

تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) في بعض صفات التربة ومحتوى
NPK لنوعين من الثوم⁺

Effect of Foam Sulfur Application and Spray of AL-Nahrain Nutrient Solution on Soil Properties and Growth of Two varieties of Garlic

فاضل حسين الصحاف**

سعاد محمد خلف*

المستخلص:-

نفذت التجربة في حقول قسم البستنة - كلية الزراعة - جامعة بغداد - أبو غريب لسنتين متتاليتين لدراسة نمو وحاصل نوعين من الثوم المحلي *Allium sativum*, و *Allium ampeloprasum* (٠، ١٠٠٠، ٢٠٠٠، ٣٠٠٠ كغم / هكتار) ورمزها **G2, G1** على التتابع ومعاملة التربة بالكبريت الرغوي بمعدل (٠، ١٠٠٠، ٢٠٠٠، ٣٠٠٠ كغم / هكتار) ورمزها **S3, S2, S1, S0** على التتابع قبل الزراعة بأسبوع ورش المجموع الخضري ثلاث مرات بالمحلول المغذي (النهرين) بمعدل (٠ و ٥ مل / لتر) رمزها **F1, F0** في مرحلة النمو الخضري وتكوين الفصوص وكبير حجم الفصوص واستعمل تصميم الألواح المنشقة - المنشقة وبثلاث مكررات اوضحت النتائج ان اضافة الكبريت الرغوي بالمستوى **S3** ادت الى خفض قيمة **PH** التربة الى ٥,٥ للموسمين وذلك بعد ٨ أسابيع من الاضافة مقارنة بمعاملة المقارنة في حين زادت درجة التوصيل الكهربائي بعد ١٦ و ٨ اسبوعا من الاضافة للموسمين كليهما وازداد تركيز النتروجين والفسفور الجاهز في التربة عند اضافة **S3** بعد ٨ و ١٦ اسبوع على التوالي ولكلا الموسمين وحصلت زيادة معنوية في محتوى الاوراق من النتروجين والبوتاسيوم اذ اعطى المستوى **S3** اعلى تركيز للنتروجين للموسمين. في حين اعطى المستوى **S1** اعلى تركيز للبوتاسيوم للموسم الثاني فقط. وادت اضافة الكبريت الرغوي الى زيادة معنوية في محتوى الفصوص من العناصر الغذائية ومنها النتروجين والفسفور والبوتاسيوم اذ اعطى المستوى **S3** اعلى تركيز للنتروجين للموسمين قياسا بمعاملة المقارنة وكان اعلى تركيز من الفسفور عند المستوى **S2** للموسمين في حين بلغ اعلى تركيز للبوتاسيوم عند المستوى **S1** في الموسم الثاني فقط وان اضافة الكبريت للاثواع تأثيراً معنوياً في محتوى الاوراق والفصوص من النتروجين والبوتاسيوم اذ تفوقت **G2S3** بأعطائها اعلى تركيز للنتروجين في الاوراق والفصوص بلغ (٥٢,٦٠,٥٨,٨٦) و (٥١,٣٣, 50.48, ٥١,٣٣) كغم. كغم⁻¹) للموسمين على التوالي في حين تفوقت معاملة **G1S1** بأحتواء اوراقها اعلى تركيز من البوتاسيوم بلغ (٢١,٣٥,٢١,٠٤) كغم. كغم⁻¹ للموسمين على التوالي اما محتوى الفصوص من البوتاسيوم فقد تفوقت معاملة **G2S3** حيث اعطت اعلى تركيز بلغ (١٦,٥٢) كغم. كغم⁻¹ للموسم الأول ومعاملة **G2S2** (١٧,٥٥) كغم. كغم⁻¹ للموسم الثاني فقط ولتداخل الالات مع الرش تأثيراً معنوياً في محتوى الاوراق والفصوص من النتروجين اذ بلغ اعلى (٦١,٠١) كغم. كغم⁻¹ عند معاملة **G1F1** للموسم الاول ومعاملة **G2F1** في محتوى الاوراق من النتروجين بلغ (٥٥,٧٤) كغم. كغم⁻¹ في الموسم الثاني في حين تفوقت معاملة **G1F1** وللموسمين بإعطائها اعلى تركيز لمحتوى الفصوص من النتروجين بلغ (٥٤,٥٦,٥٢,٦٦) كغم. كغم⁻¹ للموسمين على التوالي وقد اشر التداخل الثلاثي معنوياً حيث اعطت معاملة **G2S0F1** اعلى قيمة في محتوى الفصوص من النتروجين بلغ (٣٢,٥٨ و ٢٠,٥٦) كغم. كغم⁻¹ للموسمين على التوالي ولتداخل الرش مع الالات تأثير معنوي في محتوى الفصوص من الفسفور اذ تفوقت معاملة **G2F1**

⁺ تاريخ استلام البحث ١٢/٧/٢٠٠٧، تاريخ قبول النشر ٢٤/٨/٢٠١٠

* مدرس مساعد / كلية الزراعة / جامعة بغداد

** استاذ / كلية الزراعة / جامعة بغداد

وللموسم الاول بلغ (٢٠٩١ غم . كغم^{-١}) اما في الموسم الثاني تفوقت معاملة **G1F1** بلغ (٢٠٦٦ غم . كغم^{-١}) . اما محتوى الفصوص من البوتاسيوم فان لتداخل **G2F1** تأثيراً مغنوياً واعطت اعلى قيمة بلغت (١٨٠٩٩ غم . كغم^{-١}) للموسم الثاني فقط وتفوقت معاملة التداخل الثلاثي **G2 S2F1** مغنوياً بإعطاءها اعلى قيمة في محتوى الفصوص من البوتاسيوم بلغ (١٩٠٥٥ غم . كغم^{-١}) للموسم الثاني قياساً بمعاملة **G1S0F0** .

Abstract :

An experiment was carried out in the field of Horticulture Dept., Agric. College, Abu-Ghraib for two successive seasons 2001-2002 and 2002-2003 to study the effect of foam sulfur application to the soil and foliar spray of Al- Nahrain nutrient solution on soil properties and growth of two species of garlic (*Allium sativum* L., and *Allium ampeloprasum* L., G₁ and G₂ respectively).

Four levels of foam sulfur (i.e., 0 , 1000 , 2000 , and 3000 kg .ha⁻¹, S₀, S₁, S₂ and S₃ respectively) were applied one week before planting. Two foliar spray treatments (0, and 5ml/l., F₀ and F₁ respectively) of AL-Nahrain nutrient solution were implemented three times, first at vegetative growth, second at bulbing initiation, and the third during bulb bulking. Split-Split plot design was used with three replications. Results show that foam sulfur application to the soil reduced soil pH but increased the ECe of soil extract especially when added at level 3000 kg.ha⁻¹ eight weeks after the application. The pH dropped to 7.50 and 7.50 as compared to 7.63 and 7.67 before the sulfur application for two seasons respectively. Highest degrees of ECe were at eight and 16 weeks after 3000 kg S.ha⁻¹ of sulfur application for the two seasons respectively. Sulfur application to the soil increased soil total nitrogen and available phosphorus in soil for two seasons respectively when sulfur was applied at level 3000 kg .ha⁻¹ S₃ .

Sulfur application at level 3000 kg .ha⁻¹ resulted in high leaves content of N for the two seasons, while the highest leaves content of K was found when 1000 kg .ha⁻¹ of applied sulfur for the second season only.

Sulfur application increased nutrient contents of bulbels and the level 3000kg.ha⁻¹ resulted in highest concentration of N whereas highest phosphorus concentration of the bulbels (2.83 and 2.54 g.kg⁻¹) was found when 2000 kg.ha⁻¹ of sulfur was applied for the two seasons respectively. Highest K concentration of the bulbels (17.19 g.kg⁻¹) was found when 1000 kg.ha⁻¹ of sulfur was added in the second season.

Leaves and bulbels contents of N and K was affected significantly by sulfur application in both species where G₂S₃ treatment had highest N contents in leaves (58.86 and 52.60 g.kg⁻¹) and bulbels (51.33 and 50.48 g.kg⁻¹) for the two seasons respectively, whereas , G₁S₁ treatment resulted in highest K content in the leaves (21.04 and 21.35 g.kg⁻¹) for the two seasons respectively. The treatment G₂S₃ had highest K content in bulbels (16.52 g.kg⁻¹) in the first season while G₂S₂ in the second season had the highest K content (17.55 g.kg⁻¹). The interaction of species with nutrient spray is significant where G₁F₁ had the highest N content in the leaves (61.01 g.kg⁻¹) in the first season and G₂F₁ treatment (55.74 g.kg⁻¹) in the second season. G₁F₁ treatment on the other hand had the highest bulbels content of N in both seasons (52.66 and 54.56 g.kg⁻¹) respectively. Second order interaction was significant where bulbels N content was the highest (58.32 and 56.20 g.kg⁻¹) for the two seasons respectively. Phosphorus content of bulbels was the highest in G₂F₁ treatment (2.91g.kg⁻¹) for the first season, whereas, in the second season the treatment G₁F₁ dominated in phosphorus content (2.66 g.kg⁻¹). G₂F₁ treatment had the highest K content in the bulbels (18.99 g.kg⁻¹) for the second season only highest bulbels content of potassium (19.55 g.kg⁻¹) was found in G₂S₂F₁ for the second season.

