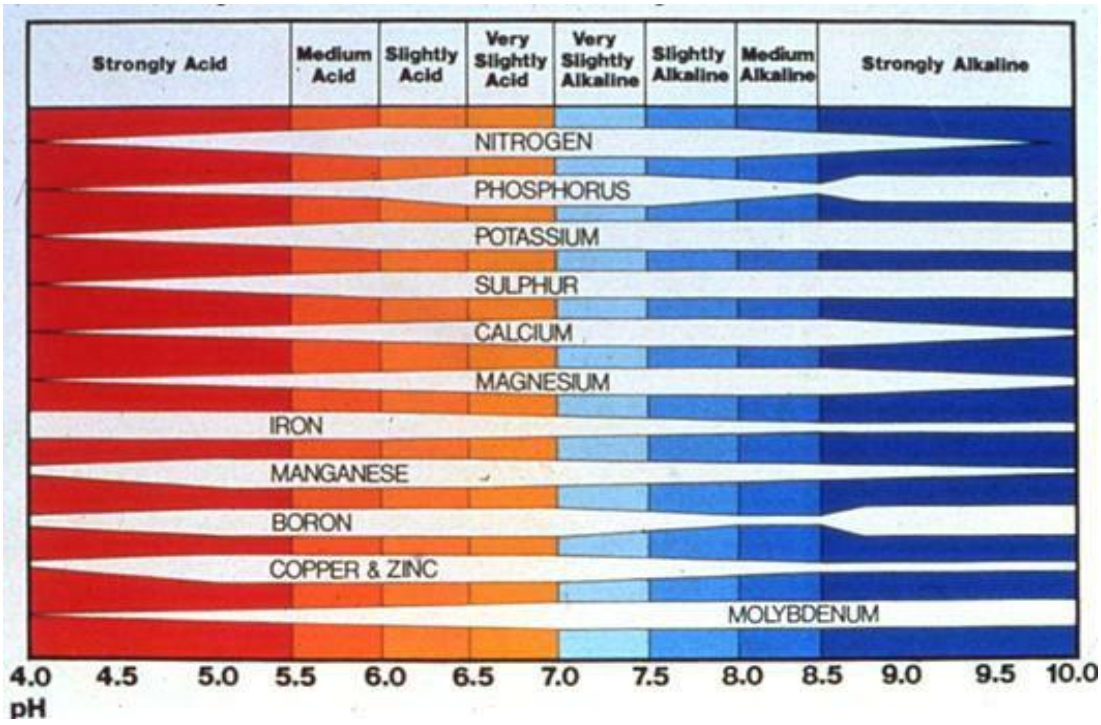
4-2 تأثير الكبريت في درجة تفاعل التربة(pH)

من المواد المستخدمة للتقليل من درجة تفاعل التربة لاسيما القلوية هو الكبريت الزراعي اذ له القدرة في الحفاظ على درجة الحموضة والسيطرة عليها وبذلك هو يشترك مع الأوكسجين والماء لتكوين حامض الكبريتيك في التربة وبذلك فأن هذا الفعل يكون ناتج عن بعض الاحياء المجهرية الدقيقة ولذلك يكون ناتج هذه العملية هي الأكسدة واعتمادا على ظروف التربة قد يحتاج وقت من (3- 6) أسابيع أو أكثر لتقوم بذلك. اذ أن خصوبة التربة تتأثر مباشرة بدرجة حموضة التربة وذلك من خلال تأثيرها في جاهزية صور العناصر الغذائية وتأثيرها في تركيزها وأيضا تؤثر في المزروعات و نشاط الأحياء الدقيقة وأن جاهزية المغذيات النباتية تتأثر في درجة التفاعل اذ يلاحظ أن أغلب هذه المغذيات قد تزداد في الوسط الحامضي ولدرجة تصبح سامة للأحياء مثل العناصر الثقيلة والالمنيوم .

وقد بين راهي وآخرون (1994) أن إلى حصول أنخفاض معنوي في درجة حموضة التربة والذي قد بلغ 7.6 قياسا بمعاملة المقارنة وذلك عند المستويات العالية للكبريت وبمعدل 1000 ملغم كغم تربة. وقد بين لطيف (2006) إلى أن هناك أنخفاض في قيم درجة تفاعل التربة معنويا عند إضافة الكبريت الزراعي بالمستوى (4000 كغم .هكتار) ولاحظ عند

المقارنة بمعاملة المقارنة (من دون إضافة) والتي قد بلغ 7.81، 7.80، 7.80 أما بعد 8 أسابيع بعد الزراعة فقد بلغت 7.58 ،7.58 ،7.59 لموسمين على التوالي ، كما أوضح زبون (2006) إلى أن هناك أنخفاضا معنويا عند زيادة مستويات الإضافة ولاحظ هناك تأثيرا عند إضافة الكبريت في درجة تفاعل التربة اذ عند إضافة 600 كغم هكتار$^{-1}$ كانت درجة التفاعل للتربة 7.80 اذ أنخفض إلى 7.75 ، 7.62، 7.75 أما عند زيادة كميات الكبريت المضاف إلى حدود 1200 ، 1800 ،2400 كغم هكتار على التوالي لاحظ حدوث أنخفاض أكثر. كما أشار البياتي وآخرون (2009) الى أنخفاض قيمه هذه الصفة عند معاملة المقارنة (بدون إضافة) من 7.80 إلى أقل قيمة لها اذ بلغ 7.63 و 7.64 لسنتين على التوالي وأشار إلى هناك إتجاه عام لأنخفاض في قيم درجة حموضة التربة وذلك عند زيادة مستوى إضافة الكبريت بمستوى إضافة 2.00 ميكا غرام S هكتار ، لاحظ بريسم وآخرون (2009) أن سبب أنخفاض درجة تفاعل التربة لحده الأقصى اذ بلغ 7.57 يرجع سبب ذلك إلى إضافة الكبريت بالمستوى 2000 كغم هكتار$^{-1}$ ، كما تسبب حصول أنخفاض في درجة تفاعل التربة إلى 7.50 عند إضافة الكبريت بالمستوى 300 كغم هكتار (خلف والصحاف، 2011).

إن حموضة التربة تؤثر على تراكيز العناصر الغذائية الأساسية والمتواجدة في محلول التربة وكذلك تؤثر على المزروعات وفعالية الاحياء الدقيقة اذ يعد الكبريت من العناصر التي تعمل على خفض درجة تفاعل التربة من خلال اضافته للترب القلوية (Degirmenci وآخرون، 2006) وأن درجة تفاعل التربة يمكن الحفاظ عليها بشكل صحيح من خلال تفاعله مع الماء والأوكسجين مكون حامض الكبريتيك وعمليه الأكسدة قد تكون ناتجة عن فعالية بعض الاحياء المجهرية الدقيقة المتواجدة في التربة وأن هذه العملية تستغرق مدة (3-6) اسابيع وأكثر معتمدة على ظروف التربة (المعاميري، 2007) .



شكل (2) يوضح العلاقة بين جاهزية العناصر الغذائية في التربة و الرقم الهيدروجيني (Thopson and Troch, 1979)

أوضحت كثير من الدراسات إلى أن إضافة الكبريت الزراعي بمستويات متعددة مختلفة وأنه يؤثر في درجة تفاعل التربة وكلما زاد معدل الإضافة للكبريت زاد تأثيرها في درجة تفاعل التربة قياسا بمعاملة المقارنة (بدون إضافة) وبعد مرور شهرين وأكثر من الإضافة وفي مواعيد مختلفة (الخزاعي 2016 و حمودي، 2016 والفرج، **2020** الخويلدي، 2022 الغراني 2022) .

أوضحت دراسة عند اختبار أربع تراكيز من الكبريت وتأثيره في درجة تفاعل التربة، اذ اجريت على التوافر الحيوي للكبريت من خلال نفايات الكبريت وتأثيره في درجة تفاعل التربة وأوضحت النتائج إلى أن هناك تأثيراً طفيفاً من خلال الكبريت على درجة تفاعل التربة والناتج من نفايات الكبريت ولكن ازداد محتواها من الكبريت والذي قد أدى إلى أنخفاض في درجة تفاعل التربة وذلك من خلال النشاط الأنزيمي للتربة وزيادة محتواها من الكبريت. وقد تكون نفايات عنصر الكبريت مصدرا بديلا للكبريت وأيضا مكملا لنقص الكبريت في التربة (Monika وآخرون، **2020**).

5-2 تأثير مستويات الكبريت في درجة الايصالية الكهربائية للتربة (EC)

أوضح التحافي وآخرون (2005) من خلال دراسة لهم إلى حدوث زيادة معنوية بزيادة مستويات الكبريت المضافة إلى التربة اذ سجلت أعلى قيمة لدرجة الايصالية الكهربائية عند مستوى إضافة 750 غم S / نبات ، وبلغت 3.84 ديسي سيمنز م$^{-1}$ وكذلك أدت إضافة الكبريت إلى رفع درجة الايصالية الكهربائية في التربة بالمستوى 2000 كغم هكتار$^{-1}$ إلى 4.35 ديسي سيمنز م$^{-1}$، وأوضحت النتائج جبر وآخرون (2007) إلى حصول زيادة معنوية في درجة التوصيل الكهربائي عند إضافة مستويات الإضافة 0، 500 ، 1000 كغم هكتار$^{-1}$ من الكبريت الزراعي في التربة على التوالي اذ بلغت هذه القيم 2.68 ، 2.85 ، 2.93 ديسي سيمنز م$^{-1}$ و بين سبب ذلك يعود إلى حصول عملية أكسدة للكبريت والذي أدى إلى أنخفاض في درجة تفاعل التربة وبالتالي تكوين حامض الكبريتيك الذي يعمل على زيادة ذوبان بعض المركبات والمعادن وانطلاق بعض الأيونات المتبادلة وبالتالي حصول زيادة للتوصيل الكهربائي في محلول التربة وجاء ذلك النتيجة لإحلال أيون الهيدروجين بمحلها مما أدى ذلك إلى حصول هذه الزيادة بالإضافة إلى الملوحة المتسببة عن الكبريت الزراعي البالغة (4.4 ديسيسيمنز.م$^{-1}$)، كما أشار عليوي والشماع (2008) إلى أن هناك تأثيرا معنويا في الايصالية الكهربائية للتربة عند إضافة الكبريت ومع زيادة مقدار الإضافة من العنصر وأنخفاض مع مرور الزمن في قيم الايصالية الكهربائية وكان لمستوى الإضافة 400 كغم هكتار$^{-1}$ أعلى معدل ايصالية كهربائية بلغت 2.79 ديسي سيمنز م$^{-1}$ بينما كان لمعاملة عدم الإضافة ادنى ايصالية كهربائية بلغ 1.45 ديسي سيمنز م$^{-1}$ ويعزى ذلك إلى ازاحة الأيونات المتبادلة من اسطح التبادل بواسطة الهيدروجين عند إضافة المصلحات الحامضية اليها، كما أوضح جاسم (2011) إلى حصول زيادة في ملوحة التربة اذ بلغت 4.51 ديسي سيمنز م$^{-1}$ المعاملة بمستوى 600 ملغم S كغم تربة في التربة المروية بالمياه ذات ملوحة 2.39 ديسي سيمنز م$^{-1}$ بالمقارنة بالتربة المعاملة بمستوى 200 ملغم S كغم تربة والمروية بالمياه عذبة.0.56 ديسي سيمنز م$^{-1}$ بأقل قيمة 1.53 ديسي سيمنز م$^{-1}$.

6-2 تأثير اضافة الكبريت في إنتاجية الذرة الصفراء

أشارت النتائج التي توصل اليها مجموعة من الباحثين إلى أن إضافة الكبريت قد ادت إلى أنخفاض في درجة حموضة التربة (pH) وبالتالي قد يؤدي إلى ذوبانية كثير من المركبات في التربة وبعض العناصر الآخرى وزيادة جاهزيتها وانعكس ذلك في الحاصل ومكوناته (الاعظمي، 1990 والراوي وآخرون، 2001). كما وجد ان تأثير إضافة مستويات مختلفة من الكبريت الزراعي بالمستويات 0، 250، 500، 750، 1000 ملغم .كغم $^{-1}$ تربة والفسفور بمستويين 0 ، 2.5 ملغم .كغم تربة$^{-1}$ ، قد أدى إلى حصول زيادة في الوزن الجاف لنبات الحنطة (راهي، 1994).

كما أوضح (الويسي، 2001) من خلال تجربته عند إضافة الكبريت بالمستويات 0، 1500، 3000 كغم هـ$^{-1}$ اذ كان المستوى 1500 كغم هـ$^{-1}$ هو المستوى الأفضل في تحقق أعلى مادة جافة وحاصل للحبوب وزيادة في امتصاص للعناصر المغذية في نبات الذرة الصفراء ولاحظ (الاعظمي، 1990) عند إضافة الكبريت بالمستويات 0،1000،2000،4000 كغم هـ$^{-1}$ قد أدى إلى حصول أنخفاض معنوي في درجة تفاعل التربة pH وبالتالي زاد معنويا من الوزن الجاف الكلي للنبات والحاصل الحبوب ووزن 1000 حبة وحاصل البروتين للذرة الصفراء بزيادة مستويات الإضافة ولحد المستوى 2000 كغم هـ$^{-1}$. حصل Astoffi وآخرون (2004) زيادة في الوزن الجاف والوزن الطري وتركيز الكبريت في أوراق النبات في زراعة الذرة الصفراء في محلول مغذي يحتوي كل من كبريتات المغنيسيوم وكبريتات الأمونيوم وكبريتات النحاس بتركيز 100مايكرو مول / لتر$^{-1}$.

وجد (العزاوي، 2006) عند إضافة الكبريت الزراعي بمستويات (0،1000،2000 كغم هـ$^{-1}$) أدى إلى خفض درجة تفاعل التربة وزيادة معنوية في التوصيل الكهربائي في التربة وقد تفوق المستوى 2000 كغم هـ$^{-1}$ وحقق أعلى قيم لهذه الصفات كما وحقق هذا المستوى أعلى قيم لصفات النمو والحاصل لنبات الذرة الصفراء ومن دراسة قام بها (Nazar وآخرون، 2011) في أهمية الكبريت المضاف في الترب للنباتات فقد وجدوا أن الزيادة في إضافة الكبريت بكميات مناسبة للنبات أدت إلى زيادة في محتوى الاحماض الامينية والنووية في النبات والبروتين وأن الببتيد الثلاثي (الكلوتاثيون) والذي يكون الكبريت الجزء الرئيس فيه مهم لزيادة تحمل النبات للإجهادات الملحية من الاملاح في التربة ويزيد من زيادة حاصل النبات وزيادة الاحماض الامينية.

أشار زبون والحلفي (2014) إلى أن إضافة الكبريت بالمستوى 0 ،2،4،6 طن هـ$^{-1}$ زاد معنويا في صفات النمو والحاصل للحنطة وتفوق المستوى 6 طن$^{-1}$ وأعطى أعلى قيم لصفات النمو والحاصل للنبات وامتصاص المغذيات في النبات . ووجد (الفهداوي وعلي، 2011) أن إضافة الكبريت الزراعي يؤثر معنويا في جميع الصفات المدروسة في الذرة البيضاء وأعطت معاملة 3000 كغم هـ$^{-1}$ أعلى معدل لحاصل ألحبوب ووزن 100 حبة والنسبة المئوية للبروتين . ولاحظ (البياتي، 2002) من خلال نتائجه إلى أن لإضافة الكبريت الزراعي بالمستوى 2 ميكا غرامS هـ$^{-1}$ قد حقق أعلى قيم لصفات النمو والحاصل المدروسة ومحتوى النبات كما أظهرت النتائج أن إضافة الكبريت الزراعي تأثير معنوي في الايصالية الكهربائية وتركيز الكبريتات في التربة وتفوق المستوى 2 ميكا غرام هـ$^{-1}$ تربة في خفض درجة التفاعل للتربة.

النباتات تمتص الكبريت على هيئة كبريتات SO_4 ولذا عملية الاكسدة تتم بالمعادلة الاتية

$$H_2S+2O_2 ___ H_2SO_4$$

$$2S+O_2 ___ 2H_2S0_4$$

هذه العملية كيمو حيوية لأنها تتم بواسطة احياء هوائية اجبارية Thiobaisllus ذاتية التغذية وهي عملية مولدة للحموضة

أشار الباحث السلمي (2021) إلى أن هناك تأثيرا معنويا بين مستويات إضافة الكبريت في بعض الصفات ومكونات الحاصل اذ أعطت المعاملة 4 طن S هـ$^{-1}$ مع صنف الرشيد أعلى عدد اشطاء وأعلى عدد سنابل وأعلى عدد حبوب بالسنبلة وأيضا تفوقت المعاملة 4 طن S هـ$^{-1}$ مع الصنف اباء -99 بأعلى وزن 1000 حبة.

7-2 أهمية محصول الذرة الصفراء

لمحصول الذرة الصفراء أهمية اقتصادية قد تكمن في محتواها من البروتين بنسب كبيرة وكذلك النشا والزيت وأيضا تحتوي على فيتامينات ومنها E و B1 و B2 (العقيدي، 1999) وزراعتها تنتشر بصورة كبيرة في ستة أحزمة موزعة على أنحاء العالم ومن هذه الدول الولايات المتحدة الأمريكية والذي اشتملت على ست ولايات أيضا وهي تشكل 80% من أنتاج الولايات المتحدة الأمريكية وذلك لكونه ينمو في مدى واسع من الظروف المناخية. وتعد الذرة من المحاصيل متعددة الاستعمالات لذلك تستخدم كغذاء للإنسان وعلف للحيوانات والدواجن وأيضا بذور الذرة الصفراء تمتاز بقيمتها الغذائية العالية وهذا يرجع لكون الذرة تحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية والفيتامينات اذ بذور الذرة الصفراء تمتاز بـpro_ vit A وهذا يعتبر عشرين ضعفا أو أكثر مما قد تحتويه حبوب الحنطة . محصول الذرة الصفراء يعتبر من المحاصيل التي تم تطبيعها من الحياة البرية من ناحية الإنتاج إلى الحياة البشرية وأيضا كان يعتقد أن محصول الذرة الصفراء انتقل إلى العالم القديم ما بين القرنين السادس عشر والقرن السابع عشر وقامت مجموعة من الباحثين بإدخاله إلى أوربا وأفريقيا(الساهوكي، 1990) .

وبذلك قد تعد الذرة من المصادر الغذائية المهمة للإنسان وكذلك الحيوان، وتدخل بذور الذرة الصفراء أيضا في مجال الصناعة كصناعة الزيوت والنشأ والورق والاصباغ والوقود الحيوي، ومحصول الذرة الصفراء يمتاز بقدرته العالية على الإنتاج وذلك عند مقارنته مع المحاصيل الآخرى وبذلك تعد هي الأولى في أنتاج حاصل الحبوب في وحدة المساحة ويعتبر محصول الذرة الصفراء من المحاصيل الزراعية المجهدة للتربة وذلك لكونها تمتص كميات عالية من العناصر الغذائية في مراحل نموها المختلفة . وأن محصول الذرة يستجيب لإضافة الأسمدة بشكل كبير كالأسمدة الفوسفاتية وغيرها (الجبوري، 2011) ، وبين Gopalan وآخرون (2007) إلى أن الذرة الصفراء تعد من المحاصيل المهمة والتي تعد مصدر للبروتينات والكربوهيدرات والمعادن والفيتامينات. وأن قدرتها على التكيف مع البيئة المختلفة هي السبب في ارتفاع أنتاجها وكذلك تختلف أصناف الذرة الصفراء فيما بينها كثيرا في صفات متعددة ومنها الصفات المورفولوجية والاختلافات الوراثية فيما بينهما وأيضا قابليتها للاستجابة للظروف البيئية وفي الكثير من الدراسات تمت دراسة الحاصل ومكوناته (الساوكي، 1990) بينما درس Ahmed Saikia (2020) إلى أن محصول الذرة الصفراء من أكثر المحاصيل التي لها القدرة على التكيف في الظروف المناخية المختلفة وأيضا من أكثر المحاصيل تنوعا.

8-2 أهم العوامل المؤثرة في جاهزية المغذيات الصغرى

تشارك العناصر الصغرى ومنها الحديد والمنغنيز والزنك في عدد من العمليات المسيطرة على نمو النبات ومحتواها في الأوراق والحبوب وكذلك تحديد نوعية الحاصل وفي الوقت نفسه اذ يؤدي نقصها في النباتات إلى أنخفاض في الحاصل وفي الحالات الحادة تؤدي إلى موت النبات وبذلك فأن الاعراض الفسلجية للنقص سوف تظهر عندما تتجاوز الكمية (الكمية الممتصة التي يحتاجها النبات) من الكمية المجهزة في التربة والتي تضاف كأسمدة مما يؤدي إلى نقصها وتظهر بأعراض مختلفة (Das،2000 و adhikary واخرون،2010) اعتمادا على العنصر المحدد وكذلك بعض وظائفه الخاصة ونوع النبات (Marschner، 2012)، المغذيات الصغرى تكون غير متحركة في النباتات بصورة عامة وكذلك بينت البحوث أن معظم الترب الزراعية تعاني من نقص في محتواها الجاهز لمعظم النباتات وقد وجد هنالك عدة عوامل تؤثر في جاهزيتها من أهمها فيما يتعلق بالتربة وكذلك هناك عوامل آخرى تخص النبات، وآخرى متعلقة بالبيئة ومن أهمها مادة الأصل والـ (pH) والمعادن والمحتوى الطيني والكاربونات وكذلك المادة العضوية ونوع المحصول وعمليات الأكسدة والاختزال وتأثير التداخل الأيوني وأيضا الظروف المناخية من الامطار والحرارة والرطوبة وغيرها (Tisdale واخرون،1985 وHavline واخرون، 2005 و علي وآخرون، 2014).

