Effect of the partitioning of potassium fertilizer by adding to soil and spraying on the growth and yield of (*Zea mays* L.)

تاثير تجزئة السماد البوتاسي واضافته للتربة والرش في نمو وحاصل الذرة الصفراء Zea mays L.

احمد نجم عبدالله الموسوي يوسف محمد ابوضاحي
جامعة بغداد ـ كلية الزراعة ـ قسم علوم التربة والموارد المائيه

المستخلص

اجريت تجربة حقلية في منطقة الحسينية في محافظة كربلاء للموسم الربيعي 2008 استهدفت معرفة تاثير تجزئة السماد البوتاسي واضافته للتربة والرش في نمو وحاصل الذرة الصفراء *Zea mays* L. صنف تركيبي 5012، تضمنت التجربة عاملين الاول تجزئة السماد البوتاسي المضاف الى التربة خمس دفعات (دفعة واحدة ودفعتين وثلاث دفعات واربع دفعات وخمس دفعات) والعامل الثاني استعمال اضافة البوتاسيوم الى التربة + رشا بمستوى 2000 ملغم K.لتر$^{-1}$ وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD).

اظهرت النتائج مايأتي :-

1. أثرت طريقة اضافة السماد البوتاسي للتربة وبالرش معنوياً في زيادة وزن 500 حبة ووزن المادة الجافة وحاصل الحبوب للذرة الصفراء.
2. اثرت تجزئة السماد البوتاسي معنويا في زيادة ارتفاع النبات ووزن 500 حبة وزن المادة الجافة وحاصل الحبوب لنبات لذرة الصفراء.
3. اضهر التداخل بين تجزئة السماد البوتاسي المضاف للتربة فقط و تجزئة السماد البوتاسي المضاف للتربة + رشا بمستوى 2000 ملغم K.لتر$^{-1}$ تفوقا معنويا معنويا في زيادة ارتفاع النبات ووزن 500 حبة وزن المادة الجافة وحاصل الحبوب لنبات لذرة الصفراء.

البحث مستل من اطروحة الباحث الاول

Summary

A field experiment was conducted at Hussainyah Province of Karbala /Iraq to study the effect of the partitioning of potassium fertilizer by adding to soil and spraying on growth and yield of Maize (*Zea mays* L.) var.synthesiser 5012. The experiment included studying two factors. First factor included partitioning of potassium fertilizer applied in soil of five batches (1, 2, 3, 4 and 5). Second factor partitioning of potassium fertilizer applied in soil + Concentration of 2000 mg K.L^{-1}. The experiment was designed as RCBD.

The result showed the following points:

1. Adding Potassium fertilizer to soil and spray has significant effect on the 500 grain, dry matter weight and grain yield of corn.
2. The partitioning of potassium fertilizer gave significant effect on the height of plants, 500 grain, dry matter weight and grain yield.
3. The interaction between partitioning of potassium fertilizer applied in soil and partitioning of potassium fertilizer applied in soil + Concentration of 2000 mg K.L^{-1}.was significantly increased the plant height, 500 grain, dray matter weight and grain yield.

المقدمـــــة

يعد البوتاسيوم من المغذيات الرئيسة والضرورية لنمو النباتات، فهو من الناحية الفسلجية يسهم في العديد من العمليات الحيوية للنباتات. وان تغذية المحصول به بالقدر الكافي يعد من اهم العوامل المساعدة في زيادة الانتاج لوحدة المساحة لما له من اهمية كبيرة في زيادة حاصل محاصيل الحبوب ومنها الذرة الصفراء وتحسين نوعيتها، ولما يؤديه من وظائف مهمة وعديدة داخل النبات (1). اذ ان اهميته تكمن في دوره في تحسين نواتج التمثيل الضوئي وسرعة نقلها من المصدر الى المخزن كالثمار والحبوب والدرنات(2 و3 و4) وتسريع عملية تحويلها الى نشا وبروتينات ودهون (3) وتحفيز اكثرمن 80 انزيما وتكوين السكر والنشا والبروتين في النبات (5 و6) وغلق وفتح الثغور(2) وزيادة كفاءة استعمال المياه (7 و8) وكذلك في دوره في نقل وتمثيل البروتين وانتاج ال ATP وتحسين كمية ونوعية الثمار وتحفيز نمو الجذور والمجموع الخضري وانقسام الخلايا (2 و9) وتمثيل وتثبيت النتروجين وتحسين امتصاصه من قبل النبات (10 و4) ومقاومة الجفاف (11) والانجماد (12) والملوحة والاضطجاع (1 و3).

