



Agriculture College – Wasit University

.....  
Dijlah Journal of  
Agricultural  
Sciences  
.....

ISSN 2790 –  
5985

eISSN 2790 –  
5993

Dijlah J. Agric. Sci. 1(2):76-86, 2023

**The Effect of adding different levels of sulfur on the growth of canola *Brassica napus* L.**

**Ahmed Abbas AL-Gharani, Kahraman Hussein Habeeb and Jawadayn Talib Alkooranee**

**University of Wasit, College of Agriculture, Department of Soil Science and Water Resources**

Corresponding author: [jalkooranee@uowasit.edu.iq](mailto:jalkooranee@uowasit.edu.iq)

---

**Abstract:**

An experiment was conducted in the fields of Al-Shuhaymiya district, Wasit Governorate, during the 2021-2022 winter growing season. Agricultural sulfur was added at different levels, along with the bacterium *Thiobacillus thioparus*, to investigate the soil pH and its effect on the growth of rapeseed (*Brassica napus* L.). A factorial experiment was conducted using a completely randomized block design (RCBD). The experiment included two factors: the first factor was the addition of four sulfur concentrations (0%, 12%, 24%, and 36%), and the second factor was the addition of two levels of *T. thioparus* bacteria (5 ml and 10 ml of bacteria per planting hole). Three replicates were performed for all treatments, which were randomly distributed among the treatments, resulting in a total of 36 experimental units. Rapeseed seeds were sown on October 20, 2021. The results showed that the treatment with 36% sulfur and 10 ml/hole of *T. thioparus* bacteria resulted in the highest average number of bacterial colonies in the field experiment after 30 days of germination, which is considered the peak growth of *T. thioparus* bacteria. This reached  $1866.66 \times 10^4$  cells/g of soil, compared to  $1066.66 \times 10^4$  cells/g in the control treatment. The results also showed that the treatment with 36% sulfur and 10 ml/hole of *T. thioparus* bacteria at harvest time resulted in the greatest decrease in soil pH within the experiment, reaching 6.89 compared to 7.86 in the control treatment. Furthermore, the treatment with 36% sulfur and 10 ml/hole of *T. thioparus* bacteria recorded the highest level of available sulfur in the soil at harvest time, reaching 42 mg/kg of soil in the field experiment, compared to the control treatment. 20.44 mg/kg of soil. The treatment of adding 36% sulfur and 10 ml/hole of *T. thioparus* bacteria recorded the highest concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in rapeseed plants, where the NPK concentration rates reached 3.81, 0.85 and 2.66% respectively in the field experiment, while the NPK rates in the control treatment were 1.13, 0.51 and 1.20% respectively.

**Keywords:** sulfur, canola, *Brassica napus*, *Thiobacillus thioparus*

---

تأثير إضافة مستويات مختلفة من الكبريت على نمو محصول الكانولا (*Brassica napus* L.)

احمد عباس رحيم الغراني، كهرمان حسين حبيب و جوادين طالب عبد

جامعة واسط، كلية الزراعة، قسم علوم التربة والموارد المائية

## المستخلص:

نفذت تجربة في حقول ناحية الشحيمية محافظة واسط في الموسم الزراعي الشتوي 2021-2022 حيث تم إضافة الكبريت الزراعي بمستويات مختلفة والبكتريا *Thiobacillus thioparus* في درجة تفاعل التربة وأثرها في نمو محصول السلجم *Brassica napus* L. وتم استخدام التجربة العاملية باستعمال تصميم القطاعات تامه العشبية RCBD في التجربة الحقلية، حيث تضمنت التجربة عاملين العامل الاول اربع تراكيز من الكبريت (0% - 12% - 24% - 36%)، والعامل الثاني اضافة مستويين من بكتريا *T. thioparus*. وهي (اضافة 5 مل و 10 مل بكتريا/ جورة) بثلاثة مكررات لجميع المعاملات والتي وزعت عشوائيا على المعاملات لتصبح عدد الوحدات 36 وحدة تجريبية وزرعت بذور السلجم بتاريخ 2021/10/20. اظهرت النتائج معاملة اضافة الكبريت 36% والبكتريا *T. thioparus* 10 مل /جورة اعلى معدل عدد مستعمرات البكتريا في التجربة الحقلية بعد 30 يوم من الانبات والذي يعتبر ذروة نمو البكتريا *T. thioparus* حيث بلغ  $1866.66 \times 10^4$  خلية /غرام من التربة بعد بينما بلغت في معاملة المقارنة  $1066.66 \times 10^4$  خلية /غرام. كما اظهرت النتائج ان معاملة اضافة تركيز الكبريت 36% والبكتريا *T. thioparus* 10 مل / جورة في وقت الحصاد اعطت اعلى معدل لانخفاض في درجة تفاعل التربة ضمن التجربة اذ بلغ pH 6.89 قياسا بعاملة المقارنة اذ بلغ 7.86، وسجلت معاملة اضافة الكبريت 36% والبكتريا *T. thioparus* 10 مل /جورة اعلى معدل للكبريت الجاهز في التربة وقت الحصاد اذ بلغت 42 ملغم /كغم تربة في التجربة الحقلية بعد ما كانت في معاملة المقارنة 20.44 ملغم /كغم تربة. كما سجلت معاملة اضافة الكبريت 36% والبكتريا *T. thioparus* 10 مل /جورة اعلى تركيز للنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم في نبات السلجم حيث بلغت معدلات تراكيز NPK 3.81, 0.85 و 2.66% على التوالي في التجربة الحقلية بينما كانت معدلات NPK في معاملة المقارنة 1.13, 0.51 و 1.20% على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الكبريت، الكانولا ، *Brassica napus*, *Thiobacillus thioparus*

