تأثير مستويات مختلفة من الكبريت المعدني وسماد كبريتات البوتاسيوم في جاهزية عنصر الفسفور والفسفور الكلي الممتص من قبل الذرة الصفراء(*Zea mays L.*)

حذيفة معن نجم الحمندي
hudhaifaalhamandi@yahoo.com
قسم علوم التربة والموارد المائية- كلية الزراعة – جامعة تكريت، العراق

المستخلص

اجريت تجربة زراعية باستعمال اصص بلاستيكية سعة 10 كغم تربة من منطقة التون كبري وباعتماد تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وذلك لمعرفة تأثير ثلاثة مستويات من الكبريت المعدني (0 و800 و1600 كغم S هـ$^{-1}$) وثلاثة مستويات من سماد كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 (0 و100 و200 كغم K هـ$^{-1}$) في جاهزية الفسفور المضاف بهيئة سماد السوبر فوسفات الثلاثي وبثلاثة مستويات (0 و100 و200 كغم P هـ$^{-1}$) وفي الفسفور الممتص من قبل الذرة الصفراء. اظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير معنوي لمستويات الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم الثلاثي في جاهزية الفسفور من السوبر فوسفات، فأدت اضافة الكبريت المعدني الى زيادة معنوية في امتصاص الفسفور وكانت متناسبة مع مستويات الاضافة وبلغت الكميات الممتصة 278.23 و368.67 و467.69 ملغم p أصيص$^{-1}$ عند مستويات الاضافة 0 و800 و1600 كغم S هـ$^{-1}$ على التوالي. اما تأثير اضافة مستويات سماد كبريتات البوتاسيوم في الفسفور الكلي الممتص في المادة الجافة، فقد اظهرت النتائج تأثيراً معنوياً لمستويات الإضافة في امتصاص الفسفور وبكفاءة اقل من تأثير الكبريت المعدني لكنها اعلى مقارنة بمعاملة المقارنة، فبلغت الكميات الممتصة من الفسفور 294.02 و397.25 و459.37 ملغم p أصيص$^{-1}$ وذلك عند مستويات الاضافة 0 و100 و200 كغم K هـ$^{-1}$ على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الكبريت المعدني، كبريتات البوتاسيوم، السوبر فوسفات الثلاثي، الذرة الصفراء.

المقدمة

الفسفور أحد العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات، ويحتاجه بكميات عالية نسبيا لدوره في العمليات الحيوية الأساسية في النمو والتطور، والتي لا يمكن أن تتم من دونه ولذا يعد مفتاح الحياة. تتصف الترب العراقية بمحتوى مرتفع من معادن الكاربونات على هيئة كاربونات الكالسيوم وإن هذا يؤدي إلى ارتفاع قيمة الـ pH مما يؤثر في جاهزية العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات ومن ضمنها الفسفور، فضلاً عن وجوده بشكل مركبات قليلة الذوبان بسبب عمليات التثبيت للفوسفات مع كاربونات الكالسيوم أو ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة (العبدلي، 2005).

اشارت بعض الابحاث الى ان استعمال مصلحات التربة وبعض انواع الاسمدة ذات الأس الهيدروجيني الحامضي تؤدي الى زيادة تركيز ايون الهيدروجين في محلول التربة وذوبانيته، وذلك يرفع من ذوبانية وجاهزية مركبات بعض العناصر الغذائية وامتصاصها من قبل النبات، مثل: الاسمدة العضوية والكبريت بأنواعه والتي عند اضافتها في التربة تزيد من ذوبانية وجاهزية العناصر الغذائية وتحافظ على أس هيدروجيني حامضي للتربة، لضمان امتصاص العناصر الغذائية المضافة كالأسمدة من قبل النبات وخلال مدة نمو النبات (التميمي، 2003)، لذلك فان إضافة الكبريت اصبح أسلوبا شائعا لدى عدد من الباحثين كوسيلة لإدارة الفسفور في التربة، فضلا عن كون الكبريت احد المغذيات التي يحتاجها النبات إذ انه يدخل في كثير من العمليات الحيوية للنبات (الجميلي، 2005).