9-2 درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية الحديد

يعتبر الحديد من المغذيات الصغرى واللازمة لنمو النبات اذ يمتصه النبات بصورتين Fe^{+2} و Fe^{+3} ونسبته في أنسجة النبات تتراوح ما بين 250 _50 ppm (Dey واخرون، 2018) . هناك عدد من العوامل التي تتحكم في عنصر الحديد وجاهزيته للنبات ومن هذه العوامل جهد الأكسدة والاختزال (Redox Potential) والذي يمكنه التحكم في وصور وطبيعة أيونات الحديد وذوبانيته في التربة، اذ يؤدي وتحت الظروف الغدقة إلى اختزال أيون الحديديك إلى حديدوز مما يزيد من جاهزيته للنبات والعكس صحيح (حسن وآخرون، 1990). أن أغلب النباتات والنامية في ترب كلسيه (التربة العراقية وظروفها) تعاني من نقص واضح في عنصر الحديد وقد بين التميمي (2015) في محافظة البصرة عند دراسته لترب مزيجيه غرينيه إلى أن محتواها من الحديد الكلي قد وصل 39890ملغم كغم تربة$^{-1}$ ، اما نسبة الحديد الجاهز منه وصلت 6.50 ملغم كغم تربة$^{-1}$ وفي حين وصل الذائب 0.04 ملغم كغم تربة$^{-1}$ ، كذلك هنالك علاقة بين الحديد الجاهز ودرجة تفاعل التربة من جهة ونسبه الكلس النشط من جهة آخرى تكون علاقه ارتباط معنوية وسالبة كما بين العبيدي

وآخرون (1994) أن ارتفاع نسبة ،كاربونات الكالسيوم الحرة قد يزيد من الارتفاع في درجة تفاعل التربة مما قد يودي إلى حدوث ترسيب الحديد إلى صورة غير جاهزة للامتصاص وعلى هيئة هيدروكسيد الحديد (النعيمي ، 1999) ، أوضح احمد (2013) إلى وجود علاقة بين محتوى الحديد الجاهز في التربة ومحتواه في النبات تكون خطية معنوية سالبة مع محتوى الكاربونات الكلية والنشطة بينما كانت العلاقة موجبة بين السعة التبادلية للأيونات الموجبة مع الحديد الجاهز وكذلك العلاقة مع كل من درجة تفاعل التربة ومحتوى المادة العضوية لم تكن معنوية والطين والغرين، في دراسة استخدم فيها ستة مستويات من الحديد والذي يكون على شكل كبريتات الحديدوز $FeSO_4.7H_2O$ وهي (0.5 ، 1، 2 ،4 ،8 ،16 مليمول Fe كغم $^{-1}$ تربة) وإلى صنفين من الترب العراقية هما التربة الطينية وتربة مزيجية طينية رملية وذلك لدراسة المستويات وتأثيرها في صفة الاتزان الكيميائي لأيونات الحديد في التربة اذ أن حالة الحديد أعطت بيانات متوافقة في كلا التربتين اذ أن التربة الطينية الرملية أعطت تراكيز أقل من التربة الطينية في كمية الحديد الذائب وكذلك أظهرت النتائج أن الإضافات الواطئة من الحديد لم تستطيع إشباع محلول التربة بالمركبات هيدروكسيدإت الحديد الذائبة والتي تكون ألمسؤولة عن جاهزية الحديد في التربة الا إن الاضافات العالية من الحديد أعطت قدرة على اشباع محلول التربة بمركبات هيدروكسيدات وأوكسيدات الحديد عطيوي واحمد (2007).

10-2 درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية المنغنيز

أن النباتات تمتص المنغنيز بصوره Mn^{+2} وقد تتراوح نسبته في أنسجة النبات بين 20_500 ppm وكذلك يؤدي دورا مهم في عمليات الأكسدة والاختزال والتي تحدث في الخلايا الحية وأيضا في عملية التمثيل الضوئي اذ يشترك مع الكلوراید في عملية التحلل الضوئي للماء (Dey واخرون،2018) وأن مستوى المنغنيز في التربة قد يعتمد على ظروف الأكسدة والاختزال لذلك أن كل الظروف والتي توثر في مثل هاتين العمليتين قد يكون لهما تأثير على فعالية المنغنيز. ومن هذه الظروف وتشمل درجة تفاعل التربة وكذلك محتوى التربة الرطوبي وفعالية الكائنات الدقيقة الحية وأيضا المحتوى من المادة العضوية وتحت ظروف التربة الغدقة ومثال ما يحصل في حقول زراعة الرز بذلك تكون عمليات الاختزال هي السائدة ، وبذلك أعطت هذه الترب مستوى عالٍ من المنغنيز الجاهز للامتصاص كما اكدها (النعيمي، 1984) ، ويسيطر على التوازن بين إشكال المنغنيز المختلفة عدة عمليات ،ومنها الأكسدة والاختزال وأن الشكل Mn^{+2} ، اذ يعد الشكل الجاهز من المنغنيز للنبات وبالإضافة إلى ذلك أن جزء المنغنيز والذي يكون سهل الاختزال يعمل على تجهيز النبات بالمنغنيز. وأن مثل هذه

الصور Mn^{+2} مع المنغنيز سهل الاختزال متجمعة قد تسمى (بالمنغنيز النشط) (active Mn) . وكذلك في الترب الحامضية تكون جاهزية المنغنيزعالية وأن ذلك يعود إلى أن مركبات المنغنيز قد تكون ذات ذوبان عالي عندما تكون الدرجة الحموضة للتربة واطئة فأن هذه الظروف تزيد من الجاهزية، وأيضا فأن فعالية الكائنات الحية الدقيقة والتي سوف تؤثرفي ظروف أكسدة المنغنيز، اذ يعتبر عملية معتمدة على ظروف التربة كدرجة الحموضة للتربة و أيضا الدرجة (pH=7) تعد درجة النشاط المثلى كما بينها (Jones ، 1957) وبذلك يكون واضح أن الترب المحتوية على كميات عالية من المادة العضوية المخزونة وتكون ذات درجة حموضة عالية ، قد تكون معرضة لنقص المنغنيز فيها كما اكدها (Cottenie و Kiekens،1974) ، مبينا إضافة الأسمدة والتي تكون ذات التأثير الحامضي مثل NH_2SO_4 ، اذ تؤثر ايجابيا على النبات من خلال امتصاص المنغنيز (Kuhn، 1962) .وكذلك تختلف نسبة المنغنيز المتواجدة في التربة ويكون اختلافا كبيرا ، اذ لا يتجاوز تركيزه في بعض الترب على 1 ppm (جزء بالمليون) وكذلك تصل نسبته في الترب الأخرى إلى 70000 ppm ويعزى سبب ذلك إلى الكمية المتواجدة من هذا العنصر في التربة الناتجة من تحلل الصخور والمعادن التي تحتوي على هذا العنصر وكذلك أوضح (Kaur وSadana، 2010) في دراسة لهم للتعرف على تأثير نوعين من الأسمدة وهي سماد كبريتات الأمونيوم ونترات الكالسيوم على صنفين من الحنطة WH 542 ، PD W274 المزروعة في ظلة زجاجية وباستعمال تربة يكون محتواها من المنغنيز قليل اذ بينت الدراسة إلى تفوق الصنف WH 542 في صفة المساحة السطحية للجذور والطول الجذري وكذلك الوزن الجاف للنبات وامتصاص المنغنيز وذلك من خلال باستعمال سماد نترات الكالسيوم وبذلك أعطى الصنف (PD W274 72%.) من الطول الجذري و (77%) من الوزن الجاف للنبات وتحت الظروف نفسها وقد أكدت الدراسة بأن الصنف قد أعطى أعلى مستوى له عند استعمال سماد كبريتات الأمونيوم.

11-2 درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية الزنك

أن النبات يمتص الزنك بصورة Zn^{+2} وقد تتراوح نسبته في أنسجة النبات ما بين 25- 150 ppm وبذلك يعد التركيز الحرج للزنك في النبات 20 ppm وهو التركيز الذي تبدا عنده النباتات تعاني نقص الزنك والإجهاد الفسيولوجي الذي ينتج عن خلل في العديد من الأنظمة الأنزيمية ووظائف التمثيل الغذائي الآخرى (Dey واخرون،2018) وابو ضاحي واليونس، 1988، و Alloway، 2008)، أن حركة الزنك في التربة تكون مهمة من خلال علاقتها بجاهزية الزنك وأشار Tanaka (1970) وYoshida عند دراسته المسح الاراضي المهمة لزراعة الرز في اسيا اذ لاحظ نقصان الزنك في محصول الرز يحدث فقط في الترب التي يكون فيها الاس الهيدروجيني عالي وخاصة في التربة الكلسية التي يكون فيها الرقم الهيدروجيني مرتفع. وأغلب الترب قد يزداد المحتوى الكلي لها من الزنك عما يحتاجه النبات و لكن العامل المحدد لجاهزية الزنك والمهم هو الترب الحامضية والتي تعرضت للغسل بإسراف اذ تكون هذه الترب فقيرة جدا بالزنك ويكون المحتوى الكلي لها 30 ppm والتراكيز الخاصة بالزنك في محلول التربة ولاسيما القسم غير المستقر تكون في أكثر الأحيان واطئة وأن ظاهرة نقص الزنك قد تحصل في التربة الحاوية على كمية واطئة من الزنك في مركباتها الاصلية الأساسية و أشار لها (Allaway،1968) ، وكما بين (Lindsay ،1972) عندما تزداد درجة تفاعل للتربة فأن تركيز الزنك والذي يكون قابل للذوبان في الماء والمتواجد في محلول التربة قد تقل نسبته ولذلك يقل امتصاص الزنك عند إضافة الجير من الناحية التطبيقية اذ أن نقص الزنك قد يحدث اعتياديا ويكون هذا ذو أهمية كبيرة في التربة التي أضيف لها الجير بكميات كبيرة ومن أهم أنواع الترب التي تكون عرضة لنقصان الزنك وبصورة خاصة هي الترب الكلسية ، وكذلك أوضح (جار الله، 2012) في دراسة اجراها في العراق الغرض منها تقييم مدى جاهزية الزنك في التربة لـ 13 موقعا مستقلا لزراعة الذرة الصفراء والمحتوى الكلي في النبات وأن تركيز الزنك ومدى جاهزيته في التربة قد تتراوح بين (0.32 - 3.70) وبمعدل عام بلغت (0.82 ملغم كغم $^{-1}$ تربة) إما المحتوى الكلي في النبات فوجدها تتراوح بين (10.14 إلى 77.90) وبمعدل (23.44) ملغم كغم$^{-1}$ ماده جافه وكذلك أوضحت النتائج أن العلاقة بين كل من درجة حموضة التربة ومحتوى المادة العضوية والطين والغرين تكون غير معنوية .

12-2 درجة تفاعل التربة وتأثيرها في جاهزية النحاس

أغلب الترب قد تحتوي على مستويات قليلة من النحاس القابل للتجهيز يكفي لاحتياجات النبات، اذ تكون الترب التي تعاني من نقص النحاس تكون اما في طبيعتها ذات محتوى واطئ من النحاس أو قد تكون بالأصل فقيره من محتواها الكلي وهي بذلك قد تضم ترب أل Podzolic وهي الترب المغسولة مثل ترب الرملية وأيضا قد تضم الترب التي قد تكونت من مادة الاصل والفقيرة بها وأن محتوى المادة النباتية من النحاس الكلي قد يصل اعتياديا إلى أقل من ppm 10 لذلك في هذه الحالة تكون احتياجات النبات قليلة للنحاس. اذ يدخل النحاس في تركيب الصخور وبكميات بسيطة جدا اذ أن هذه الكمية تكون أكبر في الصخور القاعدية مثل صخر البازلت وتبلغ ما بين 60 - 120 ppm وأيضا تحتوي بعض الصخور المتعادلة ما بين (15- 80 ppm)، وأيضا في الصخور الحامضية تتراوح بين (10_30 ppm)، كذلك يشترك النحاس في تكوين وهيكل كثير من المعادن مثل الكالكوسايت Cu_2S والبورينايت Cu_2feS_4 ، ومعادن الكالكوبايرايت $CuFeS_2$ ، والازورايت $Cu_2(OH)$. ويشترك النحاس أيضا في تركيب الصخور النارية وخاصة الصخور القاعدية منها وكذلك يدخل في تركيب الصخور الرسوبية ولاسيما الصخور الرملية وكذلك تدخل في تركيب الصخور الكلسية ولكن بنسبة أقل (الشاطر وابو نقطة، 2011). ويقع تركيز النحاس الكلي في التربة ما بين 3 - 100 ppm وعلى الرغم من النسبة القليلة لهذا التركيز فأن نسبته بسيطة جدا منها قد تكون متواجدة بحاله يمكن للنبات الاستفادة منه تتراوح ما بين (0.5 إلى 0.7 ppm) وتكون على هيئة أيونات النحاس ثنائيه التكافؤ (Cu^{++}) اذ تكون ممتزة في أغلبها على معقدات التربة الغروية. وقد بين العبيدي (2013) في تجربته للفعل الامتزازي لعنصر النحاس وذلك بإضافة اربع تراكيز من عنصر النحاس وهي (50، 100، 120 ، 200 ملغم لتر$^{-1}$) على سطوح معدني البنتونايت ، والكاؤولينايت إلى المعدنين وأن التركيز (200 ملغم لتر$^{-1}$)قد اعطى أعلى قيمة في الامتزاز على سطح المعدنين بينما كان التركيز (50ملغم لتر$^{-1}$)أعطى امتزازا أقل على سطوح المعدنين وأن معدن البنتونايت كان يمتلك سعة الامتزاز العظمى أعلى مقارنة بمعدن الكاؤولينايت وكما أن درجة حموضة التربة وكذلك محتوى المادة العضوية تعتبر من العوامل التي توثر في جاهزية عنصر النحاس والقابل للاستفادة في التربة كذلك ثبت بأن النحاس يتعرض إلى عملية تثبيت بقوة من قبل المعقدات الدبالية وأيضا قد تستهلك كميات كبيرة من قبل الكائنات الحية المجهرية لذلك تعد الترب الموضوعة حديثا والترب الغنية بالمادة العضوية ومن خلال زراعتها قد تظهر على نباتاتها اعراض نقصان النحاس. اما عند ارتفاع درجة تفاعل التربة فأن ذلك يعمل على أنخفاض تركيز النحاس القابل للإفادة

والذي قد يترسب كما يحدث في الترب الكلسية والتي ترسبه على هيئة هيدروكسيد النحاس $Cu(OH)_2$ (Khan واخرون،2005) .

13-2 تأثير الكبريت في بعض صفات النمو والحاصل

بينت نتائج (Pandey (2017 واخرون من خلال دراستهم لثلاث مستويات من الكبريت 0، 20، 40 كغم s هـ$^{-1}$ الى وجود فروق معنوية في هذه الصفة وان المستوى 20 كغم هـ$^{-1}$ تفوق معنويا بإعطائه اعلى معدل لارتفاع النبات الذي بلغ 81.18 ،84.18 سم للموسمين بينما اعطت معاملة المقارنة اقل معدل بلغت 75.59و 67.77 سم للموسمين على التوالي. كما اوضحت نتائج Alfaran (2019) في تجربة حقلية في محافظة البصرة على محصول الذرة البيضاء تضمنت اربعة مستويات من الكبريت هي 9,6,3,0 طن هكتار$^{-1}$ اذ تفوق المستوى 9 طن. هكتار$^{-1}$ بإعطائه اعلى متوسط لارتفاع النبات بلغ 155.11سم قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل معدل بلغ 128.83 سم .

اما بالنسبة للمساحة الورقية بينت النتائج التي توصل اليها كاظم (2016) هناك تأثير معنوي عند اضافة الكبريت بثلاث مستويات 0، 1000، 2000 كغم هـ$^{-1}$ على المساحة الورقية لحاصل الحنطة اذا اعطى المستوى 2000كغم .هـ$^{-1}$ اعلى متوسط بلغ 39.98سم ^{2} قياسا بمعاملة المقارنة .اما بالنسبة لمحتوى الاوراق من الكلوروفيل بينت النتائج التي توصل اليها كاظم (2016) اذا اعطت المعاملة 2000 كغم اعلى متوسط بلغ 35.75 قياسا بمستوى المقارنة التي اعطت اقل متوسط بلغ 26.87 . وفي دراسة اجراها جاسم وغني (2016) عن دور اضافة ثلاثة مستويات من الكبريت الزراعي 0، 10، 20 كغم هـ$^{-1}$ في محافظة الحلة لمحصول الذرة الشامية واشار الى تفوق ان المستوى 20 كغم هـ$^{-1}$ معنويا واعطى اعلى محتوى للكلوروفيل58.26 ولم يختلف معنويا عن المعاملة 10 كغم هـ$^{-1}$ بينما اعطت معاملة المقارنة اقل محتوى من الكلوروفيل بلغ 57.30. اما بالنسبة لعدد الحبوب في العرنوص فقد اوضح Pandey واخرون (2017) الى حصول زيادة معنوية في عدد الحبوب ، اذ تفوق المستوى 20كغم هـ بإعطائه اعلى معدل بلغ 42.51 و 43.24 حبة للموسمين على التوالي بينما اعطت معاملة المقارنة اقل معدل بلغ 39.40 و 40.02 حبة للموسمين على التوالي .اما حاصل الحبوب بينت نتائج (Alfaran(2019 تفوق المستوى 9 طن هـ$^{-1}$ معنويا واعطائه اعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 5.10 طن هـ$^{-1}$ قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل معدل بلغ 3.76 طن هـ$^{-1}$ لمحصول الذرة البيضاء.

بينت النتائج التي توصل اليها الباحث السلمي (**2021**) إلى أن زيادة مستويات سماد الكبريت الزراعي في التربة أدى إلى حصول زيادة في بعض صفات النمو منها ارتفاع النبات وأيضا المساحة الورقية وعدد الاشطاء ومكونات الحاصل (كعدد السنابل وعدد الحبوب ووزن 1000حبة اذ بلغت نسبة الزيادة في البروتين 27.71% وحاصل الحبوب بلغت النسبة 55.79% عند مستوى الإضافة 4 طن S هـ$^{-1}$ عند مقارنتها بمعاملة المقارنة (عدم الإضافة).

وأشار الخويلدي (**2022**) إلى تفوق معاملة التسميد الارضي + الورقي في كل من pH التربة وفي تركيز الكبريت في النبات وفي تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في النبات ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل وعدد الحبوب في العرنوص وكمية الحاصل وفي جميع الصفات وأعطت أعلى معدل في التسميد الأرضي T1.

3- المواد وطرائق العمل Materials and Methods

1-3 موقع التجربة

نفذت تجربة حقلية بزراعة حبوب الذرة الصفراء (Zea mays .L) في حقول كلية الزراعة / جامعة واسط على خط طول 45.842733 شمالا وخط عرض 32.497105شرقا خلال الموسم الخريفي 2021 - 2022 في تربة ذات نسجة مزيجية رملية Sandy Loam وتم زراعة محصول الذرة الصفراء بتاريخ 2022/8/7.

2-3 عوامل التجربة

تضمنت التجربة أربعة مستويات من الكبريت الزراعي هي 0 ، 500 ، 1000 ،1500 ، 2000 كغم / هكتار$^{-1}$ وتم الرمز لهذه المستويات (S1 و S2 وS3 وS4) .وبموعدين للإضافة ورمز لها ب (T1 و T2).

3-3 تهيئة ارض التجربة

تم تحديد مساحة الحقل 360م^2 ،بأبعاد 30×12م^2 وحرثت أرض التجربة بمحراث مطرحي قلاب ثم نعمت وبعدها اجريت عمليات التسوية اللازمة ، اذ تم تقسيم الحقل إلى ثلاث قطاعات بعدها تمت عملية الحراثة والتسوية وتعديل الأرض مرة آخرى للتخلص من الادغال وتم فتح ثلاث سواقي رئيسة على امتداد الحقل ومنها فرعية لكل لوح وقسم الحقل إلى 27 وحدة تجريبية وتم تقسم الحقل إلى ثلاث قطاعات كبيرة وقسم كل قطاع إلى وحدات تجريبية ذات أبعاد2×3 م^2 وبمساحة كلية 6 م^2 مع ترك مسافة فاصلة بين لمعاملات ضمن القطاع أو المكرر الواحد كأجراء وقائي لمنع حركة الماء من معاملة لآخرى .

شكل (3) مخطط تصميم التجربة

3-4 أخذ عينات التربة

تم أخذ عينات التربة قبل الزراعة إلى مرحلة الحصاد اذ تشمل الآتي :

1 - أخذت عينات قبل الزراعة من أغلب الوحدات التجريبية بعد تقسيم الحقل ولتكون ممثلة للحقل، اذ استعملت لتقدير بعض صفات تربة الحقل الكيميائية والفيزيائية والخصوبية كما موضح في الجدول (1).

2- أخذت عينات في مرحلة الإنبات بتاريخ 4/9/ 2022 ومرحلة التزهير بتاريخ 2022/10/4 اذ جمعت عينات التربة والنبات من كل وحدة تجريبية في مرحلة الإنبات والتزهير لتقدير ال Fe و Mn و Cu وZn وكذلك تم قياس درجة تفاعل التربة والايصالية الكهربائية لهذه المراحل.

3- أخذت عينات ما بعد مرحلة الحصاد اذ جمعت عينات النبات والتربة من كل وحدة تجريبيه في نهاية الموسم لتقدير ال Fe و Mn و Cu وZn في النبات بعد الزراعة.

3-5 زراعة بذور الذرة الصفراء

تمت زراعة بذور الذرة الصفراء (*Zea mays.L*) صنف اوكسسك (515) التابعة للعائلة النجيلية (وزارة الزراعة / الهيئة العامة للبحوث الزراعية / قسم الذرة الصفراء) في العروة الخريفية بتاريخ7 /8/ 2022 في الواح التجربة بواقع 2-3 بذرة في كل جورة، ثم خفت بعد الإنبات إلى نبات واحد، اذ كانت المسافة بين خط وآخر 75 سم وبين نبات واخر 25 سم وبواقع ثلاثة مروز لكل وحدة تجريبية ليكون عدد النباتات 36 نبات للوحدة التجريبية، وبكثافة نباتية بلغت 53،333 بالهكتار وتمت إضافة الكبريت عن طريق عمل شق في التربة بعمق 10 سم بالقرب من مروز الزراعة وتم ري الحقل بانتظام بعد إضافة الكبريت إلى حين الوصول إلى موعد الزراعة .

جدول (1) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الصفة	وحدة القياس			القيم
pH				7.8
EC	ديسي سيمنز م$^{-1}$			2.61
المادة العضوية	غم كغم$^{-1}$تربة			8.01
السعة التبادلية الكتيونية	سنتي مول كغم $^{-1}$تربة			12.65
Ca^{+2}	m mol .L^{-1}			6.41
Mg^{+2}				4.01
K^{+}				1.03
Na^{+}				4.69
Cl^{-1}				7.89
$SO_4^{=}$				8.53
$CO_3^{=}$				Nil
HCO_3^{-}				0.84
النتروجين الجاهز	ملغم .كغم تربة$^{-1}$			36.32
الفسفور الجاهز				13.5
البوتاسيوم الجاهز				76.5
حديد	ملغم .كغم تربة$^{-1}$			0.65
منغنيز				0.46
زنك				0.24
نحاس				0.14
نسجة التربة	الرمل	الغرين	الطين	مزيجه رملية
	غم كغم$^{-1}$	غم كغم$^{-1}$	غم كغم$^{-1}$	
	513	475	12	
الكثافة الظاهرية	Mg.m^{-3}			1.18
الكثافة الحقيقية				2.58

6-3 طريقة الري

تمت إضافة الماء لكل وحدة تجريبية وبكمية ثابتة وحسب المحتوى الرطوبي طيلة مدة نمو النبات إلى مرحلة النضج الفسيولوجي وعند كل رية اذ تم أيصال الماء إلى الحقل من خزان ماء ارضي مبطن مصدرا لمياه الري الموجودة في الكلية وتم الري بواسطة أنبوب بلاستيكي مرن مربوط على مضخة تعمل على الكاز لتزويد الحقل بالماء خلال عملية الري واضيفت كميات الماء حسب المحتوى الرطوبي عند استنزاف 50% إلى الوحدات التجريبية جميعها عند الزراعة اذ كانت تروى كل وحدة تجريبية وحدها ويثبت التصريف داخل الوحدة التجريبية قبل البدء بكل رية اذ بلغ عدد الريات من بداية الزراعة حتى رية الفطام 18 رية .