## المقدمة:

يُعد الكبريت من العناصر الكبرى والضرورية للنباتات، إذ يوجد الكبريت بصورتيه العضوي وغير العضوي، وفي اغلب الترب يُعد الكبريت العضوي المصدر الرئيسي للكبريت، أما الترب ذات المحتوى العالي من المخلفات النباتية المتحللة تكون نسبة الكبريت العضوي 100% من الكبريت الكلي والذي يقسم الى جزئين هما الكبريت المتكون من phenolic sulphates (و choline Sulphur) والكبريت العائد للأحماض الأمينية ومن الدهون، أما الكبريت غير العضوي يتكون من الكبريتات  $SO_4^{-2}$ ، يتواجد الكبريت في الغلاف الجوي ويكون 0.1% من القشرة الارضية ويوجد في صور مختلفة في التربة أما متحد مع العناصر القاعدية Na, K, Ca, Mg في ترب المناطق الجافة وشبة الجافة أو صورة حرة، مصادرة معدن الباييريت الذي يحتوي على الكبريت المنجمي ومصادر بركانية وما يستخرج من الغاز والنفط، في العراق يشكل الكبريت المنجمي بصورة حرة في مناطق شرق العراق (الأعظمي، 1990 والتيمي، 2003).

يمكن استخدام مخلفات تنقية الكبريت مثل الكبريت النقي 100%S والكبريت الرغوي 75%S والكبريت الزراعي 90%S هو ناتج عرضي لتصنيع الكبريت في زيادة جاهزية الفسفور والكبريت والمغذيات الأخرى من المترسبات في التربة عن طريق خفض pH درجة تفاعل التربة بتكوين حامض الكبريتيك  $H_2SO_4$  عند أكسدته او مخلفاته الاكسدة البيو كيميائية حيث تتم الاكسدة بواسطة الاحياء الهوائية من جنس البكتريا *Thiobacillus* Spp. لتقلل استخدام الاسمدة الكيميائية وتعويض النقص في العناصر الغذائية والكبريت فهو ضروري لزيادة إنتاج المحاصيل الحقلية ومقاومتها للأمراض الفطرية وزيادة كفاءة تمثيل النيتروجين في النبات وبناء الأحماض الامينية Cysteine و Cysteine (تاج الدين، 1979 وحمودي، 2016 والخزاعي، 2016). الاسمدة الحيوية عبارة عن مجموعة من الاحياء الدقيقة في التربة والتي تعمل على توفير العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات حيث تعمل على تحويل العناصر الغذائية من صورتها غير الميسرة الى صورتها الميسرة والقابلة للامتصاص من قبل النبات وخاصة العناصر الغذائية المهمة للنبات مثل الفسفور والنيتروجين والبوتاسيوم والكبريت، وتعد الاسمدة الحيوية من الاسمدة الصديقة للبيئة التي يتم استخدامها في معظم دول العالم حيث تعمل على امداد التربة بالمغذيات النباتية، إذ تعد البكتريا والطحالب الخضراء المزرققة من أهم الاسمدة الحيوية المستخدمة في خدمة النبات من خلال زيادة جاهزية العناصر الغذائية ومقاومة النبات للظروف البيئية غير الملائمة المحيطة للنبات كالجهد البيئي في التربة والتغيرات المناخية (هاني العلاف، 2020).

تعد البكتيريا *Thiobacillus spp.* من اهم العوامل الحيوية التي تستعمر جذور النباتات والتي تمتلك العديد من الاليات و الوسائل التي تجعلها قادرة على اكسدة الكبريت المعدني الى كبريتات  $SO_4^{-2}$  قابلة للامتصاص من قبل النبات (2019, Mathilde) والذي يعمل على خفض درجة تفاعل التربة وزيادة جاهزية العناصر الغذائية في منطقة الرايزوسفير (khan وآخرون, 2012). يُعد محصول السلجم أو الكانولا *Brassica napus* من المحاصيل الزراعية الزيتية المهمة في دول عديدة من أنحاء العالم إذ يزرع بملايين الهكتارات من الاراضي الزراعية حيث يزرع بالدرجة الاولى في كندا ثم في الصين والجزائر والهند (Bagheri and Somarin, 2011) ويزرع في الولايات المتحدة الأمريكية والمانيا (Brian, 2006)، ويستخرج منه الزيوت الصالحة للاستهلاك البشري، وحسب احصائيات منظمة التغذية والزراعة (FAO, 2014) بلغ الإنتاج 39.8 مليون طن من 70 مليون طن من إجمالي البذور الزيتية العالمية في عام 2020 في حين قدر اجمالي انتاج البذور الزيتية عام 2020 بنحو 68.9 مليون طن ساهمت بذور الكانولا 71.8 مليون طن. ويستخدم زيت بذور السلجم في الطهي، وفي منتجات اخرى صالحة للأكل حيث تحتوي بذورها على حمض الايروسيك بنسبة 0.5-1%، وهو اقل من 2% التي حددتها وزارة الزراعة الامريكية، وتستخدم باقي اجزاء النبات كمصادر لعلف الحيوانات او الدواجن. واليابان كما تم التوسع في زراعته لتحقيق الاكتفاء الذاتي من الوقود الحيوي (Biodeasel) المستخرج من زيت البذور (Brian, 2006) تم اختيار محصول السلجم لعدم وجود دراسات كثيرة عليه في العراق ولتشجيع زراعته في البلد لما له من مردود اقتصادي مهم ويُعد محصول السلجم من المحاصيل الاستراتيجية المهمة لا سبب اقتصادية عديدة كما ان زراعته في الشتاء لا تتطلب مياه ري كثيرة مقارنة بالمحاصيل الصيفية لذا يتطلب ضرورة عمل الدراسات والتوسيع بزراعته لما يقدمه من حلول في انتاج الزيوت وانتاج الاعلاف عالية البروتين (Eskandari and Kazemi, 2012، الاوسي, 2017). كان الهدف من التجربة هو دراسة مستويات مختلفة من الكبريت على درجة تفاعل التربة ونمو وحاصل نبات السلجم دراسة تأثير تداخل الكبريت وبكتيريا *Thiobacillus* على نمو وحاصل نبات السلجم.