استلام البحث: 2016/11/1
قبول النشر: 2017/4/2

وجد Bly وآخرون (2001) ان اضافة السماد الكبريتي لمحصول الذرة الصفراء ادى الى زيادة في الحاصل من الحبوب بمقدار 10% قياساً بالمعاملة التي لم تسمد بهذا السماد، وذكر المعاميري (2003) ان اضافة 1 غم S كغم$^{-1}$ تربة كان ذا تأثير معنوي في كمية الفسفور الجاهز والتي بلغت 8.48 ملغم كغم$^{-1}$ تربة. وأشار بريسم وآخرون (2009) بان الكبريت المضاف الى حقول تربة المسيب بمستوى 0 و200 و1000 و2000 كغم S هكتار$^{-1}$ أثر معنويا في زيادة تركيز الفسفور في اوراق نبات الذرة الصفراء اذ بلغ 2.235 و2.329 و2.306 و2.455 ملغم P غم$^{-1}$ مادة جافة على التعاقب، وقد عزوا سبب الزيادة الى دور الكبريت في زيادة جاهزية الفسفور في التربة وسهولة امتصاصه من قبل النبات، ولاحظ Rahman، وآخرون (2011) وجود زيادة معنوية في تركيز الفسفور في اوراق الذرة الصفراء المزروعة في تربتي Al-Zaid وAl-Semaih عند اضافة الكبريت المعدني بمقدار 0 و1 و5 و10 طن متري S هكتار$^{-1}$ ليصل الى 8.42 و8.37 و9.20 و9.51 ملغم P غم$^{-1}$ مادة جافة في تربة Al-Zaid على التعاقب، في حين وصل التركيز في تربة Al-Semaih إلى 6.71 و8.39 و8.97 و9.01 ملغم P غم$^{-1}$ مادة جافة على التعاقب، لذا يهدف هذا البحث الى تحديد مستوى الكبريت المعدني المخلوط مع السوبر فوسفات الثلاثي وكبريتات البوتاسيوم في زيادة جاهزية عنصر الفسفور في التربة.

المواد وطرائق البحث

اجريت تجربة زراعية في اصص بلاستيكية للموسم الربيعي 2015-2016 باستعمال تربة سطحية من حقول منطقة التون كبري في محافظة كركوك، ذات نسجة مزيجة طينية (CL) والمصنفة عند مستوى مجاميع الترب العظمى Typic Torrifluvent بحسب النظام الحديث Soil Survey Staff (2006). جلبت عينات التربة من مواقع مختلفة من الحقل عند العمق 0-30 سم، وجففت هوائيا وطحنت ومررت من خلال منخل قطر فتحاته 4 ملم لغرض الزراعة في الأصص اذ تمّ وضع 10 كغم تربة جافة في كل اصيص والذي يمثل وحدة تجريبية، واخذت عينة من التربة ذاتها وطحنت ونخلت من خلال منخل قطر فتحاته 2 ملم لتقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة (جدول 1) بحسب الطرائق الواردة في Page وآخرون (1982).

تنفيذ التجربة

صممت تجربة عاملية بحسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وباستعمال اصص بلاستيكية سعة 10 كغم تربة، وشملت التجربة ثلاثة مستويات من الكبريت المعدني (S) هي: 0 و800 و1600 كغم S هـ$^{-1}$ (رمز لها S_1 وS_2 وS_3)، وثلاثة مستويات من سماد كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4، نسبة K فيه 41.5 %) هي 0 و100 و200 كغم K هـ$^{-1}$ (رمز لها K_1 وK_2 وK_3) وثلاثة مستويات من الفسفور (بهيئة سوبرفوسفات ثلاثي) هي: 0 و100 و200 كغم P هـ$^{-1}$ (رمز لهاP_1 و P_2 وP_3). نفذت التجربة بثلاثة مكررات وبذلك يكون عدد الوحدات التجريبية 81 وحدة. أضيف الكبريت المعدني وسماد السوبرفوسفات والدفعة الأولى من سماد كبريتات البوتاسيوم بعد خلطهما جيدا مع تربة الأصص عند الزراعة، واضيف النتروجين بالمستوى 200 كغمN هـ$^{-1}$على شكل سماد اليوريا (46 % N) لجميع المعاملات، أما الدفعة الثانية من سماد كبريتات البوتاسيوم فأضيفت بعد 30 يوما من الزراعة مع ماء الري، وزرعت الاصص بالذرة الصفراء بواقع 5 بذور في كل اصيص، خفت الى 2 نبات بعد اسبوع من البزوغ، واجريت العمليات الزراعية اللازمة من ري ومكافحة وبحسب الحاجة. حللت النتائج إحصائيا وقورنت الفروقات بين المتوسطات باستعمال اختبار دنكن المتعدد الحدود وبمستوى احتمال 5% وبحسب الراوي وعبد العزيز،