7-3 طريقة وموعد إضافة الاسمدة الكيميائية

تم استعمال سماد اليوريا $(NH_2)_2$ CO 46 % N بمعدل 150 كغم N هـ$^{-1}$ مصدرا للنتروجين، وسماد السوبر فوسفات المركز 20 % $Ca(H_2Po_4)_2.H_2O$ بمعدل 150 كغم Pهـ $^{-1}$ مصدرا للفسفور، وكبريتات البوتاسيوم 50% (K_2 SO_4) بمعدل 60 كغم هـ $^{-1}$ مصدرا للبوتاسيوم.

الدفعة الأولى :

وتشمل إضافة كل السماد الفوسفاتي عند ألزراعة ولجميع الوحدات ألتجريبية و2/1 السماد النتروجيني و2/1 السماد البوتاسي للوحدات التجريبية بعد أسبوعين من موعد الإنبات .

الدفعة الثانية :

إضافة السماد النتروجيني والبوتاسي المتبقي بتاريخ 2022/10/6 للوحدات التجريبية .

8-3 المكافحة وعملية خدمة المحصول

تم اجراء عملية خدمة المحصول من عزق وتعشيب باستمرار وحسب الحاجة خلال موسم نمو النبات لضمان انسياب الماء وتوزيعه بشكل متجانس على طول المرز ،وتم إجراء المكافحة لحشرة حفار ساق الذرة وقائيا وذلك عن طريق رش النباتات بمبيد الديزانون وفعاليته 10% وتمت عملية المكافحة بدفعتين الأولى بعد 20 يوما من الإنبات بتاريخ 8/27 /2022 والآخرى بعد 30 يوما من الدفعة الأولى بتاريخ 2022/9/28) لغرض حماية النبات من الحشرات ومكافحة الادغال والحشائش وقائيا ودوريا للمعاملات كافة .

3-9 التحاليل الكيميائيـة والفيزيائية للتربة

3-9-1 التحاليل الفيزيائية :- وتشمل

3-9-1-1- تحاليل حجوم دقائق التربة :-

اذ قدر التوزيع الحجمي لمفصولات التربة وبطريقة Hydrometer method على وفق ما ورد في (Black،1965).

3-9-1-2- الكثافة الظاهرية :-

تم تقديرها بطريقة Core sampleعلى وفق ما ورد في (Black،1965).

3-9-2 التحاليل الكيميائية :- وتشمل الآتي

3-9-2-1- درجة تفاعل التربة (pH):-

تم قياسها في التربة المستخلصة بطريقة التخفيف 1:1 وباستعمال جهاز pH meter وبحسب الطريقة الواردة في (1958) Jackson و Page (1982)

3-9-2-2- الايصالية الكهربائية(EC) :-

تم قياسها في التربة المستخلصة بطريقة التخفيف 1:1 وباستعمال جهاز ال EC.meter وبحسب الطريقة الواردة في (Jackson (1958 .

3-9-2-3- السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC):-

قدرت من خلال التشبع بمحلول خلات الصوديوم (1مولاري) والاستخلاص بخلات الأمونيوم (1مولاري) تبعا للطريقة الموصوفة في (1965) Black .

3-9-2-4- كاربونات الكالسيوم($CaCo_3$):-

قدرت النسبة المئوية لمعادن كاربونات الكالسيوم باستعمال حامض (HCl) (1N) وسحح المتبقي من الحامض بواسطة (NaOH) (1N) وفقا لطريقة (Jackson (1958 .

3-9-2-5- أيونات الكاربونات والبيكاربونات :-

قدرت بالتسحيح مع حامض الكبريتيك (0.01N) (H_2SO_4) وفقا لما ورد في طريقة (Jackson (1958 .

3-9-2-6- أيون الكبريتات:-

استخلاص أيون الكبريتات الجاهز قدر باستعمال فوسفات الكالسيوم (CaH_2PO_4) ومن ثم تم قياس تركيز الكبريتات في المستخلصات بطريقه العكارة، باستعمال كلوريد الباريوم $BaCl_2.2H_2O$ وباستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) وعلى طول موجي 420nm وفقا لما جاء في بشور والصائغ (2007) .

3-9-2-7- المادة العضوية :-

قدرت بطريقة الهضم الرطب (wet Digestion) وحسب طريقة walkly and black الموصوفة في Jackson(1958) .

3-9-2-8- النتروجين الجاهز:-

تم استخلاصه باستعمال محلول كلوريد البوتاسيوم (2 عياري)، وقدر باستعمال جهاز المايكروكلدال وحسب الطريقة المتبعة في Black (1965) .

3-9-2-9- الفسفور الجاهز:-

وتم استعمال محلول بيكاربونات الصوديوم عند (pH 8.5) وتم تغيير اللون باستعمال محلول مولبيدات الأمونيوم وحامض الاسكوربك كعامل مختزل وتم قياسه بواسطه جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي 882nm وحسب طريقة Watanabe and Olsen (1965) .

3-9-2-10- البوتاسيوم الجاهز :-

وتم استعمال محلول خلات الأمونيوم (1 عياري) وقدر باستعمال جهاز Flame photo meter وفقا للطريقة الموصوفة في Black (1965) .

3-9-2-11- الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس الجاهز :-

تم تقدير تركيز هذه العناصر في التربة بالطريقة المتبعة من قبل (Lindsay (1978 and Novell وذلك بإضافة 20 مل من محلول الاستخلاص 0.005عياري (DTPA) والذي يكون ذات درجة تفاعل pH=7.5 وتمت اضافته إلى 10 غم تربة وتم رجه لمدة ساعتين ورشح، ثم تم تقدير هذه الأيونات باستعمال جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري Atomic absorption Spectrophotometer نوع (PG500) .

3-9-3 تحليل النبات ويشمل:-

أخذت العينات النباتية (الذرة الصفراء) في مرحلة النمو الخضري وتم اجراء عملية تحليل للعناصر المطلوبة الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس ،في عينات النبات وتم اتباع طريقة الهضم ألرطب، و تم أخذ مجموعة عينات نباتية وبصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية في مرحلة الإنبات والتزهير والحصاد ثم تم غسلها بالماء العادي ثم بالماء ألمقطر وذلك لإزالة الغبار ألعالق ثم جففت وخلطت بصورة متجانسة ثم طحنت ووضعت في أكياس ورقية معلمة بأرقام المعاملات ثم غلفت بعد ذلك الأكياس الورقية بأكياس من النايلون لمنع اكتساب العينات النباتية المجففة الرطوبة من الجو ولغرض تقدير تركيز العناصر الغذائية في الأجزاء النباتية ولكل معاملة تجريبية .

3-9- 4- هضم العينات النباتية

أخذت عينات ممثلة من النبات في مرحلة الإنبات والتزهير والحصاد من المجموع الخضري (ساق ،أوراق) المعدة للتحليل بوزن0.2 غم من العينة النباتية اذ وضعت في دورق حجمي زجاجي (بايركس) واضيف لها 3 مل من حامض الكبريتيك المركز وتركت إلى اليوم التالي إلى أن اصبح اللون أسودا واضيف لها 1 مل من خليط الحوامض المركزة بنسبه 1:1(98% حامض الكبريتيك المركز + 96% H_2SO_4 حامض البيروكلوريك المركز ($HClO_4$) وبعد ذلك وضعت على صفيحة حرارية Hot Plate ولغرض ألتسخين لإكمال عملية الهضم إلى أن اصبح لون المحلول رائقا (عديم اللون) وهذا دليل على اكتمال عملية الهضم اذ بردت العينات بعد ذلك ونقلت نقلا كميا بعد ترشيحها بواسطة ورق الترشيح داخل دورق حجمي سعة 50 سم وإكمال الحجم إلى العلامة بالماء المقطر وقدرت العناصر باستعمال جهاز الامتصاص الذري Atomic absorption Spectrophotometer في مختبر المعهد التقني _ الشطرة وحسب طريقة Parson(1979) وGresser والمذكورة في علي وآخرون (2014) .

10-3 صفات النمو المدروسة وتشمل:-

1-10-3- ارتفاع النبات(سم)

تم قياس ارتفاع النبات ولخمسة نباتات بصورة عشوائية لكل وحدة تجريبية وتم استعمال مسطرة قياس مدرجة من سطح التربة إلى نهاية أوراق النبات ثم تم استخراج متوسط ارتفاع النبات (الساهوكي ,1990 و Hucl Baker 1989) .

2-10-3- قطر الساق (سم^2)

تم قياس قطر الساق بواسطة الفرنية Vernier meter ولغاية ملم واحد من بعد العقدة الثانية على الساق ومع مراعاة إزالة غمد الورقة ومن النباتات نفسها التي استخدمت لقياس ارتفاع النبات ومن ثم تم استخراج متوسطها (الساهوكي، 1990) .

3-10-3- المساحة الورقية (سم^2 نبات $^{-1}$)

وتم حساب المساحة الورقية ومن النباتات نفسها والتي تم اجراء قياس ارتفاع النبات لها ثم تم استخراج متوسطها وحسب المعادلة المتبعة التالية (الساهوكي وجياد، 2013) .

المساحة الورقية = مربع طول الورقة تحت ورقة العرنوص الرئيسي × 0.75

4-10-3- محتوى الكلوروفيل النسبي في الأوراق (SPAD)

قدر محتوى الكلوروفيل بواسطة جهاز (spad chloropheyll meter) وتم أخذ القراءات من أربع أوراق لكل نبات وأخذ معدلها لخمس نباتات (Minnotti وآخرون ،1994) .

5-10-3-عدد الحبوب في العرنوص (حبة عرنوص $^{-1}$)

تم أخذ خمسة عرأنيص لكل وحدة تجريبية بعد ذلك تم تفريطها وحسب الحبوب وأخذ معدلها (الكربولي والدليمي،2017) من خلال المعادلة .

عدد الحبوب في العرنوص = عدد الصفوف في العرنوص × عدد الحبوب في الصف الواحد

6-10-3 الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم)

اخذت خمس نباتات بصورة عشوائية من كل معاملة وغسلت بالماء العادي ثم بالماء المقطر لازالة المواد العالقة ثم قطعت وجففت بالفرن على درجة حرارة 70 لحين ثبات الوزن وسجل وزنها الجاف واستخرج المعدل

7-10-3- وزن 500 حبة (غم)

وتم حساب 500 حبة يدويا من حبوب كل معاملة وبصورة عشوائية ووزنت بميزان الكتروني حساس (House،1985) .

8-10-3- حاصل الحبوب(ميكاغرام هـ$^{-1}$)

تم استخراجه من حاصل ضرب معدل حاصل حبوب النبات الواحد غم نبات$^{-1}$ × الكثافة النباتية، وتم تعديل الوزن على أساس الرطوبة وتم تحويلة إلى طن هـ$^{-1}$ (الساهوكي،2007) .

11-3 التحليل الاحصائي :-

بعد اجراء عملية لجمع البيانات وتم تبويبها ، تمت عملية تحليلها احصائيا باستعمال تصميم RCBD وباستعمال برنامج Genstat وفقا للطريقة المتبعة في تحليل التباين المذكورة في(الراوي وخلف الله،1980) وتم استعمال اختبار أقل فرق معنوي(L.S.D)المعدل وذلك لمقارنة معدلات ألمعاملات وعند مستوى معنوية 0.05

4 - النتائج والمناقشة Results and Discussion

4 - 1 تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في بعض الصفات الكيميائية للتربة خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء

4 – 1-1 تأثير إضافة الكبريت الزراعي في درجة تفاعل التربة

أوضحت نتائج التحليل الاحصائي (جدول رقم **2**) بعد 30 يوما من بزوغ بذور الذرة الصفراء إلى وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضاف ومواعيد الإضافة في مرحلة الإنبات و أن أعلى معدل لأنخفاض درجة التفاعل بلغ عند إضافة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ (T1S4) في الموعد الأول ، إذ بلغ أعلى معدل أنخفاض لدرجة التفاعل 6.83 قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت **7.65** والتي اختلفت معنويا عن المعاملات الآخرى T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت 6.88 ، 6.95 ، 6.98 ، 7.24 ، 7.13 ، 6.95 ، 6.89 على التوالي وأوضحت نتائج التجربة الحقلية أن هناك علاقة بين مستوى إضافة الكبريت الزراعي ودرجة التفاعل إذ كلما زاد مستوى إضافة الكبريت كلما أنخفضت درجة التفاعل وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه (الزاهدي، 2005 وعلي، 2012) اذ لاحظوا هناك انخفاضا معنويا في درجة تفاعل التربة نتيجة إضافة الكبريت من مصادره المختلفة في بعض الترب العراقية .

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في جدول (**2**) وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضاف في خفض درجة تفاعل التربة خلال مرحلة التزهير ،اذ أن بزيادة مستوى إضافة الكبريت الزراعي للتربة أدى إلى حصول أنخفاض في درجة التفاعل التربة إذ حققت معاملة الكبريت (2000 كغم Sهكتار$^{-1}$) للموعد الأول تفوقا معنويا وأعطت أعلى معدل أنخفاض لدرجة التفاعل التربة في مرحلة التزهير إذ بلغت 6.43 قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أعلى معدل بلغ 7.68 كما وتفوق مستوى الإضافة (2000 كغم s هكتار$^{-1}$) معنويا على المعاملات للموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 ألذي تفوق بدورة على معاملة المقارنة (بدون إضافة) وأن هذا التأثير ناتج عن الأحياء المجهرية المسؤولة عن ذلك *Thiobacillus* التي قامت بعملية الأكسدة للكبريت وتحرير أيونات الهيدروجين التي أدت إلى أنخفاض درجة التفاعل وزيادة جاهزية العناصر ألغذائية الصغرى Fe ، Mn ، Zn ، Cu في التربة وأن هذه النتائج تتفق مع ما توصل اليها كل من حمودي (2016) والخويلدي (2022) من وجود تأثير معنوي في أنخفاض درجة تفاعل التربة بزيادة كمية الكبريت المضافة .

وبينت النتائج في جدول (**2**) في فترة الحصاد بعد 120 يوما من الزراعة أن أعلى معدل أنخفاض بلغ عند معاملة 2000 كغم S هكتار$^{-1}$ للموعد الأول والتي بلغت 6.93 قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت **7.77** وأيضا اختلفت معنويا عن المعاملات T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 ، اذ بلغت 7.15 ، 7.28 ، 7.4 ، 7.36 ، 7.26،7.11 ، 6.97 على التوالي . وبينت نتائج جدول (**2**) إلى هناك تأثيرا معنويا بين مواعيد الإضافة ومستويات الكبريت في درجة تفاعل التربة إذ تفوق المستوى (2000 كغم Sهكتار$^{-1}$) معنويا للموعدين وأعطت أقل قيم لمعدلات درجة التفاعل التربة إذ بلغت 6.43 و 6.53 في مرحلة التزهير قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت 7.68 أن التأثير الناتج عن الكبريت قد تسبب نتيجة عمليات الأكسدة المرافقة لهذه الإضافة والذي أدى إلى زيادة تكون حامض الكبريتيك ألذي عمل على أنخفاض درجة تفاعل التربة وأن هذه النتائج اتفقت مع ما وجده زبون (2006) وحمودي (2016) الذين أشاروا إلى التأثير ألمعنوي نتيجة لأضافه الكبريت مع زيادة مستويات الإضافة التي تحسن من خواص الترب ذات درجة التفاعل المرتفعة واتجاهها نحو الأنخفاض بمرور الزمن بعد عملية الإضافة.

جدول (2) تأثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ$^{-1}$) ومواعيد الإضافة في درجة تفاعل التربة خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء

رمز المعاملة	معاملة / معدل	درجة تفاعل التربة		
		30 يوما بعد الإنبات	التزهير	الحصاد
T0S0	الكبريت 0	7.65	7.68	7.77
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	7.13	6.95	7.36
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	6.95	6.83	7.26
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	6.89	6.65	7.11
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	6.83	6.43	6.93
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	7.24	6.98	7.4
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	6.98	6.86	7.28
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	6.95	6.76	7.15
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	6.88	6.53	6.97
	L .S.D	0.05211	0.05388	0.08596

* كل رقم يمثل معدل ثلاثة مكررات

2-1-4 تأثير إضافة الكبريت الزراعي في درجة الايصالية ألكهربائية (EC) ديسي. سيمنز م$^{-1}$

أوضحت النتائج التحليل الاحصائي (جدول **3**) بعد 30 يوما من إنبات بذور الذرة الصفراء وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في مرحلة الإنبات و أن أعلى معدل للارتفاع في درجة الايصالية الكهربائية بلغ عند إضافة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ (T1S4) في الموعد الأول إذ بلغ معدل درجة الايصالية الكهربائية **2.57** ديسي. سيمنز م$^{-1}$ والتي اختلفت معنويا عن المعاملات وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 ، اذ بلغت 2.22 ، 2.31 ، 2.42 ، 2.45 ، 2.34 ، 2.28 ، 2.02 ديسي. سيمنز م$^{-1}$ على التوالي ، وأن سبب هذا يعود إلى أن إضافة الكبريت الزراعي إلى التربة والذي يعد من احد المصلحات الحامضية أدى إلى ازاحة الأيونات المتبادلة المتواجدة على اسطح التبادل بواسطة الهيدروجين ونتيجة لذلك سوف تحصل زيادة في هذه الأيونات ويرافقه ذوبان الكلس في محلول التربة وتحرر الأيونات المرتبطة به كيميائيا اذ أن هذه النتائج تتفق مع ما وجده جبر وآخرون (2007) وعليوي والشماع (2008) والتحافي وآخرون (2005) وحمودي (2016)، اذ تفوق موعد الإضافة الأول معنويا على موعد الإضافة الثاني في هذه الصفة .

وبينت النتائج في جدول (**3**) في فترة التزهير أن أعلى معدل للارتفاع في درجة الايصالية الكهربائية ديسي. سيمنز م $^{-1}$ بلغ عند معاملة 2000 كغم S هكتار$^{-1}$ للموعد الأول والتي بلغت **2.58** ديسي. سيمنز م$^{-1}$ والتي اختلفت معنويا عن المعاملات للموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت **2.**28 ، 2.05 ، 2.4 ، 2.45 ،2.34 ، 2.21 ، 1.97 ديسي. سيمنز م $^{-1}$ على التوالي وأن السبب ذلك يرجع إلى عمليات الري التي رافقت زراعة المحصول اذ أدت إلى عملية غسل الاملاح من التربة مما أدى إلى حصول أنخفاض في ملوحتها عن مرحلة قبل الزراعة (حمودي،2016).

وأظهرت نتائج جدول (**3**) وجود تأثير معنوي لكل من مستويات ومواعيد إضافة الكبريت الزراعي في درجة الايصالية الكهربائية عند مرحلة الحصاد وتفوق مستوى الإضافة (2000 كغم S.هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى اعلى معدل لدرجة الايصالية الكهربائية اذ بلغت **2.57** ديسي. سيمنز م$^{-1}$ قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت اقل معدل إذ بلغت **1.97** ديسي. سيمنز م$^{-1}$ وأيضا تفوق هذا المستوى على باقي المعاملات وللموعدين T1S3 ، T1S2 ،T1S1 ، T2S1 ،T2S2 ، T2S3 ، T2S4 ، اذ بلغت 1.99, 2.23, 2.33, 2.43, 2.42, 2.31,2.18 ديسي. سيمنز م $^{-1}$على التوالي وأن هذا الأنخفاض تسبب

نتيجة إلى أن درجة تفاعل التربة قد زادت خلال هذه المرحلة مما تسبب زيادة في قلة ذوبان الكاربونات بسبب السعة التنظيمية للترب العراقية وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه ابو ضاحي (1999).

اذ أثر موعد الإضافة معنويا على درجة الايصالية الكهربائية للتربة فقد تفوق موعد الإضافة الأول معنويا ولاحظ حصول ارتفاع في معدل الايصالية الكهربائية فقد تفوق مستوى الإضافة (2000 كغم S.هـ$^{-1}$) للموعدين .

جدول (3) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في معدل التوصيل الكهربائي خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء

رمز المعاملة	معاملة / معدل	التوصيل الكهربائي التربة ديسي سيمنز م$^{-1}$		
		30 يوما بعد الإنبات	التزهير	الحصاد
T0S0	الكبريت 0	1.97	1.86	1.97
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	2.22	2.05	2.18
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	2.31	2.28	2.31
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	2.42	2.4	2.42
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	2.57	2.58	2.58
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	2.02	1.97	1.99
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	2.28	2.21	2.23
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	2.34	2.34	2.33
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	2.45	2.45	2.43
L .S.D		0.06454	0.06071	0.05237

4-1 -3 تركيز الحديد في النبات (ملغم Fe. كغم $^{-1}$ مادة جافة)

أوضحت النتائج التحليل الاحصائي في جدول (4) إلى وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضاف ومواعيد الإضافة في تركيز الحديد في النبات في مرحلة الإنبات (بعد 30 يوم من الأنبات) اذ أشارت النتائج إلى تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 53.43 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 33.36 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة كما تفوق هذا المستوى

معنويا على باقي المستويات وللموعدين يرجع سبب ذلك إلى أنخفاض درجة تفاعل التربة والذي يعتبر من العوامل المساعدة على زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة ومن ضمنها الحديد وهذا يتفق مع ما وجده أبو ضاحي(1999) ولطيف (2006) وعليوي والشماع (2008) وحمودي (2016) اذ أن درجة تفاعل التربة تتأثر بمستويات الكبريت وبزيادة الفترة الزمنية .

بينت النتائج في جدول (4) إلى وجود تأثير معنوي لمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز الحديد عند مرحلة التزهير تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 56.77 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 33.47 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة كما تفوق هذا المستوى معنويا على باقي المستويات وللموعدين *T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4* اذ بلغت التراكيز فيها 55.17 ، 53.83 ، 52.38 ، 50.7 ، 54.53 ، 53.77 ، 51.48 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي أن سبب ذلك يرجع إلى أن إضافة الكبريت عمل على خفض الدرجة تفاعل التربة من خلال أكسدته وتحوله إلى حامض الكبريتيك ومن ثم زيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى في التربة وعند المستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) بشكل افضل من باقي المستويات وبالتالي زيادة امتصاص الحديد من قبل الجذور مما أدى إلى زيادة تركيزه في النبات وهذا يتفق مع ما وجده اعطيوي واحمد (2007) من أن المعاملات المضاف لها الكبريت أعطت زيادة معنوية في جاهزية عنصر الحديد وامتصاصه من قبل نبات الذرة الصفراء .