المقدمة :

يعد الثوم (*Allium sativum* L.) ثاني أهم محاصيل خضر العائلة الثومية بعد البصل ويعتقد أن موطنه الأصلي منطقة وسط آسيا [١] ويزرع في العراف كمحصول شتوي وتعد مناطق البصرة ونيوى ودبالي من أهم مناطق زراعته في القطر [٢]. يعد الثوم من الخضرات القيمة الغذائية والطبية إذ تحتوي فصوص الثوم على ٣١% مواد كربوهيدراتية وبروتينات وكذلك غنية بعنصر الفسفور والحديد والبوتاسيوم والمغنيسيوم وفيتامينات الثيامين والرابيوفلاتين والثياسين وحامض الاسكوربيك [١] ويستعمل الثوم طازجاً أو مجففاً أو يعصر ويستعمل العصير في الطهي وتتبيل اللحوم والأسماك لما له من نكهة مرغوبة ترجع إلى وجود زيوت متطايرة وهي ٦٠% diallydisulfide و ٢٠% diallytrisulfide و ١٨% ally-propyldisulfide ومركبات أخرى [٣] يحتوي الثوم على مادة الالسين Allicin والتي تعد من أهم المركبات التي تعمل في القضاء على عدد كبير من الفيروسات والبكتريا والفطريات [٤] و [٥].

يحتاج هذا المحصول كبقية محاصيل الخضر إلى pH يتراوح بين ٦-٦,٥ ولكون الترب العراقية ذات محتوى عال من كاربونات الكالسيوم وذات تفاعل متعادل أو مائل للقاعدية فإنها تعد غير مثالية لإنتاج الثوم . من الوسائل التي تؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة هي إضافة الكبريت المعدني ومخلفاته في التربة فالكبريت الرغوي يحتوي على (٩٠% S) هو احد النواتج العرضية من عمليات تنقية الكبريت الخام وتبلغ درجة حموضته ٠,٧٥ وتوصيله الكهربائي ٢٨ ديسيمنز/م [٦]

ويعد الكبريت من العناصر الضرورية لنمو النبات ويساعد على خفض قيمة pH التربة وزيادة جاهزية العناصر الغذائية ومنها الفسفور والذي يعد من العناصر الغذائية الرئيسية لنمو النبات [٧] لقد بين [٨] و [٩] إن إضافة الكبريت الرغوي الى التربة بمعدل (٠ ، ١٠٠٠ ، ٢٠٠٠ كغم.هـ^{-١}) أدت إلى تأثير عالي المعنوية في خفض قيمة pH التربة ولكن زادت ملوحتها من ١,٤٦ و ٢,٤٣ dSm⁻¹ عند زيادة مستويات الكبريت من ٠ و ٢٠٠٠ كغم.هـ^{-١} على التوالي.

إن لتوفر العناصر الغذائية للنبات وخصوصاً الصغرى دوراً كبيراً في نمو وإنتاج النبات حيث تؤدي وظائف مهمة عديدة ونقصها يسبب خللاً فسلجياً نتيجة عدم الاتزان الغذائي [١٠] فالنباتات تأخذ العناصر الغذائية أما عن طريق الجذور أو عن طريق الأوراق إذ يمكن عن طريق التغذية الورقية تلبية بعض أو كل احتياجات النباتات من العناصر الغذائية وهذا يعتمد على العنصر الغذائي وعلى المساحة الورقية للمحصول [١١].

وبناءً على ما تقدم فقد استهدف البحث دراسة نوعين من الثوم عند إضافة الكبريت الرغوي للتربة ورش المحلول المغذي - النهريين في بعض صفات التربة ومحتوى NPK بالأوراق والفصوص .

المواد و طرق العمل :

نفذ البحث في حقول قسم البستنة -كلية الزراعة-جامعة بغداد في تربة مزيجية غرينية للموسمين ٢٠٠١-٢٠٠٢ و ٢٠٠٢-٢٠٠٣ يوضح الجدول (١) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة .

البحث مستل من رسالة الباحث الاول

تم تحضير التربة بحراثتها حرثتين متعامدتين وتعيمها وتسويتها ، بعدها قسم الحقل إلى ثلاث قطاعات و كل قطاع يحوي ١٦ وحدة تجريبية بواقع ١٠.٥ م^٢ للوحدة التجريبية الواحدة . الوحدة التجريبية الواحدة تحتوي على مرزبن بطول ٢ م والمسافة بين مرز وآخر ٠,٧٥ م مع ترك مسافة ١ م بين وحدة تجريبية وأخرى لغرض ضمان عدم انتقال الكبريت بين المعاملات أثناء السقي زرع نوعان من الثوم هما (*Allium sativum* L.) و ثوم الشرق (*Allium ampeloprasum* L.) [١٢] بتاريخ ٢١/١١/٢٠٠١ للموسم الاول اما في الموسم أما في الموسم

الثاني فقد تمت الزراعة ولكلا النوعين بتاريخ ٢١/٩/٢٠٠٢ . وكانت الزراعة على جهتي المرز بمسافة ١٠ سم بين فص وآخر [١٣]. تضمنت التجربة إضافة أربع مستويات من الكبريت الرغوي (٩٠% S) والتي مابين موصفاتهما في جدول رقم [١] هي (٠، ١٠٠٠، ٢٠٠٠، ٣٠٠٠ كغم . هكتار^{-١}) والتي رمز لها (S₀ و S₁ و S₂ و S₃) على التوالي. حيث أضيف إلى التربة قبل الزراعة بمدة أسبوع وخلط مع التربة في التلث العلوي للمرز ومستويين من المحلول المغذي (النهرين) التي يحتوي على عناصر (N-P-K-Fe-Zn-Mn-Cu) وكانت نسبة العنصر بالمحلول (١٠%-٨% - ٠,٣%-٠,٣% - ٠,٢٥%-٠,٢٥% - ٠,٢٠%-٠,٢٠%) لكل عنصر على التوالي وهي (٥,٠ مل . لتر^{-١}) ورمز لها (F₀ ، F₁) وذلك برش النباتات حتى البلل التام صباحاً وأجرى الرش لثلاث مرات الرشة الأولى بعد ٦٠ يوم من البزوغ والرشة الثانية والثالثة بعد ١٠٨ و٨٤ يوم من البزوغ . استعمل تصميم الألوام المنشقة - المنشقة Split-split-plot Design [١٥] حيث وزعت أنواع الثوم في الألوام الرئيسية Main plot والكبريت الألوام الثانوية Sub-Plot ومعاملات الرش بالمحلول المغذي (النهرين) في الألوام تحت الثانوية Sub-Sub-Plot وشملت التجربة ست عشر معاملة وثلاث مكررات.

تم إجراء كافة العمليات الزراعية الموصى بها وبشكل متماثل ولكلا الموسمين من حيث التسميد إذ تم تسميد الحقل بالكميات الموصى بها من N و P و K لمحصول الثوم [١٦] وكذلك أجريت مكافحة ذبابة البصل إذ استعمل مبيد بربيسور المحبب وايضاً تمت المكافحة بمبيد هستانثيون بواقع ٥,٥ مل.لتر^{-١} مضافاً له مبيد تريكارد ٥,٥ غم.لتر^{-١} للحماية من الإصابة بالحشرة نفسها ولكلا الموسمين (وفقاً لتوصية الشركة المنتجة للمبيدات). كما أجريت عمليات خدمة المحصول كالعزق والتعشيب والترقيع وفق حاجة النبات ولجميع المعاملات.

جدول(١): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل والصفات الكيمياوية للكبريت الرغوي *قبل الاضافة.

		تربة الحقل			
الكبريت الرغوي	الموسم الثاني	الموسم الاول			
٣٢,٨	٦,٤٥	٥,٣٦			التوصيل الكهربائي (ديسي سيمنز.م ^{-١})
٠,٦٠	٧,٧٥	٧,٦٣			تفاعل التربة
٣٢,٨	١١,٠	١٤,٠			المادة العضوية (غم.كغم ^{-١})
٢٧	—	—			السعة التبادلية الكاتيونية
٠,٤٨	٠,١٥	٠,٣٥			الايونات الموجبة
٠,٤٥	١١,٣٥	١٣,٤			
٢٥,٠	١٨,١٢	١١			
٢٥,٠	١٢,٣١	٨			
—	—	—			
—	Nil	—			
	١٧,٠٥				
٨٨,٧٥	—	—			العناصر الصغرى الجاهزة (ملغم.كغم ^{-١})
٠,٧٧	—	—			
٣,٩٤	—	—			
١,٨١	—	—			
٣,١٠	١١,٠	١٢,٠			الفسفور الجاهز الكبريت الجاهز
٦,٥٧	—	—			
	٢٨٣,١١	٢٨٣,١١			النسجة
	٥٧٠,٦٣	٥٧٠,٦٣			
	١٤,٦٢٦	١٤,٦٢٦			

* تحليل الكبريت الرغوي (١٤).

