Wadi Alshatti University Journal of
Pure and Applied Sciences

مجلة جامعة وادي الشاطئ
للعلوم البحتة والتطبيقية

The First International Online Conference on Sustainability- May 12-14 , 2026, Al 'Ajalat - Libya

RESEARCH ARTICLE **AGRICUJTURAL ENGINEERING**

The Effect of Adding Different Levels of Agricultural Sulfur and Fermented Sheep Residues on Readiness (N, P, K) in Soil and Their Concentration in Wheat Grains (*Triticum aestivum L.*) (Variety- Sham 6)

Al-Mothanna S. Al-Diwani[1,*]

[1]Department of Soil and Land Reclamation, Euphrates University, Deir ez-Zor, Syria

ARTICLE HISTORY

Received 10 March 2026
Revised 28 April 2026
Accepted 10 May 2026
Online 14 May 2026

KEYWORDS

Agricultural sulfur;
Fermented sheep waste;
Soil availability (N-P-K) from Seeds.

A B S T R A C T

In the laboratories at Euphrates University- Faculty of Agriculture a pot experiment was conducted during the agricultural season (15/11/2023). The aim was to study the effect of varying levels of agricultural sulfur and fermented sheep manures on their readiness in soil and uptake (N, P, K) by field wheat plant (Triticum aestivum L.) (var-Sham 6) Agricultural sulfur (S95%) was applied at four levels (0,500, 1000 and 2000) kg S/ha and three levels of fermented. sheep manures bio-fertilizer (0, 10 and 20) tons/ha were applied: The highest readiness values of nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur were achieved at the (2000) kg S/ha (S3) level of addition, the readiness of the element reached (14.79) mg/kg soil for nitrogen, (14.73) mg/kg soil for phosphorus, (273.14) mg/kg soil for potassium and (2273.01) mg/kg soil for sulfur.The amendment rate (20) tons/ha (M2) produced the highest available soil test values with (14.18) mg/kg soil N, (10.13) mg/g P and (271.50) mg/kg K and (1834.0) mg/kg sulfate in soil .Application of agricultural sulfur and fermented sheep waste at the highest levels resulted in a marked increase in nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur concentrations in wheat grain seeds (variety- Sham 6), which were (2.810, 0.480, 0.275 and 0.393) % respectively.The interaction of the two factors (S3M2) produced the highest level of soil test availability (N-P-K-S), and the highest grain concentration of the same elements in wheat plants..The applying of treatment (S3M2) is of great importance in arid soil conditions in Syria and similar .

تأثير إضافة مستويات مختلفة من الكبريت الزراعي ومخلفات الأغنام المخمرة في جاهزية (N,P,K) بالتربة وتركيزها في حبوب القمح (Triticum aestivum l.) (صنف – شام 6)

المثنى صبحي الديواني[1،*]

الملخص

نفذت تجربة أصص في مخابر كلية الزراعة –جامعة الفرات بالموسم الزراعي (2023/11/15) م. لدراسة تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومخلفات الأغنام المخمرة في جاهزيتها بالتربة وامتصاص (N , P , K) من قبل نبات القمح (صنف – شام 6). أضيف الكبريت الزراعي (S%95) بأربع مستويات (0 و500 و 1000 و 2000) كغ S/هـ وثلاثة مستويات من مخلفات الأغنام المخمرة (0 و10و20) طن/هـ وبثلاثة مكررات لكل معاملة. أظهرت النتائج : تحققت أعلى قيم لجاهزية الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت عند مستوى الإضافة (2000) كغ S/هـ (S3)، حيث بلغت جاهزية العناصر(14.79) ملغ/كغ تربة للآزوت و(14.73) ملغ/كغ تربة للفوسفور و(273.14) ملغ/كغ تربة للبوتاسيوم و(2273.01) ملغ/كغ تربة للكبريت. حقق المستوى الإضافة (20) طن/هكتار(M2) أعلى القيم إذ بلغت (14.18) ملغ/كغ تربة للآزوت و(10.13) ملغ/غ تربة للفوسفور و(271.50) ملغ/كغ تربة للبوتاسيوم و(1834.0) ملغ/كغ تربة للكبريتات بالتربة. أدى إضافة الكبريت الزراعي ومخلفات الأغنام المخمرة بأعلى مستويات إلى زيادة معنوية في تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت في بذور حبوب القمح (صنف شام 6)، إذ بلغت (2.810 و 0.480 و 0.275 و0.393) % على التوالي. حقق تداخل معاملتي (S3M2) أعلى قيم في جاهزية (للآزوت و للفوسفور وللبوتاسيوم وللكبريتات) في التربة، وأعلى تركيز لنفس العناصر في بذور نبات القمح . يُعد تطبيق معاملة (S3M2) ذا أهمية كبيرة في ظروف التربة القاحلة في سوريا والمناطق المماثلة في العالم لزيادة إنتاجية القمح وتحسين خصائص التربة.إنتاجية القمح وتحسين خصائص التربة.

الكلمات المفتاحية

الكبريت الزراعي
مخلفات الأغنام المخمرة
جاهزية (N,P,K) بالتربة وتركيزها بالبذور

المقدمة

تعتبر تـرب المنـاطق الجافـة وشـبه الجافـة مثـل التـرب السـورية ذات محتـوى عـال مـن كربونـات الكالسـيوم وذات pH مرتفـع يميـل إلى

*Corresponding author
https://doi.org/10.63318/waujpas.sp_FISCSDR2026_12
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

القاعدية وبذلك تقل جاهزية العناصر المغذية لاسيما العناصر المغذية الصغرى(Micronutrients) ، لذلك لا بد من إتباع الأساليب التي من شأنها زيادة جاهزية هذه العناصر ذات الأهمية في زيادة العمليات الفسلجية للنبات وبالتالي زيادة نمو المحاصيل، ومن هذه الأساليب إضافة الكبريت الزراعي إلى التربة والذي يدخل في العديد من التفاعلات التي تحصل في التربة. كما إن للكبريت أهمية في تكوين الأحماض الأمينية (Glutamic) و(Glycine) ، ويعد أحد مكونات سلسلة النقل الالكتروني للتفاعلات الضوئية في عملية التركيب الضوئي [1] .

إن الدور المهم والضروري للمادة العضوية في التربة يأتي من نواتج تحللها، لذلك فان إضافة الأسمدة العضوية النباتية أو الحيوانية تكون في حالة نشطة من التحلل نظراً لمهاجمة أحياء التربة الدقيقة واستناداً إلى ذلك تصبح إحدى المكونات الانتقالية للتربة التي يجب أن تتجدد باستمرار وذلك بإضافة المخلفات العضوية للحفاظ على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وكذلك الخصوبية في حالة مناسبة تساهم في إنتاج زراعي كفوء وذلك من خلال إمداد النبات بالعناصر المغذية الضرورية واللازمة لنموه [2] ، إذ تعمل المادة العضوية على تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة وكذلك تزيد من نسبة المادة العضوية والنيتروجين العضوي الذي يمتص بسهولة من قبل النبات بعد معدنته [3 ،4] لذلك فإن استغلال هذه المخلفات له مردود اقتصادي كبير من الناحية البيئية والزراعية.

إن الإفراط في استخدام الأسمدة الكيميائية يؤدي إلى تعرض التربة إلى عدة مشاكل منها تحمض التربة وتلوث المياه الجوفية [5 ،6]. ووجد [7 ، 8] في دراسة أُجريت على تربة مشروع براك-أشكادا الزراعي في جنوب ليبيا، للتحقق من تأثير عمق التربة (180-0 سم) ومدة استخدامها خلال أشهر(يناير، أبريل، يوليو، وأكتوبر) على مستوى النيتروجين الكلي كأثر متبقٍ لإضافة الأسمدة النيتروجينية إلى التربة. أظهرت النتائج انخفاض تركيز النيتروجين الكلي مع ازدياد عمق التربة (180-0 سم)، مع وجود فروق معنوية بين هذه الفروق في جميع الآبار المدروسة. كما أظهرت النتائج انخفاض التركيز مع ازدياد مدة استخدام التربة من يناير إلى أكتوبر، مع وجود فروق معنوية بين تركيز النيتروجين الكلي خلال مدة استخدام التربة في جميع الآبار المدروسة.