أثرت مستويات ومواعيد الإضافة معنويا في تركيز عنصر الحديد في مرحلة التزهير فقد أعطى المستوى الإضافة (2000 كغم .هـ$^{-1}$) لكلا الموعدين أعلى المعدلات لهذه الصفة اذ بلغت 56.77 ، 55.17 ملغم .كغم نبات $^{-1}$ قياسا بمعاملة المقارنة التي بلغت 33.47 ملغم .كغم $^{-1}$مادة جافة.

بينت النتائج في جدول (4) وجود تأثير معنوي لمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز الحديد عند مرحله الحصاد اذ تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 43.5 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 33.5 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ولم يختلف معنويا عن معاملة T1S3 وأيضا المعاملة T2S4 للموعد الثاني لم تختلف معنويا عن المعاملة T2S3 وظهرت فروق معنوية بين جميع المعاملات *T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T1S4 ، T2S4*.

جدول (4) تأثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ $^{-1}$) ومواعيد الإضافة في تركيز الحديد خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء

رمز المعاملة	معاملة / معدل	معدل تركيز Fe الجاهز في النبات ملغم. كغم $^{-1}$ مادة جافة		
		30يوما بعد الإنبات	التزهير	الحصاد
T0S0	الكبريت 0	33.36	33.47	33.5
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	47.9	51.48	36.47
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	48.07	53.77	37.97
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	49.31	54.53	41.26
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	53.43	56.77	43.5
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	47.09	50.7	35.03
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	47.04	52.38	36.43
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	48.74	53.83	39.33
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	52.2	55.17	41.43
L .S.D		3.689	1.858	3.591

4- 1-4 تركيز المنغنيز في النبات (ملغم Mn.كغم $^{-1}$مادة جافة)

أوضحت النتائج التحليل الاحصائي في جدول (5) وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضاف ومواعيد الإضافة في تركزي المنغنيز في النبات في مرحلة الأنبات (بعد 30 يوم من الأنبات) اذ أشارت النتائج إلى تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 28.47ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 22.64 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ولم تختلف معنويا مع المعاملات T2S3 ، T2S4 ، T1S3 والتي بلغت معدلاتها 27.13 ، 27.83 ، 27.67 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة وظهرت فروق معنوية مع جمع المستويات *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ويرجع سبب ذلك إلى التأثير المعنوي للكبريت الزراعي واضافته بكميات كافية لتحسين خواص التربة الكيميائية ومنها خفض درجة التفاعل الناتج عن الأكسدة البايولوجية للأحياء المجهرية الامر الذي أدى إلى تكوين حامض الكبريتيك ومن ثم زيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى فيها كالمنغنيز وهذا يتفق مع ماوجده البياتي (2006) والعبيدي وآخرون (2007)

والمعاميري (2007) وعليوي والشماع (2008)، اذ أن العناصر الغذائية في التربة تزداد بزيادة مستويات الكبريت الزراعي .

بينت النتائج في جدول (5) وجود تأثير معنوي لمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز المنغنيز عند مرحلة التزهير تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 46.8 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 22.33 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ولم تختلف معنويا عن المعاملات T1S3 ، T2S4 والتي بلغت 45.29 ، 46.03 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة وظهرت فروق معنوية مع باقي المستويات وللموعدين *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T2S3* اذ بلغت التراكيز فيها 42.53 ، 41.07 ، 40.93 ، 42.6 ، 41.67 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وأن سبب ذلك يعود إلى أن إضافة الكبريت بهذأ المستوى قد أثر على درجة التفاعل التربة من خلال تكوين حامض الكبريتيك والناتج من أكسدة الكبريت ودورة في زيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى عن طريق أنخفاض معدل الاتزان الكيميائي والترسيب لها واختزال بعضها ومنها عنصر المنغنيز وتجعله بصورة قابل للامتصاص من قبل النباتات وهذا يتفق مع ما توصل اليه البياتي (2006) من أن عنصر المنغنيز قد تأثر معنويا نتيجة الكبريت المضاف وبالتالي زيادة جاهزيته وامتصاصه من قبل النبات .

أثرت مستويات و مواعيد الإضافة معنويا في تركيز عنصر المنغنيز في مرحلة التزهير فقد أعطى المستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) لكلا الموعدين أعلى المعدلات لهذه الصفة اذ بلغت 46.03 ، 46.8 ملغم .كغم نبات $^{-1}$ قياسا بمعاملة المقارنة التي بلغت 22.33 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة. بينت النتائج في جدول (5) وجود تأثير معنوي لمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز المنغنيز عند مرحلة الحصاد اذ تفوق مستوى الإضافة (2000 كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 26.93 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغ 20.47 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة كما تفوق هذا المستوى معنويا على باقي المستويات وللموعدين *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T1S4* ، *T2S4* .

جدول (5) تاثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ $^{-1}$) ومواعيد الإضافة في تركيز المنغنيز خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء

رمز المعاملة	معاملة / معدل	معدل تركيز المنغنيز الجاهز في النبات ملغم. كغم $^{-1}$مادة جافة		
		30 يوما بعد الإنبات	التزهير	الحصاد
T0S0	الكبريت 0	22.64	22.33	20.47
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	25.31	41.67	21.57
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	26.62	42.6	22.67
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	27.67	45.29	23.6
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	28.47	46.8	26.93
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	24.2	40.93	20.93
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	26.47	41.07	22.47
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	27.13	42.53	23.2
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	27.83	46.03	23.73
L .S.D		2.264	4.431	2.749

4-1- 5 تركيز النحاس في النبات (ملغم Cu.كغم $^{-1}$مادة جافة)

أوضحت النتائج التحليل الاحصائي في جدول (6) وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضاف ومواعيد الإضافة في تركيز النحاس في النبات في مرحلة الإنبات (بعد 30 يوم من الإنبات) اذ أشارت النتائج إلى تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 6.43 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 3.84 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة اذ ظهرت فروق معنوية مع باقي المستويات *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T2S3* ، *T2S4* وهذا يتفق مع ما توصل اليه الأعظمي (1990) وأبو ضاحي (1999) وزبون (2014) .

بينت النتائج في جدول (6) وجود تأثير معنوي لمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز النحاس عند مرحلة التزهير، تفوق مستوى الإضافة (2000 كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 6.84 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل ، اذ بلغت 3.66 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ، اذ توجد هناك فروقا

معنويا مع باقي المستويات وللموعدين *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T2S3* ، *T2S4* اذ بلغت التراكيز فيها 6.67 ، 6.44 ، 6.16 ، 5.86 ، 6.48 ، 6.26 ، 5.99 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة على التوالي وأن سبب ذلك يعود إلى أن إضافة الكبريت بهذا المستوى قد إثر على درجة تفاعل التربة من خلال تكوين حامض الكبريتيك والناتج من أكسدة الكبريت ودورة في زيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى عن طريق أنخفاض درجة تفاعل التربة وتجعل عنصر النحاس بصورة قابلة للامتصاص من قبل النباتات وهذا يتفق مع ما توصل إليه البياتي (2006) من أن عنصر النحاس قد تأثر معنويا نتيجة الكبريت المضاف وبالتالي زيادة جاهزيته وامتصاصه من قبل النبات .

أثرت مستويات ومواعيد الإضافة معنويا في تركيز عنصر النحاس في مرحلة التزهير فقد أعطت مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) لكلا الموعدين أعلى المعدلات لهذه الصفة اذ بلغت 6.84 ، 6.67 ملغم .كغم نبات $^{-1}$قياسا بمعاملة المقارنة التي بلغت 3.66 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة .

بينت النتائج في جدول (6) وجود تأثير معنوي لمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز النحاس عند مرحلة الحصاد اذ تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 5.27 ملغم .كغم $^{-1}$مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 3.8 ملغم .كغم $^{-1}$مادة جافة كما تفوق هذا المستوى معنويا على باقي المستويات وللموعدين *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T2S3* ، *T2S4* .

جدول (6) تأثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ $^{-1}$) ومواعيد الإضافة في تركيز النحاس خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء

رمز المعاملة	معاملة / معدل	معدل تركيز النحاس الجاهز في النبات (ملغم. كغم $^{-1}$مادة جافة)		
		30 يوما بعد الإنبات	التزهير	الحصاد
T0S0	الكبريت 0	3.84	3.66	3.8
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	5.36	5.99	4.23
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	5.49	6.26	4.67
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	5.93	6.48	4.75
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	6.43	6.84	5.27
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	5.13	5.86	4.07
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	5.4	6.16	4.37
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	5.84	6.44	4.66
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	6.03	6.67	4.8
L .S.D		0.4860	0.2933	0.2532

4-1 -6 تركيز الزنك في النبات (ملغمZn. كغم $^{-1}$مادة جافة)

أوضحت نتائج التحليل الاحصائي في جدول (7) وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضاف ومواعيد الإضافة في تركيز الزنك في النبات في مرحلة الأنبات (بعد 30 يوم من الإنبات) اذ أشارت النتائج إلى تفوق مستوى الإضافة (2000 كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 16.63 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 12.83 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ولم يختلف معنويا مع المعاملة **T2S4** اذ بلغ 16.06 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة وظهرت فروق معنوية مع باقي المستويات *T1S3، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4* أن ذلك يرجع إلى أن بزيادة كمية الكبريت المضافة قد ساعد ذلك على أنخفاض درجة تفاعل التربة ومن ثم زيادة جاهزية عنصر الزنك وهذا يتفق مع ما وجده عطيوي واحمد (2007) إلى الكبريت المضاف للتربة بمستوى (2000كغم .هـ$^{-1}$) كان له تأثير معنوي في زيادة تركيز عنصر الزنك وجاهزيته.

بينت النتائج في جدول (7) وجود تأثير معنوي بمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز الزنك عند مرحلة التزهير تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 21.33 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل اذ بلغت 11.77 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ولم تظهر فروق معنوية مع المعاملات T1S3 ، T1S2 ، T2S3 ، T2S4 والتي بلغت 17.07 ، 20.9 ، 18.33 ،17.5 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة اذ ظهرت فروق معنوية مع باقي المستويات وللموعدين *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* اذ بلغت التراكيز فيها 16.73 ، 15.63 ، 16.47 ملغم .كغم نبات $^{-1}$ على التوالي وأن سبب ذلك كان نتيجة زيادة مستويات الكبريت المضاف قد أدى إلى أنخفاض درجة تفاعل التربة الامر الذي أدى إلى زيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى ومن ضمنها الزنك وبالتالي امتصاصه من قبل النبات وهذا يتطابق مع ما وجده عطيوي واحمد (2007) إلى أن الكبريت المضاف بكمية (2000كغم .هـ$^{-1}$) قد أدى إلى حصول زيادة في محتوى النبات من الزنك .

أثرت مستويات و مواعيد الإضافة في تركيز عنصر الزنك في مرحلة التزهير فقد أعطى المستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) لكلا الموعدين أعلى المعدلات لهذه الصفة، اذ بلغت 21.33 ، 18.33 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي بلغت 11.77 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة. وبينت النتائج في جدول (7) عدم وجود تأثير معنوي لمستويات الإضافة ومواعيد الإضافة في تركيز الزنك عند مرحلة الحصاد اذ تفوق مستوى الإضافة (2000كغم .هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة بلغت 11.44 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل معدل ، اذ بلغت 10.82 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة كما اظهر هذا المستوى تفوقا معنويا على المعاملة **T2S1** والتي بلغت 9.86 ملغم .كغم $^{-1}$ مادة جافة ولم يظهر فروق معنوية مع باقي المعاملات *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S2* ، *T2S3* ، *T2S4* .

جدول (7) تأثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ $^{-1}$) ومواعيد الإضافة في تركيز الزنك خلال مراحل نمو نبات الذرة الصفراء

رمز المعاملة	معاملة / معدل	معدل تركيز الزنك الجاهز في النبات (ملغم .كغم $^{-1}$مادة جافة)		
		30 يوما بعد الإنبات	التزهير	الحصاد
T0S0	الكبريت 0	12.83	11.77	10.82
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	14.99	16.47	10.13
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	15.33	17.07	10.29
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	15.7	20.9	10.56
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	16.63	21.33	11.44
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	14.72	15.63	9.86
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	15.17	16.73	10.16
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	15.57	17.5	10.27
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	16.06	18.33	10.68
L .S.D		0.8328	5.320	1.582

4- 7-1 تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز ال NPKفي نبات الذرة الصفراء عند مرحلة التزهير

يوضح جدول (8) معدل تركيز النتروجين في نبات الذرة الصفراء في التجربة الحقلية اذ بينت النتائج أن افضل معاملة حققت أعلى معدل للنتروجين هي معاملة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ للموعد الأول التي بلغ فيها 1.85% قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للنتروجين في النبات اذ بلغت 0.97 % اذ توجد فروق معنوية بين المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت النسب المئوية للنتروجين فيها 1.82 ،1.75 ، 1.67 ، 1.59 ، 1.64 ، 1.71 ، 1.79 % على التوالي ، اذ نجد كلما زاد معدل إضافة الكبريت ووجود البكتريا التي تعمل على أكسدة الكبريت الموجودة في التربة تعمل على اطلاق النتروجين وتكوين حامض الكبريتيك الذي يعمل على خفض درجة تفاعل التربة والذي يؤدي إلى زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة اذ توجد علاقة بين النتروجين والكبريت ، اذ يزيد احدهما من امتصاص الاخر ويقوم النبات بامتصاص النتروجين من التربة والتي يزيد من نسبته في النبات Janzen وآخرون (1984) و Jarvan وآخرون (2004) والجبوري (2011).

وأظهرت نتائج جدول (8) تركيز الفسفور في نبات الذرة الصفراء في التجربة الحقلية وجود فروق معنوية بين معاملة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ للموعد الأول التي حققت أعلى معدل للفسفور في النبات والتي بلغت 0.29% مقارنة بمعاملة المقارنة والتي بلغ فيها تركيز الفسفور 0.06% اذ توجد فروق معنوية بين المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت نسبة تركيز الفسفور فيها 0.28 ، 0.21 ، 0.16 ، 0.11 ،0.23 ، 0.18 ، 0.14 **%** على التوالي ومن خلال النتائج وجد أنه كلما زاد معدل إضافة الكبريت في التربة كلما انخفضت درجة تفاعل التربة والتي بدورها تعمل على تحرر الفسفور الموجود في معادن التربة، اذ يصبح بصورة جاهزة للامتصاص من قبل النبات من خلال الجذور وبالتالي يزداد تركيزه في النبات وهذا يتفق مع ما وجده AL-Zahidi وآخرون (2005) و AL-Hasson(2010) .

يوضح جدول (8) معدل تركيز البوتاسيوم في نبات الذرة الصفراء في التجربة الحقلية اذ بينت النتائج أن افضل معاملة حققت أعلى معدل للبوتاسيوم هي معاملة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ للموعد الأول التي بلغ فيها 1.18% قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للبوتاسيوم في النبات اذ بلغت 0.66 % اذ توجد فروق معنوية بين المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3

، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت النسب المئوية للبوتاسيوم فيها 1.04 ،0.91 ، 0.82 ، 0.74 ، 1.02 ، 0.85 ، 0.79 % على التوالي ومن خلال النتائج وجد أنه كلما زاد معدل إضافة الكبريت يزداد تركيز البوتاسيوم في التربة ، اذ يعمل الكبريت على خفض درجة تفاعل التربة ومن ثم زيادة تحرر البوتاسيوم من المعادن الحاوية عليه وبالتالي زيادة جاهزيته وامتصاصه من قبل النبات ونتيجة لذلك سوف يزداد المجموع الجذري الذي بدوره يزيد من امتصاص البوتاسيوم من التربة إلى النبات وهذا يتفق مع ما وجده الزاهدي (2005) و Pasha (2005) والجبوري (2011) .

جدول (8) تأثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ $^{-1}$) ومواعيد الإضافة في تركيز ال NPK في نبات الذرة الصفراء عند مرحلة التزهير

رمز المعاملة	معاملة / معدل	معدل تركيز NPK في النبات (%) عند مرحلة التزهير		
		نتروجين	فسفور	بوتاسيوم
T0S0	الكبريت 0	0.97	0.06	0.66
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.64	0.14	0.79
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.71	0.18	0.85
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.79	0.23	1.02
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.85	0.29	1.18
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.59	0.11	0.74
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.67	0.16	0.82
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.75	0.21	0.91
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.82	0.28	1.04
L .S.D		0.02110	0.02673	0.1260

4-1- 8 تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز ال NPKفي نبات الذرة الصفراء عند مرحلة الحصاد

يوضح جدول (9) معدل تركيز النتروجين في نبات الذرة الصفراء في التجربة الحقلية عند الحصاد اذ بينت النتائج أن افضل معاملة حققت أعلى معدل للنتروجين هي معاملة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ للموعد الأول التي بلغ فيها 1.43% قياسا معاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للنتروجين في النبات اذ بلغت 0.94% ولم تختلف معنويا مع المعاملة T2S4 والتي بلغت **1.4**% وظهرت فروقا معنوية بين المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت النسب المئوية للنتروجين فيها 1.4، 1.33، 1.29 ، 1.07 ، 1.36 ، 1.33 ، 1.26 **%** اذ نجد كلما زاد معدل إضافة الكبريت ووجود البكتريا التي تعمل على أكسدة الكبريت الموجودة في التربة ، اذ تعمل على اطلاق النتروجين وتكوين حامض الكبريتيك الذي يعمل على خفض درجة تفاعل التربة والذي يؤدي إلى زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة اذ توجد علاقة بين النتروجين والكبريت ، اذ يزيد أحدهما من امتصاص الآخر ويقوم النبات بامتصاص النتروجين من التربة والتي يزيد من نسبته في النبات Janzen وآخرون (1984) و Jarvanوآخرون (2004) والجبوري (2011).

وأظهرت نتائج جدول (9) تركيز الفسفور في نبات الذرة الصفراء في التجربة الحقلية إلى وجود فروق معنوية بين معاملة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ للموعد الأول التي حققت أعلى معدل للفسفور في النبات والتي بلغت 0.27 % مقارنة بمعاملة المقارنة والتي بلغ فيها تركيز الفسفور **0.06** % اذ توجد فروق معنوية بين المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3، T2S4 اذ بلغت نسبة تركيز الفسفور فيها 0.25 ، 0.21 ، 0.19،0.15 ، 0.22 ، 0.2 ، 0.18 % على التوالي ومن خلال النتائج وجد أن كلما زاد معدل إضافة الكبريت في التربة كلما أنخفضت درجة تفاعل التربة والتي بدورها تعمل على تحرر الفسفور الموجود في المعادن التربة ب، اذ يصبح بصورة جاهزة للامتصاص من قبل النبات من خلال الجذور وبالتالي يزداد تركيزه في النبات وهذا يتفق مع ما وجده AL-Zahidi وآخرون (2005) و AL-Hasson(2010) .

ويوضح جدول (9) معدل تركيز البوتاسيوم في نبات الذرة الصفراء في التجربة الحقلية اذ بينت النتائج أن افضل معاملة حققت أعلى معدل للبوتاسيوم هي

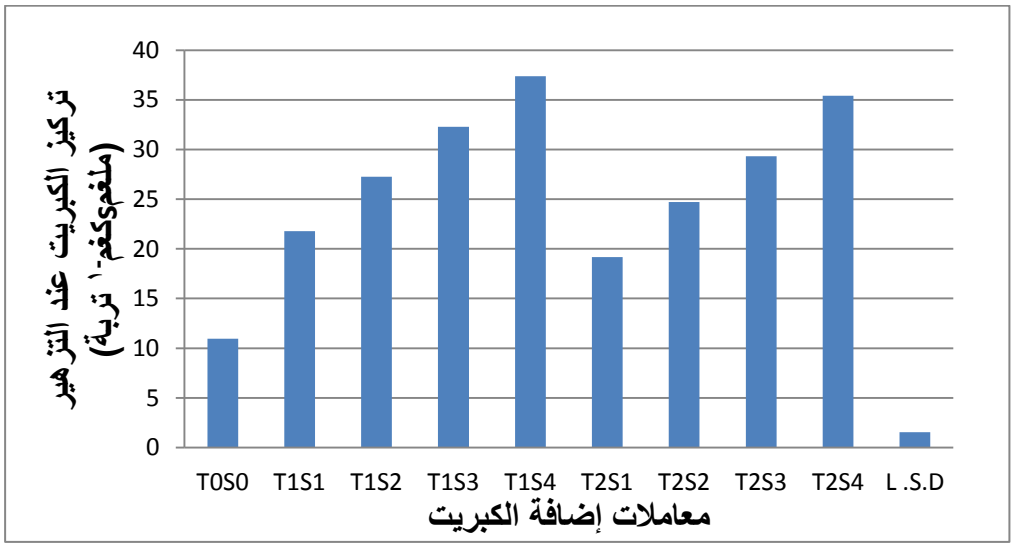
معاملة 2000 كغم .هـ$^{-1}$ للموعد الأول التي بلغ فيها 1.02% قياسا معاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل للبوتاسيوم في النبات اذ بلغت 0.76% اذ توجد فروق معنوية بين المعاملات الآخرى وللموعدين *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T2S3* ، *T2S4* اذ بلغت النسب المئوية للبوتاسيوم فيها 0.98 ، 0.93 ، 0.88 ، 0.78 ، 0.98 ، 0.94 ، 0.82%على التوالي ومن خلال النتائج وجد أنه كلما زاد معدل إضافة الكبريت يزداد تركيز البوتاسيوم في التربة اذ يعمل الكبريت على خفض درجة تفاعل التربة ومن ثم زيادة تحرر البوتاسيوم من المعادن الحاوية عليه وبالتالي زيادة جاهزيته وامتصاصه من قبل النبات ونتيجة لذلك سوف يزداد المجموع الجذري الذي بدوره يزيد من امتصاص البوتاسيوم من التربة إلى النبات وهذا يتفق مع ما وجده الزاهدي (2005) و Pasha (2005) والجبوري (2011) .