تحليل التربة:

أخذت نماذج من التربة من كل وحدة تجريبية خلال مرحلة النمو الخضري و كبر حجم الفصوص والحصاد حيث أخذت نماذج التربة من المنطقة المخصصة للبحث قبل إضافة الكبريت الرغوي وعلى عمق (٠ - ٣٠ سم) في كلا الموسمين الزراعيين لغرض إجراء التحاليل والتقدير العام عليها . وأخذت نماذج التربة بثلاثة مواعيد هي (٨ ، ١٦ ، ٢٤) اسبوعاً بعد إضافة الكبريت الرغوي إلى تربة الحقل حيث كانت هذه المراحل متوافقة مع مراحل نمو النبات المختلفة ٥٠ و ١٠٥ و ١٦١ يوم بعد الإنبات (النمو الخضري ، كبر حجم الفصوص ، الحصاد) ولكلا موسمي التجربة - علماً أنه أخذت هذه النماذج بعد الزراعة بغض النظر عن عاملي النوع والرش بالمحلول المغذي (النهرين) لذلك تم إتباع تصميم Split-Plot في تحليل نتائج EC و pH و N و P في التربة على اعتبار إن العاملين المؤثرين هما مستويات الكبريت ومدة الإضافة . وتم التوزيع على أساس إن مستويات الكبريت هي Main Plot والمدة الزمنية هي Sub - Plot . وتم عمل مستخلص التربة : ماء بنسبة ١ : ١ وقدر فيها قيمة التوصيل الكهربائي EC بجهاز EC Conductivity ودرجة تفاعل التربة pH بجهاز pH meter . وتم هضم التربة بحامض الكبريتيك وقدر النايتروجين بجهاز Microchaldal . أما الفسفور الجاهز فاستخلصت التربة بمحلول بيكاربونات الصوديوم (N)

٠,٥) وقدر بجهاز Spectrophotometer وحسب الطرق الواردة في [١٧]. أما تحليل الأوراق والفصوص فقد قدر عنصر النتروجين باستعمال جهاز مايكروكلدال بينما قدر الفسفور بطريقة مولبيدات الامونيوم واليوتاسيوم بجهاز Flame photometer كما ذكرها [١٨].

النتائج والمناقشة :

١-درجة تفاعل التربة pH

أظهرت النتائج في الجدول (٢) للموسم الأول إن لإضافة الكبريت تأثيراً معنوياً في خفض درجة تفاعل التربة إذ يلاحظ إن الـ pH يقل تدريجياً بزيادة مستويات الكبريت الرغوي المضاف من ٠.٧ إلى ٧,٥٤ وقد يعزى هذا الانخفاض إلى أكسدة الكبريت بايولوجياً وتكون حامض الكبريتيك الذي يزيد من تركيز ايون الهيدروجين وهذه النتيجة كان قد وجدها [١٩] و [٢٠] و [٢١] و [٨] و [٩] على انخفاض في درجة تفاعل التربة باستعمال مستويات عالية من الكبريت .

توضح نتائج جدول (٢) تأثير المدة الزمنية بعد إضافة الكبريت في درجة تفاعل التربة إذ انخفضت قيم pH التربة معنوياً إلى أوطاً قيمة في المدة الثانية (بعد مرور ١٦ اسبوعاً) بعد إضافة الكبريت الرغوي (٧,٥٥) ثم حصل ارتفاع في المدة (٢٤) اسبوعاً . إن المدة (١٦) اسبوعاً بعد إضافة الكبريت هي الملائمة للوصول إلى الحد الأعلى من الأكسدة وإحداث الانخفاض الكبير لتفاعل التربة pH وهذا ما توصل إليه أيضاً [١٤] إن (١٢) اسبوعاً هو الوقت الملائم للوصول إلى أقصى انخفاض للتفاعل . وتشير البيانات أيضاً إن التداخل بين مستويات الكبريت ومدة إضافته يوضح جدول (٢) إن الكبريت الرغوي أثرت معنوياً في خفض pH التربة مع زيادة مستويات الكبريت خلال مدد النمو حيث يلاحظ انه بعد ٨ أسابيع من إضافة الكبريت أعطى المستوى ٣٠٠٠ كغم. هـ^{-١} اقل قيمة في pH التربة (٧,٥٠) ولكلا الموسمين والتي اختلفت معنوياً عن بقية المعاملات . هذه النتائج تدل على إن زيادة الكبريت المضاف تؤدي إلى زيادة كمية الكبريت المؤكسد ومن ثم تتخفض المدة الزمنية للوصول إلى أوطاً pH لذلك تحقق أوطاً pH عند إضافة ٣٠٠٠ كغم. هـ^{-١} بعد مرور ٨ أسابيع فقط وعند مستوى الكبريت الأقل ٢٠٠٠ كغم. هـ^{-١} بلغ أوطاً pH له بعد مرور ١٦ أسبوع في حين بعد مرور ٢٤ أسبوع عاد pH التربة للارتفاع بسبب السعة التنظيمية العالية للترب العراقية التي تعود لارتفاع نسبة الكلس فيها (جدول ١) .

جدول (٢) تأثير إضافة الكبريت الرغوي ومدة إضافته في درجة تفاعل التربة الـ (pH) للموسم الزراعي

المعدل	٢٠٠٣-٢٠٠٢			معدل Sالرغوي	٢٠٠٢-٢٠٠١			المعاملات
	المدة (أسبوع من الإضافة)				المدة (أسبوع من الإضافة)			
	٢٤	١٦	٨		٢٤	١٦	٨	
٧,٦٦	٧,٦٦	٧,٦٤	٧,٦٧	٧,٦١	٧,٦٠	٧,٦١	٧,٦٣	S ₀
٧,٥٧	٧,٦٠	٧,٥٣	٧,٥٩	٧,٥٩	٧,٦٠	٧,٥٨	٧,٥٩	S ₁
٧,٥٥	٧,٦٠	٧,٥١	٧,٥٣	٧,٥٧	٧,٦١	٧,٥٣	٧,٥٧	S ₂
٧,٥٥	٧,٦٢	٧,٥٣	٧,٥٠	٧,٥٤	٧,٦١	٧,٥٠	٧,٥٠	S ₃
	٧,٦٢	٧,٥٥	٧,٥٨		٧,٦١	٧,٥٥	٧,٥٧	معدل المدة

L.S.D. ٠,٠٥

٠,٠١٣
٠,٠١٠

الكبريت = ٠,٠١٥
المدة = ٠,٠١٦

الكبريت × المدة = ٠,٠٢١
٢- درجة التوصيل الكهربائي EC

٠,٠١٩

تتين نتائج الجدول (٣) في الموسم الأول إن هنالك زيادة معنوية في ملوحة التربة بزيادة مستويات الكبريت المضاف حيث يلاحظ زيادة التوصيل الكهربائي من ٥,٠٠ إلى ٥,٩٠ $dS.m^{-1}$ بزيادة مستويات الكبريت الرغوي من ٠,٠٠ كغم هـ^{-١} على التوالي وقد يكون السبب في هذه الزيادة هو تأثير الحموضة الموجودة أصلاً في الكبريت الرغوي (جدول ١٠) فضلاً عن تأثير حامض الكبريتيك المتكون نتيجة لأكسدة هذين المصدرين للحموضة سبباً توفر أيونات الكبريتات (SO_4^{2-}) وذوبان بعض مكونات التربة مثل كاربونات الكالسيوم وأصبح الحامض كما ذكر [٢٢] مادة مذيبة لكاربونات الكالسيوم ويصاحب هذا التفاعل كما هو متوقع إطلاق الأيونات المرتبطة بالكاربونات كذلك مصاحبها إطلاق الأيونات المتبادلة الموجودة على أسطح دقائق التربة نتيجة زيادة فعالية أيون الهيدروجين في المحلول فترتفع درجة التوصيل الكهربائي لمحلول التربة . وهذا يتفق مع ما وجده [٨] و [٩] بأن زيادة مستويات الكبريت تؤدي إلى زيادة ملوحة التربة.

وكان التداخل بين مستويات الكبريت الرغوي والمدة بعد الإضافة تأثير معنوي في زيادة ملوحة التربة حيث أعطت المعاملة ٣٠٠٠ كغم هـ^{-١} (S_3) أعلى قيمة للتوصيل الكهربائي خلال الموسم الثاني هي (٧,٤٨ و ٦,٧١ و ٦,٤٠ $dS.m^{-1}$) مقارنةً بمعاملة عدم الإضافة بعد ٨ ، ١٦ ، ٢٤ اسبوعاً من إضافة الكبريت الرغوي على التوالي . وقد يعود السبب إلى إن إضافة الكبريت الرغوي ذي التأثير الحامضي في التربة أدى إلى إزاحة الأيونات الموجبة (Ca^{+2} و Mg^{+2}) المتبادلة (المتترة) عن طريق إحلال أيون الهيدروجين على أسطح غرويات التربة مما أدى إلى زيادة إذابة هذه الأيونات في محلول التربة [١٤].