(2000). وتم حساب كمية الفوسفور الممتصة في كل من الأوراق والسيقان والجذور وتقدير المادة الجافة للنبات وحساب كمية الفسفور الممتص لكل أصيص.

الجدول1. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة

الصفة	الوحدة	القيمة
pH		7.63
EC	ديسيسمينز م$^{-1}$	2.5
CEC	سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة	18.5
O.M	غم كغم$^{-1}$ تربة	12.0
$CaSO_4$		1.9
$CaCO_3$		240
Sand	غم كغم$^{-1}$ تربة	420
Silt		280
Clay		300
Texture		مزيجة طينية
العناصر الجاهزة		
N	ملغم كغم$^{-1}$ تربة	80
P		15
K		178
S		153.6
الايونات الذائبة		
Na^{+}	مليمول لتر$^{-1}$	0.20
K^{+}		0.87
Ca^{+2}		0.8
Mg^{+2}		0.28
Cl^{-}		2.97
$CO3^{=}$		Nill
$HCO3^{-}$		0.15

النتائج والمناقشة

امتصاص الفسفور الكلي في المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء

أظهرت النتائج في الجدول 2 وجود فروقات معنوية عند مستوى 0.05 لمستويات الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم في جاهزية الفسفور من السوبر فوسفات الثلاثي وتداخلهما في امتصاص الفسفور الكلي في المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء (الاوراق والسيقان والجذور). واظهرت النتائج أن إضافة الكبريت المعدني أدت الى زيادة معنوية في امتصاص الفسفور في المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء مع زيادة مستويات الاضافة وبلغت القيم 278.28 و368.67 و467.67 ملغم p أصيص$^{-1}$ عند مستويات الاضافة 0 و800 و1600 كغم S هـ$^{-1}$ على التوالي. ويعزي ذلك الى دور الكبريت المعدني في تكوين حامض الكبريتيك بعملية الاكسدة الكيميائية والبيولوجية والذي عمل على زيادة تركيز ايونات الهيدروجين في التربة مما ادى الى خفض pH التربة بشكل آني والتي أدت الى إذابة بعض المركبات الفوسفاتية وتحرر الفسفور الجاهز للامتصاص من قبل النبات وبالنتيجة زيادة امتصاصه من قبل النبات وكما مبين في الجداول 2 و3 و4.

تتفق هذه النتائج مع ما توصل أليه التميمي (2003)، المعاميري (2003)، الحسون (2010)، سلوم وعلي (2011) والكبيسي (2015) الذين وجدوا زيادة في امتصاص الفسفور عند إضافة الكبريت المعدني والرغوي في ترب دراستهم.

اظهرت النتائج انّ لإضافة مستويات كبريتات البوتاسيوم في امتصاص الفسفور الكلي في المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء تأثيرا معنويا، فقد حقق زيادة في امتصاص الفسفور في اجزاء النبات إذ بلغت القيم 294.02، 397.25 و459.37 ملغم أصيص$^{-1}$ عند مستويات الاضافة 0 و100 و200 كغم k هـ$^{-1}$ على التوالي. تعزى الزيادة في امتصاص الفسفور في النبات من إضافة سماد كبريتات البوتاسيوم الى زيادة البوتاسيوم الجاهز للامتصاص من قبل النباتات والذي شجع على النمو الخضري وزيادة حجم المجموع الخضري ومن ثم زيادة امتصاص الفسفور وكذلك فإن توافر الفسفور والبوتاسيوم في محلول التربة اعطى افضل اتزان غذائي فضلاً عن اسهامه في تنشيط العمليات الحيوية وتحفيزه لامتصاص الفسفور والذي انعكس ايجابياً على تركيزه في النبات. ويتفق هذا مع ما توصل اليه محمد (2001) وخيرو (2003) وعمارة (2004) والعامري (2005) الذين اشاروا الى ان زيادة مستويات البوتاسيوم المضافة شجعت من امتصاص الفسفور وزيادة تركيزه في النبات.