جدول (9) تأثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ$^{-1}$) ومواعيد الإضافة في تركيز ال NPK في نبات الذرة الصفراء عند مرحلة الحصاد

رمز المعاملة	معاملة / معدل	معدل تركيز NPK في النبات (%) عند مرحلة الحصاد		
		نتروجين	فسفور	بوتاسيوم
T0S0	الكبريت 0	0.94	0.06	0.76
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.26	0.18	0.82
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.33	0.2	0.94
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.36	0.22	0.98
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.43	0.27	1.02
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.07	0.15	0.78
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.29	0.19	0.88
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.33	0.21	0.93
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.4	0.25	0.98
	L .S.D	0.0999	0.03841	0.06830

4-1- 9 تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (ملغمS كغم $^{-1}$ تربة) عند التزهير

أوضحت نتائج شكل (4) وجود تأثير معنوي لكل مستويات إضافة الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة عند مرحلة التزهير. وتفوقت معاملة إضافة الكبريت بالمستوى (2000 كغم S.هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا إذ أعطت أعلى معدل في جاهزية الكبريت بلغت 37.39 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل المعدلات لهذه الصفة التي بلغت 10.94 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة كما تفوق المستوى الإضافة 2000 (كغم S.هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا على جميع المعاملات الآخرى *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T2S3* ، *T2S4* اذ بلغت المعدلات للكبريت 35.43 ، 29.32 ، 24.71 ، 19.18، 32.3، 27.26 ، 21.78 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة على التوالي ويرجع سبب ذلك إلى أن إضافة الكبريت قد أدى إلى خفض درجة تفاعل التربة من خلال عملية الأكسدة وتحوله إلى حامض الكبريتيك بفعل الأحياء المجهرية التي تعمل على أكسدة الكبريت والتي عملت على تحلله مائيا إلى أيونات الكبريت SO_4^{-2} وزيادة جاهزيته في التربة بالإضافة إلى دور حامض الكبريتيك في إذابة بعض المركبات والمعادن المحتوية على أيون الكبريتات ومن ثم امتصاصها من قبل النبات تتفق هذه مع ما توصل اليه العزاوي (2006) من أن جاهزية الكبريت في التربة تزداد بزيادة الكبريت المضاف ومن ثم امتصاصه من قبل النبات .



شكل (4) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (ملغمSكغم $^{-1}$ تربة) عند التزهير

وبينت النتائج في شكل (4) أن مواعيد الإضافة اثرت معنويا على تركيز الكبريت عند مرحلة التزهير فقد تفوق الموعد الأول (الإضافة قبل الزراعة ب 30 يوم) واعطى أعلى معدل للكبريت الجاهز قياسا بموعد الإضافة الثاني (الإضافة بعد الزراعة ب 15 يوم من الموعد الأول) والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة وأن سبب ذلك يعود إلى أن المدة الزمنية كان لها تأثير واضح على جاهزية الكبريت المضاف إلى التربة هذا يرجع إلى عملية الأكسدة البيولوجية من قبل الاحياء المجهرية اذ عملت على استنفاذ معظم الكبريت بمرور الزمن ، كما كان للري تأثير في ذلك من وقت الإضافة واستمرارها لحين موعد التزهير ودور الري في غسل الكبريت من التربة اما في الموعد الثاني للإضافة فأن الأكسدة مستمرة في تجهيز الكبريت إلى التربة وذلك بكونها بدأت متأخرة عن الإضافة الأولى مع بقاء كمية الكبريت التي تحتاجه وبكميات كافية للقيام بعملها وهذا يتفق مع ما وجده الراوي (2006).

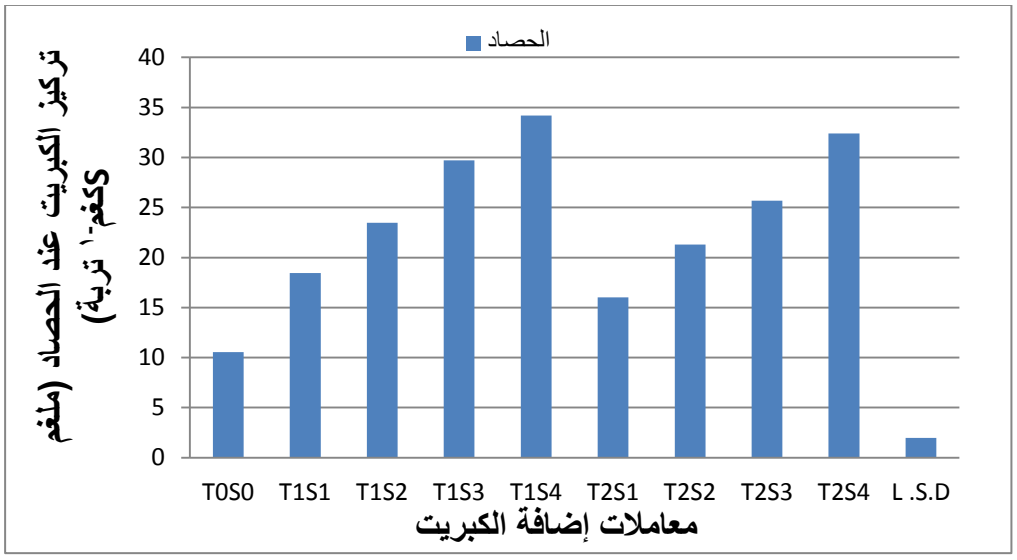
وأوضحت نتائج شكل (4) التأثير المعنوي بين مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة على جاهزية الكبريت في مرحلة التزهير فقد تفوق المستوى الإضافة (2000 كغم S.هـ$^{-1}$) لكلا الموعدين وأعطت أعلى المعدلات اذ بلغت **37.39** ملغمS كغم $^{-1}$ تربة و **35.43** ملغمS كغم $^{-1}$ تربة قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل المعدلات ، اذ بلغت **10.94** ملغمS كغم $^{-1}$ تربة.

4-1- 10 - تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (ملغمSكغم $^{-1}$ تربة) عند الحصاد

أوضحت نتائج شكل (5) وجود تأثير معنوي لكل مستويات إضافة الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في جاهزية الكبريت في التربة عند مرحله الحصاد حيث تفوقت معاملة إضافة الكبريت بالمستوى (2000كغم S.هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا إذ أعطت أعلى معدل في جاهزية الكبريت بلغت 34.19 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل معدل لهذه الصفة التي بلغت 10.56 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة كما تفوق مستوى الإضافة (2000كغم S.هـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا على جميع المعاملات الآخرى *T1S3* ، *T1S2* ، *T1S1* ، *T2S1* ، *T2S2* ، *T2S3* ، *T2S4* اذ بلغت المعدلات للكبريت 32.39 ، 25.68 ، 21.29، 16.03 ، 29.72 ،23.46 ، 18.45 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة على التوالي يرجع سبب ذلك إلى أن إضافة الكبريت ومدى توفر الظروف البيئية المناسبة ساعدت على زيادة إعداد البكتريا المؤكسدة للكبريت والتي عملت على تحرير اكبر كميه من الكبريت وهذا يتفق مع ما

وجده علاوي (1980) وKumar and Sidhu من أن إضافة الكبريت إلى التربة قد أدى إلى زيادة جاهزيته فيها.

وبينت النتائج في شكل (5) أن مواعيد الإضافة اثرت معنويا على جاهزية الكبريت في التربة عند مرحله الحصاد ، فقد تفوق الموعد الأول (الإضافة قبل الزراعة ب 30 يوم) واعطى أعلى معدل للكبريت الجاهز قياسا بموعد الإضافة الثاني (الإضافة بعد الزراعة ب 15 يوم من الإضافة الأولى) والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة وأن سبب ذلك يعود إلى أن المدة الزمنية كان لها تأثير واضح على جاهزية الكبريت المضاف إلى التربة وأن هذا يرجع إلى عملية الأكسدة البايولوجية من قبل الاحياء المجهرية اذ عملت على استنفاذ معظم الكبريت بمرور الزمن كما كان للري تأثير في ذلك من وقت الإضافة واستمرارها لحين موعد التزهير دور الري في غسل الكبريت من التربة اما في الموعد الثاني للإضافة فأن الأكسدة مستمرة في تجهيز الكبريت إلى التربة وذلك بكونها بدأت متأخرة عن الإضافة الأولى مع بقاء كمية الكبريت التي تحتاجه وبكميات كافية للقيام بعملها وهذا يتفق مع ما وجده الراوي (2006) .



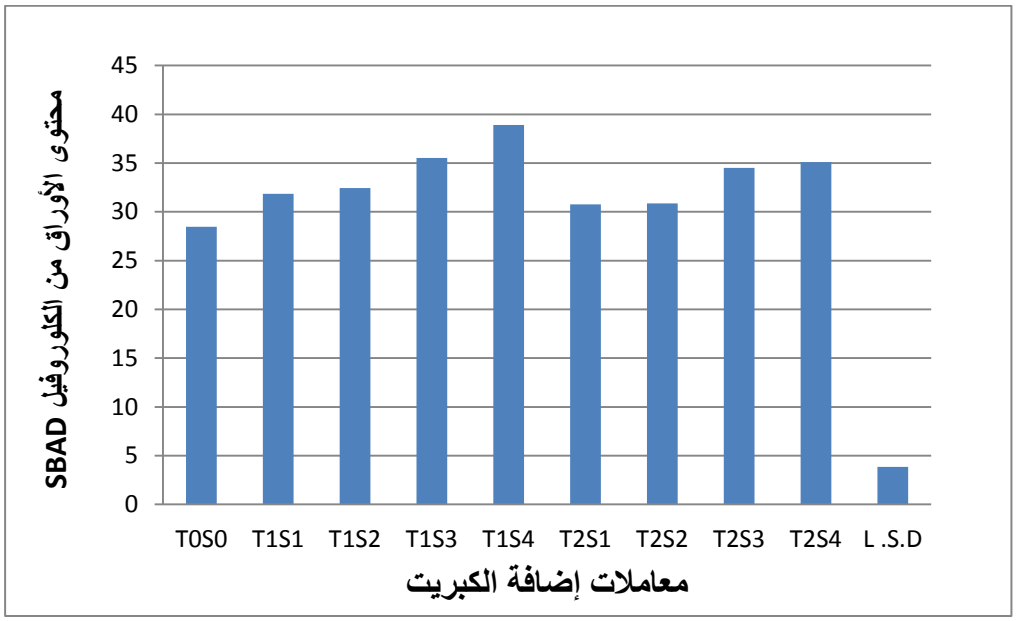
شكل (5) تأثير مستويات الكبريت الزراعي (كغم .هـ $^{-1}$) ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (ملغمS كغم $^{-1}$ تربة) عند الحصاد

أوضحت نتائج شكل (5) التأثير المعنوي بين مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة على جاهزية الكبريت في مرحلة الحصاد فقد تفوق المستوى الإضافة 2000كغم S.هـ$^{-1}$ لكلا الموعدين وأعطت أعلى المعدلات اذ بلغت 34.19 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة و 32.39 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة قياسا بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل المعدلات اذ بلغت 10.94 ملغمS كغم $^{-1}$ تربة

4 - 2 صفات النمو

4 - 2-1 محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD)

بينت نتائج التحليل الاحصائي في شكل (6) وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضافة ومواعيد الإضافة على محتوى الأوراق من الكلوروفيل حيث أوضحت النتائج شكل (6) أن إضافة الكبريت الزراعي أدت إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل فقد تفوقت المعاملة (2000كغم Sهـ$^{-1}$) للموعد الأول معنويا وأعطت أعلى معدل لهذه الصفة بلغت SPAD 38.9 قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت SPAD 28.47 ولم تختلف معنويا عن المعاملة **T1S3** والتي بلغت SPAD 35.53 وأظهرت تفوقا معنويا على باقي المعاملات وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4

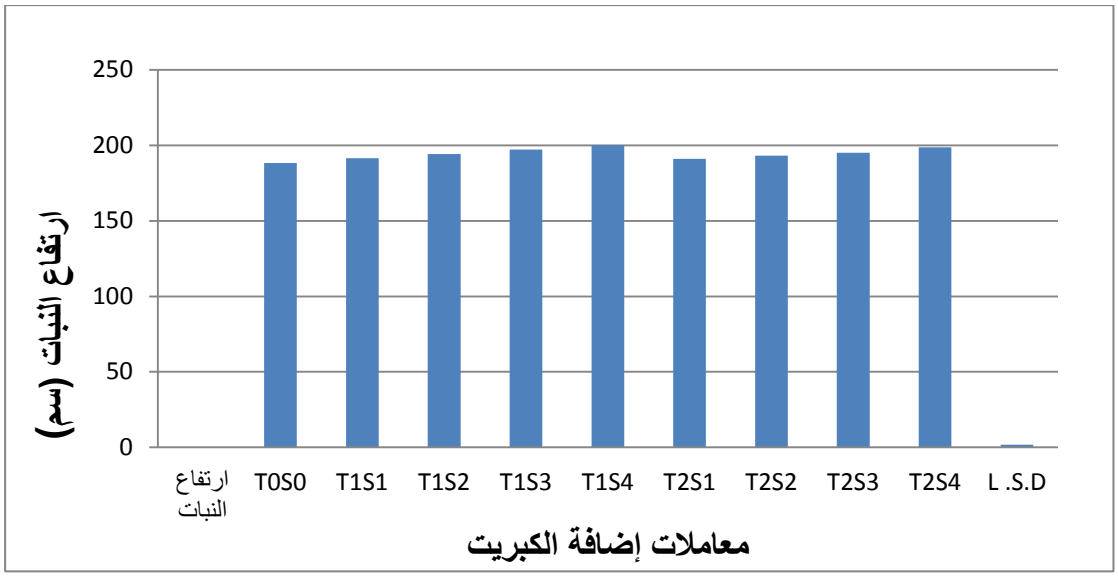


شكل (6) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD)

أن سبب ذلك يرجع إلى أن إضافة الكبريت الزراعي إلى التربة قد أدى إلى حصول أنخفاض في درجة التفاعل التربة وزيادة جاهزية الحديد والنحاس والمنغنيز وزيادة محتواها في النبات كما أن للكبريت دورا في عملية تحويل النتروجين الذائب في الأوراق إلى بروتين وله دور في حمايه الكلوروفيل من اشعة الشمس زبون والحلفي (2014).وبينت النتائج في الشكل (6) وجود تأثير معنوي لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي في زيادة المحتوى الأوراق من الكلوروفيل اذ تفوق موعد الإضافة الأول واعطى أعلى معدل لهذه الصفة على موعد الإضافة الثاني والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة وأن سبب ذلك يرجع إلى أن الموعد الأول للإضافة اعطى أعلى جاهزية للكبريت والحديد والمنغنيز والنحاس وبالتالي زيادة محتواها في النبات ومن ثم زيادة محتواها من الكلوروفيل وهذا يتفق مع ما وجده بكتاش وكاظم (2002) والفهداوي (2008). وأوضحت النتائج أن لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي أثرا معنويا في صفة محتوى النبات من الكلوروفيل فقد تفوق موعد الإضافة الأول بجميع مستوياته واعطى أعلى معدل لهذه الصفة قياسا بموعد الإضافة الثاني الذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة.

4 - 2-2 ارتفاع النبات (سم)

تبين نتائج شكل (7) وجود تأثير معنوي لمستويات إضافة الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في ارتفاع النبات يتضح من شكل (7) أن زيادة مستويات الكبريت المضاف إلى التربة قد حقق زيادة معنوية في ارتفاع النبات فقد تفوقت المعاملة (2000كغم Sهـ$^{-1}$) معنويا وأعطت أعلى معدل لارتفاع النبات اذ بلغت 200.17 سم قياسا بمعاملة المقارنة كما تفوقت هذه المعاملة على جميع المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت191.1 ، 197.3 ، 194.2 191.5 ، 193.27 ، 195.07، 198.83 **سم** على التوالي .وأن ذلك يرجع إلى أهمية الكبريت ودوره في خفض درجة التفاعل التربة وبالتالي زيادة جاهزية الفسفور وإنتاج مجموع جذري جيد للنبات وزيادة امتصاص النتروجين الامر الذي أدى إلى زيادة النمو الخضري وأيضا الكبريت قد تسبب في زيادة الزنك والحديد والذي يعتبر احد ألمكونات الضرورية للمركب النباتي tryptophane والذي يتكون من ال Auxin والذي يعد المسؤول الأول عن ارتفاع النبات من خلال دوره في استطالة الخلايا وانقسامها وأيضا كان للحديد دور في زيادة الكلوروفيل في النبات والذي يعتبر ضروريا في عملية التمثيل ألضوئي وهذا يتفق مع ما وجده ألبياتي وآخرون (2006) وجبر وآخرون (2007) والبياتي وآخرون (2009) وجاسم (2011) وزبون والحلفي (2014) أن بزيادة مستويات الكبريت الزراعي المضاف تأثيرا معنويا في ارتفاع النبات .

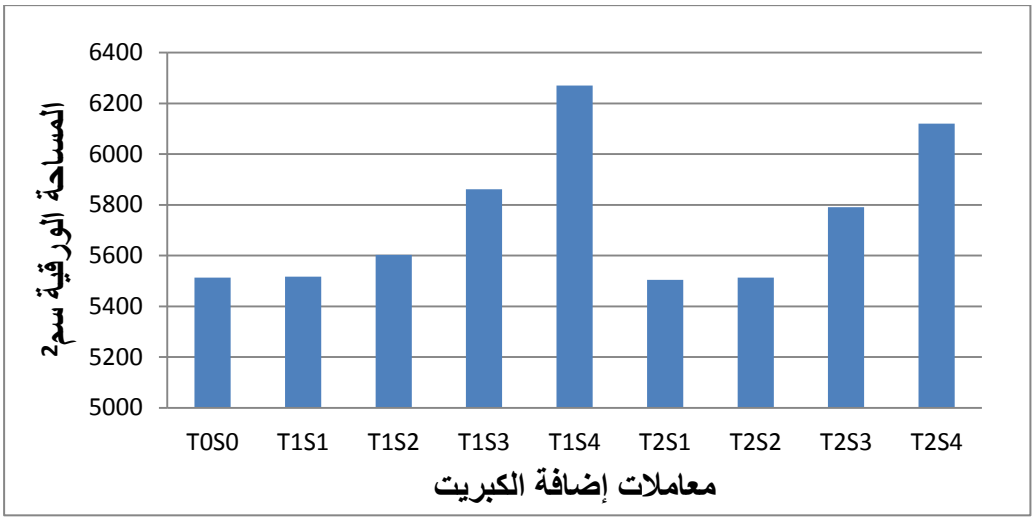


شكل (7) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في أرتفاع النبات (سم)

وأوضحت النتائج إلى أن لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي قد أثرت معنويا في صفه ارتفاع النبات فقد تفوق موعد الإضافة الأول بجميع مستوياته واعطى أعلى معدل لهذه الصفة قياسا بموعد الإضافة الثاني الذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة .

4 - 2-3 المساحة الورقية (سم^2)

أوضحت نتائج شكل (8) وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المضافة ومواعيد أضافته على المساحة الورقية حيث يتضح من النتائج شكل (8) أن زيادة مستويات الكبريت المضاف إلى التربة قد أدى إلى حصول زيادة معنوية في المساحة الورقية اذ تفوقت المعاملة T1S4(2000كغم Sهـ$^{-1}$) معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة ، اذ بلغت 6270.48 سم^2 مقارنة بالمعاملة بدون إضافة 5513.6 سم^2 ولم تختلف معنويا عن المعاملة T2S4 التي بلغت فيها المساحة الورقية 6120.44 سم^2 كما أظهرت تفوقا معنويا على باقي المستويات وللموعدين وأن سبب ذلك يرجع إلى دور الكبريت المباشر في زيادة مساحة الأوراق من خلال اشتراكه في عملية انقسام واستطالة الخلايا كما أن له دور في تكوين الكلوروفيل كما أن المستوى (2000كغم Sهـ$^{-1}$) للموعد الأول كان الأفضل في زيادة جاهزية الحديد في التربة وبالتالي زيادة محتواه في النبات مما كان له دورا مهم في تكوين الكلوروفيل في النبات وهذا يتفق مع ما وجده بكتاش وكاظم (2002) والفهداوي (2008).



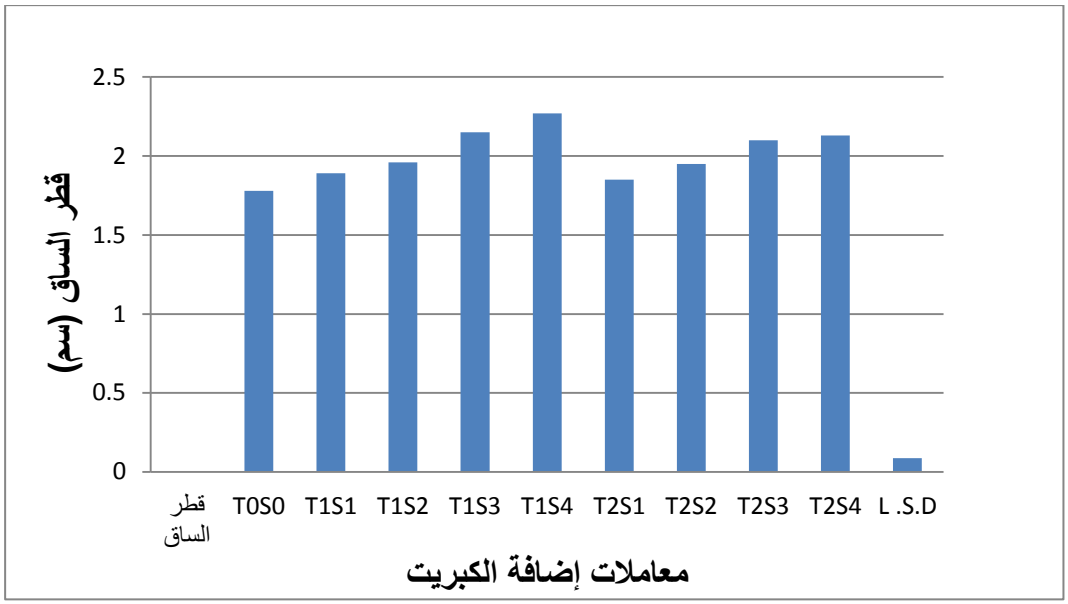
شكل (8) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في المساحة الورقية للنبات (سم^2)

وأوضحت النتائج أن لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي قد اثرت معنويا في صفة المساحة الورقية للنبات فقد تفوق موعد الإضافة الأول بجميع مستوياته واعطى أعلى معدل لهذه الصفة قياسا بموعد الإضافة الثاني الذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة.

4 - 2-4 قطر الساق (سم)

بينت نتائج التحليل الإحصائي في شكل (9) إلى وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في قطر الساق في نبات الذرة الصفراء اذ بينت النتائج أن مستوى الإضافة (2000كغم. هكتار$^{-1}$) للموعد الأول حقق أعلى معدل لهذه الصفة اذ بلغت **2.27** سم قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 1.78 سم واختلف مستوى الإضافة (2000كغم. هكتار$^{-1}$) معنويا على جميع المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغ 2.13 ، 2.1 ، 1.95 ، 1.85 ، 1.89 ، 1.96 ، 2.15 سم.