كما أُجريت دراسة من قبل [9] لتقييم تأثير استخدام الأسمدة الكيميائية (NPK) والسماد العضوي على المدى الطويل على حالة أشكال الفوسفور (P) في الزراعة في التربة الرملية في خمس مزارع تابعة لمشروع براك-أشكادا الزراعي عام 2010. وتم تحديد تراكمات الفوسفور الكلي والمتاح (P) في عينات مأخوذة من قطاع التربة على أعماق تتراوح بين 0 و180 سم خلال شهور يناير وأبريل ويوليو وأكتوبر. وأظهرت النتائج انخفاضًا في الفوسفور الكلي مع ازدياد عمق التربة، حيث بلغت قيمته 277.64، 160.78، 118.00، و111.00 ميكروغرام/غرام على التوالي؛ مع وجود تباين بين أعماق التربة؛ حيث بلغ الفوسفور الكلي في المزرعتين 18 و21 أعلى قيمة له؛ وبلغت قيمة F عند مستوى دلالة 5% في قطاع التربة 11.45 و5.32 على التوالي. لم تُظهر المزارع 19 و20 و22 أي فروق دالة إحصائياً بين الأعماق، وكانت قيم F عند مستوى دلالة 5% هي 4.82 و7.24 و9.97 على التوالي. لم تُظهر المزارع أي تباين دال إحصائيًا في المعاملة، ومع ذلك، ارتفع إجمالي الفوسفور في يناير وأبريل ويوليو، ثم انخفض في أكتوبر. وبلغت القيم 105.88 و152.37 و251.88 و159.15 ميكروغرام/غرام من التربة على التوالي. أظهر اختبار LSD عند مستوى دلالة 5% فرقًا في يناير وأبريل في المزرعة 18، وفي جميع الأوقات في المزرعة 21؛ بينما لم يُظهر اختبار LSD أي فرق دال إحصائياً في المزارع 19 و20 و22. كما انخفض الفوسفور المتاح مع زيادة عمق التربة، حيث بلغ 51.4 و33.18 و31.7 و26.7 ميكروغرام/غرام على التوالي. أظهر تحليل التباين وجود فرق معنوي في كمية الفوسفور المتاح في أعماق التربة في المزرعة رقم 18، حيث بلغت قيمة F 9.90 عند مستوى دلالة 5%، بينما لم تُظهر المزارع الأخرى أي فرق. وأظهرت المعاملات تباينًا في المزارع 18 و19 و22، وكان هذا التباين معنويًا في كمية الفوسفور المتاح. وبلغت قيمة F 19.14 و13.41 و4.30 على التوالي عند مستوى دلالة 5%. ولم تُظهر المزرعتان 20 و22 أي فرق معنوي. وأظهر اختبار LSD عند مستوى دلالة 5% وجود فرق معنوي في أبريل ويوليو وأكتوبر في المزرعتين 18 و19؛ بينما أظهرت المزرعتان 21 و22 فرقًا معنويًا في يوليو وأكتوبر، في حين أظهرت المزرعة 20 فرقًا معنويًا في أكتوبر فقط. لاحظ [10] في دراسة تأثير الأسمدة الفوسفاتية واليوريا على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة مشروع الشاطئ الزراعي خلال مواسم مختلفة بعد أربعين عاماً من التسميد واحتمالية تلوثها بالمعادة الثقيلة إلى وجود تباين ملحوظ في تركيزات المعادن الثقيلة في التربة باختلاف الفصول (الشتاء، والربيع، والصيف، والخريف). وأظهرت النتائج أيضاً وجود ارتباط وثيق بين الرقم الهيدروجيني، والتوصيل الكهربائي، وسعة التبادل الكاتيوني، والمادة العضوية، ومحتوى المعادن الثقيلة في التربة .

أُنشئ مشروع أشاتي الزراعي عام 1975 لإنتاج الخضراوات والأعلاف الحيوانية. ومنذ ذلك الحين، كانت تُزرع الخضراوات وتُسمّد بالأسمدة الكيميائية الفوسفاتية واليوريا. ولذلك، أُجريت دراسة لفحص تراكم بعض المعادن الثقيلة، مثل الكادميوم والرصاص والكروم، في بعض الخضراوات المختارة، وهي: البطاطا (Solanum tuberosum)، والبصل (Allium cepa L.)، والجزر (Daucus Corota L.)، والكوسا (Cucurbita Pepo)، والباذنجان (Solanum melongena L.)، والخس (Lactuca sativa L.)، والبقدونس (Petroselinum crispum (mill.) Nym.)، والسبانخ (Spinacea oleracea). تراوحت المستويات المتوسطة لهذه المعادن الثقيلة بين 0.0 و0.03 جزء في المليون للرصاص، وبين 0.0 و2.36 جزء في المليون للكادميوم، وبين 0.0 و8.13 جزء في المليون للكروم. تم أيضاً جمع عينات التربة من نفس مواقع جمع الخضراوات، وكان تركيز هذه المعادن في التربة 0.38 و 0.87 و 1.75 جزء في المليون على التوالي [11] .

ولأجل التخفيف من التأثيرات السلبية لاستخدام الأسمدة الكيميائية بشكل غير متوازن واستعمال المياه المالحة تضاف المخلفات العضوية التي تعمل على تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية ومن ثم زيادة جاهزية العناصر الغذائية والماء للنبات ومنع تجمع الأملاح في التربة. وقد أشارت [6] أن دمج حمأة الصرف الصحي بشكل عام زاد من خصوبة التربة ومحتواها العناصر الغذائية (النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم)، وحسن بنيتها الفيزيائية، مما يُعزز إنتاجية ونمو محصول الفجل(*Raphanus sativus L.*).

يعد محصول الحنطة (*Triticum aestivum L.*) من أكثر المحاصيل أهمية في العالم ، فهي تمد غذاء الإنسان بأكثر من 25 %من السعرات الحرارية والبروتين، بالإضافة إلى احتواءه على كميات من الدهون والفيتامينات (B1) و(B2) وبعض الأملاح المعدنية، كما أنها

مصدر الغذاء الرئيسي في أكثر من 40 دولة وأكثر من 28 %من سكان العالم [12] ، كما أنه يحتل المكانة الأولى في العالم من حيث المساحة المزروعة والإنتاج. إن معدل غلة وحدة المساحة في سورية ما تزال دون المستوى المطلوب قياساً وقد يعود سبب ذلك إلى ممارسة الأساليب التقليدية القديمة في طرائق الزراعة وخدمة المحصول فقد تزايد الاهتمام بمحصول القمح، تعتبر درجة تفاعل التربة الـ(pH) من العوامل المؤثرة في زيادة إنتاجيته لذلك فإن إضافة الكبريت الزراعي والمخلفات العضوية إلى الترب السورية التي تميل إلى القاعدية سوف يزيد من جاهزية العناصر الغذائية ، والذي سينعكس ايجابياً في زيادة نمو المحصول وزيادة إنتاجيته.

يعد الكبريت من العناصر الأساسية اللازمة لنمو النبات [13] وعادة ما يطلق عليه العنصر الغذائي الرابع من حيث المرتبة أي بعد النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم [14] .

إن مستويات كبريت التربة الكلية تعتمد على محتوى التربة من المادة العضوية وكذلك أيضاً على الظروف المناخية، ففي المناطق الجافة تتجمع الكبريتات في طبقة التربة السطحية .

أوضحت النتائج التي توصل إليها [15] عند إضافة أربع مستويات من الكبريت (0 و 15 و 30 و45) كغ/هـ إلى تربة طينية رملية مزروعة بمحصول الحنطة حصول زيادة معنوية في تركيز الكبريتات في التربة وزيادة جاهزيته في محلول التربة. كما أوضحت النتائج التي توصل إليها [16] إن استعمال الكبريت الرغوي بالمستويات(0 و 1000 و 2000 و 3000 و 4000) كغS/ هكتار أدى إلى انخفاض في pH التربة وزيادة الكبريتات وجاهزية المغذيات الصغرى (Zn،Mn،Fe) في التربة بزيادة مستويات الكبريت إلا أن جاهزية هذه العناصر انخفضت مع المستويات العالية من الكبريت (3000 و 4000) كغ S/هكتار. في دراسة لـ [17] في شمال غرب الهند توصل الباحثان إلى أن إضافة الكبريت المعدني إلى تربة كلسيه قد أدى إلى زيادة تركيزه فيها والذي بدوره أدى إلى زيادة الجاهز من الكبريتات في محلول التربة . إن جزء الكبريت العضوي في التربة يصبح جاهز للنبات بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة. يتكون في هذه العملية من التعدين H_2S والذي بدوره يتأكسد ذاتياً (autoxidation) إلى كبريتات تحت الظروف الهوائية التي تؤدي إلى تكون حامض الكبريتيك مما يؤدي إلى زيادة حموضة التربة.

هدف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير مستويات من الكبريت الزراعي (0 و 500 و 1000 و 2000)كغ S/هكتار ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة (0 و 10 و 20)طن/هكتار وتداخلها في جاهزية (N , P , K , S) في التربة وتركيزها في حبوب نبات القمح (صنف – شام 6).

مواد البحث وطرائقه

المواد

المادة النباتية

يتميز نبات القمح (صنف – شام6) بغزارة إنتاجه، وتأقلمه الواسع في البيئات الجافة ، تتميز حبوبه بنوعية جيدة، حيث تم الحصول على الحبوب من المؤسسة العامة لإكثار البذار.

تحاليل التربة قبل الزراعة

أُجريت تجربة أصص على نبات القمح (صنف – شام6) خلال الموسم الزراعي (2023/11/15) م في المخبر التابع لقسم التربة واستصلاح الأراضي/كلية الزراعة/جامعة الفرات. تتصف تربة الموقع التي أُخذت منه (أرض مزرعة كلية الزراعة) بأنها رسوبية ذات قوام طيني، أُخذت عينات ترابية بصورة عشوائية وممثلة للموقع ولعمق(0- 30) سم. طُحنت التربة وغربلت بمنخل قطر فتحاته (2) ملم ومن ثم تمت تعبئتها بأصص بلاستيكية بقطر (28) سم وارتفاع (25) سم بوزن (7) كغ. تم إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لتربة الدراسة بالطرق الواردة في [19] والموضحة في الجدول (1).