جدول (٣) تأثير إضافة الكبريت الرغوي ومدة إضافته في درجة التوصيل الكهربائي EC للتربة ($dS.m^{-1}$) لموسمي الزراعة

معدل S الرغوي	٢٠٠٣-٢٠٠٢			معدل S الرغوي	٢٠٠٢-٢٠٠١			المعاملات
	المدة (أسبوع من الإضافة)				المدة (أسبوع من الإضافة)			
	٢٤	١٦	٨		٢٤	١٦	٨	
٥,٧٥	٥,٠٨	٥,٨٥	٦,٣٠	٥,٠٠	٤,٤٢	٥,٢٥	٥,٣٢	S ₀
٦,٤١	٥,٩٢	٦,٤١	٦,٩١	٥,٦٧	٤,٧٥	٥,٩٩	٥,٩٥	S ₁
٦,٦٣	٦,١٩	٦,٥٤	٧,١٧	٥,٧٦	٧,٨٦	٦,٢٨	٦,١٥	S ₂
٦,٨٦	٦,٤٠	٦,٧١	٧,٤٨	٥,٩٠	٥,٠٠	٥,٩٩	٦,٢٧	S ₃
	٥,٩٠	٦,٣٨	٦,٩٧		٤,٧٦	٥,٩٩	٥,٩٢	معدل المدة

L.S.D. ٠,٠٥

٠,٠٣٨
 ٠,٠٢٩
 ٠,٠٥٨

الكبريت = ٠,٠٣٥
 المدة = ٠,٠٢٢
 الكبريت × المدة = ٠,٠٤٤

٣- محتوى التربة من النتروجين

تشير النتائج في الجدول (٤) إن لإضافة الكبريت تأثيراً معنوياً في النتروجين الكلي في التربة حيث أعطت المعاملة ٣٠٠٠ كغم هـ^{-١} (S_3) أعلى تركيز للنتروجين الكلي بلغ (١,٠٣ و ٠,٧٥ غم.كغم^{-١}) للموسمين على التوالي. وكان للمدة الزمنية بعد إضافة الكبريت تأثير معنوي في زيادة النتروجين الكلي في التربة حيث بلغ أعلى تركيز للنتروجين الكلي بعد مرور ٨ أسابيع من الإضافة ولكافة مستويات الكبريت المضافة وللموسمين. وقد اظهر التداخل

بين إضافة مستويات الكبريت والمدة الزمنية بعد الإضافة للموسم الثاني تأثيراً معنوياً في زيادة النتروجين الكلي في التربة مع زيادة مستويات الكبريت خلال مدد النمو. ويعزى سبب زيادة محتوى التربة من النتروجين نتيجة لاحتواء الكبريت الرغوي على المادة العضوية (جدول ٤ ، ١) أو ربما يعود إلى إن زيادة جاهزية عناصر الفسفور والمغذيات الصغرى تؤدي إلى تحفيز أحياء التربة المجهرية والتي ستزداد مقدرتها في هدم المادة العضوية وتحرير النتروجين منها .

جدول (٤) تأثير إضافة الكبريت الرغوي ومدة إضافته في محتوى التربة من النتروجين (غم/كغم⁻¹) لموسمي الزراعة

معدل S الرغوي	٢٠٠٣-٢٠٠٢			معدل S الرغوي	٢٠٠٢-٢٠٠١			المعاملات
	المدة (أسبوع من الإضافة)				المدة (أسبوع من الإضافة)			
	٢٤	١٦	٨		٢٤	١٦	٨	
٠,٤٧	٠,٤٣	٠,٤٧	٠,٥١	٠,٨٠	٠,٧٤	٠,٨٠	٠,٨٥	S ₀
٠,٥٤	٠,٥٠	٠,٥٤	٠,٥٩	٠,٩٦	٠,٨٣	١,٠٠	١,٠٤	S ₁
٠,٦٥	٠,٦٠	٠,٦٣	٠,٧٣	٠,٩٨	٠,٨٧	١,٠٠	١,٠٧	S ₂
٠,٧٥	٠,٦٧	٠,٧٦	٠,٨١	١,٠٣	٠,٩٠	١,٠٦	١,١٢	S ₃
	٠,٥٥	٠,٦٠	٠,٦٦		٠,٨٤	٠,٩٧	١,٠٢	معدل المدة

L.S.D. ٠,٠٥

٠,٠١٤
٠,٠١٠
٠,٠٢٠

الكبريت = ٠,٠٦٨
المدة = ٠,٠٤١
n.s = الكبريت × المدة

٤- محتوى التربة من الفسفور

تشير النتائج في جدول (٥) إلى أن لإضافة الكبريت تأثيراً معنوياً في زيادة جاهزية الفسفور حيث يزداد الفسفور الجاهز من (١٢,٩٩ و ١٢,٤١ ملغم. كغم⁻¹) في معاملة المقارنة (S₀) ليصبح (١٤,١٩ و ١٣,٦٧ ملغم. كغم⁻¹) في معاملة إضافة الكبريت بمستوى ٣٠٠٠ كغم. هـ⁻¹ (S₃) وللموسمين على التوالي. ولمدة إضافة الكبريت تأثير معنوي في زيادة جاهزية الفسفور للمدتين ٨ و ١٦ إسبوعاً حيث كان أعلى تركيز بعد مرور ١٦ إسبوعاً من الإضافة وللموسمين فبلغ الفسفور الجاهز (١٤,٥١ و ١٣,٦١ ملغم. كغم⁻¹) على التوالي. كما وجد إن أفضل زيادة حصلت بالفسفور الجاهز كانت عند المستوى ٣٠٠٠ كغم. هـ⁻¹ (S₃) وللمدة ١٦ إسبوعاً من الإضافة إذ بلغت (١٤,٩٦ و ١٤,٠٦ ملغم. كغم⁻¹) وللموسمين على التوالي (جدول ٥) ولكن هذه الزيادة لم تصل حد المعنوية.

جدول (٥) تأثير إضافة الكبريت الرغوي ومدة إضافته في تركيز الفسفور الجاهز في التربة (ملغم/كغم⁻¹) لموسمي

الزراعة

معدل S الرغوي	٢٠٠٣-٢٠٠٢			معدل S الرغوي	٢٠٠٢-٢٠٠١			المعاملات
	المدة (أسبوع من الإضافة)				المدة (أسبوع من الإضافة)			
	٢٤	١٦	٨		٢٤	١٦	٨	
١٢,٤١	١٢,٠٣	١٢,٧٠	١٢,٥٠	١٢,٩٩	١٢,٠١	١٣,٦٠	١٣,٣٥	S ₀
١٢,٩٩	١٢,٠٠	١٣,٧٤	١٣,٢٣	١٣,٥٥	١١,٩٢	١٤,٦٤	١٤,٠٨	S ₁
١٣,٣٦	١٢,٧٤	١٣,٩٣	١٣,٤٠	١٣,٨٥	١٢,٤٧	١٤,٨٢	١٤,٢٥	S ₂
١٣,٦٧	١٣,٣٣	١٤,٠٦	١٣,٦١	١٤,١٩	١٣,٢٥	١٤,٩٦	١٤,٣٥	S ₃

	١٢,٥٣	١٣,٦١	١٣,١٩		١٢,٤١	١٤,١٥	١٤,٠١	معدل المدة
--	-------	-------	-------	--	-------	-------	-------	---------------

L.S.D. ٠,٠٥

394٠,
٠,٢٥٦
n.s

الكبريت = ٠,٤٣٧
المدة = ٠,٣٩٠
الكبريت × المدة = n.s

٥- محتوى الأوراق والفصوص من النتروجين

توضح الجداول (٧ و٦) لم تكن هناك تأثير معنوي للأنواع في محتوى الأوراق والفصوص من النتروجين في حين إن لإضافة الكبريت الرغوي تأثير معنوي في محتوى الأوراق والفصوص من النتروجين مع زيادة مستويات الكبريت الرغوي حيث أعطى المستوى ٣٠٠٠ كغم، هـ⁻ أعلى قيمة من النتروجين بلغت (٥٨,٦٨ و ٤٨,٥٧) و (٥٠,٤٣ و ٤٦,٣٧ غم.كغم⁻) للموسمين على التوالي مقارنة بمعاملة عدم إضافة الكبريت (S₀). ربما يعود السبب في زيادة تركيز النتروجين في الأوراق والفصوص إلى احتواء الكبريت الرغوي على المادة العضوية إضافة إلى إن إضافة الكبريت وتحوله إلى حامض الكبريتيك بفعل بكتريا Thiobasillus تؤدي إلى خفض الـ pH أي زيادة تركيز أيونات H⁺ وهذا يؤدي إلى زيادة جاهزية العناصر N , P , Fe , Mn , Cu , Zn , B وهذه العناصر تؤدي دوراً مهماً في عمليتي التركيب الضوئي والتنفس فضلاً عن تحفيز مجموع جذري جيد وهذا من شأنه يحفز عملية امتصاص النتروجين من قبل النبات أو ربما يعود السبب إلى دور الكبريت في زيادة جاهزية الكثير من العناصر ومنها النتروجين في التربة (الجدول، ٤) [٢٣] وبالتالي زيادة محتوى الأوراق وانتقاله إلى الفصوص . وهذا يتفق مع نتائج [٢٤] اللذان أوضحا إن إضافة الكبريت أدت إلى زيادة امتصاص النبات لعنصر النتروجين وتتفق هذه النتائج مع ما وجدته [١٤] من زيادة تركيز النتروجين في نباتات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الكبريت المضاف . كما ظهر إن إضافة الكبريت بالمستوى ٣٠٠٠ كغم.هـ⁻ إلى الثوم المحلي (G₂ S₃) قد أعطى أعلى تركيز للنتروجين في الفصوص إذ بلغت (٥٢,٦٠ و ٥٠,٨٤ غم.كغم⁻) مقارنة بأقل قيمة عند معاملة G₁S₀ (ثوم الشرق عند عدم الإضافة) ^(١) وللموسمين على التوالي .