الجدول 2. تأثير إضافة الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات الثلاثي في امتصاص الفسفور الكلي في المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء (ملغم أصيص$^{-1}$) بعد 50 يوما من الانبات

الكبريت المعدني كغم S هـ$^{-1}$	كبريتات البوتاسيوم كغم k هـ$^{-1}$	السوبر فوسفات الثلاثي كغم P هـ$^{-1}$			المعدل
		0	100	200	
		ملغم نبات$^{-1}$	ملغم نبات$^{-1}$	ملغم نبات$^{-1}$	
0	0	208.50	244.96	274.55	265.91
	100	230.66	278.00	230.85	279.83
	200	250.97	317.06	369.05	312.36
المعدل					278.28(c)
800	0	237.73	287.37	351.28	335.77
	100	293.62	382.67	456.77	377.68
	200	413.47	479.22	578.02	490.23
المعدل					368.67(b)
1600	0	287.30	352.74	401.74	407.22
	100	401.62	485.01	554.09	480.24
	200	493.49	574.59	658.52	575.53
المعدل		(c)938.66	(b)1133.86	(a)1324.94	467.67 (a)

أظهرت النتائج في الجدول 2 أيضا وجود تأثير معنوي لاضافة الفسفور من السوبر فوسفات الثلاثي في زيادة إمتصاص الفسفور الكلي في المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء إذ بلغت القيم 938.66 و1133.26 و1324.94 ملغم أصيص$^{-1}$ عند مستويات الاضافة 0 و100 و200 كغم P هـ$^{-1}$ على التوالي. وتعزى الزيادة في كمية الفسفور الممتص من قبل النبات الى اهمية سماد السوبر فوسفات الثلاثي في تجهيز الفسفور للنبات. وهذا يتفق مع ما توصل إليه التميمي (2003) والموسوي (2004) والزاهدي (2005) والحسون (2010) وSingh وReddy (2011) والراوي (2012) من زيادة معنوية في امتصاص الفسفور من قبل نبات الذرة الصفراء عند إضافة الفسفور من الاسمدة الفوسفاتية المختلفة في التربة.

أظهرت النتائج كذلك أن تداخل الكبريت وكبريتات البوتاسيوم والسوبرفوسفات الثلاثي حقق أعلى امتصاص كلي للفسفور في النبات عند المعاملة ($S_3N_3P_3$) والذي يبلغ 658.52 ملغم أصيص$^{-1}$ قياسا

بمعاملة المقارنة إذ بلغت اعلى قيمة للفسفور 208.50 ملغم أصيص$^{-1}$ للمادة الجافة لنبات الذرة الصفراء (جدول 2). هذا يؤكد لنا أهمية خلط السوبرفوسفات الثلاثي مع الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم من اجل زيادة جاهزية الفسفور من السوبرفوسفات الثلاثي.

امتصاص الفسفور في النبات (الاوراق والسيقان والجذور)

تبين النتائج في الجداول 3 و4 و5 تأثير أضافة الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات الثلاثي وتداخلهما في أمتصاص الفسفور في الاوراق (الجدول 3) والسيقان (الجدول 4) والجذور (الجدول 5). واظهرت النتائج أن أضافة الكبريت المعدني أدت الى زيادة معنوية عند مستوى 5% في أمتصاص الفسفور في جميع اجزاء النبات مع زيادة مستويات اضافة الكبريت وبلغت القيم 73.33 و107.03و136.76 ملغم أصيص$^{-1}$ في الاوراق و110.02 و151.95 و171.76 ملغم أصيص$^{-1}$ في السيقان و64.92 و102.92 و129.20 ملغم P أصيص$^{-1}$ في الجذور عند مستويات الاضافة (0 و800 و1600) كغم S هـ$^{-1}$ على التوالي، وقد حقق المستوى 1600كغم S هـ$^{-1}$ اعلى امتصاص للفسفور في جميع أجزاء النبات بالرغم من تباين القيم بين اجزاء النبات أذ كان اعلى أمتصاص في سيقان النبات 110.02و 51.459 و171.76 ملغم P نبات$^{-1}$ وفي الجذور64.92 و102.92 و129.20 ملغم P نبات$^{-1}$على التوالي. وهذا ماوجده التميمي (2003) والدليمي (2007) والفهداوي (2008) والكبيسي (2015).