الجدول 1: بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية والخصوبية للتربة قبل الزراعة

الصفة			القيمة
درجة تفاعل التربة pH بنسبة (1:2.5)			7.70
درجة الإيصالية الكهربائي (EC) ds/m			2.15
العناصر الجاهزة (ملغ/كغ)	الأزوت		15.45
	الفوسفور		11.36
	البوتاسيوم		220.69
	الكبريتات		613.30
كربونات الكالسيوم %			11.45
المادة العضوية %			1.12
الجبس %			1.05
السعة التبادلية (سنتمول/كغ)			29.4
الكثافة الظاهرية (غ/سم^3)			1.31
قوام التربة %	الرمل	طينية	30.0
	السلت		26.0
	الطين		44.0

أُستخدمت في التجربة أربع مستويات من الكبريت الزراعي (0 و500 و 1000 و 2000) كغ S/هكتار، ورمزها(S0 وS1 وS2 وS3) على التوالي وثلاث مستويات لمخلفات الأغنام (0 و10 و20) طن/هكتار ورمزها(M_0 وM_1 وM_2) على التوالي .

الطرق

المياه المستخدمة في الري

تمت عمليات الري بالمياه المستعملة بالدراسة (مصدرها نهر الفرات)، واستمرت المحافظة على محتوى الرطوبة عند مستوى (75- 80)% من الماء الجاهز وزناً لكل المعاملات وطيلة فترة الدراسة، حيث أُجريت لها التحاليل التالية والموضحة بالجدول (2).

الجدول 2: التحليل الكيميائي لمياه الري المستعملة

الصفة	مياه نهر الفرات	وحدة القياس
درجة تفاعل التربة	7.31	-
درجة التوصيل الكهربائي	1.20	dS /m
الكربونات	0	
البيكربونات	2.11	
الكلوراید	5.29	ملليمكافئ/لتر
الكبريتات	3.78	
الكالسيوم	5.18	

المغنيسيوم	2.70	
الصوديوم	4.32	
البوتاسيوم	0.07	

أُستخدمت في هذه الدراسة مخلفات الأغنام، مررت خلال منخل (4) ملم وهيئت لغرض استخدامها في الزراعة، كما أُستخدم الكبريت الزراعي . حيث تم إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمخلفات الأغنام والكبريت الزراعي بالطرق الواردة أعلاه والموضحة بالجدول (4،3) .

الجدول 3: بعض صفات الكبريت الزراعي المستخدم في الدراسة

pH	EC (1:1) ds/m	Ca^{++} ملغ/كغ	الكبريت	$CaCO_3$	$CaSO_4$ %	C	الطين
3.66	10.5	63.0	94.50	-	0.004	0.13	1.48

الجدول 4: بعض الصفات الكيميائية لمخلفات الأغنام

pH	EC ds/m	OM	N	P	K	C/N
			% وزناً			
6.52	12.85	56.25	2.79	0.87	2.01	12.26

زُرعت (10) بذور من القمح (صنف– شام 6) في كل أصيص في الموسم الزراعي 2023/11/15 م، بمعدل بذار (140) كغ/هكتار، خُفت إلى (5) نباتات في كل أصيص ،خلط سماد السوبر فوسفات الثلاثي (P_2O_5 ,46%) مع التربة قبل الزراعة وبواقع (120) كغ P_2O_5/هكتار ، وسماد كبريتات البوتاسيوم (K_2O ,50%) بكمية (100) كغ K_2O/هكتار ، أُضيف النيتروجين بهيئة سماد يوريا (46% N,) بمستوى (160) كغN/هكتار. أُضيف ثلثها عند الزراعة والثلث الثاني بعد (30) يوماً من الإنبات، والثلث الأخير بعد (60) يوم من الإنبات.

طرق تحديد جاهزية العناصر (الأزوت – الفوسفور– البوتاسيوم والكبريت) في التربة

الآزوت المعدني

تم تقدير الآزوت المعدني باستخدام جهاز (Semi – Kjeldahl) وفقاً لطريقة [18] .

الفوسفور المتاح

تم استخلاص الفوسفور الجاهز باستعمال($NaHCO_3$0.5N) كما ورد في طريقةOlsen ثم طور اللون بمولبيدات الأمونيوم وحامض الأسكوربيك وقدر بجهاز المطياف الضوئي على طول موجي قدره 882 نانوميتر، حسب ما ورد في [19] .

البوتاسيوم القابل للامتصاص

تم استخلاص البوتاسيوم الجاهز بمحلول خلات الأمونيوم (1N) وبعدها سيتم القياس بجهاز اللهب الضوئيFlame-Photometer كما ورد في [18] .

الكبريت

قُدر الكبريت حسب الطريقة الوزنية وفقاً لـ [22] .

طرق تقدير جاهزية العناصر (N,P,K,S) في البذور

أُخذت عينات نباتية من الحبوب ، وجففت العينات على درجة حرارة 56 درجة مئوية لمدة 48 ساعة ، ثم طُحنت بعدها العينات ومُزجت جيداً لمجانستها ، وأُخذ 0.2 غ منها وهُضمت باستعمال حامضي الكبريتيك والبيركلوريك المركزين (1:2) حسب الطريقة المقترحة من قبل [20] . ثم نُقلت العينات كمياً إلى قناني سعة 100 مل وأكمل الحجم بالماء المقطر وقُدر التركيز الكلي من العناصر بالنبات (الحبوب).

- قُدر الآزوت في الحبوب باستعمال جهاز المايكروكلدال حسب الطريقة الموضحة في [19] .

- قُدر الفوسفور باستعمال مولبيدات الأمونيوم وحامض الأسكوربيك باستخدام جهاز الطيف الضوئي(Spectro Photometer) وعلى طول موجي قدره (882) نانوميتر كما جاء في [19] .

- قُدر البوتاسيوم بجهاز اللهب (Flame Photometer) وفق الطريقة المقترحة من قبل [21] .

- قُدر الكبريت حسب الطريقة الوزنية وفقاً لـ [22] .

2-6- وزن المادة الجافة، غرام/ نبات:

بتاريخ 2024/5/10 م حصدت النباتات من كل مكررات المعاملات المدروسة، وأُخذت خمسة نباتات بشكل عشوائي من كل معاملة، تم غسلها بالماء العادي، ثم الماء المقطر، وقطعت على شرائح وجففت في فرن كهربائي على درجة 65 درجة مئوية لحين ثبات الوزن ثم وزنت .

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نُفذت التجربة وفق تصميم التجربة العاملية بقطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) وبعاملين رئيسية هي أربع مستويات من الكبريت الزراعي وثلاث مستويات من مخلفات الأغنام المخمرة، وبثلاث مكررات ليصبح عدد الوحدات التجريبية: 4*3*3= 36، وبعد الحصول على بيانات التجربة تم تحليلها إحصائياً باستخدام برنامج Gen 12.1 Stat Release وقورنت المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية (0.05).

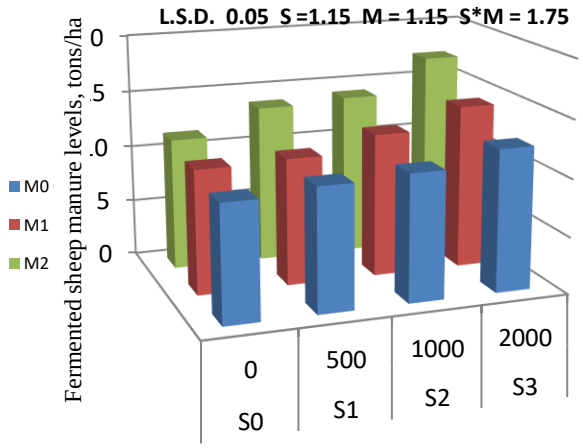
النتائج والمناقشة

تأثير مستويات الكبريت الزراعي ومخلفات الأغنام المخمرة وتداخلها في جاهزية (N , P , K,S) في التربة

جاهزية الآزوت بالتربة (ملغ/كغ)

تبين البيانات في الشكل (1) وجود فروق معنوية عند إضافة الكبريت الزراعي، وأعطى المستوى (S3) 2000كغ S/ هكتار أعلى جاهزية للآزوت في التربة وبزيادة بلغت (36.06 و 24.49 و17.75)% على التوالي مقارنة مع معاملات (S0 وS1 وS2). تُعزى الزيادة في كمية الآزوت الجاهز عند إضافة الكبريت إلى دوره في خفض درجة تفاعل التربة عند تأكسد الكبريت كيميائياً وحيوياً وتكوين حمض الكبريتيك. فضلاً عن تقليل فقد الآزوت بالتطاير على شكل أمونيا والذي تزداد معدلات فقده بالوسط القاعدي تتفق النتائج مع ما حصل عليه [23] . نلاحظ في نفس الشكل أن إضافة مخلفات الأغنام المخمرة بمستوياتها المدروسة حققت زيادة معنوية في جاهزية الآزوت وبلغت

نسبة الزيادة (27.52)% و(9.71)% لكل من معاملة (M2)و(M1) على التوالي مقارنه بمعاملة الشاهد (M0) (عدم إضافة مخلفات الأغنام المخمرة). ويُعزى سبب تفوق مخلفات الأغنام بمستوى(M2) إلى زيادة كميتها مما يجعها وسط لنشاط الكائنات الدقيقة، وسرعة تحلل المخلفات العضوية وبالتالي زيادة جاهزية الآزوت . وقد تُعزى هذه الزيادة إلى ما تحتويه المخلفات العضوية من الآزوت كما في الجدول رقم (4) وهذا يتفق مع توصل إليه [24] . أما تداخل معاملتي الدراسة فإن أقل قيم للآزوت الجاهز بالتربة تحققت من تداخل معاملة الشاهد (بدون إضافة الكبريت الزراعي) مع معاملة الشاهد (عدم إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) (S0M0) إذ بلغت (10.18) ملغ/كغ تربة ، بيمنا أعلى قيمة للآزوت الجاهز بالتربة فقد تحققت من تداخل معاملة (2000) كغ/هكتار مع معاملة إضافة (S3M2) من مخلفات الأغنام المخمرة إذ بلغت (17.23)ملغ/كغ تربة.