#### مواد وطرائق عمل

أجريت تجربة حقلية في منطقة ناحية الشحيمية قضاء الصويرة محافظة في تربة مزيجيه غرينيه (Silty loam) وتم زراعة محصول السلجم (*Brassica napus*) بتاريخ 20-10-2021 للعروة الخريفية، صنف (باكتول) والتي تم الحصول عليه من السوق المحلي) بمعدل 8 كغم / هكتار على شكل خطوط والمسافة بين خط وآخر 50 سم وزرعت على شكل جور والمسافة بين جورة واخرى 20 سم حيث تكونت الوحدة التجريبية الواحدة من ثلاث خطوط وكل خط من ثمان جور وكل جورة تكون من نبات واحد فقط، وتم اضافة السماد قبل الزراعة بواقع 50 كغم للدونم وكان معدل اضافة السماد للوحدة التجريبية الواحدة 45 غ، و اضافة بكتريا *Thiobacillus spp.* المحضرة في المختبر بحقنها في التربة بحجم 5 مل / جورة و 10 مل / جورة قبل الزراعة بخمسة ايام وكانت التربة رطبة لضمان انتشار البكتريا في التربة، ثم تم زراعة بذور المحصول واستمرار ري المحصول سيجا عند استنزاف 50% من الماء الجاهز، واجراء عمليات التعشيب للمحصول في بداية النمو للتخلص من الادغال المرفقة للمحصول، باستخدام التجربة العملية باستعمال تصميم القطاعات تامه التعشيب RCB في التجربة، حيث تضمنت التجربة عاملين العامل الاول اربع تراكيز من الكبريت (0%- 12%- 24% - 36%) إذ رمز الكبريت بالحرف S، والعامل الثاني اضافة مستويين من بكتريا *Thiobacillus spp.* وهي (اضافة 5 مل و 10 مل بكتريا/ جورة على التوالي) ويرمز لها بالرمز T بثلاث مكررات لجميع المعاملات والتي وزعت عشوائيا واخذت عينات التربة قبل الزراعة من الحقل وجففت وطحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2ملم وحسبت التحليلات الفيزيائية والكيميائية لها وكما اخذت العينات في كل مرحلة نمو في بداية النمو وقبل التزهير وقبل العقد وفي مرحلة الحصاد واجراء التحليلات اللازمة عليها باستخدام الطرق وفق ما ورد في page وآخرون (1982).

اجريت عمليات عزل وتنقية وحساب اعداد البكتريا في مختبر الاحياء المجهرية في قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة / جامعة واسط، إذ تم عزل البكتريا باستخدام الوسط الغذائي المتخصص لعزل البكتريا 9K selective culture medium والمتكون من المواد التالية عند pH 2.0 (جدول 1).

حيث استخدمت تقنية التخفيف إذ تم اخذ عينات من التربة واخذ منها 1 غم وضع في 9 مل من الماء المقطر المعقم ثم اجري التخفيف الى 4-10 وتم صب التخفيف الاخير في اطباق بتري حاوية على الوسط الغذائي المعقم اعلاه بالمؤسدة بدرجة حرارة 121 مل و ضغط 15 انج 2، حضنت الاطباق في الحاضنة الكهربائية على درجة حرارة 30 م° ولمدة 2 يوم، وتم حساب اعداد المستعمرات البكتيرية النامية في الاطباق وحسب النمو الحاصل في اعلى تخفيف باستخدام معادلة تتضمن ضرب عدد المستعمرات النامية بمقلوب التخفيف.

عدد البكتيريا = عدد المستعمرات \* مقلوب التخفيف

جدول (1) مكونات اعداد الوسط.