من خلال النتائج وجد أنه كلما زاد معدل إضافة الكبريت الزراعي الذي يعمل على خفض درجة التفاعل التربة وزيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى في التربة والتي يزداد امتصاصها من قبل النبات وبالتالي ينعكس على صفات النمو ومنها ارتفاع النبات وعدد الأوراق والمساحة الورقية في النبات والتي تزيد من معدل قطر الساق وهذا يتفق مع ما وجده العزاوي (2006) و ELfatah (2010).



شكل (9) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في قطر الساق للنبات(سم)

وأشارت النتائج في شكل (9) إلى وجود تأثير معنوي لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي في الوزن الجاف لمحصول الذرة الصفراء فقد تفوق موعد الإضافة الأول معنويا بإعطائه أعلى معدل لهذه الصفة عن موعد الإضافة الثاني والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة.

3-4 صفات الحاصل

4 - 3-1 وزن ال 500 حبة

أظهرت النتائج في جدول (10) معدل وزن 500 حبة لنبات الذرة الصفراء في التجربة اذ بلغ أعلى معدل إلى وزن 500 حبة في المعاملة **T1S4** للموعد الأول التي فيها معدل الوزن 192.35 غرام مقارنة بمستوى المقارنة التي فيها معدل الوزن 164.51 غرام واختلفت معنويا عن المعاملات T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت معدلات الأوزان فيها 180.42 ، 186.65 ، 173.39 ، 182.36 ، 176.88 ، 169.31 ، 189.46 غرام على التوالي.

وأن سبب هذه الزيادة جاء نتيجة إضافة الكبريت ودورة في خفض درجة تفاعل للتربة وبالتالي أدى إلى زيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى (Fe وMn وZn) وزيادة محتواها في النبات وهذا يعني أن زيادة كفاءه ألمصدر بتجهيز المصب بالمواد الممثلة مما أدى إلى زيادة وزن 500 حبة وهذه تتفق مع ما وجده ابو ضاحي (1999) وبكتاش (2002) وأن لمواعيد إضافة الكبريت تأثيرا معنويا في وزن 500 حبة فقد تفوق الموعد الأول في ذلك

واعطى أعلى معدل لهذه الصفة عند المقارنة مع الموعد الثاني وأن ذلك يرجع إلى زيادة محتوى عناصر الحديد والمنغنيز والزنك في النبات في الموعد الأول للإضافة والتي تلعب دورا في زيادة عملية التمثيل الضوئي ودور هذا العناصر في زيادة مدة التحويل من المصب إلى المصدر .

أظهرت النتائج في الجدول (10) وجود تأثير معنوي لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي على وزن 500 حبة اذ تفوق موعد الإضافة الأول معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة في جميع المستويات عن موعد الإضافة الثاني بكافة مستوياته والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة وأن سبب ذلك يعود إلى زيادة جاهزية العناصر المغذية الصغرى كالمنغنيز والحديد والزنك والنحاس وزيادة محتواها في النبات من هذه العناصر .

جدول (10) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في وزن ال500 حبة (غم)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	وزن ال500 حبة
T0S0	الكبريت 0	164.51
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	173.39
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	180.42
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	186.65
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	192.35
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	169.31
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	176.88
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	182.36
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	189.46
L .S.D		1.715

4 - 2-3 عدد الحبوب في العرنوص (حبة. عرنوص$^{-1}$)

أظهرت النتائج في جدول (11) معدل عدد الحبوب في العرنوص لنبات الذرة الصفراء في التجربة اذ بلغ أعلى معدل إلى عدد الحبوب بالعرنوص في المعاملة **T1S4** للموعد الأول التي فيها معدل الوزن 587.33 حبة.عرنوص $^{-1}$ مقارنة بمستوى المقارنة التي فيها معدل الوزن 555.33 حبة.عرنوص$^{-1}$ واختلفت معنويا عن المعاملات T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت معدلاتها 579 ، 574 ، 568 ، 567 ، 574.33، 578 ،584 حبة. عرنوص $^{-1}$ على التوالي .

وأوضحت النتائج أن المستوى (2000 كغم S.هـ$^{-1}$) تفوق معنويا وأعطى أعلى معدل لهذه الصفة مقارنة بمعاملة المقارنة (بدون إضافة) كما تفوق على المستويات 500 ، 1000 ، 1500 كغم S.هـ$^{-1}$ وهذه المعاملات أيضا تفوقت على معاملة المقارنة للموعد الأول وأن سبب ذلك قد يعود إلى أهمية الكبريت ودوره في زيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى ومنها الحديد وزيادة محتواه في النبات وهذا أدى إلى زيادة عملية الأخصاب وبالتالي تزويد الحبوب بالمواد الغذائية المنتجة عن عملية التمثيل الضوئي ومن ثم زيادة عدد الحبوب في العرنوص وهذا اتفق مع ما وجده بكتاش وكاظم (2002) والفهداوي (2008) الذين وجدوا زيادة في عدد الحبوب بالرأس للذرة مع زيادة إضافة الكبريت .

أظهرت النتائج في الجدول (11) وجود تأثير معنوي لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي على عدد الحبوب في العرنوص اذ تفوق موعد الإضافة الأول معنويا واعطى أعلى معدل لهذه الصفة في جميع المستويات عن موعد الإضافة الثاني بكافة مستوياته والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة أن سبب ذلك يرجع إلى زيادة جاهزية العناصر المغذية ألصغرى كالمنغنيز والحديد والزنك والنحاس وزيادة محتواها في النبات من هذه العناصر .

جدول (11) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في عدد الحبوب بالعرنوص (حبة. عرنوص$^{-1}$)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	عدد الحبوب بالعرنوص
T0S0	الكبريت 0	555
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	568
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	574
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	579
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	587
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	567
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	574
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	578
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	584
L .S.D		2.660

4 - 3-3 حاصل الحبوب (ميكاغرام .هـ$^{-1}$)

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (12) وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة عل حاصل الحبوب في نبات الذرة الصفراء اذ بينت النتائج تفوق مستوى الإضافة (2000كغم. هكتار$^{-1}$) للموعد الأول معنويا واعطائها أعلى معدل لهذه الصفة اذ بلغت 10.81طن .هكتار$^{-1}$ قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 9.47 طن .هكتار $^{-1}$ كما تفوق مستوى الإضافة 2000 كغم. هكتار$^{-1}$ معنويا على جميع المعاملات الآخرى وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغت10.33 ، 10.06 ، 9.87 ، 9.69 ، 9.92 ، 10.22 ، 10.51 وأن سبب زيادة الحاصل الحبوب يرجع إلى دور إضافة الكبريت الزراعي في خفض درجة تفاعل التربة وزيادة امتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات مما أدى حصول زيادة في نمو النبات والتي انعكست على كمية الحاصل وهذا يعني حصول زيادة في كفاءة المصدر في تجهيز المواد الممثلة وبالتالي زيادة حاصل الحبوب وتتفق هذه النتائج مع ما وجده تاج الدين (1979) وأبو ضاحي

(1999) عند إضافة الكبريت بالمستويات (2000 و 4000 كغم .هكتار$^{-1}$) تسبب في حصول زيادة في كمية الحاصل معنويا قياسا بمعاملة المقارنة (بدون إضافة) ومع ما توصل اليه بكتاش وكاظم (2002) من حصول زيادة معنوية في الحاصل عند إضافة الكبريت الزراعي .

وأشارت النتائج في جدول (12) إلى وجود تأثير معنوي لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي في حاصل الحبوب لمحصول الذرة الصفراء فقد تفوق موعد الإضافة الأول معنويا بإعطائه أعلى معدل لهذه الصفة عن موعد الإضافة الثاني والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة .

جدول (12) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في حاصل الحبوب (ميكاغرام .هـ$^{-1}$)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	حاصل الحبوب
T0S0	الكبريت 0	9.47
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	9.87
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	10.06
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	10.33
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	10.81
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	9.69
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	9.92
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	10.22
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	10.51
L .S.D		0.1379

4 - 3-4 الوزن الجاف (غم. كغم$^{-1}$مادة جافة)

أوضحت النتائج في جدول (13) معدل الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء في التجربة الحقلية من خلال النتائج اثبتت أن أعلى معدل للوزن الجاف في المعاملة 2000كغم .هـ$^{-1}$ للموعد الأول اذ بلغ الوزن الجاف 293.98 غم كغم$^{-1}$مادة جافة قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 261.97 غم وأيضا تفوق معنويا عن باقي المعاملات وللموعدين T1S3 ، T1S2 ، T1S1 ، T2S1 ، T2S2 ، T2S3 ، T2S4 اذ بلغ 290.96 ، 284.52 ، 278.97 ،

268.78 ، 273.93 ، 281.47 ، 288.91 غم كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي. من خلال النتائج وجد أنه كلما زاد معدل إضافة الكبريت الزراعي يزيد معدل الوزن الجاف اذ يعمل على خفض درجة التفاعل التربة وزيادة جاهزية العناصر الغذائية الصغرى في التربة والتي يزداد امتصاصها من قبل النبات وبالتالي ينعكس على صفات النمو ومنها ارتفاع النبات وعدد الأوراق والمساحة الورقية في النبات والتي تزيد من معدل الوزن الجاف وهذا يتفق مع ما وجده العزاوي (2006) و ELfatah (2010) .

وأشارت النتائج في جدول (13) إلى وجود تأثير معنوي لمواعيد إضافة الكبريت الزراعي في الوزن الجاف لمحصول الذرة الصفراء فقد تفوق موعد الإضافة الأول معنويا بإعطائه أعلى معدل لهذه الصفة عن موعد الإضافة الثاني والذي اعطى أقل معدل لهذه الصفة .

جدول (13) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في الوزن الجاف للنبات(غم.كغم$^{-1}$مادة جافة)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	الوزن الجاف
T0S0	الكبريت 0	261.97
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	273.93
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	281.47
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	288.91
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	293.98
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	268.78
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	278.97
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	284.52
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	290.96
L .S.D		1.963

5- الاستنتاجات

1- استجابة الذرة الصفراء لمستويات الكبريت الزراعي وخصوصا عند المستوى العالي (2000 كغم .هكتار$^{-1}$) اذ حققت زيادة معنوية في جميع الصفات المدروسة وبالتالي أنعكس ذلك على زيادة الحاصل .

2- أن استعمال الكبريت الزراعي بالمستوى (2000 كغم .هكتار$^{-1}$) قبل 30 يوما من الزراعة يخفض من درجة تفاعل التربة عند الإنبات والتزهير والحصاد وبالتالي يزيد من جاهزية المنغنيز والحديد والنحاس والزنك في مرحلة التزهير والحصاد وذلك ينعكس في زيادة محتوى النبات من العناصر الغذائية الصغرى والكبرى .

3- أن زيادة مستويات الكبريت المضاف إلى التربة يؤدي إلى زيادة في نسبة العناصر الغذائية وزيادة نسب ال NPK في النبات .

4- أن إضافة الكبريت الزراعي بالموعد والكمية الملائمة يحسن من نمو المحصول ويزيد من حاصل الحبوب في النبات.

6- التوصيات

1- إضافة الكبريت الزراعي للتربة ذات درجة التفاعل القاعدي قبل (30) يوما قبل موعد الزراعة إذ يعد من محسنات الترب لدوره في خفض درجة تفاعل التربة وبمستوى 2000 كغم .هكتار$^{-1}$ وتحسين جاهزية العناصر الغذائية الصغرى (الحديد، المنغنيز، الزنك ، النحاس) وتركيز الكبريت في النبات والتربة بالإضافة إلى زيادة كمية الحاصل ومكوناته .

2- اجراء دراسات آخرى ومستويات مختلفة من الكبريت الزراعي على محاصيل آخرى ولمناطق مختلفة من محافظة واسط لمعرفة مدى أهمية هذه الاسمدة واستجابتها والذي ينعكس في صفات النمو والحاصل .

7 - المصادر العربية

ابو ضاحي ، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس . (1988). دليل تغذية النبات .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد

ابو ضاحي، يوسف محمد. (1999) . تأثير إضافة الكبريت الرغوي والسماد الفوسفاتي في جاهزية عنصري الزنك والنحاس في التربة وتركيزهما في المادة الجافة للأجزاء العليا وحاصل الحبوب ونوعيتها للحنطة (Triticum activum L). (. مجلة العلوم الزراعية. 30 (1 :)16-77.

احمد، صباح كدر. (2013). دراسة جاهزية الحديد ومحتواه في نبات الذرة الصفراء في بعض ترب محافظة بابل. مجلة جامعة كربلاء العلمية. 12(2): 67-73.

الاعظمي ، زيدون احمد عبدالكريم . (1990).تأثير إضافة الكبريت الرغوي والصخر الفوسفاتي على جاهزية بعض العناصر الغذائية وحاصل الذرة الصفراء اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة جامعة بغداد.

الاعظمي، زيدون عبد الكريم ونزار يحيى نزهت ومؤيد احمد اليونس. (2001). تقييم كفاءة الكبريت الرغوي في زيادة جاهزية فسفور التربة وسماد صخر الفوسفات، المؤتمر القطري الأول للتربة والموارد المائية. كلية الزراعة جامعة بغداد.

بريسم، ترف هاشم وجعفر عباس شمس الله وصبيحة عبد الله عبود. (2009). تأثير إضافة مستويات مختلفة من الكبريت على جاهزية الفسفور ونمو نبات الذرة الصفراء، مجلة جامعة الكوفة لعلوم الحياة. 1(1): 139-144.

بشور، عصام وأنطوان الصايغ . (2007).طرق تحليل تربة المناطق الجافة وشبه الجافة. الجامعة الامريكية في بيروت لبنان تأثير حامض البوريك وبعض املاح الكالسيوم والمغنيسيوم في الحاصل والتركيب الكيميائي لحبوب نبات الشعير . مجلة التربة والعلوم 21 (3) 76- 87

بكتاش، فاضل يونس ومحمد هذال كاظم . (2002). استجابة الحنطة لمستويات من السماد النتروجيني والكبريت .مجلة العلوم الزراعية العراقية . 33 (3) : 135-142.

بكتاش، فاضل يونس وكريمة محمد وهيب. (2004). استجابة الذرة الصفراء لمستويات من السماد النيتروجيني والكثافات النباتية. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 23(1): 85– 96

البياتي ، علي حسين ابراهيم وسعاد كاظم الخفاجي . (2002) . الفترة الزمنية اللازمة لأ كسدة الكبريت الزراعي عند مستويات رص مختلفة . مجلة العلوم الزراعية العراقية المجلد 33) 19) : 2. – 26 .

البياتي، علي حسين ابراهيم وبشير حمد عبد الله صولاغ ومؤيد هادي العاني. (2009). تأثير الكثافة النباتية ومستوى إضافة الكبريت الزراعي في نمو وغلة محصول زهرة الشمس تحت الظروف الجافة غربي العراق. المجلة العربية للبيئات الجافة. 2(3): 27-43.

تاج الدين ، منذر ماجد . (1979) . تأثير الكبريت على جاهزية العناصر الغذائية لبعض الترب العراقية . رسالة ماجستير . كلية الزراعة – جامعة بغداد

التحافي، سامي علي عبد المجيد وجبار عباس حسن وداود عبد الله داود. (2005). تأثير إضافة تحت الظروف الجافة غربي العراق. المجلة العربية للبيئات الجافة. 2(3): 27-43.

التميمي، محمد صلال . (2003). تأثير خلط الكبريت الزراعي مع بعض المصادر الفوسفاتية في جاهزية الفسفور وحاصل الذرة الصفراء . رسالة ماجستير .كية الزراعة – جامعة بغداد

التميمي، اثير هشام مهدي. (2017). استجابة بعض الاصناف التركيبية من الذرة الصفراء Zea mays للأسمدة المعدنية والعضوية والحيوية، رسالة ماجستير كلية الزراعة. جامعة بغداد.

جادر، جاسم جواد، عبدالله فاضل سرهيد ورشا عادل عبدالنبي. (2017). استجابة أربعة تراكيب وراثية من الذرة الصفراء Zeai mays تحت تأثير الاجهاد المائي. مجلة جامعة كربلاء العلمية 15 (1): 201- 205

جار الله، عباس خضير عباس، (2012). تقييم جاهزية الزنك ومحتواه في نبات الذرة الصفراء في بعض ترب محافظة بابل. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 4(3): 81-92.

جاسم، عدنان اسود. 2011. دور الكبريت ونوعية مياه الري في بعض صفات التربة الكلسية جامعة الكوفة لعلوم الحياة. 1(1): 139-144.

جبر، عبد سلمان وحسين محمود شكري ووليد فليح حسن الزاهدي. (2007). تأثير الكبريت الزراعي ومخلفات الدواجن والصخر الفوسفاتي في جاهزية الفسفور وبعض العناصر الغذائية ونمو وحاصل حنطة الخبز. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 38(2): 60-75.

الجبوري، احمد عبد الجبار جاسم . (2011). تأثير مصادر ومستويات المغنيسيوم وكبريتات البوتاسيوم في نمو وحاصل الذرة الصفراء (Zea mays L.) . رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد

الجبوري، صالح محمد ابراهيم واروال محسن أنور. (2008). تأثير مستويات ومواعيد إضافة مختلفة من السماد النتروجيني في حاصل ونوعية الحبوب لصنفين من الذرة الصفراء Zeaimays.(L.). مجلة زراعة الرافدين. 36 (1): 56-73

جواد، كامل سعيد. (1988). خصوبة التربة والتسميد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

الحسأني، محمد هادي عبيد.(2015). استجابة الذرة الحلوة (Zea mays L,saccharata) لمواعيد الزراعة والرش بالمحفزات الحيوية اطروحة دكتوراه قسم البستنة وهندسة الحدائق. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

حسن، نوري عبد القادر وحسن يوسف الدليمي ولطيف عبد الله العيساوي، (1990). خصوبة التربة والاسمدة. مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر. بغداد.

حمدان، مجاهد اسماعيل وفاضل يونس بكتاش. (2011). استنباط وتقويم اصناف تركيبية من سلالات مختلفة العدد من الذرة الصفراء للحاصل ومكوناته. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 42 (4) :9-16.

حمودي، أنمار كاظم . (2016). دور إضافة الكبريت الزراعي بمستويات ومواعيد مختلفة في درجة تفاعل التربة وجاهزية بعض العناصر الصغرى وأثرها في نمو وأنتاج صنفين من الحنطة . رسالة ماجستير . قسم التربة والموارد المائية . كلية الزراعة – جامعة المثنى

الخزاعي، كهرمان حسين حبيب . (2005). تأثير نوعية ومستويات مختلفة من الملوحة في ذوبانية الجبس في بعض الترب الجبسية . رسالة ماجستير . قسم علوم التربة والموارد المائية –كلية الزراعة – جامعة بغداد .

الخزاعي، كهرمان حسين حبيب . (2016) . تأثير مصادر ومستويات الكبريت وموعد الإضافة في جاهزية وتحرر الكبريت والفسفور وحاصل الذرة الصفراء . اطروحة دكتورا . قسم التربة والموارد المائية .كلية الزراعة – جامعة بغداد .

الخزعلي، عمار جاسم غني. (2015). تأثير بعض مبيدات الادغال الحديثة في القدرة التنافسية ونمو وحاصل سبعة أصناف من النوع الصفراءZeai mays رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد .ع ص 120

خلف، سعاد محمد وفاضل حسين الصحاف. (2011). تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) في بعض صفات التربة ومحتوى NPK لنوعين من الثوم. مجلة التقني. هيئة التعليم التقني. 24(1): 224-241.

الخويلدي، اسامة ابراهيم عبيد . (2022). تأثير طرق إضافة كبريتات المغنيسيوم في نمو وحاصل ثلاثة اصناف من الذرة الصفراء وبعض صفات التربة الكيميائية . رسالة ماجستير_ كلية الزراعة_ جامعة واسط

راهي، حمد الله سليمان وخالد بدر حمادي ومحمد علي جمال. (1994). تأثير التداخل بين الكبريت والمادة العضوية في جاهزية بعض العناصر الغذائية الصغرى وحاصل الحنطة في الترب الكلسية، مجلة العلوم الزراعية العراقية. 26(2): 16-25.

الراوي ، عبد الهادي وتركي مفتن سعد ورحيم هادي عبد الله . (2001) . تأثير مستوى وموعد إضافة السماد الفوسفاتي في حاصل وبعض مكونات الحاصل للذرة الصفراء . مجلة اباء للأبحاث الزراعية . 11 (1) : 150- 158

الراوي ، على احمد عطيوي. (2006). تأثير إضافة الكبريت الرغوي على ذوبانية وجاهزية الفسفور في التربة وامتصاصه من قبل نبات الذرة الصفراء (Zea Mays). مجلة التقني. هيئة التعليم التقني. 21(2): 185–194.

الراوي، عبدالهادي و حيدر محمد علي القريني . (1998). تأثير درجة نعومة الكبريت وفترة الحضن في جاهزية بعض العناصر الغذائية في ترب كلسية . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 29(1) : 159-166

الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله. (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل،

رمضان، ايمأن لازم وفاضل جواد كاظم. (2013). استجابة خمسة أصناف تركيبية من الذرة الصفراءZeaimays لمواعيد الزراعة. مجلة الفرات الزراعية.5 (2): 138-149.

الريس، عبد الهادي جواد. (1982). تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

الزاهدي، وليد فليح . (2005). تأثير الكبريت الزراعي وخلفات الدواجن والصخر الفوسفاتي في جاهزية وامتصاص الفسفور وبعض العناصر الغذائية ونمو وحاصل الحنطة رسالة ماجستير ، قسم علوم التربة – كلية الزراعة – جامعة بغداد

زبون، نجاة حسين وانتصار هادي حميدي الحلفي. (2014). تأثير الكبريت والاسمدة النيتروجينية والبوتاسية في تركيز NPK في أوراق وحبوب الحنطة، مجلة العلوم الزراعية العراقية. 45(7)(عدد خاص): 700–707.

زبون، نجاة حسين. (2006). تأثير مستويات الكبريت والسماد الفوسفاتي في نمو وحاصل زهرة الشمس (Helianthus annuus L.). رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الساهوكي، مدحت مجيد . (1990) .الذرة الصفراء أنتاجها وتحسينها. جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، العراق ، ع ص

الساهوكي، مدحت مجيد . (2007).علاقات نمو البذرة. جامعة بغداد. كلية الزراعة. ع ص:140.