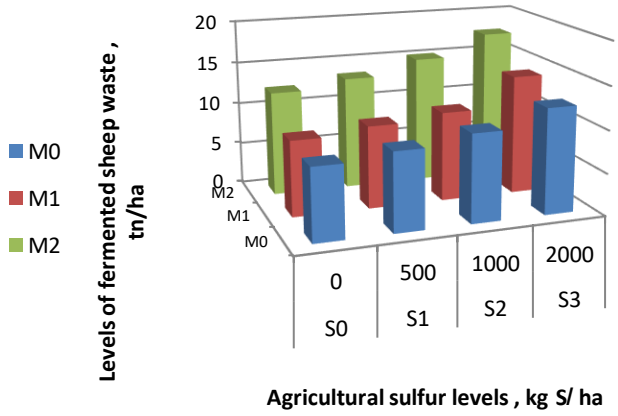


الشكل 1: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في جاهزية الآزوت في التربة، ملغ/كغ

جاهزية الفوسفور بالتربة (ملغ/كغ)

تشير نتائج الشكل (2) وجود فروق معنوية عند إضافة الكبريت الزراعي، إذ تفوق المستوى (2000) كغS/هكتار بإعطاء أعلى قيم لجاهزية الفوسفور بالتربة، إذ بلغت (65.32 و 50.61 و33.78)% على التوالي مقارنة مع معاملات (S0 وS1 وS2). تُعزى الزيادة في كمية الفوسفور الجاهز بالتربة عند إضافة الكبريت إلى دوره في خفض درجة تفاعل التربة عند تأكسد الكبريت كيميائياً وحيوياً وتكوين حمض الكبريتيك وزيادة تركيز أيونات الهيدروجين في محلول التربة، وبالتالي انخفاض درجة تفاعل التربة مما يسهم في ذوبان بعض المركبات الفوسفاتية غير الذائبة فيزيد من جاهزية الفوسفور للنبات بالتربة. وهذه النتائج موافقة لما توصل إليه [25] الذي أكد إلى زيادة تأكسد الكبريت وتكوين حمض الكبريتك الذي أدى إلى خفض درجة تفاعل التربة وبالتاي زيادة جاهزية الفوسفور للنبات في محلول التربة.

تؤكد النتائج في الشكل رقم (2) أن إضافة المخلفات العضوية حققت زيادة معنوية في الفوسفور الجاهز بالتربة وتفوقت المعاملة (M2) على معاملة (M0) بنسبة (44.13)% ومعاملة (M1) على معاملة (M0) بنسبة (7.21)%. وعُزى سبب ذلك إلى أن تحلل المخلفات العضوية ينتج عنه أحماض عضوية وغير عضوية تسهم في خفض درجة تفاعل pH الذي يزيد من ذوبان المركبات الفوسفاتية زيادة تحرر وجاهزية الفوسفور، كما أن للمركبات العضوية تأثيراً فعالاً في تكوين مركبات مخلبية بصيغة فوسفات الكالسيوم في وسط التوازن أو على سطح معادن الكربونات وهذا سوف يقلل من فرصة ارتباط الفوسفور مع أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم مما يقلل من عمليات الامتزاز والترسيب للفوسفور. أو قد تُعزى هذه الزيادة إلى الدور الذي تقوم به هذه المخلفات في زيادة جاهزية الفوسفور وذلك لإنتاجها غاز ثاني أوكسيد الكربون من خلال تحرره بعد عملية تحلل المادة العضوية ونتيجة لذوبان الغاز في الماء ينتج حامض الكربونيك الذي يعمل بدوره على إذابة بعض من المركبات الفوسفاتية المترسبة، على هذا يتحرر منها الفوسفور.



الشكل 2: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في جاهزية الفوسفور في التربة، ملغ/كغ

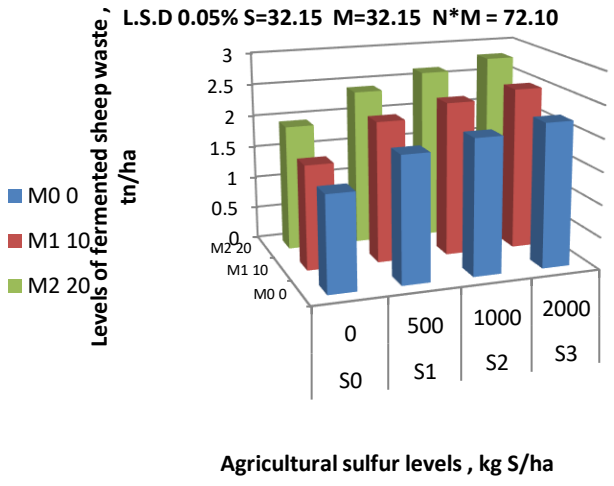
وهذا يتفق مع [26] . أما تداخل عاملي الدراسة فإن أقل قيم للفوسفور الجاهز بالتربة تحققت من تداخل معاملة الشاهد (بدون إضافة الكبريت الزراعي) مع معالة الشاهد (بدون إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) (S0M0) إذ بلغت (8.47) ملغ/كغ تربة، بينما أعلى قيمة للفوسفور الجاهز بالتربة فقد تحققت من تداخل معاملة (2000) كغ/هكتار مع معاملة إضافة (M2) من مخلفات الأغنام المخمرة (S3M2) إذ بلغت (17.65) ملغ/كغ تربة.

جاهزية البوتاسيوم بالتربة (ملغ/كغ):

أظهرت نتائج الشكل (3) أن إضافة الكبريت الزراعي عند مستويات الإضافة (0 و 500 و 1000 و 2000) كغ/هكتار أدت إلى زيادة معنوية في جاهزية البوتاسيوم إذ بلغت القيم (45.66 ، 190.04 ، 251.09 ، 273.14) ملغ/كغ تربة. تُعزى هذه الزيادة إلى أن أكسدة الكبريت الزراعي ساهمت في إذابة بعض المركبات والمعادن الحاملة للبوتاسيوم فضلاً عن إذابة كربونات الكالسيوم واحتمال إحلال أيون الكالسيوم بدلاً من أيونات البوتاسيوم المدمصة على أسطح غرويات التربة يؤدي إلى زيادة فعالية أيونات الهيدروجين التي لها دور فعال في منافسة أيون البوتاسيوم على أسطح التبادل في التربة وتحرر البوتاسيوم إلى محلول التربة، وتتفق النتائج مع [27] . كما بينت النتائج وجود تأثير

معنوي ناتج من إضافة مخلفات الأغنام المخمرة في زيادة البوتاسيوم الجاهز بالتربة بزيادة كمية مخلفات الأغنام المخمرة المضافة، إذ بلغت القيم (213.36 و 244.02 و 271.50) ملغ/كغ عند مستويات إضافة مخلفات الأغنام المخمرة (M0 و M1 و M2) على التوالي إلى أن تحلل المخلفات المضافة تنتج عنه أحماض عضوية مختلفة لها مقدرة على إذابة بعض المعادن والمركبات الحاملة للبوتاسيوم في التربة إلى جانب احتواء المخلفات المضافة على نسبة عالية من البوتاسيوم وتتفق النتائج مع ما حصل عليه [28] الذين فسرا سبب زيادة جاهزية البوتاسيوم بالتربة يعود إلى استمرار معدنة مخلفات الأغنام المخمرة ، وإذابة بعض معادن ومركبات التربة الغنية بالبوتاسيوم .