المادة	الكمية
Ammonium sulphate	0.400 g
Monopotassium phosphate	4.000 g
Ferrous sulphate	0.010 g
Calcium chloride	0.250 g
Magnesium sulphate	0.500 g
Sodium thiosulphate	5.000 g
Agar	12.500 g
distilled water ماء مقطر	.1000 mL

## النتائج والمناقشة

أعداد البكتريا *Thioacillus thioparus* في التربة

بينت نتائج (جدول 1-4) بعد 30 يوم من انبات بذور السلجم ان اعلى معدل لأعداد المستعمرات بكتريا *Thioacillus thioparus* بلغ عند اضافة البكتريا *T. thioparus* بمعدل 10مل/جورة وتركيز الكبريت 36% معاملة T2S4 اذ بلغت 1866.66 خلية/ مل والتي لم تختلف معنويا عن المعاملات T1S3 , T1S4, T2S2 , T2S3 , S2 و S3 , S4 , T2 , T1S3 , T1S4, T2S2, T2S3 , 1566.66 , 1766.66, 1333.33 , 1600 , 1433.33 , 1700 , 1866.66 و 1566.66 خلية / مل على التوالي, ولم تظهر معاملة T2S4 اختلافا معنويا مع معامليتي T1 و T1S2 حيث بلغت 1166.66 و 1100 خلية / مل على التوالي, وبينت نتائج التجربة الحقلية ان هناك علاقة طردية بين ارتفاع معدل اضافة الكبريت وأعداد البكتريا في التربة اذ كلما أزداد معدل اضافة الكبريت ارتفع معدل أعداد البكتريا *T. thioparus*. اظهرت نتائج حساب معدل أعداد المستعمرات البكتريا *T. thioparus* قبل التزهير بعد 75 يوم من الزراعة (جدول 1-4) ان اعلى معدل بلغ 1800 خلية/ مل عند معاملة T2S4 حيث اختلفت معنويا مع معاملة المقارنة والتي بلغت 1066.66 خلية/ مل كما انها لم تختلف معنويا عن المعاملات S3 و S4, T2 , T1S2, T1S3 , T1S4, T2S2, T2S3 حيث بلغ معدل أعداد مستعمرات البكتريا 1433.33 , 1566.66 , 1633.33 , 1466.66 , 1433.33 , 1233.33 , 1433.33 , 1333.33 و 1433.33 خلية/ مل على التوالي , ولم يظهر اختلاف معنوي بين معاملة T1 , S2 ومعاملة المقارنة حيث بلغت 1173.33 , 1133.33 خلية/ مل على التوالي حيث ظهر ان كلما أزداد معدل اضافة الكبريت والبكتريا *T. thioparus* أزداد معدل نشاط وكثافة البكتريا المعاميري (2007) و Emky وآخرون (2010) و Veith وآخرون (2012) و Vikromvarasiri وآخرون (2014) وآخرون (2015). يوضح (جدول 2) اعدد البكتريا *T. thioparus* بعد الزراعة 120 يوم قبل التزهير حيث وجد هناك فروق معنوية بين المعاملات ومعاملة المقارنة اذ تعد معاملة اضافة البكتريا *T. thioparus* بمعدل 10مل /جورة افضل المعاملات في اعدد البكتريا بلغت 1353.33 خلية/ مل وهذا السبب يعود الى ان كلما أزداد معدل اضافة تركيز الكبريت أزداد نشاط وكثافة البكتريا المؤكسدة للكبريت *T. thioparus* كما ان هناك فروق معنوية بالمعاملات T1S4 , T2S2 , T2S3 , T1S3 , T1S2 , T2 , T1 , S4 , S3 , S2 و وكانت النتائج 1100 , 920 , 1300 , 1066.66 , 840 , 1206.66 , 833.33 , 1100 , 1000 و 700 خلية/ مل على التوالي حيث ظهر ان كلما أزداد معدل اضافة الكبريت والبكتريا *T. thioparus* أزداد معدل نشاط وكثافة البكتريا طبقا لما ذكره كل من Westrich و Berner (1988) و Kely وآخرون (2000) و Ito وآخرون (2005) والمعاميري (2007) و Yang وآخرون (2009) و Emky وآخرون (2010).

كما بينت النتائج من (جدول 2) معدل اعدد البكتريا *T. thioparus* في فترة الحصاد بعد 180 يوم من الزراعة ان هناك اختلاف معنوي في معاملة T2S4 التي بلغت 1546.66 خلية/ مل مقارنة بمعاملة المقارنة التي بلغت 433.33 خلية/ مل وبينت هناك اختلاف معنوي مع المعاملات S2 , T2S3 , T2S2 , T1S4 , T1S3, T1S2 , T2 , T1 , S4 , S3 , S2 التي بلغت النتائج 1166.66 , 1100 , 1233.33 , 933.33 , 873.33 , 1133.33 , 1033.33 , 1400 , 1333.33 و 1300 خلية/ مل على التوالي, حيث كلما ازداد معدل اضافة الكبريت ازداد معدل نمو البكتريا *T. thioparus* في التربة حيث ظهر ان كلما أزداد معدل اضافة الكبريت والبكتريا *T. thioparus* أزداد معدل نشاط وكثافة البكتريا Kely وآخرون (2000) و Ito وآخرون (2005) والمعاميري (2007) و Yang وآخرون (2009) و Emky وآخرون (2010) و Veith وآخرون (2012) و Vikromvarasiri وآخرون (2014) و Vikromvarasiri وآخرون (2015).