أدت إضافة كبريتات البوتاسيوم الى زيادة معنوية في أمتصاص الفسفورفي الاوراق والسيقان والجذور للنبات مع زيادة مستويات أضافة كبريتات البوتاسيوم ولكن بكفاءة أقل مقارنة مع الكبريت المعدني ولكن لايقل اهميته عن الكبريت في زيادة امتصاص الفسفور وقد بلغت القيم 77.64 و106.08 و133.79 ملغم P أصيص$^{-1}$ وفي الاوراق 112.65 و145.20 و175.39 ملغم P أصيص$^{-1}$ في السيقان و73.89 و97.90 و126.18 ملغم P أصيص$^{-1}$ في الجذور عند مستويات الاضافة (0 و100 و200) كغم k هـ $^{-1}$ على التوالي.

اظهرت النتائج في الجداول 3 و4 و5 أن أضافة الفسفور من السوبر فوسفات الثلاثي أدت الى زيادة معنوية في امتصاص الفسفور في اجزاء النبات اذ بلغت القيم 243.22 و313.29 و395.54 ملغم P أصيص$^{-1}$ وفي الاوراق 356.15 و430.64 و512.94 ملغم P أصيص$^{-1}$ وفي السيقان و249.73 و299.93 و391.47 ملغم P أصيص$^{-1}$ في الجذور وعند مستويات الاضافة (0 و100 و200) كغم P هـ$^{-1}$ على التوالي.

حققت نتائج تداخل الكبريت وكبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات أعلى أمتصاص للفسفور في كافة اجزاء النبات قياسا بمعاملة المقارنة أذ بلغت أعلى قيم الفسفور عند المعاملة ($S_3 P_3 k_3$) 206.40، 237.35 و184.75 ملغم P أصيص$^{-1}$ في حين كانت أقل قيم للفسفور عند معاملة ($S_0P_0K_0$) المقارنة 47.68، 81.12 و49.70 ملغم P أصيص$^{-1}$ من الاوراق والسيقان والجذور للنبات على التوالي وكما مبين في الجداول 3 و4 و5). وهذا يؤكد دور وأهمية اضافة كل من الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم في زيادة جاهزية الفسفور من التربة والسوبر فوسفات الثلاثي عند خلطها معه مما يؤدي الى زيادة الفسفور الممتص من قبل النبات ولاسيما في هذه المرحلة من نمو النبات لحاجته الى كمية كبيرة من العناصر الغذائية، وهذا ما وجده الزاهدي (2005) والحسون (2010).

الجدول 3. تأثير إضافة الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم والصخرالفوسفاتي في امتصاص الفسفور في أوراق نبات الذرة الصفراء (ملغم اصيص$^{-1}$) عند 50 يوما من الانبات

الكبريت المعدني كغم S هـ$^{-1}$	كبريتات البوتاسيوم كغم k هـ$^{-1}$	السوبر فوسفات الثلاثي كغم P هـ$^{-1}$			المعدل
		0	100	200	
		ملغم نبات $^{-1}$	ملغم نبات $^{-1}$	ملغم نبات $^{-1}$	
0	0	47.68	61.54	78.48	62.56
	100	52.39	71.92	94.86	73.05
	200	61.24	85.15	106.80	84.39
المعدل					73.33(c)
800	0	57.52	74.91	96.07	76.16
	100	70.42	106.47	131.31	102.73
	200	110.83	137.23	180.99	143.01
المعدل					107.30(b)
1600	0	74.00	90.85	116.18	93.67
	100	112.95	138.93	175.54	142.47
	200	142.64	172.90	206.40	173.98
المعدل		243.22(c)	313.29 (b)	395.54 (a)	136.70 (a)