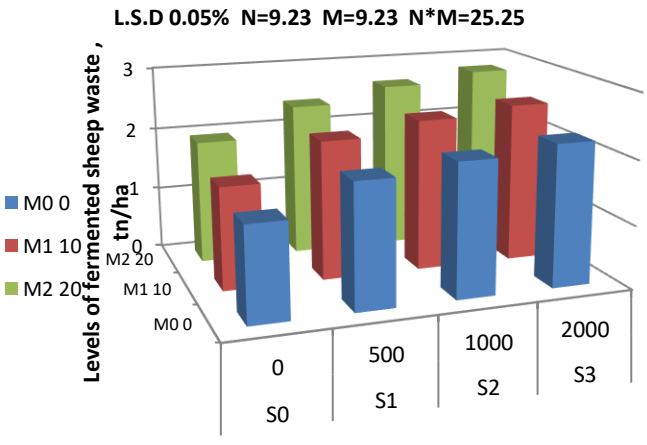
أما تأثير إضافة المخلفات العضوية في جاهزية البوتاسيوم فكان لها تأثير معنوي في زيادة تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة، وقد تُعزى هذه الزيادة إلى احتواء هذه المخلفات على نسبة عالية من البوتاسيوم الكلي جدول (3) فضلاً عن الأحماض العضوية التي ينتجها السماد العضوي نتيجة لتحلله والتي تعمل على إذابة بعض المعادن والمركبات الحاوية على هذا العنصر ومن ثم اطلاقه إلى محلول التربة [29] ، ويتفق هذا مع [30] الذين أشاروا إلى زيادة البوتاسيوم بالتربة عند إضافة السماد العضوي لها. يُعزى ذلك إلى استمرار نشاط الأحياء الدقيقة بعمليات التحلل وتحرر الأحماض العضوية وخفض درجة تفاعل التربة (pH) على مدار موسم النمو فيزداد تجهيز وتحرر البوتاسيوم من معادنه، فضلاً عن ما تحتويه هذه المخلفات من هذا العنصر أما تداخل معاملتي الدراسة فإن أقل قيم للبوتاسيوم الجاهز بالتربة تحققت من تداخل معاملة الشاهد (بدون إضافة الكبريت الزراعي) مع معاملة الشاهد (عدم إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) (S0M0) ، إذ بلغت (178.20) ملغ/ كغ تربة، بينما أعلى قيمة للبوتاسيوم الجاهز بالتربة فقد تحققت من تداخل معاملة (S3) (2000) كغ/هكتار مع معاملة إضافة(M2)(20) طن/هكتار من مخلفات الأغنام المخمرة (S3M2) إذ بلغت (315.14) ملغ/كغ تربة .



الشكل3: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في جاهزية البوتاسيوم في التربة, ملغ/كغ

جاهزية الكبريت في التربة (ملغ/كغ)

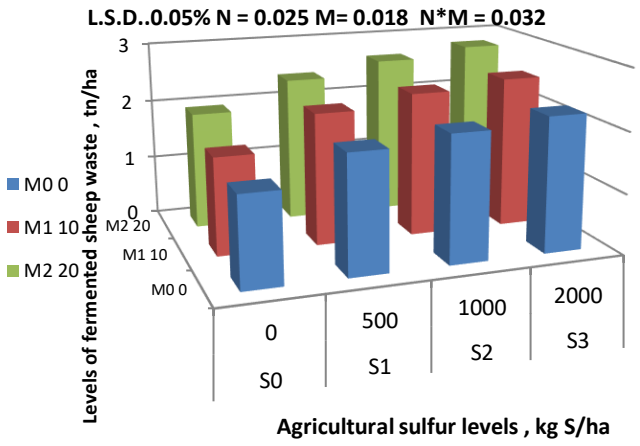
توضح نتائج الشكل رقم (4) بأن إضافة الكبريت الزراعي أثرت معنوياً في جاهزية الكبريت في التربة، إذ زادت بزيادة مستويات الإضافة (0 و500 و1000 و2000) كغ/هكتار إذ بلغت القيم (1257.38 و1544.5 و 1973.92و 2273.01)ملغ/كغ تربة على التوالي. يُعزى ذلك إلى أن عملية أكسدة الكبريت كانت تحدث عند جميع المستويات. وهذا موافق لما توصل إليه [13] عند إضافة أربع مستويات من الكبريت (0 و 15 و 30 و 45) كغS/هكتار إلى تربة طينية رملية مزروعة بمحصول الحنطة. حصول زيادة معنوية في تركيز الكبريتات في التربة وزيادة جاهزيته في محلول التربة. وكذلك أكدها كلاً من الباحثين [15] وذلك في دراستهم شمال غرب الهند إلى أن إضافة الكبريت المعدني إلى تربة كلسيه قد أدى إلى زيادة تركيزه فيها والذي بدوره أدى إلى زيادة الجاهز من الكبريتات في محلول التربة. كما نلاحظ من نتائج نفس الشكل بأن إضافة مخلفات الأغنام المخمرة أثرت معنوياً في زيادة جاهزية الكبريتات، إذ بلغت (1671.75و1780.75و1834.0) ملغ/كغ تربة على التوالي في معاملات إضافة مخلفات الأغنام المخمرة (M0 و M1 و M2). ويُعزى ذلك إلى احتواء المخلفات المضافة على كمية عالية من الكبريتات وتحول الكبريت من الصورة العضوية إلى الصورة المعدنية بواسطة عملية التمعدن أو إلى أن زيادة الكبريت الجاهز في التربة يعود إلى زيادة الكمية المضافة من الكبريت إلى التربة والتي أدت إلى زيادة أعداد البكتريا المؤكسدة للكبريت من نوع (Thiobacillus thioparus) والتي بفعل عملية الأكسدة قامت بتحويله إلى حامض الكبريتيك مما سبب في خفض درجة التفاعل وزيادة جاهزية الكبريت والعناصر المغذية الصغرى. وهذا يتفق مع ما ذكره [13] من وجود تأثير معنوي للكبريت الزراعي المضاف وبكميات كبيرة في زيادة جاهزية الكبريت في التربة. أما تداخل معاملتي الدراسة فإن أقل قيم للكبريت الجاهز بالتربة تحققت من تداخل معاملة الشاهد(عدم إضافة الكبريت الزراعي) مع معالة الشاهد(عدم إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) (S0M0) إذ بلغت (1220.35) ملغ/كغ تربة، بينما أعلى قيمة للكبريت الجاهز بالتربة فقد تحققت من تداخل معاملة 2000 كغ/هكتار مع معاملة إضافة (M2) من مخلفات الأغنام المخمرة (S3M2) إذ بلغت (2382.1) ملغ/كغ تربة .



الشكل 4: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في جاهزية الكبريت في التربة، ملغ/كغ.

تركيز الآزوت في البذور (%)

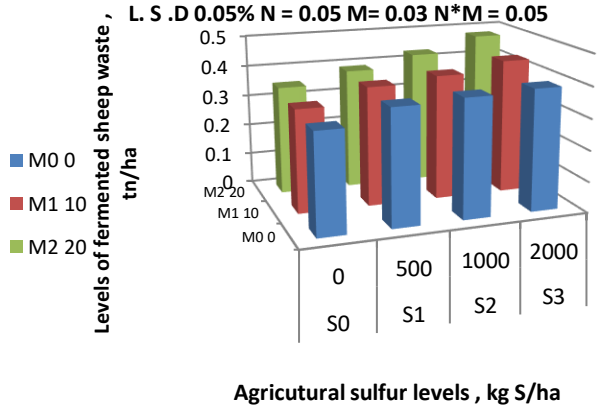
تبين البيانات في الشكل رقم (5)وجود فروق معنوية عند إضافة الكبريت الزراعي وأعطى المستوى (2000) كغ S/هكتار أعلى متوسط لتركيز الآزوت في البذور وبنسبة زيادة بلغت (50.08 و15.67 و6.06)% على التوالي في معاملات (S0 و S1 و S2). قد يُعزى السبب في زيادة الآزوت في البذور إلى زيادة جاهزية الآزوت بالتربة بتأثير إضافة الكبريت ومن ثم انتقال الآزوت الممتص إلى البذور. تؤكد هذه النتائج ما توصل إليه [25 ، 31 ، 32] كما تؤكد نتائج الشكل رقم (5) بأن مستوى إضافة مخلفات الأغنام المخمرة (20) طن/هكتار حقق أعلى تركيز للآزوت في البذور وبنسبة زيادة بلغت (27.0 و13.13)% على التوالي مقارنة مع معاملتي (M0 و M1). وقد يُعزى السبب إلى أن إضافة مخلفات الأغنام المخمرة أدت إلى زيادة الآزوت بزيادة الكمية المضافة، فضلاً عن مساهمة المخلفات العضوية المضافة في زيادة النمو الخضري والمجموع الجذري وتشعباته ومن ثم امتصاص العناصر الغذائية وزيادة تركيز الآزوت في الأوراق، ومن ثم كفاءة الفوسفور والبوتاسيوم في نقل هذا العنصر إلى البذور. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثين [34 ، 35 ، 36] . أما تداخل معاملتي الدراسة فإن أقل قيم لتركيز الآزوت في البذور تحققت من تداخل معاملة الشاهد (بدون إضافة الكبريت الزراعي) مع معالة الشاهد (بدون إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) (S0M0) إذ بلغت (1.475) %، بينما أعلى قيمة لتركيز الآزوت في البذور فقد تحققت من تداخل معاملة (2000) كغ/هكتار مع معاملة إضافة (M2) من (مخلفات الأغنام المخمرة) (S3 M2) إذ بلغت (2.810%) .