جدول (2) معدل أعداد البكتيريا *T. thioparus* خلال فترة مراحل نمو نبات السلجم

معدل عدد البكتيريا <i>T. thioparus</i> خلية / مل				معاملة / معدل	رمز المعاملة
بعد الحصاد	قبل العقد	قبل التزهير	بعد الإنبات		
433.33*	566.66	1066.66	1066.66	الكبريت 0	S1
1300.00	700	1133.33	1566.66	الكبريت 12%	S2
1333.33	1000	1333.33	1700.00	الكبريت 24%	S3
1400.00	1100	1433.33	1866.66	الكبريت 36%	S4
1033.33	833.33	1173.33	1166.66	5مل بكتريا	T1
1133.33	1206.66	1233.33	1600.00	10مل بكتريا	T2
873.33	840	1433.33	1100.00	الكبريت 12%+ البكتريا 5 مل	T1S2
933.33	1066.66	1466.66	1433.33	الكبريت 24%+ البكتريا 5 مل	T1S3
1233.33	1300	1633.33	1766.66	الكبريت 36% + البكتريا 5مل	T1S4
1100,00	920	1433.33	1333.33	الكبريت 12%+ البكتريا 10مل	T2S2
1166.66	1100	1566.66	1566.66	الكبريت 24%+ البكتريا 10مل	T2S3
1546.66	1353.33	1800.00	1866.66	الكبريت 36%+ البكتريا 10مل	T2S4
85.37	116.2	140	194.5	L .S.D	

\* كل رقم يمثل معدل ثلاثة مكررات

## تركيز الكبريت الجاهز في التربة (ملغم /كغم تربة )

أظهرت نتائج (جدول 3) ان تركيز الكبريت الجاهز في التربة بعد الزراعة بلغ في اعلى معدلاته عند اضافة الكبريت 36% والبكتريا بمعدل *T. thioparus* 10مل/جورة اذ بلغ 39 ملغم /كغم قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل معدل 20.44 ملغم /كغم ولم تختلف معنويا عن معاملة T1 التي بلغ تركيز الكبريت فيها 22.59 ملغم /كغم وظهرت فروق معنوية بين جميع المعاملات T1S2, T1S3, T1S4, T2S2, T2S3, S2, S3, S4, T2, T1S2, T1S3, T1S4, T2S2, T2S3 حيث بلغ معدلات الكبريت فيها 30.67, 24, 36, 25.68, 27.25, 34.66, 29.36, 23.77 ملغم /كغم على التوالي ويعزى ذلك الى ان نسبة الكبريت المضافة الى التربة ادت الى زيادة نشاط البكتريا *T. thioparus* المؤكسدة للكبريت التي بفعل عمليات اكسدة التي قامت بتحول الى حامض الكبريتيك وخفض pH التربة وزيادة جاهزية الكبريت والعناصر الغذائية فيها Singh وآخرون (2014) ان وجود الكبريت الزراعي يؤثر معنويا على زيادة جاهزية الكبريت في التربة .

أشار (جدول 3) الى نسبة الكبريت في التربة بعد 75 يوم من الزراعة حيث حققت معاملة T2S4 اعلى معدل نسبة الكبريت الجاهز في التربة بلغت 39.33 ملغم /كغم قياسا بمستوى المقارنة الذي حقق اقل متوسط الى نسبة الكبريت الجاهز في التربة اذ بلغ 21 ملغم /كغم ووجد هناك فروق معنوية بين المعاملات T1S2, T1S3, T1S4, T2S2, T2S3, S2, S3, S4 والتي بلغت معدل متوسطات الكبريت لها 32, 38.33, 26.66, 27.25, 26.66, 27.66, 35.65, 31.61 و 23.66 ملغم /كغم على التوالي قياسا بمعاملة المقارنة حيث نجد هنا أزداد معدل جاهزية الكبريت في التربة وأزداد بمعدل اضافة الكبريت والبكتريا *T. thioparus* حيث تعمل على اكسدة الكبريت وزيادة جاهزيته في التربة كما ذكر Emky وآخرون (2010) و Singh وآخرون (2014) و Kumar (2014) كلما أزداد معدل اضافة الكبريت ظهرت فروقات معنوية في جاهزية الكبريت والعناصر الغذائية في التربة. كما يوضح (جدول 3) ان معدل تراكم الكبريت الجاهز في تجربة الحقل بعد 180 يوم من الزراعة في وقت الحصاد حيث وجد ان معاملة T2S4 حققت اعلى معدل الكبريت الجاهز في التجربة قياسا بمعاملة المقارنة اذ بلغ 42 ملغم /كغم و اقل معدل جاهزية الكبريت في معاملة المقارنة 22.66 ملغم /كغم كما أشار ان المعاملات T1S2, T1S3, T1S4, T2S2, T2S3, S2, S3, S4, T2, T1S2, T1S3 لم تظهر فروقا معنويا بينها وبين معاملة

T2S4 حيث بلغت معدلات الكبريت الجاهز في التربة 34, 26.26, 40, 30.87, 29, 29.62, 36, 30.33 ملغم /كغم على التوالي , ولا توجد فروق معنوية بين معاملة اضافة البكتريا *T. thioparus* بمعدل 5 مل /جورة والمقارنة حيث بلغ معدل تركيز الكبريت فيها 25.66 ملغم /كغم كما وجد من خلال النتائج ان كلما أزداد معدل اضافة الكبريت والبكتريا *T. thioparus* زادت جاهزية الكبريت وان كلما اتجهنا نحو الحصاد قل جاهزية الكبريت حيث يعتبر العمر 120 يوم هو الذروة لجاهزية الكبريت ونشاط البكتريا في التربة لافي معاملة اضافة الكبريت 36% والبكتريا *T. thioparus* بمعدل 10 مل /جورة هي اعلى معدل للكبريت في وقت الحصاد لان هي افضل معاملة حققت انخفاض في درجة تفاعل التربة وحققت اعلى معدل جاهزية الكبريت في التربة وهذا ما ذكر في دراسة قام بها Veith وآخرون (2012) و Vikromvarasiri وآخرون (2014) و Vikromvarasiri وآخرون (2015) ان اضافة الكبريت تؤثر معنويا في جاهزية الكبريت ونشاط البكتريا .