الساهوكي، مدحت مجيد وصدام حكيم جياد . (2013). جداول تقدير المساحة الورقية للذرة الصفراء باعتماد طول ورقة واحدة. مجلة العلوم الزراعية.44(2):164-167. 488

السلمي ،عبير ساجد ظاهر . (2021). استجابة بعض اصناف الحنطة لمستويات مختلفة من الكبريت الزراعي . رسالة ماجستير _كلية الزراعة_ جامعة البصرة

سليم، طارق سالم. (2005). تأثير الكبريت الرغوي في قابلية التربة على تجهيز الزنك باستعمال بعض المعايير الثرموديناميكية، مجلة العلوم الزراعية العراقية. 36(2): 31-36.

الشاطر، محمد سعيد وفلاح ابو نقطة. (2011)، خصوبة التربة والتسميد (الجزء النظري)، كلية الزراعة جامعة دمشق.

شاكر، عبد الوهاب عبد الرزاق وحمد الله سليمان راهي . (2002). تأثير استعمال الكبريت الرغوي في جاهزية الفسفور ونمو وحاصل الخيار في لبيوت البلاستيكية . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 33(3) : 49-56.

صالح، علي فاضل محمد احمد الأنباري ورشيد خضير الجبوري. (2013). استجابة عدة تراكيب وراثية من الذرة الصفراءZeai mays لمستويات مختلفة من التسميد النفوسفاتي مجلة الفرات للعلوم الزراعية 5 (4): 384-400.

عبدالحميد، عماد. (2009). استجابة بعض أصناف الذرة الصفراء لإضافة بعض العناصر الصغرى. مجلة دمشق للعلوم الزراعية. 25 (2): 27-43.

عبدالعظيم، منى سمير. (2017). تأثير الاجهاد المائي وحامض الاسكوربك في نمو وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد. ع ص : 115.

عبدالله، بشير حمد، ضياء بطرس يوسف وستار قاسم حسن. (2010). استجابة نمو ثلاثة تراكيب وراثية من الذرة الصفراء Zeaimays.(L.) لأسلوب توزيع النباتات في الحقل. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 8 (4): 504-519.

العبودي، هادي محمد كريم. (2010). استجابة الذرة الصفراء للري وعمق وطريقة الزراعة. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. ع ص 130.

العبيدي، محمد علي جمال، مازن فيصل سعيد، لزكين احمد ميروين مهمداني . (2007). حركيات أكسدة الكبريت الزراعي في ترب كلسية في شمال العراق .مجلة زراعة الرافدين . مجلد 35 . عدد 1.

العبيدي، محمد علي جمال ونبيل فاضل خليل وعلي محمد سعد الله. (1994). حالة الحديد في بعض ترب شمال العراق. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 26(2): 26-34.

العزاوي، سنأن سمير جمعة . (2006). كفاءه تأثير الكبريت الزراعي وكبريتات الامونيوم في جاهزية وسلوكية الفسفور من الصخر الفوسفاتي وفي امتصاص بعض العناصر ونمو الذرة الصفراء . رسالة ماجستير كلية الزراعة .جامعة بغداد

عطيوي، علي احمد وحافظ عبد الله احمد. (2007). تأثير إضافة الكبريت الرغوي في فقد النتروجين بالتطاير وجاهزية بعض العناصر الغذائية في التربة وامتصاصها من قبل نبات الذرة الصفراء (Zea mays).

العقيدي ، محمد عبد الكريم منهل (1999)دراسة اقتصادية لمحصول الذرة الصفراء في العراق ، اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة جامعة بغداد.

العكيلي، جواد كاظم ورمزي محمد شهاب وجميلة شاكر محمود. (1993). تقدير الحديد الجاهز للنبات في الترب الكلسية. المؤتمر العلمي الأول لبحوث المحاصيل الحقلية. بغداد.

علاوي، عباس عبد. (1980). تأثير الكبريت على جاهزية الفسفور من الصخور الفوسفاتية لبعض الترب العراقية. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

علك، مكية كاظم. (2001). استجابة نمو وحاصل تركيبين وراثيين من الذرة الصفراء Zeaimays.(L.) لمسافات زراعة مختلفة رسالة ماجستير كلية الزراعة. جامعة بغداد.

علي ، نور الدين شوقي ، حمد الله سليمان راهي ، عبد الوهاب عبد الرزاق . (2014) . خصوبة التربة . دار الكتب العلمية

علي، هيثم عبدالسلام، فاروق عبدالعزيز الرمضان وسندس عبدالكريم العبدالله. (2009). استجابة تراكيب وراثية مختلفة للذرة الصفراء لأعماق من الحراثة في الاراضي المستصلحة. مجلة أوروك للأبحاث العلمية. 2 (1): 173-183.

عليوي، علي محمد وليث محمد جواد الشماع. (2008). تأثير إضافة الكبريت في درجة حموضة التربة pH ونمو وإنتاجية نبات السلجم. مجلة أم سلمة للعلوم. 5(2): 1-6.

عمادي، طارق حسن. (1991). العناصر الغذائية الصغرى في الزراعة. دار الحكمة للطباعة مجلة العلوم الزراعية. 36(6): 23-28.

عواد، كاظم مشحوت. (1987). التسميد وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

عيسى، طالب احمد. (1990). فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. ص 496 (مترجم)

الغراني، احمد عباس رحيم . (2022). تأثير إضافة مستويات من الكبريت والبكتريا thiobacillus في بعض صفات التربة ونمو وحاصل السلجم .رسالة ماجستير كلية الزراعة _ جامعة واسط

غريبو، غريبو احمد وعبد المحسن سيد عمر. (2010). تقييم أنتاجية ثلاث طرز من الذرة الصفراء السكرية تحت تأثير مواعيد زراعة مختلفة. المجلة العربية للبيئات الجافة. 3 (1): 4-11.

فاضل، فائز تحسين. (2010). التغيرات المورفولوجية والأنتاجية في بعض التراكيب الوراثية للذرة الصفراء Zeaimays.(.L) بوجود الادغال أوعدم وجودها. المجلة العراقية لدراسات الصحراء. جامعة الأنبار. 2 (1): 48 – 52.

الفرج ، قاسم. (2020) . تأثير الكبريت مع المادة العضوية في تحسين بعض خصائص التربة الكلسية . قسم التربة واستصلاح الاراضي . جامعة الفرات دير الزور سوريا

الفهداوي ، وليد عبد الستار طه وخليل ابراهيم محمد علي . (2011) . تأثير مستويات من الكبريت وسماد ال DAP في حاصل الحبوب ومكوناته للذرة البيضاء . المجلة العراقية لدراسات الصحراء . المجلد 3 . العدد 1 . قسم التربة . كلية الزراعة جامعة بغداد .

الفهداوي ، وليد عبد الستار طه. (2008). تأثير مستويات من الكبريت وسماد DAP في حاصل الحبوب ومكوناته للذرة البيضاء. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

القريني ، حيدر محمد علي . (1994). تأثير مستويات الإضافة للكبريت الرغوي ودرجة نعومته في جاهزية بعض العناصر الغذائية ونمو النبات . رسالة ماجستير . قسم التربة . كلية الزراعة . جامعة بغداد

كاظم، صبيحة حسون ورنا ريس عراك. (2016). دراسة مقارنة لبعض مؤشرات النمو الخضري والتزهير لأربعة اصناف للذرة الصفراء Zeaimays.(.L). مجلة الكوفة للعلوم الزراعية. 8 (3): 151- 163

كربول ، مريم عبد الحسن و حمزة نوري عبيد الدليمي . (2017). تأثير الرش الورقي بعنصري البوتاسيوم والبورون في محتوى ورقة العرنوص من العناصر الكبرى (NPK) واثر ذلك في بعض صفات الحاصل لنبات الذرة الصفراء / صنف فرات. كلية الزراعة . جامعة القاسم الخضراء .مجلة الفرات للعلوم الزراعية – 9 (4) :306 – 315.

لطيف، احمد عبد الرحيم، (2006)، استجابة بعض اصناف من الحنطة لإضافة الكبريت الزراعي والفسفور. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة - جامعة بغداد.

محمد، محفوظ عبدالقادر وبدران علي سليمان المحمدي. (2012). تأثير مسافات الزراعة بين النباتات وطريقة إضافة السماد النتروجيني في نمو ثلاثة اصناف تركيبية من الذرة الصفراء Zeaimays.(.L). مجلة زراعة الرافدين. 40(1): 212-224

محمد، نور جاسم. (2015). تأثير رش الكايتين تحت ظروف الاجهاد المائي في نمو وأنتاج الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد. ع ص 110

مزبان، علاء قاسم. (2014). استجابة نمو وحاصل هجينين من الذرة الصفراء(Zeaimays L). لمنظم النمو Atonik. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة.

المعاميري، علي عباس كاظم.(2007). تأثير مستويات والمادة العضوية على نشاط وتواجد البكتريا ذاتية التغذية المؤكسدة للكبريت والثايوكبريتات في التربة عند مدد حضن مختلفة – مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة المجلد الأول، العدد الثاني . 2007

الملك، سعد دأود طه. (1986). جاهزية الحديد في بعض الترب الكلسية في شمال العراق. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة صلاح الدين.

المنصوري، جمال علي قاسم سيف . (2000). الأكسدة الاحيائية للكبريت في الترب الكلسية . اطروحة دكتوراه . قسم التربة . كلية الزراعة – جامعة بغداد

الناصري، اثير صابر مصطفى، فخرالدين عبدالقادر صديق و محسن علي احمد الجنابي. (2016). تأثير بعض الأصناف الربيعية والتسميد في نمو وحاصل الذرة الصفراء Zeaimays.(L.). مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 16 (3): 1-13

النعيمي ، سعدالله نجم عبد الله، (1999). الاسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل،

النعيمي سعد الله نجم عبد الله. (1984). مبادئ تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. (مترجم).

هلال ، مصطفى حسن وراجح عبد الصاحب البدرأوي . (1978). . دور الكبريت في خصوبة التربة وامكانية استعماله في التنمية الزراعية بالعراق . مؤسسة البحث العلمي . مركز البحوث الزراعية . قسم تغذية النبات وخصوبة التربة .

وهيب، كريمة محمد. (2001). تقييم استجابة بعض التراكيب الوراثية من الذره الصفراء لمستويات مختلفة من السماد النايتروجيني والكثافة النباتية وتقدير معالم المسار. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. ص187.

يوسف، ضياء بطرس و عزيز حامد مجيد ومصطفى عبيد عايد. (2000). تقويم وأداء صنف الربيع التركيبي بالمقارنة مع أصناف مختلفة من الذرة الصفراء في الزراعة الخريفية. المجلة العلمية لمنظمة الطاقة الذرية العراقية. 2 :74– 82.

المصادر الاجنبية

Abo-Rady, M. D. K. (1988). Effect of Iron deficiency on growth micronutrient status, and chlorophyll content of Vince arosea grown in calcareous soils. Arid Soil Res. and Rehab, 2: 275-283.

Ahmed P , and Saikia , M , (2020) . Influece of Sowmig Dates for Higher productivity of Rai Maize – A . International Journal of Recent Scientific Research Vol . 11 , Issue , 04 (E) , pp. 38267 - 38271

Akmal, M., H. U. Rehman and H. Akbar.(2010). Response of Maizevarieties to Nitrogen application for leaf area profile, crop growth, Yield and yield components, J. Agronomy 42(3): 1941-1947

Alexander , M .(1997). Introduotion to soil microbiology 2nd ed . John Wiley and Sons

Al-Hasson, S. N. H. (2010). Effect of Sulfur Magnesium and Rock Phosphate Levels in Release of Phosphorus and Growth of Wheat Crop (Triticum aestivum L.). M.Sc. Thesis, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad.pp.123

Allaway, W. H. (1968). Trace element cycling. Adv. Agron., 20:235-274. Barber, D.A.; M. Eb

Al-Zahidi, W. F. H. (2005). Effect of Agriculture Sulfur, Poultry Manure and Rock Phosphate on Phosphorus and Some Other Nutrient Availability and Up Take, Growth and Yield of Wheat (Triticum aestivum L.). M.Sc. Thesis, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. pp. 139 ..

Aslam, M., M. S. I. Zamir, I. Afazal and M. Yaseen.(2013). Morphological and physiological response of Maize hybrids to potassium application under drought stress. J. Agric. Res. 51 (4): 443-454 .

Astolfi, stefania ; S. zuchi and C. passera . (2004) . Role of sulfur availability on cadmium – induced changes of nitrogen and sulfur

metabolism in maize (zea mays L.) leaves .J. of plant physiology 161:795802 .

Attoe , O.J. and R. A . Olsen . (1966) . Factors affecting rate of oxidation in soils elements sulfur and rock that added in rock phosphate sulfur fusion , Soil Sci . 101 4)

Aziz, H. M. A., M. N. Hasaneen & A. M. Omer.(2016). Nano chitosan-NPK fertilizer enhances the growth and productivity of wheat plants grown in sandy soil. Spanish J.Agric Res.14(1): 17-30 .

Baghestani, M. A., Z. Eskandar and S. Soufizaden.(2006). Iranian winter wheat (Triticum aestivum L.) interference with weeds: II. Gowth analysis. Pak Weed Sci. Res. 12(3):131-144

Bakht, J., M. Shafi, R. Shah, Raziuddin and I. Munir.(2011). Response of Maize Cultivars to various priming sources. Pak. Bot, 43(1): 212-250.

Baqa, S., A. Haseeb, M. Ahmed, A. Ahmed and S. Shahmeer.(2014). Evaluat.com of growth of different maize Varieties in Field Under the Climatic of Peshawar J. of Natural Sci 4(7): 1912-1920 .

BK, S. B and J. Shrestha.(2014). Effect of observation Agriculture on growth and Productivity of Maize (Zea mays L.) in terai Region ofNepalofAgriculture2(4):168-175 .

Black, C.A. (1965). a. mithods of soil analysis . part1. Physical and mineralogical properties am soc . agron.,9 . madison Wisconsin, usa .

Boardman, N.K. (1975). Trace elements in photosynthesis , P.199-212.In Trace elements in soil-plant- animal system Nicholas, Ed., EGAND.J.D.and EGANA.R. Acadamic press .

Brady, N. C. (1974). The nature and properties of soils . 8th ed . Macmillan publishing CO. Inc. New York ,Collier Macmillan publishersLondon

Chapman , H . D. and P. F. Parker .(1961). Methods of analysis for soilsplants and waters univ . cal ., Div . Agric . UDA. PP. 150-152 .

Cottenie, A. and L. Kiekens. (1974). Quantitative and qualitative plant response to extreme nutritional conditions. In: Wehrmann, J. Plant Analysis and fertilizer problems. German Soc. Plant Nutri Hannover.,2:543-556.

Degirmenci, N., A. Arzu and J. Ayse. (2006). Application of phosphogypsum in soil stabilization. Building and Enviroment .VIUS,9:3393–3398.

Deng , S. and Dick, R.P.(1990). Sulfur oxidation and rhodanese activity in soils .Soil Sic . 150 : 552-560

Dey, Prasanta & Petridis, Nikos & Petridis, Konstantinos & Malesios, Chrisovalantis & Nixon, Jonathan & Ghosh, Sadhan. (2018). Environmental Management and Corporate Social Responsibility Practices of Small and Medium-sized Enterprises. Journalof Cleaner Production. 195. 10.1016/j.jclepro.2018.05.201

E .A. Kirkby . (1982). Principles of plant nutrition . Potash Institue . Bernez Switzerland.

EL-Fatah , M. S. and S. M. Khaled .(2010). Influence of organic metter and different of sulphur and nitrogen on dry matter and mineral composition of wheat plant in new reclaimed sandy soil . Journal of AmericanScience,6(11):1-10 .

Enujeke, E. C.(2013).Effects of poultry Manurcon Growth and Yield of Improved Maize in Asaba of Delta State, Nigeria. J. of Agriculture.and.Veteriary.Science.4(5):24-30.

Gaggi , A, M . Aulakhand and R. Sharma . (1999). Temperature effects on soil organic sulfur minerlization and elements sulfur oxidation in subtropical soils of varying pH . Nutrient cycling in Agroecosystems.54(2):175182

Gopalan , C . B .V .Rama Sastri and S . Balasubramanian (2007) . Nutritive Value of Indian Foods , published by National Institute ofnutrition(NN ICMR).

Gresser, M.S. and J.W. Parson. (1979). Sulfuric – perchloric acid digestion of plant material of determinations of nitrogen , phosphorus , potassium calcium and magnesium , Analytical Chemical Acta. 109 : 431-436 .

Hajibabaei, M. and F. Azizi.(2012). Evaluation of new Maize hybrids Based on irrigation efficiency and water use efficiency and kernel and forage yield. Intl. J. Agri. Crop Sci. Vol. 4(10): 652 – 657

Haneklaus, S; E. Bloem; E. Schnug ; Luit J.de. Kok and I. stulen . (2007). Sulfur . In : Barker, A. V. and D. J. Pilbeam. (Ed) Handbook of plant nutrition. Taylor and Frances group CRS. New York. Pp. 183 – 238 .

Havlin , J.L., D. Beaton , S.L. Tisdale . W.L .Nelson .(2005) . Soil fertility and fertilizer , 7th edition . An introduction to nutrient management . Upper Saddle River , New Jersey . U S A

Hilal , M . H . AL Badrawy , R (1980) . . Use of elements sulfur in Iraqi agriculture III . Effect of added sulfur on tge properties of 4 Soils in central Iraq . Agri . Res . Cent . Tech . Bull . No 37 .

House, L. R. (1985). Aguid to sorghum Breeding. znded. International Crop Research Institute for the semi - Arid Tropics. ICRSAT.PO Andhra Pradesh 502- 324 India . pp 206

Hucl, P and Baker, M. R.J.(1989). Tiller phenolayy and yield of spring wheat in a semiarid environment .Crop. Sci. 29 (3): 63 -638 .

Jackson, M. L. (1958). Soil Chemical Analysis Prentic Hall. Inc Englewood Cliffs, N. J. USA. P: 558

Janzen , H.H . and J.R. Bettany . (1987) . The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soil . Soil Sci . (144):81-89

Jarvan, M. and A. Adamson. (2004). Does sulfur deficiency cause problems also in wheat production. Transaction of the Estonian Agricultural University Agronomy. 219: 55-57

Jones, L. H. P. (1957). Effect of liming neutral soil on the cycle of manganese. Plant and Soil 8., 315-327

Kandil, E.E.(2013).Response of Some Maize Hybrids (Zea mays L.) to Different Levels of Nitrogenous Fertilization. J. of Applied Sci. 9(3): 1902-1908

Kaur, A. J. and, U. S. Sadana. (2010). Nitrogen source and Manganese application effects on manganese dynamics in the rhizosphere of wheat cultivars grown on manganese-deficient soils. J. Plant Nutri., 33:831-845

Khaliq, T. T., M. J. Kamal and A. Masood.(2004). Effectiveness of farmyard manure, poultry manure and nitrogen for corn (Zea mays L.) productivity Int. J.Agrac and Biol. 2(3): 260-263

Khan, M. A. R.; N. S. Bolan and A. D. Mackay. (2005). Adsorption and desorption of copper in pasture. J. soil sci., and plant Anal., 36.2461-2487.

Kresovic, B., Dragicevic, V., Gajic, B. Tapanarova, A. and Pejic, B.(2011). The dependence of maize (Zea mays L.) hybrids yielding potential on the water amounts reaching the soil surface. Genetika. 45(1): 261-272

Kuhn, H. (1962). Possibilities for enrichment of vegetables with micronutrients by fertilizer application. Landw. Forsch., 16 Sonderh.,112-120.

Kumar, D. and S. S. Sidhu.(2014). Response of Soybean to soil applied sulfur and boron in a Calcareous soil. J. Plant Nutri., 36:1795-1807.

Lawrance , L.E. and L . J . Germida . (1988). Relationship between microbial biomass and element sulfur oxidation in agricultural soil .SoilSic.Am.J.52:672-677.

Lindsay, W. L. (1972). Zinc in soils and plant nutrition. Adv. In Agron.,24147-186.

Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. (1978). Development of DTPA Soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil. Sci. Soc. Amer. J42:421 428

Maini , G,; A. K. Sharman ; G. Sunderland ; C . J. Knowles and S.A. Jackman. (2000). An integrated method in corporating sulfur oxidizing bacteria and clectrokinetics to enhance removel of copper from contaminated soil .Environmental . Sci . Technology . 34(6) : 1081- 1087

Martinez, L. J. and A. Ramos.(2015). Estimation of Chlorophyll concentration in Maize Using Spectral. J. Agronomy 2(4): 70-79

Mengel, K. and E.A. Kirkby. (1982) Principles of plant nutrition 3rd ed. Int. Potash . Inst. Bern Switzerland

Minnotti, P. L; D,E. Halseth and J, B. Sieczka .(1994). Field chlorophyll measurement to assess the nitrogen statas of potato varietiesHortscience29(12):1497–1500 .

Monika tabak , Aneta Lisowska and Barbar Filipek Mazur .(2020). Bioavailabitity of sulfur from waste obtained during biogas desulfurization and the effect of sulfur on soil acidity and biological activity

Nazar, Rahat ; Noushina Igbal ; Asim Masood and Shabina Syeed. (2011). Understanding the significance of sulfur improving salinity tolerance in plants. A review.Enviromental and ExperimentalBotany,70:80-87.

Nor , Y.M. and M.A. Tabatabai . (1977).Oxidation of elemental sulfur in soil . Soil Sic. Soc . Am . Proc . 41: 736-741.

Oluwatosin, A. and O. T. Ajani.(2016). Evaluation of drought tolerant maize varieties under drought and rain-fed conditions: A Rainforest Location. J. of Agric. Sci. 8(7): 9752-9760 .

Page, A. L. ; R. H. Miller and D. R. Keeney .(1982). Methods of soil analysis. Part (2). 2nd. ed. Madison, Wisconson, USA; PP: 1159.

Reisenaur , H. M., L.M. Walsh and R.G.Hoeft . (1973) . Testing soils for sulfur , boron , Molbdeunum and Chlorine . P. 173-200. Soil Sci.ofAmr.Inc.

Sangoi, L.(2000). Understanding plant density effect on maize growth and development: An important issu to maximize grain yield. Ciencia Rural, Santa Maria. 4. (31): 159-168

Scott, N. M. and G. Anderson.(1976). Organic sulphur fractions in Scottish soils. J. Sci., Fd. Agric., 27: 358-366

Sharifi, R. S. and R. Taghizadeh.(2009). Respons of maize (Zea mays L.) cultivars to defferent levels of nitrogen fertilizer. J. of FoodAgri.Env.7(3-4):518-521.

Simon-Sylvestre, G. (1969). First results of a survey on the total sulphur content of arable soils in France. Annales agron. 20: 609-625.