الشكل 5: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في تركيز الآزوت في البذور (%)

تركيز الفوسفور في البذور(%)

تبين النتائج الموضحة في الشكل رقم (6) وجود فروق معنوية عند إضافة الكبريت الزراعي، إذ تفوق المستوى (2000) كغS/هكتار بإعطاء أعلى متوسط لهذه الصفة والذي بلغ (0.435و29.85 و14.17 و7.67) % على التوالي مقارنة مع معاملات الكبريت الزراعي المدروسة (S0 و S1 و S2).قد تُعزى الزيادة المعنوية للفوسفور بتأثير إضافة الكبريت إلى دوره في زيادة جاهزية هذا العنصر في التربة ومن ثم زيادة امتصاصه من قبل النبات وزيادة تركيزه في الأوراق وانعكاس هذه الزيادة في البذور إذ أن معظم الفوسفور عند مرحلة النضج ينتقل إلى البذور ويخزن فيها على هيئة فايتين (Phytin) ، تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [25 ، 37 ، 32] . الذين أكدوا بأن تحلل المخلفات العضوية المضافة أدت إلى زيادة امتصاص النبات لهذا العنصر وزيادة تركيزه في الأوراق ومن ثم انتقاله في مرحلة النضج إلى البذور وزيادة تركيزه فيها وكذلك موافقة لما توصل إليه [38 ، 37 ، 39] . الذين فسروا زيادة تركيز الفوسفور في البذور إلى زيادة امتصاص جذور النبات للفوسفور الموجود في جاهزية عالية بمحلول التربة. تبين معطيات نفس الشكل تأثير مخلفات الأغنام المخمرة في تركيز الفوسفور بالحبوب ، وتفوق مستوى (2000) كغ S/ هكتار على باقي المعاملات ، إذ بلغ تركيز الفوسفور بالحبوب (0.435)% ، بينما في معاملة الشاهد (دون إضافة الكبريت الزراعي) بلغت (0.355) % .قد يُعزى ذلك إلى محتوى المخلفات الأغنام المخمرة العالي من الفوسفور (جدول ، 4) كما أن تحلل المخلفات بعملية المعدنة ينتج عنه ثاني أوكسيد الكربون الذي عند ذوبانه في الماء ينتج عنه حامض الكربونيك الذي يسهم في ذوبانية المركبات الفوسفاتية في التربة كما تعمل مخلفات الأغنام المضافة على سلك وخلب الأيونات الموجبة كالكالسيوم والمغنيزيوم مما يقلل تثبيت وترسيب الفوسفور وزيادة جاهزيته للنبات في محلول التربة. كما وينتج عن تحلل مخلفات الأغنام المخمرة العديد من الأحماض العضوية والأمينية مثل (Humc acid، Fulvic acid، Oxalic acid) وتعمل هذه الأحماض على خفض درجة تفاعل التربة وإذابة بعض المركبات الفوسفاتية المترسبة في التربة وتحرر الفوسفور منها. هذا أدى إلى زيادة امتصاص النبات لهذا العنصر وزيادة تركيزه في الأوراق ومن ثم انتقاله في مرحلة النضج إلى البذور وزيادة تركيزه فيه. كان التداخل بين المعاملات معنوياً إذ يلاحظ أن تركيز الفوسفور في البذور زاد بزيادة مستويات الكبريت الزراعي المضافة فقد وصل التركيز إلى أعلى قيمة للفوسفور بالحبوب عند تداخل معاملتي (S3M2) ، بينما أقل تركيز للفوسفور لهذه الصفة تحقق عند تداخل معاملتي (S0 M0).



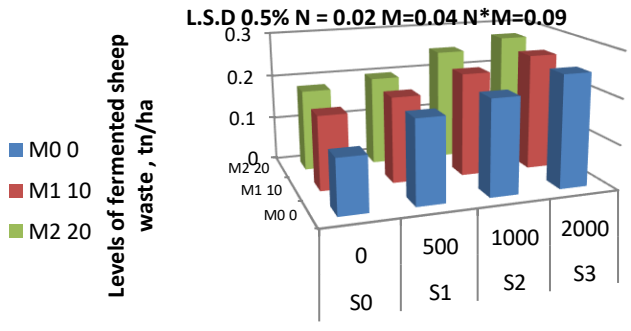
الشكل 6: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في

تركيز الفوسفور في البذور (%)

تركيز البوتاسيوم في البذور(%)

أظهرت نتائج الشكل رقم (7)وجود فروق معنوية عند إضافة الكبريت الزراعي في هذه الصفة، نلاحظ زيادة تركيز البوتاسيوم في البذور بزيادة مستويات إضافة الكبريت الزراعي إذ أعطى المستوى (2000) كغ S/هكتار أعلى تركيز للبوتاسيوم بلغ 0.262 % مقارنة مع معاملة الشاهد (بدون إضافة الكبريت الزراعي) والتي أعطت أقل قيمة بلغت(0.166) % وبنسب زيادة بلغت (57.83 و36.45 و 13.42) % مقارنة بالمستويات (0 و500 و1000) كغS/هكتار. قد يعود السبب إلى دور الكبريت في زيادة تركيز البوتاسيوم في الأوراق عند هذا المستوى مما انعكس على زيادته في البذور. تؤكد هذه النتيجة ما توصل إليه الباحثان [25 ، 32] إلى أن زيادة جاهزية البوتاسيوم في محلول بالتربة ساهم في زيادة كمية البوتاسيوم الممتصة من النبات ، مما انعكس في زيادة تركيزه بالبذور. تؤكد نتائج الشكل رقم (7) بأن مستوى إضافة مخلفات الأغنام المخمرة (20) طن/هكتار حقق أعلى تركيز للبوتاسيوم في البذور وبنسبة زيادة بلغت (15.08 و 7.85) % على التوالي مقارنة مع معاملتي (M0 و M1) . وقد يُعزى السبب إلى أن إضافة مخلفات الأغنام المخمرة أدت إلى زيادة البوتاسيوم بزيادة الكمية المضافة ، أما تأثير إضافة المخلفات العضوية في جاهزية البوتاسيوم فكان لها تأثير معنوي في زيادة تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة، وقد تُعزى هذه الزيادة إلى احتواء هذه المخلفات على نسبة عالية من البوتاسيوم الكلي جدول (3) فضلاً عن الأحماض العضوية التي ينتجها السماد العضوي نتيجة لتحلله والتي تعمل على إذابة بعض المعادن والمركبات الحاوية على هذا العنصر ومن ثم اطلاقه إلى محلول التربة [29] ويتفق هذا مع [30] إذ أشاروا إلى زيادة البوتاسيوم بالتربة عند إضافة السماد العضوي لها ومن ثم زيادة تركيزه بالبذور.

أما تداخل معاملتي الدراسة فإن أقل قيم لتركيز البوتاسيوم في البذور تحققت من تداخل معاملة الشاهد (بدون إضافة الكبريت الزراعي) مع معالة الشاهد (بعدم إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) (S0M0) إذ بلغت (0.121) % ، بينما أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم في البذور فقد تحققت من تداخل معاملة (2000) كغ/هكتار مع معاملة إضافة (20) طن/هكتار (M2)من(مخلفات الأغنام المخمرة) (S3 M2) إذ بلغت (0.275) %.



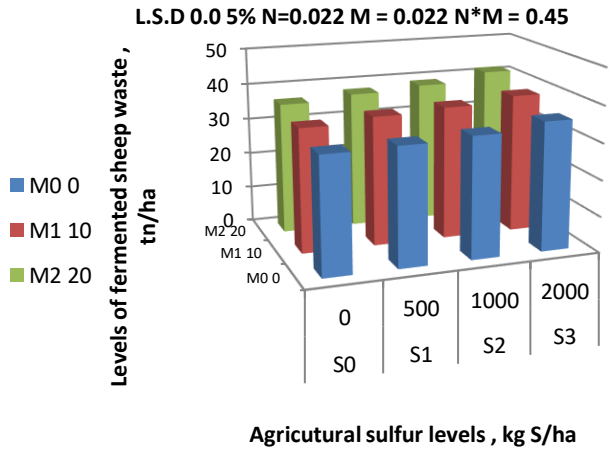
الشكل 7: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في

تركيز البوتاسيوم في البذور (%)

تركيز الكبريت في البذور(%)

تبين البيانات الموضحة في الشكل رقم (8) وجود فروق معنوية عند إضافة الكبريت، إذ تفوق المستوى (2000) كغS/هكتار بإعطاء أعلى متوسط لهذه الصفة والذي بلغ (0.336و71.83و21.59 و 8.28)% على التوالي مقارنة مع معاملات الكبريت الزراعي المدروسة (S0 وS1 وS2). يُعزى سبب ذلك إلى أن إضافة الكبريت أدت إلى خفض درجة تفاعل التربة من خلال أكسدته وتحوله إلى حامض الكبريتيك بفعل زيادة عدد الأحياء المجهرية المؤكسدة للكبريت من نوع (Thiobacillus thioparus) التي قامت بتحليله مائياً إلى أيونات الكبريت(SO_4^{--}) وزيادة جاهزيتها في التربة فضلاً عن دور حامض الكبريتيك في إذابة بعض المركبات والمعادن الحاملة لأيونات الكبريتات في التربة ومن ثم زيادة امتصاصها من قبل النبات تتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه [40] من أن الكبريت المضاف إلى التربة أدى إلى زيادة جاهزية الكبريت في التربة ومن ثم زيادة امتصاصه من قبل النبات ، وبالتالي زيادة تركيز الكبريتات بالبذور.