جدول (3) معدل تركيز الكبريت الجاهز في التربة خلال فترة مراحل نمو نبات السلجم

معدل تركيز الكبريت الجاهز في التربة (ملغم/كغم تربة)				معاملة / معدل	رمز المعاملة
بعد الحصاد	قبل العقد	قبل التزهير	بعد الانبات		
22.66	22.05	21.00	20.44	الكبريت 0	S1
26.66	27.03	23.66	23.77	الكبريت 12%	S2
30.33	33.90	31.61	29.36	الكبريت 24%	S3
36.00	39.00	35.65	34.66	الكبريت 36%	S4
25.66	30.33	27.66	22.59	5مل بكتريا	T1
29.62	30.01	26.66	27.25	10مل بكتريا	T2
29.00	29.31	27.25	25.68	الكبريت 12%+ البكتريا 5 مل	T1S2
30.87	35.86	32.00	31.34	الكبريت 24%+البكتريا 5 مل	T1S3
40.00	40.66	38.33	36.00	الكبريت 36% + البكتريا 5مل	T1S4
26.66	28.33	26.66	24.00	الكبريت 12%+ البكتريا 10مل	T2S2
34.00	37.00	32.00	30.67	الكبريت 24%+ البكتريا 10مل	T2S3
42.00	41.01	39.33	39.00	الكبريت 36%+ البكتريا 10مل	T2S4
2.12	1.87	3.19	194.5	L .S.D	

\* كل رقم يمثل معدل ثلاثة مكررات

دراسة صفات ومؤشرات النمو الخضري في النبات

تركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في نباتات السلجم

تركيز النتروجين في نبات السلجم

يوضح (جدول 4) معدل تركيز النتروجين في نبات السلجم في التجربة الحقلية حيث بينت النتائج ان افضل معاملة حققت اعلى معدل نسبة للنتروجين هي معاملة T2S4 التي بلغ فيها بنسبة 3.81 % قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل معدل للنتروجين في النبات بلغ 1.13 % ولا توجد اختلافات بين المعاملات من حيث المعنوية T1S3 , T1S4, T2S2,T2S3 المعنوية 1.78 و 2.40, 1.88, 2.50, 2.82, 3.48, 2.43, 3.19 التي بلغت معدل النسب المئوية فيها S3 و S4, T1, T1S2, على التوالي. ولا توجد فروق معنوية بين المعاملات T2 و S2 بلغت المعدلات 1.51 و 1.62 % على التوالي حيث نجد انه كلما أزداد معدل اضافة الكبريت و اضافة البكتريا *T. thioparus* التي تعمل على اكسدة الكبريت الموجود في التربة واطلاق

النتروجين وتكون حامض الكبريتيك والتي بدورة يخفض من درجة تفاعل التربة والذي يؤدي الى زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة ويقوم النبات بامتصاص النتروجين من التربة والتي يزيد من نسبته في النبات وان هناك علاقة بين الكبريت والنتروجين حيث احدهما يزيد من امتصاص الاخر Janzen وآخرون (1984) و Jarvan وآخرون (2004) والجبوري (2011).

#### تركيز الفسفور في النبات السلجم

اظهرت النتائج في ( جدول 4 ) تركيز الفسفور في نبات السلجم في تجربة الحقلية هناك فروق معنوية بين معاملة اضافة الكبريت 36% والبكتريا *T. thioparus* بواقع 10 مل/جورة والتي حققت اعلى معدل تركيز للفسفور في النبات الذي بلغ 0.85% مقارنة بمعاملة المقارنة التي حققت اقل معدل لتركيز الفسفور فيها 0.51% ووجد هناك لا توجد اختلافًا معنويًا بين المعاملات S3 و S4, T1S2, T1S3, T1S4, T2S2, T2S3 و افضل معاملة في التجربة حيث بلغت تراكيز الفسفور في النبات 0.80, 0.69, 0.81, 0.72, 0.66, 0.61, 0.58 % على التوالي , ولا توجد فروق معنوية بين لمعاملات T1, T2 و S2 ومعاملة المقارنة بلغت فيها 0.53, 0.53, 0.55 % على التوالي من خلال النتائج نجد ان كلما أزداد معدل اضافة الكبريت والبكتريا *T. thioparus* المؤكسدة للكبريت حيث تزيد من نشاط وكثافة البكتريا في التربة التي تعمل على زيادة جاهزية الكبريت وتعمل على خفض درجة تفاعل التربة والتي بدورها تعمل على تحرر الفسفور الموجود في معادن الحاوية عليه في التربة ويصبح جاهز للامتصاص من قبل النبات عن طريق الجذور والتي يزيد تراكيزه في النبات طبقا ما توصل اليه كل من Al-Zahidi وآخرون (2005) و Al-Hasson (2010).