كما تبين نتائج الجدولين (٦ ، ٧) إن الرش بالمحلول المغذي قد اثر معنوياً في زيادة محتوى الأوراق والفصوص من النتروجين وللموسمين حيث أعطت معاملة الرش (F₁) أعلى تركيز للنتروجين (٦٠,٧٠ و ٥٣,٧٦) و (٥٤,٥٤ و ٥٠,٣٧ غم.كغم⁻) مقارنة بعدم الرش (F₀) للموسمين على التوالي. وقد يعود السبب إلى إن الإضافة المباشرة لهذا العنصر في محلول الرش تزيد من امتصاصه في أنسجة النبات [٢٥] وهذا يتفق مع ما وجدته [١٠] من إن رش العناصر الغذائية الكبرى والصغرى على نباتات الطماطة سبب زيادة في النسبة المئوية للنتروجين في الأوراق وكذلك تشير نتائج الجدولين (٦ و ٧) إلى وجود فروق معنوية لتداخل إضافة الكبريت مع الرش بالمحلول المغذي حيث نتج أعلى تركيز عند عدم إضافة الكبريت مع الرش بالمحلول المغذي (S₀F₁) وللموسمين فبلغ (٦٢,٥٤ و ٥٥,٤١ غم.كغم⁻) و (٥٨,٨٧ و ٥٣,٣٤ غم.كغم⁻) قياساً بمعاملة المقارنة (S₀F₀) للموسمين على التوالي. وبالنسبة لتداخل الأنواع مع الرش يوضح جدول (٦) إن هناك تأثير معنوي في محتوى الأوراق من النتروجين حيث أعطت معاملة رش ثوم الشرق (G₁F₁) أعلى تركيز للنتروجين بلغ (٦١,٠١ غم.كغم⁻) للموسم الأول ومعاملة رش الثوم المحلي (G₂F₁) بلغ (٥٥,٧٤ غم.كغم⁻) في الموسم الثاني مقارنة بمعاملة عدم الرش لثوم الشرق (G₁F₀) للموسمين على التوالي. كما وإن استجابة الأنواع للرش بالمحلول المغذي له تأثير معنوي في زيادة محتوى الفصوص من النتروجين إذ إن معاملة التداخل G₂F₁ (رش الثوم المحلي) قد أعطت أعلى قيمة (٥٤,٠٦ و ٥٢,٦٦ غم.كغم⁻) مقارنة بمعاملة (ثوم الشرق مع عدم الرش) للموسمين على التوالي. اظهر التداخل الثلاثي في الموسم الثاني تأثير معنوي في

محتوى الأوراق من النتروجين حيث يوضح جدول (٦) تفوق المعاملة (G₂S₀F₁) بأعلى تركيز بلغ (٥٩,١٤ غم.كغم^{-١}) مقارنةً بأقل تركيز عند معاملة (G₁S₀F₀) ومن الجدول (٧) اتضح إن هناك فروق معنوية في محتوى الفصوص من النتروجين حيث أعطت المعاملة G₂S₀F₁ وللموسمين أعلى قيمة تبلغ (٥٨,٣٢ و ٥٦,٢٠ غم.كغم^{-١}) مقارنةً بالمعاملة (G₁S₀F₀) وللموسمين على التوالي.

جدول (٦) تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) لنوعين من الثوم والتداخل بينهما في محتوى الأوراق من النتروجين (غم.كغم^{-١}).

موسم ٢٠٠٢-٢٠٠٣			موسم ٢٠٠١-٢٠٠٢				
الرش × الكبريت	معاملات الرش		الرش × الكبريت	معاملات الرش		مستويات الكبريت كغم.هـ ^{-١}	الأنواع
	F1	F0		F1	F0		
٣٠,٧٦	٥٨,٦٠	٣٠,٠٨	٤٠,٤٣	٦٢,٠٧	٣٨,٨٥	S ₀	G ₁
٤٠,٢٨	٥٦,٣٩	٤٠,٣٤	٤٩,٠٠	٦٣,٠٠	٤٩,٠٠	S ₁	
٤٣,٨٣	٥٠,٠٤	٤٥,٢٩	٥٢,٤٧	٥٨,٦١	٥١,٤٥	S ₂	
٤٤,٧٨	٤٨,٣١	٤٣,٣١	٥٦,٩٤	٦٠,٠٥	٥٦,٦٧	S ₃	
٥٨,٨٧	٥٩,١٤	٣١,٤٣	٦٢,٥٤	٦٣,٠٠	٤٢,٠٠	S ₀	G ₂
٥٤,٧٩	٥٣,١٩	٤٠,٢١	٦٠,٧٣	٥٨,٤٥	٤٩,٠٠	S ₁	
٥٢,١٢	٥٤,٢١	٤٢,٣٧	٥٩,١٣	٥٩,٦٤	٥٣,٤٨	S ₂	
٥٢,٣٦	٥٦,٤١	٤٦,٢٥	٦٠,٤٣	٦٠,٥٠	٥٧,٢١	S ₃	
١,٨٥٧	٢,٦٢٧		١,٢٣٨	n.s		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الكبريت	٤٧,٩٠	٤٦,٥٥	معدل تأثير الكبريت	٥٥,٠٠	٥٥,٤١	معدل تأثير الأنواع L.S.D 0.05	
	n.s			n.s			
٤٤,٨١	٤٥,٢٨	٤٤,٣٤	٥١,٤٨	٥٢,٥٠	٥٠,٤٦	S ₀	الكبريت × الأنواع
٤٧,٥٤	٤٦,٧٠	٤٨,٣٧	٥٤,٨٦	٥٣,٧٧	٥٦,٠٠	S ₁	
٤٧,٩٨	٤٨,٢٩	٤٧,٦٦	٥٥,٨٠	٥٦,٥٦	٥٥,٠٣	S ₂	
٤٨,٥٧	٥١,٣٣	٤٥,٨١	٥٨,٦٨	٥٨,٨٦	٥٨,٥١	S ₃	
٢,٠٠٥	٢,٨٣٥		٠,٨٦٣	١,٢٢٠		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الرش	٤٠,٠٦	٣٩,٧٦	معدل تأثير الرش	٥٠,٤٢	٤٨,٩٩	F ₀	الرش × الأنواع
٣٩,٩١			٤٩,٧١				
٥٤,٥٤	٥٥,٧٤	٥٣,٣٤	٦٠,٧٠	٦٠,٤٠	٦١,٠١	F ₁	
٠,٩٢٩	١,٣١٣		٠,٦١٩	٠,٨٧٥		L.S.D. 0.05	

جدول (٧) : تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) لنوعين من الثوم والتداخل بينهما ا في محتوى الفصوص من النتروجين (غم.كغم^{-١}).

موسم ٢٠٠٢-٢٠٠٣			موسم ٢٠٠١-٢٠٠٢				
الرش × الكبريت	معاملات الرش		الرش × الكبريت	معاملات الرش		مستويات الكبريت كغم.هـ ^{-١}	الانواع
	F1	FO		F1	FO		
٣١,٦٤	٥٠,٤٨	٢٨,١٤	٣٣,٧٨	٥٢,٥٠	٢٣,٢٠	S ₀	G ₁
٣٦,٨٤	٥٣,٣٨	٣٥,٢٤	٤١,٤١	٥٨,١١	٤٢,٠١	S ₁	
٤٠,٧١	٤١,١٨	٣٨,١٤	٤٦,٩٨	٤٨,٧٠	٤٥,٥٠	S ₂	
٤٢,٤٠	٤٧,٣١	٣٦,٤٨	٤٦,٤٠	٥٤,٥٠	٤٢,٠٠	S ₃	
٥٣,٣٤	٥٦,٢٠	٣٥,١٤	٥٥,٤١	٥٨,٣٢	٣٥,٣٥	S ₀	G ₂
٥١,٥١	٤٩,٦٣	٣٨,٤٤	٥٤,٧٨	٥١,٤٥	٤٠,٨١	S ₁	
٤٦,٣٠	٥١,٤٣	٤٣,٢٧	٥٠,٣٨	٥٢,٠٦	٤٨,٤٥	S ₂	
٥٠,٣٤	٥٣,٣٧	٤٨,٣٢	٥٤,٤٥	٥٤,٣٩	٥٠,٨١	S ₃	
١,٤١٢	١,٤١٢		١,٧٣٠	٢,٤٤٧		L.S.D 0.05	
معدل تأثير الكبريت	٤٦,٩٧	٤١,٢٩	معدل تأثير الكبريت	٤٨,٩٦	٤٦,٦٤	معدل تأثير الأنواع L.S.D 0.05	
	٣,٤٥٤			n.s			
٤٢,٤٩	٤٥,٦٧	٣٩,٣١	٤٤,٦٠	٤٦,٨٤	٤٢,٣٥	S ₀	الكبريت × الأنواع
٤٤,١٧	٤٤,٠٤	٤٤,٣١	٤٨,٠٩	٤٦,١٣	٥٠,٠٦	S ₁	
٤٣,٥٠	٤٧,٣٥	٣٩,٦٦	٤٨,٦٨	٥٠,٢٦	٤٧,١٠	S ₂	
٤٦,٣٧	٥٠,٤٨	٤١,٩٠	٥٠,٤٣	٥٢,٦٠	٤٨,٢٥	S ₃	
١,٤٨٥	٢,٠٩٩		١,٢٧٢	١,٧٩٩		L.S.D 0.05	
معدل تأثير الرش	٤١,٢٩	٣٤,٥٠	معدل تأثير الرش	٤٣,٨٦	٤٠,٤٣	F ₀	الرش × الأنواع
٣٧,٩٠			٤٢,١٤				