Singh, S. P. ; R. Singh ; M. P. Singh and V. P. Singh. (2014). Impact of sulfur fertilization on different forms and balance of soil sulfur and the nutrition of wheat in wheat-soybean cropping sequence in

Tanaka, A. and S. Yoshida.(1970). Nutritional disorders of the rice plant in Asia. Intern. Rice Res. Inst., Technical Bulletin 10

Thompson, L.M., and F.R. Troch.(1979). Soils and soil fertility. Fourth edition .Tata Mcgraw – Hill publishing Company LTD . NEW Delhi

Tisdale , S.L., W.N. Nelson and J.D. Beaton . (1985). Soil fertility and fertilizers. 4th Ed . Mac Millan pup . Com . New York .

Tisdale, S. L., W. L. Nelson, J. D. Beaton and J. L. Havlin. (1993). Soil Fertility and Fertilizers. 5th Prentice Hall, New Jersey

Tollenaar, M., A. Alberto and S. P. Nissanka.(1997). Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrids. Agron. J. 89: 239 – 246

Valentinuza, O. R. and M. Tollenaar.(2006). Effect of genotype, nitrogen, plant density and row Spacing on the area-per-leaf profileinMaize.Agron.J.98(1):94-99

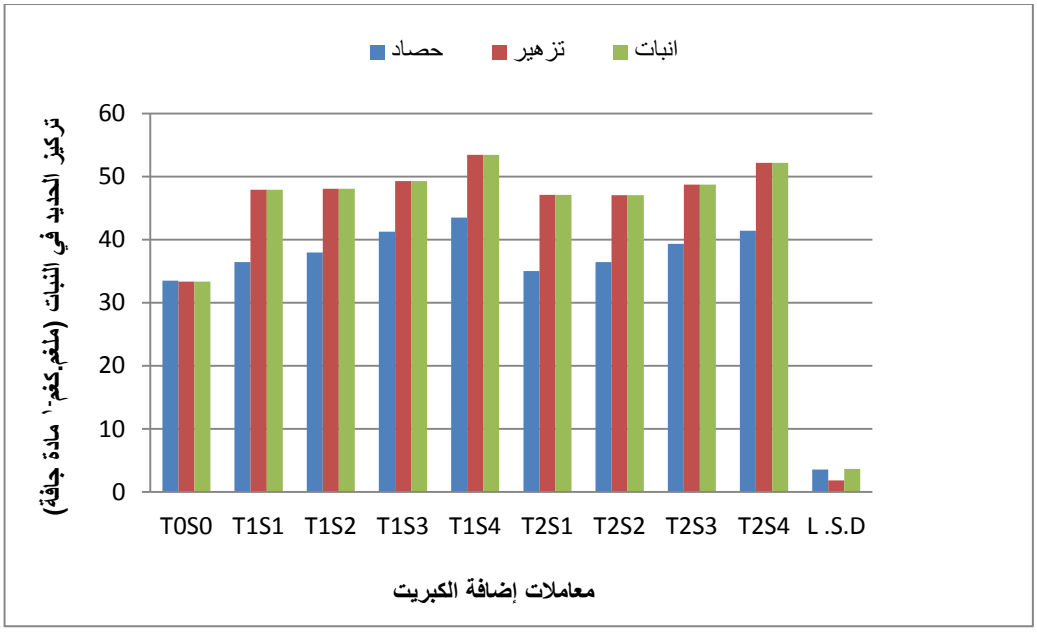
Watanabe, F.S. and S.R. Olsen. (1965). Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO3 extracts from soil. Soil Science Society of America Proceedings; 29: 677-678 .

Wen , G.; J. Schonauj ; T. Yamamoto , and M . Inooue .(2001). Amodel of oxidation of an elemental sulfur fertilizer in soil . Soil Sic. 166 : 607- 613

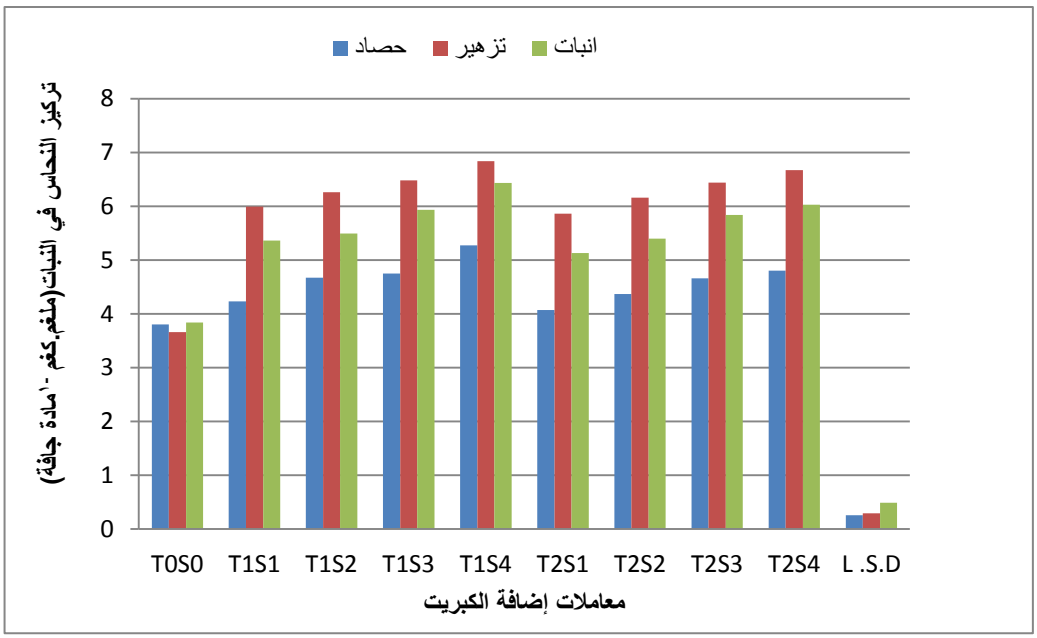
Zhao, F. Y., P.Y.A. Withers, E.J. Evans, J. Monaghan, S.E. Salmon P.R. Shewry and S.P. McCrath. (1997). Sulphus nutrition : An important factor for the quality of wheat and rapeseed Plant Nutrition for sustainable food production and Environment. 917-922, Tokyo, Japan.

Zhou, S. D., Y. F. Zhou and R. D.Huang.(2005). Effecte of time on leaf Characteristics of sweet sorghum at different growth stages. JournalShenyangAgriculturalUniversity.36(3):340.

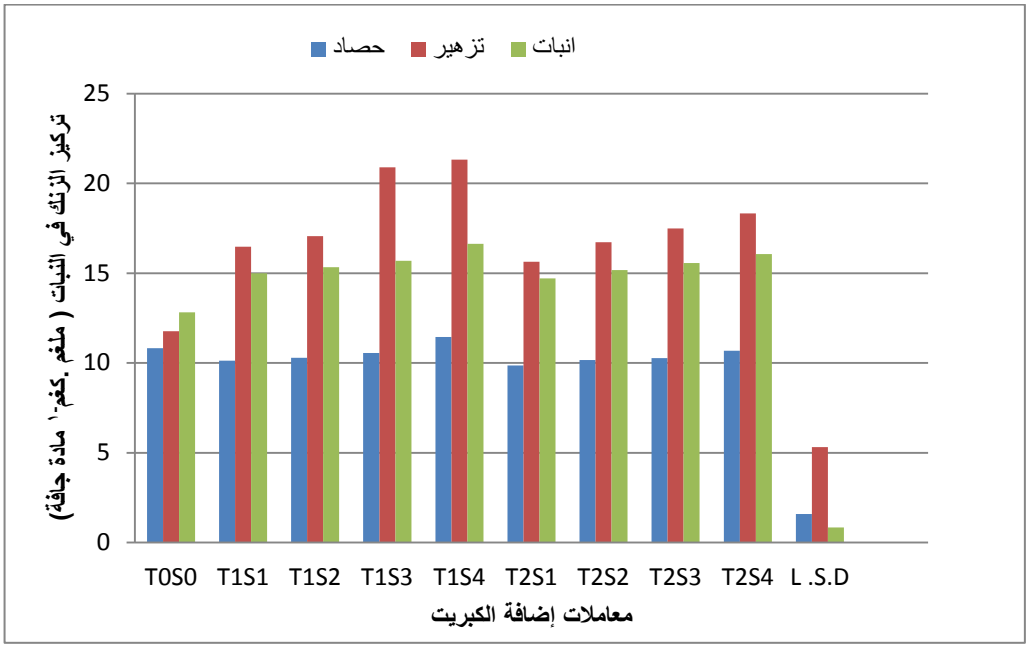
8– الملاحق



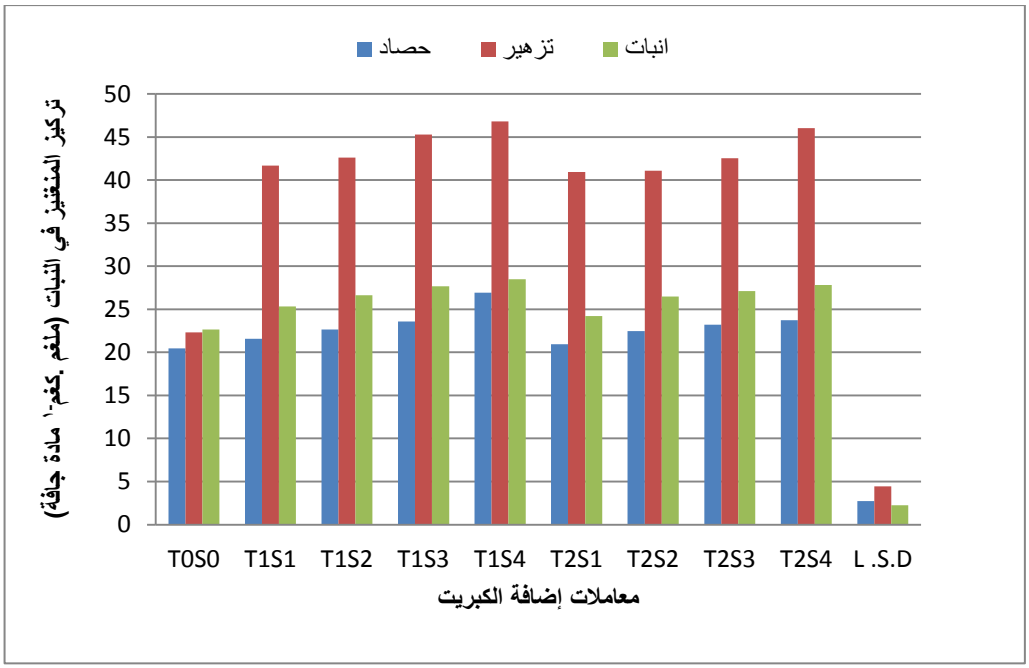
شكل (10) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة الحديد في النبات (ملغمFe.كغم$^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات



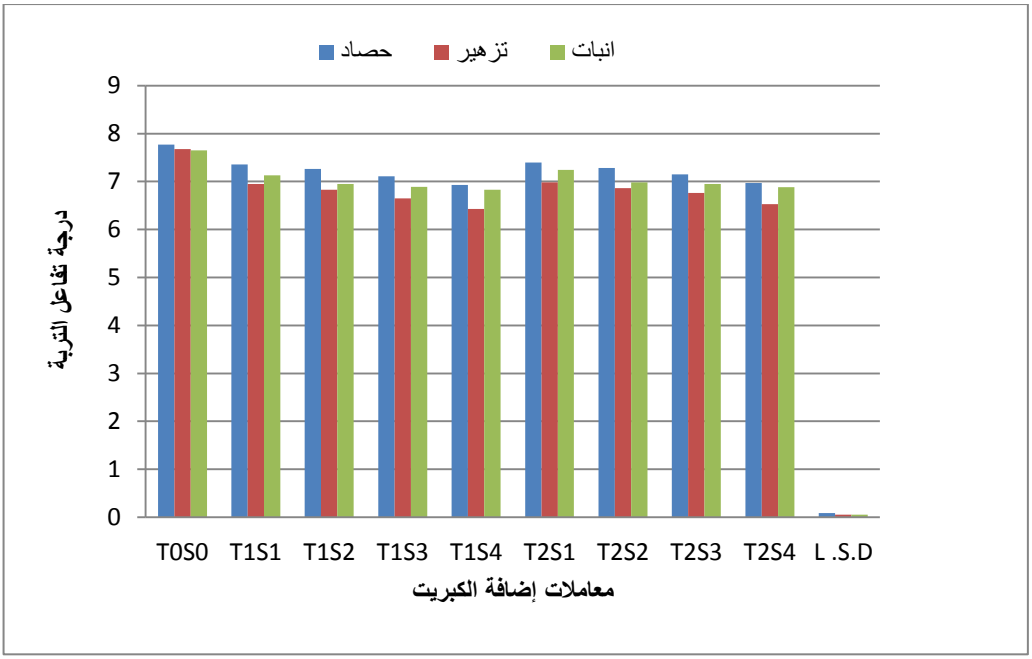
شكل (11) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة النحاس في النبات (ملغمCu. كغم$^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات



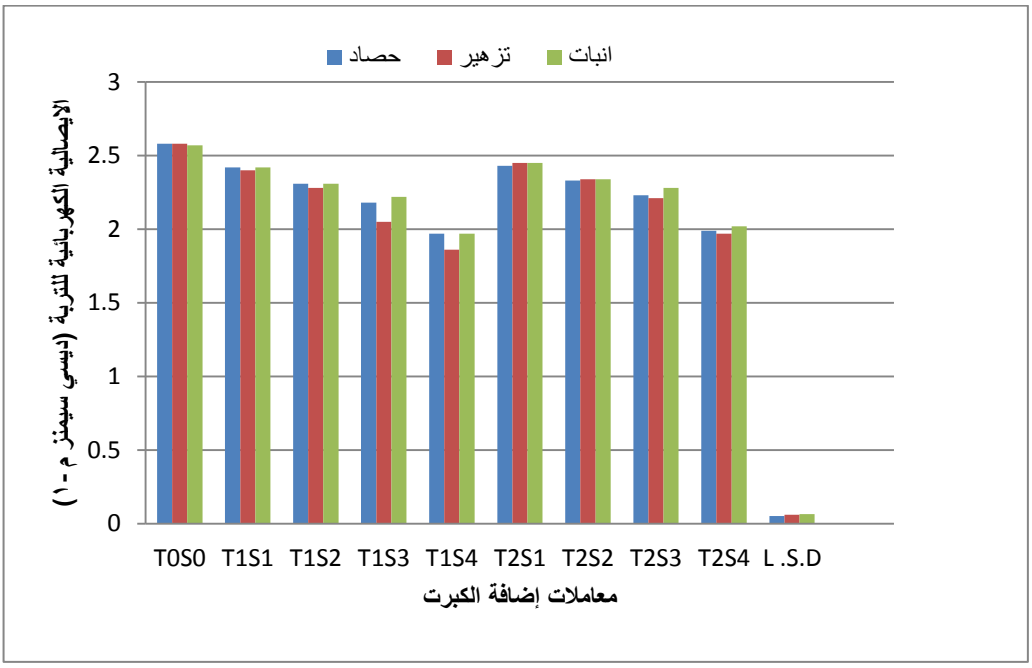
شكل (12) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة الزنك في النبات(ملغم.Zn كغم$^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات



شكل (13) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في جاهزة المنغنيز في النبات (ملغم.Mn كغم$^{-1}$ مادة جافة) خلال مراحل نمو النبات



شكل (14) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في درجة تفاعل التربة خلال مراحل نمو النبات



شكل (15) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة في درجة الايصالية الكهربائية ديسيمنز .م$^{-1}$

جدول (14) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (ملغم.كغم$^{-1}$تربة)عند التزهير

رمز المعاملة	معاملة / معدل	تركيز الكبريت في التربة عند التزهير
T0S0	الكبريت 0	10.94
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	21.78
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	27.26
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	32.3
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	37.39
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	19.18
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	24.71
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	29.32
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	35.43
L .S.D		1.535

جدول (15) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في تركيز الكبريت في التربة (ملغم. كغم $^{-1}$تربة) عند الحصاد

رمز المعاملة	معاملة / معدل	تركيز الكبريت في التربة عند الحصاد
T0S0	الكبريت 0	10.56
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	18.45
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	23.46
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	29.72
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	34.19
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	16.03
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	21.29
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	25.68
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	32.39
L .S.D		1.983

جدول (16) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في ارتفاع النبات (سم)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	ارتفاع النبات
T0S0	الكبريت 0	188.27
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	191.5
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	194.2
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	197.3
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	200.17
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	191.1
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	193.27
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	195.07
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	198.83
L .S.D		1.650

جدول (17) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في قطر الساق للنبات(سم)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	قطر الساق
T0S0	الكبريت 0	1.78
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.89
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	1.96
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	2.15
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	2.27
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.85
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	1.95
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	2.1
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	2.13
L .S.D		0.08680

جدول (18) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في المساحة الورقية للنبات (سم^2)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	المساحة الورقية
T0S0	الكبريت 0	5513.6
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	5517.36
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	5603.29
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	5861.34
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	6270.48
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	5504.59
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	5512.7
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	5791.42
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	6120.44
L .S.D		253.3

جدول (19) تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD)

رمز المعاملة	معاملة / معدل	محتوى الكلوروفيل
T0S0	الكبريت 0	28.47
T1S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	31.83
T1S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	32.43
T1S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	35.53
T1S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الأول	38.9
T2S1	الكبريت 500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	30.77
T2S2	الكبريت 1000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	30.87
T2S3	الكبريت 1500كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	34.5
T2S4	الكبريت 2000كغم هـ$^{-1}$ +الموعد الثاني	35.1
L .S.D		3.849

صور توضح مراحل نمو الذرة الصفراء

متابعة نمو وتزهير الذرة الصفراء

صور توضح مرحلة الحصاد

OMNILAB
FoodALYT
3000

• يجب ان تلاحظ
اطفاء جميع الاجهزة
المستخدمة قبل
الخروج من المختبر
OMNILAB
FoodALYT
3000

Abstract

The experiment was applied during the summer season 2021-2022 at College of Agriculture, Wasit University. The aim of study was evaluate the role of adding sulfur at different levels and time of application in the degree of soil interaction and micronutrients (iron, manganese, zinc and copper). As well as, study the impact on the growth of *Zea mays*L. The study included two dates of addition, which were: 30 days before planting, and the second date was 15 days after the first date. Four levels have been used in this study including 500, 1000, 1500, 2000 kg/ha^{-1}. The experiment was applied with a randomized complete block design (R.C.B.D) with three replications for all experimental treatments, which were randomly distributed to the treatments. The number of experimental units was 27 units.

The results showed that the treatment of adding sulfur at the level of 2000 kg/ha^{-1} for the first date recorded the lowest average of the degree of soil interaction, and the lowest average of the degree of electrical conductivity at the stage of germination, flowering and harvesting, which were 6.43, 6.83 and 6.93 respectively. However, the control treatment gave the highest rate, which were7.65, 7.68, 7.77, respectively, for the degree of soil interaction. The electrical conductivity has reported 1.97, 1.86, 1.97 dS M^{-1} compared to the control treatment, which recorded the highest rate 2.57, 2.58, 2.58 dS M^{-1} respectively. The treatment of adding sulfur at the level of 2000 kg.ha^{-1} for the first date (30 days before planting) recorded the highest rates of iron, manganese, zinc and copper during the flowering stage. The rate of iron was 56.77 mg/ kg^{-1} plant, while the control treatment gave the lowest rate as it reached 33.47 mg/ kg plant^{-1}. The manganese rate was 46.8 mg/kg^{-1} plant, but the control treatment recorded lowest rate 22.33 mg/kg^{-1} plant. The copper percentage was 6.84 mg/kg^{-1} plant, compared to the control treatment that gave the lowest rate, which reaching 3.66 mg/kg^{-1} plant. The rate of zinc was 21.33 mg/kg^{-1} plant, whiles the control treatment was 11.77 mg/kg^{-1} plant. The results showed that there was a significant effect for all levels of sulfur and application times on the sulfur availability of plants at the flowering stage.

The sulfur treatment was significantly superior at the level (2000 kg S.ha^{-1}) for the first date. It has recorded the highest rate of sulfur availability in

the soil at the flowering stage. It has amounted 37.39 mg. S/kg^{-1} soil while the control treatment was10.94 mg. S/kg^{-1} soil. Also, the sulfur addition treatment at the level of 2000 kg S.ha^{-1} was significantly superior in the harvesting stage. It was the highest rate of sulfur availability of 34.19 mg.S kg^{-1} soil, compared to the control treatment, which amounted 10.56 mg.S/kg^{-1} soil. The results of the treatment of adding sulfur at the level of 2000 kg.ha^{-1} for the first date (30 days before planting) showed the highest percentage of nitrogen, which reached 1.85%, compared to the control treatment, which gave the lowest rate of nitrogen in the plant, which was 0.97%. The phosphorus was 0.29% compared to the control treatment, which has reached 0.06%. Potassium has reached 1.18% while the control treatment gave 0.66% in the plant at the flowering stage. However, the rates of the same treatment were at the harvesting stage, where the nitrogen rate was recorded 1.43%, compared to the control treatment, which gave the lowest rate of nitrogen in the plant, which amounted to 0.94%. The phosphorus has amounted 0.27%, compared to the control treatment, which the percentage of phosphorus reached 0.06%.

The results have showed that increasing the levels of sulfur fertilizer in the soil led to an increase in some growth and yield characteristics. The highest rate of leave area in the plant was achieved in the treatment of adding sulfur at the level of 2000 kg.ha^{-1}. It has reached 6270.48 cm^2 compared to the treatment without adding 5513.6 cm^2. The same treatment also achieved the highest rate of dry weight, which reached 293.98 g compared to the control treatment, which amounted to 261.97 g. Also, the treatment achieved the highest average of plant height, which amounted 200.17 cm compared to the control level, which the average height reached 188.27 cm. The sulfur addition plant at the level of 2000 kg/ha^{-1} achieved the highest average number of grains, which weighed 587.33 grains compared to the control level in which the average was 555.33 grains. The same treatment has achieved the highest average weight of 500 grains, which the weight was 192.35 g, compared to the control level, which the average weight was 164.51 g. The highest rate of chlorophyll content of leaves, which amounted 38.9 SPAD compared to the control treatment, which amounted 28.47 SPAD. The comparison recorded 9.47 tons.ha^{-1}

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Waist
College of Agriculture
Soil Science and Water Resources Department

Effect of levels and time application of agriculture sulfer on some soil chemical characteristic ، growth and yield of *Zea mays* L

Thesis by

Asmaa Hussein Allawi AL-Dulaimi

To the Council of the College of Agriculture at the University of Wasit Which is Part of the Requirements For the Master Degree of in Agricultural sciences and Water Resourses Sciences

Supervised by

Asst. Prof. Dr.
Kahraman Hussein Al-Khuzaia

1445A.H **2023A.D**