#### 3-1-2-4- تركيز البوتاسيوم في النبات السلجم

أظهرت نتائج (جدول 4) تركيز البوتاسيوم في نبات السلجم في التجربة الحقلية وجود فروق معنوية بين المعاملات حيث بلغت معاملة اضافة الكبريت 36% والبكتريا *T. thioparus* بمعدل 5 مل / جورة اعلى معدل لتركيز البوتاسيوم في التربة اذ بلغت 2.72 % ولا توجد فروق معنوية بين المعاملات S4 و T1S2, T1S3, T2S2, T2S3, T2S4 والتي بلغ تركيز البوتاسيوم فيها 2.66, 2.58, 1.73, 2.05, 1.60, 1.32 % على التوالي قياسا بمستوى المقارنة بلغ اقل متوسط للبوتاسيوم 1.20 % ولا توجد فروقات معنوية بين المعاملات S2 و S3, T1, T2 اذ بلغت متوسطات تركيز البوتاسيوم 1.20, 1.07, 1.24, 1.21 % على التوالي، من خلال النتائج نجد ان كلما أزداد معدل الكبريت مع وجود البكتريا *T. thioparus* يزداد تركيز البوتاس نتيجة لزيادة كثافة البكتريا في التربة التي تعمل على زيادة الكبريت في التربة التي تعمل على خفض درجة تفاعل التربة والتي تعمل على تحرر البوتاس من المعادن الحاوية عليه وزيادة جاهزية في التربة ويمتصه النبات ويزداد تركيزه في التربة وهذا يعود الى زيادة الفسفور في التربة في حين يزيد تكوين المجموع الجذري وبدورة يزيد امتصاص البوتاس من التربة الى النبات طبقا ما ذكر الزاهدي (2005) و Pasha (2005) والجبوري (2011).

## جدول (4) معدل تراكيز الNPK في نبات السلجم %

معدل تركيز NPK الجاهز في النبات (%)			معاملة / معدل	رمز المعاملة
بوتاسيوم	فسفور	نتروجين		
*1.20	0.51	1.13	الكبريت 0	S1
1.21	0.55	1.62	الكبريت 12%	S2
1.24	0.58	1.78	الكبريت 24%	S3
1.32	0.61	2.40	الكبريت 36%	S4
1.07	0.53	1.88	5 مل بكتريا	T1
1.20	0.53	1.51	10 مل بكتريا	T2
1.60	0.66	2.50	الكبريت 12% + البكتريا 5 مل	T1S2
2.05	0.72	2.82	الكبريت 24% + البكتريا 5 مل	T1S3
2.72	0.81	3.48	الكبريت 36% + البكتريا 5 مل	T1S4
1.73	0.69	2.43	الكبريت 12% + البكتريا 10 مل	T2S2
2.58	0.80	3.19	الكبريت 24% + البكتريا 10 مل	T2S3
2.66	0.85	3.81	الكبريت 36% + البكتريا 10 مل	T2S4
0.19	0.052	0.487	L .S.D	

\* كل رقم يمثل معدل ثلاثة مكررات 0

## الاستنتاجات

ان اضافة الكبريت الى التربة يزيد من عدد مستعمرات البكتريا *T. thioparus* المتخصصة في اكسدة الكبريت والتي تعمل على زيادة جاهزية الكبريت في التربة. كلما ازداد اضافة تركيز الكبريت الى 36 % والبكتريا *T. thioparus* بمعدل 5 الى 10 مل للجذر تزداد جاهزية الكبريت والتي تعمل على خفض درجة تفاعل التربة والتي تزيد من جاهزية العناصر الغذائية فيها. زيادة تركيز الكبريت المضاف الى التربة والبكتريا *T. thioparus* تؤدي الى زيادة نسبة العناصر الغذائية في التربة وزيادة نسب ال NPK في النبات كذلك زيادة في معدل الكلوروفيل في اوراق السلجم.

## المصادر

- 1- الاعظمي , زيدون احمد عبدالكريم .1990. تأثير اضافة الكبريت الرغوي والصخر الفوسفاتي على جاهزية بعض العناصر الغذائية وحاصل الذرة الصفراء .اطروحة دكتوراه .علوم التربة – كلية الزراعة – جامعه بغداد.
- 2- التميمي , محمد صلال .2003. تأثير خلط الكبريت الزراعي مع بعض المصادر الفوسفاتية في جاهزية الفسفور وحاصل الذرة الصفراء . رسالة ماجستير .كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- 3- تاج الدين , منذر ماجد . 1979 . تأثير الكبريت على جاهزية العناصر الغذائية لبعض الترب العراقية . رسالة ماجستير . قسم التربة .جامعة بغداد .
- 4- حمودي , انمار حمودي كاظم . 2016. دور اضافة الكبريت الزراعي بمستويات ومواعيد مختلفة في درجة تفاعل التربة وجاهزية بعض العناصر الصغرى واثرها في نمو وانتاج صنفين من الحنطة . رسالة ماجستير . قسم التربة والموارد المائية . كلية الزراعة – جامعة المثنى .