٥٠,٣٧	٥٢,٦٦	٤٨,٠٨	٥٣,٧٦	٥٤,٠٦	٥٣,٤٥	F ₁	
٠,٧٠٦	٠,٩٩٨		٠,٨٦٥	١,٢٢٣		L.S.D 0.05	

٦- محتوى الأوراق والفصوص من الفسفور

يبين جدول (٨) لم يكن هناك تأثير معنوي للأنواع ولإضافة الكبريت الرغوي إلى التربة في محتوى الأوراق من الفسفور وللموسمين في حين يبين جدول (٩) هناك فروق معنوية في محتوى الفصوص من الفسفور لأنواع الثوم وللموسمين اذتفوق ثوم الشرق G1 في احتواء فصوصه من الفسفور والذي اعطى (٢,٤٧ ، ٢,٦٨) غم / كغم مقارنة مع الثوم المحلي G2 وكذلك ان لإضافة الكبريت تأثيراً معنوياً في محتوى الفصوص من الفسفور إذ أعطى المستوى ٢٠٠٠ كغم.هـ^{-١} أعلى قيمة للفسفور بلغت (٢,٨٣ و ٢,٥٤ غم.كغم^{-١}) مقارنةً بمعاملة المقارنة للموسمين على التوالي (جدول ٩). واطهر الرش بالمحلول المغذي زيادة معنوية في محتوى الأوراق والفصوص من الفسفور وللموسمين بلغ (٣,٢٠ و ٢,٩٠) و (٣,٠٨ و ٢,٦٥ غم.كغم^{-١}) للموسمين على التوالي مقارنةً بمعاملة عدم الرش F₀ (الجدولين ٨ و ٩).

واظهر تداخل مستويات الكبريت والرش بالمحلول المغذي خلال الموسم الثاني فقط تأثيراً معنوياً في زيادة محتوى الأوراق من الفسفور (جدول ٨) إذ تفوقت معاملة (S₁F₁) معنوياً في إعطاء أعلى تركيز بلغ (٣,١٣ غم.كغم^{-١}) قياساً بمعاملة المقارنة ويعود السبب إلى إن إضافة الكبريت زادت من جاهزية الفسفور في التربة فازداد امتصاصه مع ما أصيف من فسفور من محلول الرش فادى كلاهما إلى زيادة تركيز الفسفور في الأوراق. ولتداخل الرش مع الأنواع يتضح إن هناك تأثير معنوي في محتوى الفصوص من الفسفور (جدول ٩) حيث تفوقت معاملة (G₂F₁) للموسم الأول حيث أعطت (٢,٩١ غم.كغم^{-١}) مقارنةً بأقل قيمة للتداخل (G₂F₀) أما في الموسم الثاني فقد تفوق التداخل G₁F₁ ، والذي أعطى (٢,٦٦ غم.كغم^{-١}) مقارنةً بأقل قيمة للتداخل G₂F₀ وان لتداخل مستويات الكبريت مع الرش بالمحلول المغذي والتداخل الثلاثي في محتوى الأوراق من الفسفور لم يكن هناك تأثيراً معنوياً وللموسمين جدول (٨) .

جدول (٨) تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) لنوعين من الثوم والتداخل بينهما في محتوى الأوراق من الفسفور (غم.كغم^{-١}).

٢٠٠٣-٢٠٠٢			٢٠٠٢-٢٠٠١				
الرش × الكبريت	معاملات الرش		الرش × الكبريت	معاملات الرش		مستويات الكبريت كغم.هـ ^{-١}	الأنواع
	F1	F0		F1	F0		
٢,٧٢	٣,١١	٢,٥٣	٣,٠٤	٣,٢٠	٢,٩٩	S ₀	G1
٢,٧٩	٣,١٧	٢,٦٦	٣,١١	٣,٢٥	٣,١١	S ₁	
٢,٩٠	٣,٩١	٢,٨٣	٣,١٤	٣,١٨	٣,١٤	S ₂	
٢,٩٠	٣,٠٠	٢,٨٧	٣,١٣	٣,١٩	٣,١٥	S ₃	
٣,٢٣	٣,١٥	٢,٩١	٣,٢١	٣,٢٣	٣,١٠	S ₀	G2
٣,١٣	٣,١٠	٢,٩٣	٣,٢٢	٣,٢٠	٣,١٢	S ₁	
٣,٠٢	٣,١٣	٢,٩٧	٣,١٩	٣,٢١	٣,١٥	S ₂	

٣,٠٤	٣,٠٨	٢,٩٤	٣,١٨	٣,١٨	٣,١٢	S ₃	
٠,١٦٨	n.s		n.s	n.s		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الكبريت	٣,٠٢	٢,٨٨	معدل تأثير الكبريت	٣,١٦	٣,١٥	معدل تأثير الأنواع L.S.D 0.05	
	n.s			n.s			
٢,٩٢	٣,٠٣	٢,٨٢	٣,١٣	٣,١٦	٣,٠٩	S ₀	الكبريت × الأنواع
٢,٩٦	٣,٠١	٢,٩٢	٣,١٧	٣,١٦	٣,١٨	S ₁	
٢,٩٦	٣,٠٥	٢,٨٧	٣,١٧	٣,١٨	٣,١٦	S ₂	
٢,٩٧	٣,٠١	٢,٩٣	٣,١٦	٣,١٥	٣,١٧	S ₃	
n.s	n.s		n.s	n.s		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الرش	٢,٩٣	٢,٧٢	معدل تأثير الرش	٣,١٢	٣,١٠	F ₀	الرش × الأنواع
٣,٠٨	٣,١١	٣,٠٥	٣,٢٠	٣,١٦	٣,١٨	F ₁	
٠,٠٨٤	n.s		٠,٠٤٨	n.s		L.S.D. 0.05	

جدول (٩) تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) لنوعين من الثوم والتداخل بينهما في محتوى الفصوص من الفسفور (غم.كغم⁻¹).

٢٠٠٣-٢٠٠٢			٢٠٠٢-٢٠٠١				
الرش × الكبريت	معاملات الرش		الرش × الكبريت	معاملات الرش		مستويات الكبريت كغم.هـ ⁻¹	الانواع
	F1	FO		F1	FO		
١,٢٠	٢,٨٠	١,٤١	١,٣٦	٢,٩١	١,٦٦	S ₀	G1
٢,٢٧	٢,٨٦	٢,٥٥	٢,٤١	٢,٩٥	٢,٦٦	S ₁	
٢,٥٢	٢,٥٠	٢,٥٧	٢,٧٩	٢,٨٥	٢,٧٧	S ₂	
٢,٧٣	٢,٤٩	٢,٥٤	٢,٧٥	٢,٨٨	٢,٧٧	S ₃	
٢,٧٥	٢,٦٩	٠,٩٨	٢,٩٥	٢,٩٩	١,٠٦	S ₀	G2
٢,٧٢	٢,٥٩	١,٩٩	٢,٩١	٢,٨٦	٢,١٥	S ₁	
٢,٥٦	٢,٦٢	٢,٤٦	٢,٨٧	٢,٨٩	٢,٨١	S ₂	
٢,٥٧	٢,٦٦	٢,٢١	٢,٨٩	٢,٩٠	٢,٧٣	S ₃	
٠,٢٨٩	n.s		0.209	n.s		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الكبريت	٢,٢٨	٢,٤٧	معدل تأثير الكبريت	٢,٥٥	٢,٦٨	معدل تأثير الأنواع L.S.D 0.05	
	0.047			٠,٠٦٨			
١,٩٧	١,٨٤	٢,١١	٢,١٥	٢,٠٢	٢,٢٩	S ₀	الكبريت

٢,٥٠	٢,٢٨	٢,٧١	٢,٦٦	٢,٥٠	٢,٨١	S ₁	× الأنواع
٢,٥٤	٢,٥٤	٢,٥٤	٢,٨٣	٢,٨٥	٢,٨١	S ₂	
٢,٤٧	٢,٤٣	٢,٥١	٢,٨٢	٢,٨١	٢,٨٢	S ₃	
0.225	n.s		0.159	n.s		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الرش	١,١٩	٢,٢٧	معدل تأثير الرش	٢,١٩	٢,٤٦	F ₀	الرش × الأنواع
٢,٠٩			٢,٣٣				
٢,٦٥	٢,٦٤	٢,٦٦	٢,٩٠	٢,٩١	٢,٩٠	F ₁	
٠,١٤٤	0.204		٠,١٠٥	0.148		L.S.D. 0.05	

٧- محتوى الأوراق والفصوص من البوتاسيوم :