الجدول 4. تأثير إضافة الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات الثلاثي في امتصاص الفسفور في سيقان الذرة الصفراء (ملغم اصيص$^{-1}$) عند 50 يوما من الانبات

الكبريت المعدني كغم S هـ$^{-1}$	كبريتات البوتاسيوم كغم k هـ$^{-1}$	السوبر فوسفات الثلاثي كغم P هـ$^{-1}$			المعدل
		0	100	200	
		ملغم نبات $^{-1}$	ملغم نبات $^{-1}$	ملغم نبات $^{-1}$	
0	0	81.12	96.91	102.96	93.66
	100	94.67	113.07	134.16	113.96
	200	100.64	123.46	143.23	122.44
المعدل					110.02 (c)
800	0	92.59	112.83	136.57	113.99
	100	113.58	139.78	177.33	143.56
	200	154.17	178.35	257.92	196.81
المعدل		120.11	143.65	190.60	151.45 (b)
1600	0	108.09	137.61	145.19	130.29
	100	148.17	182.01	204.07	178.08
	200	175.46	207.95	237.35	206.92
المعدل		356.15(c)	430.64 (b)	512.91 (a)	171.76 (a)

الجدول 5. تأثير اضافة الكبريت المعدني وكبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات الثلاثي في امتصاص الفسفور في جذور الذرة الصفراء (ملغم أصيص$^{-1}$) عند 50 يوم من الانبات

الكبريت المعدني كغم S هـ$^{-1}$	كبريتات البوتاسيوم كغم k هـ$^{-1}$	السوبر فوسفات الثلاثي كغم P هـ$^{-1}$			المعدل
		0	100	200	
		ملغم نبات$^{-1}$	ملغم نبات$^{-1}$	ملغم نبات$^{-1}$	
0	0	49.70	56.50	63.11	56.43
	100	53.60	63.01	71.83	62.81
	200	59.09	78.45	89.02	75.52
المعدل					64.92 (c)
800	0	57.62	69.63	88.64	71.96
	100	79.62	106.42	118.13	101.39
	200	118.48	133.65	154.11	135.41
المعدل					102.92 (b)
1600	0	75.21	94.28	110.37	93.28
	100	110.50	134.16	144.48	129.71
	200	145.39	163.74	184.75	167.62
المعدل		249.73(c)	299.93 (b)	341.47 (a)	129.20 (a)

المصادر

التميمي، محمد صلال عليوي. 2003. تأثير خلط الكبريت المعدني مع بعض المصادر الفوسفاتية في جاهزية الفسفور وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

الجميلي، محمد عبيد سلوم. 2005. تأثير الكبريت المعدني تحت نظامي الري السيحي والتنقيط في جاهزية العناصر PKSN وإنتاج نبات زهرة القرنابيط (*Brassica oleracea*). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الانبار.

الحسون، سميرة ناصر حسون. 2010. تأثيرمستويات الكبريت والمغنيسيوم وصخر الفوسفات في تحرر الفسفور ونمو محصول الحنطة .*Triticum aestivum* L. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

الدليمي، حمزة نوري عبيد. 2007. استخدام الكالسيوم وحامض الكبريتيك في تحسين نمو وانتاجية محصولي الحنطة والذرة الصفراء المروية بمياه مالحة. اطروحة دكتوراه. كلية التربية ابن الهيثم. جامعة بغداد.

الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز إبراهيم خلف الله. 2000. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل.

الراوي، محمد خيرالله سلمان. 2012. دور المياه المحمضة والصخر الفوسفاتي في جاهزية وامتصاص بعض العناصر الغذائية وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الانبار.

الزاهدي، وليد فليح حسن. 2005. تأثير الكبريت المعدني ومخلفات الدواجن والصخر الفوسفاتي في جاهزية وإمتصاص الفسفور وبعض العناصر الغذائية ونمو حاصل الحنطة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

العامري، علي عباس. 2005. تأثير مصادر ومستويات البوتاسيوم وتجزئة اضافتها في نمو وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

العبدلي، رنا سعد الله عزيز. 2005. تفاعلات بعض الأسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية وتأثيرها في نمو نبات الحنطة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل.