- 5- الخزاعي , كهرمان حسين حبيب . 2016 . تأثير مصادر ومستويات الكبريت وموعد الاضافة في جاهزية وتحرر الكبريت والفسفور وحاصل الذرة الصفراء . اطروحة دكتورا . قسم التربة والموارد المائية . كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- 6- العلاف, ايد هاني . 2020. أهمية الاسمدة الحيوية في تقليل من اضافة الاسمدة الكيميائية لبيساتين الفاكهة , كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل .
- 7- الاوسي, محمد جبار مجيد. 2017. تأثير مسافات الزراعة بين الخطوط ومواعيد الزراعة في نمو وانتاجية ونوعية محصول السلجم .رسالة ماجستير . كلية الزراعة – جامعة الانبار .(15)(1).
- 8- المعاميري , علي عباس كاظم المعاميري . 2007. تأثير مستويات والمادة العضوية على نشاط وتواجد البكتريا ذاتية التغذية المؤكسدة للكبريت والثايوكبريتات في التربة عند مدد حضان مختلفة – مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة المجلد الاول, العدد الثاني . 2007.
- 9- عليوي , علي محمد وليث محمد جواد الشماع . 2008. تأثير اضافة الكبريت في درجة حموضة التربة pH ونمو وانتاجية نبات السلجم . مجلة ام سلمة للعلوم . 5(2) : 1-6.
- 10- البياتي , علي حسين براهيم وبشير حمد عبدالله صولاغ ومؤيد هادي العاني . 2009. تأثير الكثافة النباتية ومستوى اضافة الكبريت الزراعي في نمو وغلة محصول زهرة الشمس تحت الظروف الجافة غرب العراق . 2(3) : 27-43.
- 11- الاعظمي , زيدون احمد عبدالكريم . 1990. تأثير اضافة الكبريت الرغوي والصخر الفوسفاتي على جاهزية بعض العناصر الغذائية وحاصل الذرة الصفراء . اطروحة دكتوراه . علوم التربة – كلية الزراعة – جامعه بغداد.
- 12- زيون , نجاه حسين . 2006. تأثير مستويات الكبريت والسماذ الفوسفاتي في نمو وحاصل زهرة الشمس ( Helianthus annuus L. ) رسالة ماجستير . كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- 13- ابو ضاحي، يوسف محمد . 1999 . تأثير اضافة الكبريت الرغوي والسماذ 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.
- 14- 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 .
- 15- page, a.l., r. h . miller and d. r. kenney . 1982 . methods of soil analysis . part 2 . 2<sup>nd</sup> . edition . agro .9. amr. Agron.
- 16- Khan,s.;Haq,F.;Hasan,F.;Saeed,K.Ullan,R. 2012.Growth and Biochemical Activities of Acidithiobacillus thiooxidans Collected from Black Shale.J.of Microbiology Research ,2(4).78-83.
- 17- Brian, D. 2006. Spring canola and Mustard trail, Center Oregon. Agriculture Researcher Center in Madras.
- 18- Bagheri, H. and S. Somarin. 2011. Study of drought stress on agronomic traits of winter canola (*Brassica napus* ) Scientific Research and Essays, 6(25 )5258 – 5289.
- 19- Eskandari, H. and K. Kazemi, 2012. Changes in germination properties of Rape (*Brassica napus* L) as affected by hydropriming of seeds. J. of Basic Appl Sci Res, 2: 3285-3288.

- 20- Emky , H . ; Valdebebenito , R . ; Tamora, C . A . ; Lesile , E . A . ; Nathaly , M . R . T . ; Katherine , E . S . ; German , E . A . and Homero , E . U . 2010. Thiosulphate oxidation by *thiobacillus thioaparus* and *Halothiobacillus neapolitanus* strains isolated from the petrochemical industry. *Electronic J . of Biotecnology*.12:0717-3458.
- 21- Ito, T., Sugita, K., Yumoto, I., Nodasaka, Y., and Okabe, S. (2005).chemolithoautotrophic sulfur-oxidizing bacterium isolated from amicroaerobic waste-water biofilm. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 55, 1059–1064.doi: 10.1099/ijs.0.63467-0.
- 22- Kelly, D. P., and Wood, A. P. (2000). Reclassification of some species of *Thiobacillus Acidithiobacillus* gen . nov . , Halothiobacillus. *Int. J. Syst. Evol.Microbiol.* 50, 511–516. doi: 10.1099/00207713-50-2-511.
- 23- Veith, A., Botelho, H. M., Kindinger, F., Gomes, C. M., and Kletzin, A. (2012).The sulfur oxygenase reductase fromthe mesophilic bacterium *Halothiobacillus neapolitanus* is a highly active thermozyeme. *J. Bacteriol.* 194, 677–685.doi: 10.1128/JB.06531-11.
- 24- Vikromvarasiri , N., Boonyawanich, S., and Pisutpaisal, N. (2015).Comparative performance of *Halothiobacillus neapolitanus* and paracoccus pantotrophus in sulphur oxidation. *EnergyProced.* 79, 885–889. doi: 10.1016/j.egypro.2015.11.582.
- 25- Vikromvarasiri, N., and Pisutpaisal , N. (2014). Potential application of *Halothiobacillus neapolitanus* for hydrogen sulfi deremovalinBiogas.*EnergyProced.*61,12191223. doi:10.1016/j.egypro.2014.11.106
- 26- Westrich j ,Berner R.A ,(1988) .The effect of temperature on rates of sulfate reduction in marine sediments , *Geomicrobiol. J.* 99,6.117.
- 27- 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.
- 28- 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
- 29- Janzen, H. H. and J. R. Bettany. 1984 . Sulfur nutrition of rap-seed. I-Influence of fertilizer nitrogen and sulfur rates. *Soil Sci Soc. Am. J.* 48: 100-107.
- 30- 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.
- 31- 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.

- 32- Pasha, A. 2005. Effect of Split Application of Nitrogen and Sulfur Fertilization on Growth, Yield and Quality of Wheat. M.Sc Thesis, Univ. of Agric. Sci., Dhawad.