تبين نتائج الجدول (١٠) إن هناك تأثيرات سلبية معنوية في محتوى الأوراق من البوتاسيوم عند إضافة الكبريت الرغوي إلى التربة في الموسم الأول وقد تميزت معاملة المقارنة (S₀) بأعلى تركيز من البوتاسيوم في الأوراق بلغ (٢٠,١٩ غم/كغم⁻¹) مقارنةً بأقل تركيز كان عند إضافة الكبريت الرغوي بمستوى ٣٠٠٠ كغم.هـ⁻¹ (S₃) الذي بلغ (١٧,٩٧ غم/كغم⁻¹) مع انخفاض تركيز البوتاسيوم في معاملات الكبريت الأخرى للموسم الأول وقد يعود السبب إلى إن التربة المستخدمة في البحث ذات محتوى من البوتاسيوم عالي (جدول ١) وان امتصاص هذا العنصر قد لا يتأثر بإضافة الكبريت وهذا يتفق مع ما وجدته [٩]. في حين يبين الجدولين (١٠ و ١١) وللموسم الثاني وجود تأثير معنوي في زيادة محتوى الأوراق والفصوص من البوتاسيوم بإضافة مستويات الكبريت إذ أعطى المستوى ١٠٠٠ كغم.هـ⁻¹ أعلى تركيز (٢٠,١٩) و (١٧,١٩ غم/كغم) على التوالي مقارنةً بأقل تركيز كان بالنسبة لمحتوى الأوراق عند المستوى ٣٠٠٠ كغم.هـ⁻¹ ومحتوى الفصوص كان عند معاملة المقارنة ويتفق هذا مع ما وجدته (٢٠) في ان ايونات البوتاسيوم تزداد في محلول التربة بإضافة الكبريت فيزداد امتصاصه وتبين نتائج الجدول (١٠) ان لأنواع الثوم تأثيراً معنوياً في محتوى الأوراق من البوتاسيوم وللموسمين اذ تفوق G2 باحتوائه على اعلى تركيز من البوتاسيوم بلغ (١٩,٦٦، ٢٠,٠٩ غم /كغم) مقارنةً G1. اما محتوى الفصوص من البوتاسيوم لم يكن هناك تأثير معنوي في جميع المعاملات الرئيسية ماعدا معاملة الرش للموسم الاول لكن في الموسم الثاني ان لأنواع تأثير معنوي في محتوى الفصوص من البوتاسيوم حيث تفوق G2 بإعطاء اعلى قيمة (١٦,٩٦ غم /كغم) وأظهرت نتائج الجدول (١٠) ان لرش المحلول المغذي تأثيراً معنوياً في زيادة محتوى الأوراق من البوتاسيوم وللموسمين حيث اعطت اعلى تركيز (٢٢,٦٨، ٢٢,٥١ غم /كغم) مقارنةً بعدم الرش في حين ظهر تأثير معنوي لمحتوى الفصوص من البوتاسيوم وللموسم الثاني فقط عند الرش بالمحلول المغذي حيث اعطت معاملة F1 اعلى قيمة (١٨,٣٠ غم /كغم) مقارنةً بعدم الرش .

ولتداخل الأنواع مع إضافة مستويات من الكبريت تبين من الجدول (١٠) إن هناك فروق معنوية في محتوى الأوراق من البوتاسيوم وللموسمين حيث تميزت معاملة G1S1 بأعطائها اعلى تركيز للبوتاسيوم بلغ (٢١,٣٥ و ٢١,٠٤ غم/كغم⁻¹) على التوالي مقارنةً بأقل تركيز كان لتداخل G1S3 حيث بلغ (١٦,٥٦ و ١٦,٧٥ غم/كغم⁻¹) للموسمين على التوالي. ولمحتوى الفصوص من البوتاسيوم ايضاً وجدت فروق معنوية وللموسم الثاني فقط لتداخل الأنواع مع إضافة الكبريت حيث تفوقت معاملة G2S2 بإعطائها اعلى تركيز (١٧,٥٥ غم /كغم⁻¹) مقارنةً بأقل قيمة كانت عند معاملة G1S0 جدول (١١). كما ظهر تأثير معنوي لتداخل الأنواع مع الرش وللموسمين حيث تفوقت

معاملة G2F1 بأعلى تركيز (٢٣,٤٥، ٢٣,٧٩ غم.كغم⁻¹) للموسمين على التوالي مقارنة بأقل قيمة كانت عند معاملة G1F0 في حين ظهر تأثير معنوي لتداخل الأنواع مع الرش وللموسم الثاني فقط في محتوى الفصوص من البوتاسيوم إذ تفوقت معاملة G2F1 حيث اعطت (١٨,٩٩غم.كغم⁻¹) مقارنة بأقل قيمة كانت عند معاملة G1F0 جدول (١١) أما تداخل الكبريت مع الرش بالمحلول المغذي فتبين نتائج جدول (١٠) ان هناك تأثيراً معنوياً في محتوى الأوراق من البوتاسيوم إذ تفوقت معاملة SOF1 بأعلى تركيز (٢٥,٦٦,٢٤,٨٧غم.كغم⁻¹) مقارنة بأقل تركيز عند معاملة SOF0 للموسمين واطهر التداخل الثلاثي تأثيراً معنوياً في زيادة محتوى الأوراق من البوتاسيوم وللموسمين إذ أعطت معاملة G1S1F1 أعلى تركيز للبوتاسيوم (٢٦,٣٥غم.كغم⁻¹) مقارنة بأقل تركيز عند معاملة G1SOF0 للموسم الأول أما في الموسم الثاني فقد تميزت معاملة G2SOF1 بأعلى تركيز بلغ (٢٦,١٧غم.كغم⁻¹) مقارنة بمعاملة G1SOF0 التي أعطت أقل تركيز للبوتاسيوم في الأوراق (١٣,٥٠غم.كغم⁻¹). تبين النتائج في الجدول (١١) ان تداخل الرش مع إضافة الكبريت هناك تأثير معنوي في محتوى الفصوص من البوتاسيوم حيث تفوقت معاملة S1F1 في إعطائها أعلى تركيز بلغ (١٨,٩٣غم.كغم⁻¹) مقارنة بمعاملة المقارنة SOF0 وتفوقت معاملة التداخل الثلاثي G2S2F1 معنوياً بإعطائها أعلى قيمة (١٩,٥٥غم.كغم⁻¹) مقارنة بأقل قيمة عند معاملة G1SOF0 التي بلغ احتوائها من البوتاسيوم (١٢,٣٩غم.كغم⁻¹) وللموسم الثاني فقط .

مما تقدم يمكن ان نستنتج بأن إضافة الكبريت الرغوي أدت الى خفض قيمة pH التربة وزيادة كل من التوصيل الكهربائي والنتروجين الكلي والتي قد تعود الى استمرار أكسدة الكبريت بزيادة مستويات الإضافة وبالتالي نتج عنه زيادة في جاهزية العناصر الغذائية (NPK) وبالتالي زيادة امتصاصها من نباتات الثوم.

نستنتج من نتائج هذه التجربة ان إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) ادت الى تحسين صفات التربة خصوصاً pH ومحتواها من العناصر الكبرى كما ادت الى تحسين تغذية نوعي الثوم بتلك المغذيات .

جدول (١٠) تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) لنوعين من الثوم والتداخل بينهما في محتوى الاوراق من البوتاسيوم (غم.كغم^{-١}).

٢٠٠٣-٢٠٠٢			٢٠٠٢-٢٠٠١			مستويات الكبريت كغم.هـ ^{-١}	الانواع
الرش × الكبريت	معاملات الرش		الرش × الكبريت	معاملات الرش			
	F1	FO		F1	FO		
١٤,٤٤	١٥,٣٧	١٣,٥٠	١٤,٧٢	٢٥,٦٦	١٣,٧٧	S ₀	G1
١٦,٤٤	١٦,٤٢	١٦,٤٦	١٦,١٢	٢٦,٣٥	١٦,٣٥	S ₁	
١٥,٩٧	١٦,٦٧	١٥,٢٧	١٥,٧٨	١٨,١١	١٥,٦٦	S ₂	
١٦,٥٦	١٧,٠٧	١٦,١١	١٥,٨١	١٧,٥١	١٥,٦١	S ₃	
٢٤,٨٧	٢٦,١٧	١٥,٣٧	٢٥,٦٦	٢٥,٦٧	١٥,٦٦	S ₀	G2
٢٣,٩٣	٢٢,٢٥	١٦,٤٢	٢٤,٠١	٢١,٦٧	١٥,٨٩	S ₁	
٢١,٣٦	٢٤,٣٤	١٦,٦٧	٢٠,٩١	٢٣,٧١	١٥,٩٠	S ₂	
١٩,٩٠	٢٢,٤١	١٧,٠٧	٢٠,١٣	٢٢,٧٥	١٦,٠٠	S ₃	
٠,٢٥١	0.355		٠,٢٩٠	0.410		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الكبريت	٢٠,٠٩	١٨,٢٩	معدل تأثير الكبريت	١٩,٦٦	١٨,٦٣	معدل تأثير الأنواع L.S.D 0.05	
	٠,٥٦٢			٠,٣٠١			
١٩,٦٥	٢٠,٧٧	١٨,٥٣	٢٠,١٩	٢٠,٦٦	١٩,٧٢	S ₀	الكبريت × الأنواع
٢٠,١٩	١٩,٣٤	٢١,٠٤	٢٠,٠٧	١٨,٧٨	٢١,٣٥	S ₁	
١٨,٧٦	٢٠,٥١	١٦,٨٣	١٨,٣٥	١٩,٨١	١٦,٨٩	S ₂	
١٨,٢٥	١٩,٧٤	١٦,٧٥	١٧,٩٧	١٩,٣٨	١٦,٥٦	S ₃	
٠,١٨٦	0.263		٠,٢٠٣	0.288		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الرش	١٦,٣٩	١٥,٣٤	معدل تأثير الرش	١٥,٨٦	١٥,٣٥	F ₀	الرش × الأنواع
			١٥,٨٦				
٢٢,٥١	٢٣,٧٩	٢١,٢٤	٢٢,٦٨	٢٣,٤٥	٢١,٩١	F ₁	
٠,١٢٥	٠,١٧٧		٠,١٤٥	٠,٢٠٥		L.S.D. 0.05	

جدول (١١) تأثير إضافة الكبريت الرغوي والرش بالمحلول المغذي (النهرين) لنوعين من الثوم والتداخل بينهما في محتوى الفصوص من البوتاسيوم (غم.كغم^{-١}).