كما توضح نتائج الشكل رقم (8) بأن إضافة مخلفات الأغنام المخمرة أثرت معنوياً في زيادة تركيز الكبريتات في البذور، إذ بلغت (0.321) % في معاملة إضافة (20) طن/هكتار(M2) بينما التركيز في معاملتي(M0 وM1) (بدون إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) ومعاملة إضافة (10) طن/هكتار (0.291) و(0.302)% على التوالي. وهذا يتفق مع ما ذكره [13]من وجود تأثير معنوي للكبريت الزراعي المضاف وبكميات كبيرة في زيادة جاهزية الكبريت في التربة. وبالتالي زيادته تركيز بالبذور. أما تداخل معاملتي الدراسة فإن أقل وأعلى قيمة لتركيز الكبريتات في البذور تحققت من تداخل معاملتي (S0M0) و (S3M2) إذ بلغت (0.224) % و(0.413)% على التوالي.

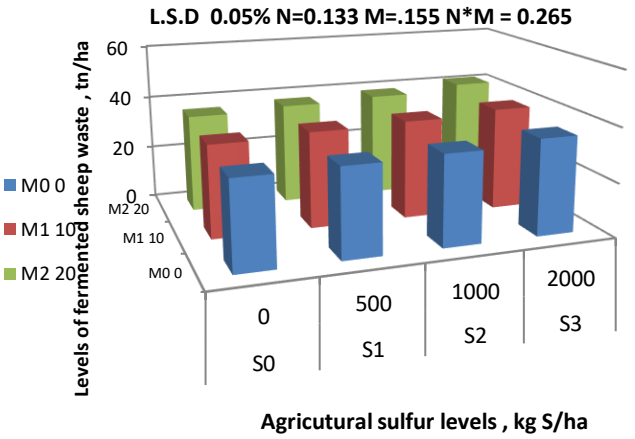


الشكل 8: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في تركيز الكبريت في البذور (%)

وزن المادة الجافة (غم / نبات)

تشير نتائج الشكل رقم (9) إلى تأثير الكبريت الزراعي ومخلفات الأغنام المخمرة في وزن المادة الجافة لنبات القمح (صنف شام6) فيلاحظ وجود فروقات معنوية في وزن المادة الجافة باختلاف مستويات

الكبريت الزراعي المضافة، حيث زاد وزن المادة الجافة بزيادة مستويات الكبريت الزراعي، حيث بلغت أعلى قيمة (38.50) غم/نبات في معاملة مستوى (2000) كغS/هكتار، بينما انخفض وزن المادة الجافة إلى (34.23) غم/نبات في معاملة الشاهد (بدون إضافة الكبريت الزراعي)، وهذا موافق لما توصل له [14] أن استعمال الكبريت الزراعي أدى إلى انخفاض في pH التربة وزيادة جاهزية المغذيات بالتربة بزيادة مستويات إضافة الكبريت الزراعي حتى (2000) كغS/هكتار، وتناقص جاهزية هذه العناصر بزيادة مستويات عن ذلك. أما بالنسبة لتأثير مستويات مخلفات الأغنام المخمرة في وزن المادة الجافة لنبات القمح (صنف شام6) فتظهر النتائج بأن مخلفات الأغنام المخمرة لها دور إيجابي في زيادة وزن المادة الجافة مقارنة مع معاملة الشاهد (دون إضافة مخلفات الأغنام المخمرة) ، إذ ازدادت القيم من (33.44) غم/نبات لمعاملة الشاهد إلى (36.24 و 38.65) غم/نبات لكل من (M1 وM2) على التوالي. وقد يُعزى سبب ذلك إلى تأثير المادة العضوية المباشر من خلال تحريرها للعناصر الغذائية كونها مخزن للعديد من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات (N, P, K) كما في جدول (3) مما يؤدي إلى تكوين مجموع جذري قوي، أما التأثير غير المباشر هو تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية وكذلك الخصوبية للتربة من خلال احتفاظ التربة بالماء أو ومن خلال تحسينها للصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة مما ينعكس ذلك ايجابياً على نمو النبات. أما تأثير التداخل بين مستويات الكبريت الزراعي ومخلفات الأغنام المخمرة في وزن المادة الجافة لنبات القمح (صنف –شام6)



الشكل 9: تأثير تداخل مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة في وزن المادة الجافة

أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية بين المعاملات حيث بلغت أقل قيمة (32.13) غم/نبات للمعاملة (S0M0) وأعلى قيمة بلغت (41.50) غم/نبات للمعاملة (S3M2). وهذه يتفق مع [41] الذين أكدوا زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة ، وبالتالي زيادة امتصاصها من قبل النباتات والتي انعكست في زيادة وزن المادة الجافة.

الاستنتاجات

1 - أدت زيادة مستويات الكبريت الزراعي ومستويات مخلفات الأغنام المخمرة المضافة للتربة إلى زيادة معنوية في جاهزية عناصر (الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكبريتات) في التربة.

2 - ساهمت زيادة مستويات مخلفات الأغنام المخمرة ومستويات الكبريت الزراعي المضافة للتربة إلى زيادة معنوية في تراكيز (الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكبريتات) في البذور .

3 - حقق تداخل معاملة المستوى 2000 كغS/هكتار من الكبريت الزراعي مع معاملة المستوى (20) طن/هكتار من مخلفات الأغنام المخمرة فروقاً معنوية في جاهزية (الآزوت و الفوسفور والبوتاسيوم والكبريتات) بالتربة ، وفي تركيز نفس العناصر بالبذور.

التوصيات

بناء على الاستنتاجات نوصي بما يلي :

1 - إضافة الكبريت الزراعي بمستوى (2000) كغ S/هكتار مع مخلفات الأغنام المخمرة بمستوى (20) طن/هكتار من مخلفات الأغنام المخمرة مع إضافة المعادلة السمادية المخصصة لتسميد نبات القمح (صنف – شام 6) في جميع مناطق العالم التي لها ظروف مشابهة لمنطقة البحث لأنها ساهمت في تحقيق أعلى القيم في جاهزية العناصر بالتربة وبتراكيز العناصر بالبذور لنبات القمح صنف (شام – 6) المزروع .

2 - متابعة الدراسة على محاصيل أخرى وتحت ظروف وترب مختلفة وبمستويات متباينة من الكبريت الزراعي ومصادر جديدة من المخلفات العضوية.

Author Contributions: "**Al-Diwani** Conceptualization, methodology، writing—original draft preparation, review and editing. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript."
Funding: "This research received no external funding."
Data Availability Statement: "The data supporting the findings of this study are available within the article."
Conflicts of Interest: " There is no conflict of interest."
Acknowledgments: " Acknowledgments: "The author would like to express his appreciation to Al-Furat University, Deir ez-Zor, Syria, for their support during his studies."

References

[1] J. Brosnan, and M. Brosnan. ″Sulfur-containing amino acids : an overview.″ *J. Nutr, University of New found land*, vol. 136, 2006. https://doi.org/10.1093/jm136.6.1636S

[2] J. Mabuhai, et al. ″Microbial responses to organic and inorganic amendments in eroded soils.″ *Land degradation*, vol. 17, no. 1, pp. 321- 332. 2006. https://doi.org/1002/idr703

[3] H. Abboud, and N. Wadah. ″The effect of irrigation water quality and nitrogen fertilization on the growth of barley plants and the readiness of some nutrients." *Al-Furat Journal of Agricultural Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 475- 491, 2014. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05224

[4] K. Spokas, et al. ″Biochar: A, Synthesis of its agricultural effect after carbon sequestration.″ *J.*

Environ. Qualified, vol. 41, no. 4, pp. 973 – 989, 2017. https://doi.org/10.2134/jeq2011.0069

[5] M. Salem, et al. ″Assessment of physiochemical properties and concentration of heavy metals in agricultural soils fertilized with chemical fertilizers″. Vol. 6, no. 10, 2020. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e 05224

[6] F. Firdous, et al. ″Influence of Sewage Sludge Dose on Physicochemical Characteristics of Soil and Productivity of Radish (Raphanus sativus L.).″ *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, vol. 2, no. 2, pp. 6–15, 2025. https://doi.org/10.63318

[7] M. Salem, and L. Al-Ethawi. ″A Study of the Presence of Residual of Nitrogenous Fertilizer Nitrate (NO_3^-) in Some Soils of Brack - Ashkada Agriculture Project.″ *Journal of life sciences and technology*, vol. 1, no. 1, pp. 84 – 88. 2013. https://doi.org/10.12720/jolst2013.1.1

[8] L. Al-Ethawi, and M. Salem. ″Study of residual effect of N fertilizer (Total N) on the soil.″ *J. Phys.: Conf. Ser*., vol. 1294, pp. 1742 – 6596, 2019. https://doi.org/10.1088/7.072001