الفهداوي، وليد عبد الستار. 2008. تأثير مستويات الكبريت المعدني والسماد المركب في حاصل الحبوب ومكونات الذرة البيضاء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

الكبيسي، خضير ياس خضير. 2015. تقييم فعالية الصخر الفوسفاتي المحمض جزئيا في تسميد الذرة الصفراء في تربه كلسية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الانبار.

المعاميري، علي عباس كاظم. 2003. الاكسدة الاحيائية للكبريت الزراعي المضاف للتربة عند مستويات رص مختلفة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الانبار.

الموسوي، احمد نجم عبد الله. 2004. تأثير مصادر ومستويات الفسفور وموعدي اضافته في نمو وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

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

خيرو، اوس ممدوح. 2003. تأثير الرش التكميلي بالنتروجين والبوتاسيوم في نمو حاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

سلوم، محمد عبيد وسلام زكم علي.2011. تأثير الكبريت المعدني في جاهزية الفسفور ونمو نبات القرنبيط *Brassica oleracea* L. تحت ظروف الري السطحي والتنقيط. *مجلة ديالى للعلوم الزراعية*. 3(2): 457-467.

عمارة، مشرق نعيم. 2004. تأثير مستوى وطريقة اضافة السماد البوتاسي في نمو وانتاجية محصول الطماطة *Lycopersicon esculentum* Mill. المزروع في البيوت البلاستيكية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

محمد، حسين عزيز. 2001. تأثير التسميد الفوسفاتي والبوتاسي وعجز ماء الري في نمو وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

Bly, H., H. Woodard and D. Winter. 2001. Corn response to sulfur application. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 23: 114-121.

Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Kenney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Amer. Soc. Agron. Madison Wisconsin. USA.

Rahman, M. M., A. S. Abdou, H. F. Al-Darwish and M. S. Azirun. 2011. Responses of sulfur, nitrogen and irrigation water on *Zea mays* growth and nutrients uptake. *Aus. J. Crop. Sci*. 5(3): 350-360.

Singh, H. and M. S. Reddy. 2011. Effect of inoculation with phosphate solubilizing fungus on growth and nutrient uptake of wheat and maize plants fertilized with rock phosphate in alkaline soils. *European Journal of Soil Biology*, 47: 30 – 34.

Soil Survey Staff. 2006. Key to Soil Taxonomy. 10th Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Service. Washington, D.C.

EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF MINERAL SULFUR AND POTASSIUM SULPHATE FERTILIZER ON PHOSPHORUS AVAILABILITY AND UPTAKE BY CORN (*Zea mays* L.)

Hudhaifa. M. Najim Al-Hamandi

hudhaifaalhamandi@yahoo.com

Soil Sci. and Water Reso. Dept., College of Agric., University of Tikrit, Iraq

ABSTRACT

An agricultural experiment was conducted by using plastic pots 10 kg capacity on soil from Alton-Kobry region with R.C.B.D design, to study the effect of three mineral sulfur levels (0, 800 and 1600) kg S ha^{-1} , Potassium-sulphate (0, 100 and 200) kg K ha^{-1} on phosphorus of triple superphosphate availability (0, 100 and 200) kg P ha^{-1} and growth and yield of corn (*Zea mays*). Results showed that there were a significant effect for the mineral sulfur and potassium-phosphate in phosphate availability and uptake. Mineral sulfur causes a significant effect on phosphate uptake by plant dry matter, increased as addition levels increased, uptake amount reached (287.28, 368.67 and 467.67) mg P pot^{-1} at levels addition (0, 800 and 1600) kg S ha^{-1} respectively, while the effect of (K_2SO_4) levels addition on total phosphate uptake in plant dry matter, results showed also a significant effect for addition levels on phosphate uptake but with less efficiency compared to mineral sulphate, but higher than control treatment, the values of phosphate uptake were (294.02, 397.25 and 459.37) mg P pot^{-1} at addition levels of (0, 100 and 200) kg K ha^{-1} respectively.

Key words: Potassium sulphate, agriculture sulfur, Triple superphosphate, corn.