٢٠٠٣-٢٠٠٢			٢٠٠٢-٢٠٠١				
الرش × الكبريت	معاملات الرش		الرش × الكبريت	معاملات الرش		مستويات الكبريت كغم.هـ ^{-١}	الانواع
	F1	FO		F1	FO		
١٢,٧٠	١٨,٢٦	١٢,٣٩	١٣,٤٨	١٧,٣٥	١٣,٦٥	S ₀	G1
١٥,٤٦	١٩,٢٩	١٥,٢٧	١٤,٤٢	١٧,٤٠	١٣,٩٦	S ₁	
١٥,٥٠	١٦,٣٩	١٥,٤٤	١٤,٠٨	١٦,٣٠	١٤,٦٥	S ₂	
١٥,٦٩	١٦,٤٨	١٥,٨٤	١٤,٨٩	١٦,١١	١٥,١١	S ₃	
١٨,٨٧	١٩,٤٩	١٣,٠٠	١٧,٣٠	١٧,٢٥	١٣,٣١	S ₀	G2
١٨,٩٣	١٨,٥٦	١٥,٦٥	١٧,١٣	١٦,٨٦	١٤,٨٧	S ₁	
١٧,٩٧	١٩,٥٥	١٥,٥٥	١٧,٠٥	١٧,٨١	١٣,٥٠	S ₂	
١٧,٤٣	١٨,٣٨	١٥,٥٤	١٧,٢٤	١٨,٣٦	١٤,٦٧	S ₃	
٠,٣١٠	٠,٤٣٨		n.s	n.s		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الكبريت	١٦,٩٦	١٦,١٧	معدل تأثير الكبريت	١٥,٨٣	١٥,٥٧	معدل تأثير الأنواع L.S.D 0.05	
	٠,٠٨٠			n.s			
١٥,٧٨	١٦,٢٤	١٥,٣٣	١٥,٣٩	١٥,٢٨	١٥,٥٠	S ₀	الكبريت × الأنواع
١٧,١٩	١٧,١١	١٧,٢٨	١٥,٧٧	١٥,٨٧	١٥,٦٨	S ₁	
١٦,٧٣	١٧,٥٥	١٥,٩١	١٥,٥٧	١٥,٦٦	١٥,٤٨	S ₂	
١٦,٥٦	١٦,٩٦	١٦,١٦	١٦,٠٦	١٦,٥٢	١٥,٦١	S ₃	
٠,٢٦١	٠,٣٦٩		n.s	n.s		L.S.D. 0.05	
معدل تأثير الرش	١٤,٩٤	١٤,٧٤	معدل تأثير الرش	١٤,٠٩	١٤,٣٤	F ₀	الرش × الأنواع
١٤,٨٤			١٤,٢٢				
١٨,٣٠	١٨,٩٩	١٧,٦٠	١٧,١٨	١٧,٥٧	١٦,٧٩	F ₁	
٠,١٥٥	٠,٢١٩		٠,٦٠٥	n.s		L.S.D. 0.05	

المصادر :

- ١- حسن ، احمد عبد المنعم. إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة في الأراضي الصحراوية . سلسلة العلوم والممارسة لإنتاج الخضر في الأراضي الصحراوية. الطبعة الأولى. الدار العربية للنشر والتوزيع . القاهرة - مصر . ١٩٩٤
- ٢- طه ، آلاء جبار. تأثير التسميد البوتاسي والكالسيوم ودرجات الحرارة في تحسين القابلية الخزن لثوم. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد. ١٩٩٥.
- 3- Salunkhe,D.K and Kadam s-s, Handbook of vegetable science and technology ,production,composition ,storage and processing.1998.
- 4- Ankri,S. , and Mirel Man. *Antimicrobial properties of Allicin from garlic.* Microbes Infect, 21:125-129. 1991.
- 5- Saniewska, A. *Potential use of garlic compound and fungicides in the control of fungi on seeds of some ornamental plant. VII. Conference of the section for biological control of plant diseases of the polish phytopathological society "Effectiveness of some microorganism and plant extracts in the control of plant disease".* April, 18-19, 1996. Skierniewice, Poland.pp.141-147. 1996.
- ٦- ابو ضاحي . يوسف محمد. تأثير إضافة الكبريت الرغوي والسماذ الفوسفاتي في جاهزية عنصري الزنك والنحاس في التربة وتركيزهما في المادة الجافة للأجزاء العليا وحاصل الحبوب ونوعيتها للحنطة (*Triticum aestivum L.*) . مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد ٣٠ (١) : ٣٠-٣٤. ١٩٩٩.
- ٧- الرئيس ، عبد الهادي جواد . التغذية النباتية. الجزء الثاني نقص العناصر الغذائية. جامعة بغداد - العراق . ١٩٧٨.
- ٨- الجبوري، كاظم دبلي حسن . تأثير إضافة الكبريت الرغوي والفسفور في نمو وحاصل ومحتوى نباتات البطاطا من العناصر الغذائية . رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد. ١٩٩٥.
- ٩- شاكر ، عبد الوهاب عبد الرزاق . استخدام الكبريت الرغوي في زيادة جاهزية عناصر الفسفور والحديد والزنك والمنغنيز في التربة وتأثيره في إنتاجية محصول الخيار القمي . أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد. ١٩٩٦.
- ١٠- العجيل ، سعدون عبد الهادي سعدون . تأثير الملوحة والمخلفات العضوية والتغذية الورقية في نباتات الطماطة في منطقة النجف الصحراوية. أطروحة دكتوراه- كلية الزراعة - جامعة بغداد. ١٩٩٨.
- ١١- عبدول ، كريم صالح . فسلجة العناصر الغذائية . مديرية دار الكتب والطباعة. جامعة الموصل. ١٩٩٨.

- 12-Marvin,B., V.Ronald, S.Richard, and E.D.Kurtz.Garlic: *An Economic Assessment of the Feasibility of Providing Multiple-PerilcorpInsurance*. Prepared by the Econommic Research Service,U.S.Department of Agriculture, for the Office of Risk Management. 1996.
- ١٣- حسن ، احمد عبد المنعم . البصل والثوم. سلسلة العلوم والممارسة في المحاصيل الزراعية. الطبعة الأولى . الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة - مصر. ١٩٨٨.
- ١٤- الاعظمي ، زيدون احمد . تأثير إضافة الكبريت الرغوي والصخور الفوسفاتية على جاهزية بعض العناصر الغذائية وحاصل الذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد. ١٩٩٠.
- ١٥- المحمدي ، فاضل مصلح مؤيد احمد اليونس . التجارب الزراعية التصميم والتحليل. الجزء الأول. مترجم. جامعة بغداد - مديرية الكتب للطباعة والنشر - بغداد. ٢٠٠٠.
- ١٦- مطلوب ، عدنان ناصر وعز الدين سلطان محمد وكريم صالح عبدول. إنتاج الخضروات . الجزء الأول. الطبعة الثانية المنقحة. مطابع التعليم العالي في الموصل . العراق. ١٩٨٩.
- 1٧- Jackson, M.L. *Soil chemical Analysis*. prentice-HallEngel Wood Cliffs, Inc.N.J. 1958.
- 1٨- Chapman, H.D., and P.F. Pratt. *Methods of analysis for soils , plant , and water* . Univ. of Calif.Div. of Agric. Sci. pp:33-35. 1961.
- 1٩- Admzy K. 2., M.Winiarska , and Kobun. *Microbial oxidation of elemental sulfur in brown soils*. Plant and Soil.3: 93-100. 1975.
- ٢٠- Jubouri, K. D., E.M. Kalifa, and 1.M.Hajhim. *Application of sulfur by products and their effection characteristics of carcareous soils*. Mesopotamis .J. Agric. N: 87-95. 1976.
- 2١- Pepper , I., and E. Miller.*Comparison of the oxidation of thiosulfate and elemental sulfur by two hetrotrophic bacteria and thiobacillus thio oxidane*. Soil Sci. 126:9-14. 1978.
- 2٢- Dawood, F.A. , S.M. AL-Omari, and N.S. Murtatha. *High levels of sulfur affecting availability of some micro nutrients in calcareous soils*.J. Agric. Water Resa. Res. 4(2): 149-160. 1985.
- ٢٣- حسن ، نوري عبد القادر وحسن يوسف الدليمي ولطيف عبد الله العيثاوي. خصوبة التربة والأسمدة. جامعة بغداد- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/ العراق. ١٩٩٠.
- 2٤- JanZer, H.H., and J.R.Bettany. *Sulfur nutrition of rapeseed :1. Influence of fertilizer nitrogen and sulfur rates* . Soil Sci. Soc. Amj.48:100-107. 1984.
- ٢٥- الصحف ، فاضل حسين رضا. تغذية النبات التطبيقي. جامعة بغداد - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - العراق. ١٩٨٩.