[9] M. Salem, et al. ″A case study of the total and available phosphorus concentration in Libyan agricultural soils in different depths and seasons in long-term chemical and animal manure fertilization.. *International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)*, vol. 2, no. 2, pp. 1-9, 2020. https://doi.org/10.2134/jeq2011.0069

[10] A. Mansour, et al. ″Assessment of physiochemical properties and concentration of heavy metals in agricultural soils fertilized with chemical fertilizers.″ vol. 6, no. 10, 2020. https://doi.org/6.10/ heliyon.2020.e 05224

[11] M. Salem, and A. Nouraldien. ″Concentration of cadmium, lead and chrome in some vegetables amended with phosphate and urea fertilizers for more than forty years.″ *CPQ Microbiology*, vol. 1, no.2. 2018. https://doi.org/325693432/publication

[12] FAO. ″Statistics Division. United Nations, Rome, Italy. Fismes, W. P.، C. Fong and J. Armand. 1997. Nitrogen and sulfur nutrition from oily rape seeds and crop quality″ . Plant Nutrition for Sustainable Food Production and the Environment, Tokyo, Japan , vol, 43,no. 2 pp. 1 -34. 2008. https://doi.org/icid/bulletin.2008

[13] J. Havlin, et al. ″Soil fertility and fertilizers Introduction in Nutrient Management.″ Seventh Edition . Prentice Hall, 2005. https://doi.org/01302782246/s.fer2005

[14] R. Lamond. "Sulfur in Plant , Soil, and Fertilizer Considerations in Kansas." *Soil fertility and soil management .Department of Agricultural Engineering*. Lindsay, W. L. 1972. Zinc in the soil and plant nutrition. Advocate in Agron,vol, 24 pp. 147 – 186, 2002. https://extension.k-state.Edu/ newsandpublications/index html

[15] S. Singh, et al. "Effect of sulfur fertilization on different forms, soil sulfur balance and wheat nutrition in wheat and soybean cultivation sequences." 2014. https://doi.org/10.1080/ abs01904167.2013.867987

[16] Z. Al-Azami, et al. "Evaluation of the efficiency of foamed sulfur in increasing the readiness of soil phosphorus and phosphate rock fertilizer." *The first national conference on soil and water resources*. College of Agriculture - University of Baghdad, 2001. https://doi.org/10.12916/prz2014.803

[17] D. Kumar and S. Sidhu. "Soybean Response to Soils Applied to Sulfur and Boron in Calcareous Soils." *J. Plant Nutri.*, vol. 36, pp. 1795 – 1807, 2014. https://doi.org/10.1080/jeq2013.805223

[18] A. page, et al. "Methods of soil analysis." Part 2. Chemical and microbiological Properties. Am. Soc. Wages. Madison, Wisconsin. Role of copper in plant culture. Pro Mix. Article, 1965. https://doi.org/10.5555/full. 19841981415

[19] A. page, H. Miller, and D. Kenney. "Methods of soil analysis." *Chemical and microbiological Properties*. Am. Soc. Wages. Madison, Wisconsin, 1982. https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed

[20] M. Cresser, and J. Parsons . "Sulphuric-perchloric acid digestion of plant material for the determination of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium." *Anal. Chem. Acta.*. vol. 109, pp. 431 – 436, 1979. https://doi.org/10.1016S0003.2670.01.84273-2

[21] R. Haynes. "Comparison of two modified techniques of digestion as a skin for multi-element plant analysis with traditional wet and dry ash methods." *Commune in Soil Sci. Plant Analysis*, vol. 11, pp. 459 – 467, 1980. https://doi.org/10.1081/css120025216

[22] A.O.A.C. "Official methods of analyses", 14th and 12theditions: Association of Official Analytical chemist . Washington, D. C, 1970. https://doi.org/886.1882

[23] A. Jabr, et al. "The effect of agricultural sulfur, poultry waste, and phosphate rock on the readiness of phosphorus, some nutrients, and the growth and yield of bread wheat." *Iraqi Agricultural Sciences Journal*, vol. 38, no. 2, pp. 60-69, 2007. https://doi.org/10.1016/j.heliyon2021.e00614

[24] H. Khafaji, and M. Khafaji. "Effect of some organ sources on wheat yield and sandy soil fertility." *J. Soil Science and Agric Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 233 -243, 2013. https://bu.edu.eg/portal/uploads.agr. Agr1134

[25] N. Aboalasad, and M. Salem. "Phosphorus Dynamics and Their Relationship with Soil Properties in Soils of Tasawa Agricultural Project, Fazzan-Libya." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 36-46, 2026. https://doi.org/10.63318/ waujpasv4i2_06

[26] M. Souleman, O. Abd ALrzzak, and M. ALkanj. "The Effect of Certain Fertilization Practices and Some Climatic Factors on Selected Morphological and Yield Traits of Barley (Hordeum Vulgare L) Under Rainfed Condition." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, special Issue, pp. 83-89, 2026. https://doi.org/10.63318/ waujpas.sp_FISCSDR2026_10

[27] A. Al-Bayati. "The effect of the interaction between compaction and the addition of agricultural sulfur on the readiness and absorption of some nutrients and the growth of yellow corn plants." *Nabar Journal of Agricultural Sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 1-8, 2006. https://doi.org/10.32649/ajas2006.34049

[28] H. Kandil, and W. Gad. "Tomato plants respond to the use of sulfur as well as organic fertilizers." *Interl. J Academic Decision*, vol. 2, no. 3, pp. 204– 210, 2010. https://doi.org/10.32649/ajas2006. 34049

[29] M. Awodun. "Effect of nitrogen released from rumen digesta and cow dung on soil and leaf nutrient content of Gboma (*Solanum L* .)." *Macrocarpon Journal of Applied Biosciences*, vol. 7 pp. 202 – 206, 2008. https://www.m.elewa.org/JABS/2008/7/4

[30] S. Song, et al. "Fruit quality production and nitrogen uptake of organically and conventionally grown watermelons with different inputs of nitrogen, phosphorus and potassium J. from plant nutrition." vol. 33, pp. 130 – 141, 2010. https://doi.org/10.1080/ jeq2010.01904

[31] A. Pasha. "Effect of Divided Application of Nitrogen and Sulfur Fertilization on Wheat Growth, Yield and Quality." Master's Thesis, University of Agricultural Sciences, Dawwad, 2005. https://doi.org/10.5897/ jfcn2023.S1.065

[32] J. Al-Jubouri. "Effect of Magnesium and Potassium Sulfate Growth Sources and Levels and Productivity of (Zea mays L.) and its nutrient content." M.Sc. Thesis ,

Faculty of Agriculture, University of Baghdad , vol 45 , no. 2 pp. 167, 2011. https://doi.org/10.20546/ ijcmas.2011.804.354

[33] M. Stefanescu, and M. Tian. "The Effect of Fertilization on Some Qualitative Indicators of Wheat Yield." *Roman Agriculture Resolution*, vol. 16, pp. 25 – 34, 2001. https://doi.org/10.14232/ rard 2001.181.185

[34] M. Ansar, et al. "Effect of agricultural practices on septoria leaf spot development and subsequent impact of ITS on growth and productivity of wheat components." *Buck J. Boot*, vol. 43, no. 3, pp. 2125 – 2138, 2010. https://hdl. handle.net/2160. 6838

[35] J. Khalilzadeh, et al. "Effect of nitrogen on cereal yield, cereal protein and agricultural nitrogen use efficiency in winter wheat (Triticum aestivum L.) varieties." *Intl J. Agric. Crop Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 34 – 42, 2011. https://doi.org/10.1186/ S40066.018.0231-z

[36] P. Oru, et al. "Effect of nitrogen utilization rate and time on wheat (Triticum aestivum L.) yield and quality in Kenya." *J. From Science and Botany*, vol. 9, no. 2, pp. 1141 – 1146, 2011. https://doi.org/10.5829/ idosi.aejaes 2022.198.209

[37] S. Al-Hassoun. "Effect of Sulfur, Magnesium and Rock Phosphate Levels on Phosphorus Release and Wheat Crop Growth (Triticum aestivumL)." M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture , University of Baghdad, pp . 123, 2010.

[38] A. Al-Marjani. "The Effect of Soil and Spraying on the Growth and Yield of Wheat (Triticum aestivum L.)." Master's Thesis, Faculty of Agriculture, University of Baghdad, pp. 1315 - 1755, 2005.

[39] I. Dahl. "Effect of Irrigation, Seed Magnetization and Chemical Fertilizers on Grain Growth and Production of Wheat (IPA99)." Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture , University of Baghdad, 2011.

[40] S. Al-Azzawi, Samir Jumaa. "Efficiency of the effect of agricultural sulfur and ammonium sulfate on the readiness and behavior of phosphorus from phosphate rock and on the absorption of some elements and the growth of yellow corn." Master's thesis - College of Agriculture - University of Baghdad, pp. 156, 2006.

[41] B. Amujoyegbe, et al. "Effect of organic and inorganic fertilizers on maize yield and chlorophyll content (Zea mays L.) and bicolor sorghum (L.)." *Moench. African Journal of Biotechnology*, vol. 6, no. 16, pp. 1869 -1873, 2007. http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/514