ان تجزئة السماد البوناسي الى ثلاث دفعات اثر معنويا في زيادة حاصل الحبوب والوزن الجاف ووزن 1000 حبة والنسبة المئوية للبروتين للذرة الصفراء(13) وان استعمال ثلاث مستويات من البوتاسيوم وبثلاث دفعات اثر معنويا في زيادة عدد الحبوب في الداليا والحاصل البايلوجي وان الرش بالتركيز 3000 ملغم K.لتر$^{-1}$وباربع رشاتاعطت اعلى وزن قش للحنطة (14) وجد ان هناك استجابة للذرة الصفراء للتغذية الورقية عند استعمال سماد الفسفور والبوتاسيوم ولاربعة مواسم 1989 – 1993 اذ ازداد الوزن الجاف وتركيز البوتاسيوم والفسفور (15) وعند استعمال ثلاث مستويات من البوتاسيوم مع الرش بسماد كبريتات البوتاسيوم حصلت زيادة معنوية في حاصل الحبوب ووزن 500 حبة(8) لذا تهدف الدراسة الى تجهيز البوتاسيوم الى مراحل متاخرة من نمو النبات وتجنب تثبيتة عند اضافته دفعة واحدة.

المواد وطرائق العمل

اجريت تجربة حقلية في منطقة الحسينية في محافظة كربلاء للموسم الربيعي 2008 في تربـة رسوبية ذات نسجة مزيجة غرينية مصنفة إلى مستوى تـحت المـجـاميع العـظمى (Typic Torrifluvent) حسـب ما جـاء فـي (17). استهدفت معرفة تاثير تجزئة السماد البوتاسي واضافته للتربة والرش في نمو وحاصل الذرة الصفراء.*Zea mays* L صنف تركيبي 5012، تضمنت التجربة عاملين الاول تجزئة السماد البوتاسي المضاف الى التربة خمس دفعات (دفعة واحدة ودفعتين وثلاث دفعات واربع دفعات وخمس دفعات) والعامل الثاني استعمال اضافة البوتاسيوم الى التربة + رشا بمستوى 2000 ملغم K.لتر$^{-1}$ وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) وتضمنت كل طريقة ستة معاملات فاصبح عدد الوحدات التجريبية(2 x 6 x 3) 36 وحدة تجريبية.تم تحضير تربة الحقل للزراعة وذلك بحراثتها وتنعيمها وتسويتها وتقسيمها الى الواح بأبعاد (4 م x 4 م) للوحدة التجريبية الواحدة مع تـرك فواصل بين القطاعات والمعاملات ضمن القطاع الواحد بعرض مترين.

أضيفت كمية ثابتة من كل من النتروجين والبالغة 320 كغم.هـ$^{-1}$ على شكل يوريا N%46 والفسفور والبالغة 120 كغمP.هـ$^{-1}$على شكل سوبر فوسفات P%21 والبوتاسيوم البالغة 160 كغمK.هـ$^{-1}$ على شكل K_2SO_4 K%41 (13) إذ اضيفت الدفعة الأولى من N وجميع كمية P مع الدفعة الأولى من K عند الزراعة أما الدفعة الثانية من N و K فاضيفا بعد 45 يوما من الإنبات اما الدفعات الثالثة والرابعة والخامسة من K فاضيفت بعد 60 و 75 و 90 يوما من الإنبات . جرت عملية الرش على ثلاث مرات وذلك بعد 45 و55 و 65 يوما من الإنبات.

الزراعة وخدمة المحصول :

قسم الحقل الى وحدات تجريبية ورويت المروز رية التعبير ثم زرعت بذور الذرة الصفراء صنف تركيبي 5012 بواقع ثلاث بذور في كل جورة وعلى مروز المسافة بينها 75 سم وبمسافة 25 سم بين جورة واخرى وتم خفها بعد الانبات الى نبات واحد في كل جورة لتصبح الكثافة النباتية (53333 نبات.هـ$^{-1}$)، تمت مكافحة حشرة حفار ساق الذرة بأستـخدام مبيد الديازينون المحبب تركيز 10% بموعدين الأول بعد 20 يوما من الأنبات والثاني بعد 15 يوما من الموعـد الاول. كمـا اجريت عملية التعشيب يدويا ثلاث مرات خلال الموسم للتخلص من نباتات الادغال ، ورويت النباتات حسب الحاجة.

عينات التربة والنبات :

أخذت عينات التربة عشوائيا من عدة مواقع مختلفة من الالواح التجريبية قبل تنفيذ التجربة ثم جففت هوائيا ونعمت بطرقها بمطرقة من البولي اثيلين ثم نخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم ثم خلطت جيدا واخذت منها عينة مركبة واحدة لغرض اجراء بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية للتربة الواردة في(18) والموضحة في جدول (1) ثم حصدت 10 نباتات محروسة من الخطوط الوسطية من كل وحدة تجريبية عند النضج بعد قياس ارتفاعاتها وجففت على درجة 65 م° لغرض أجراء بعض القياسات.اذ فصلت العرانيص وفرطت الحبوب وجففت على درجة حرارة 65 م° ولمـدة 48 ساعة وأجريت القياسات الآتية :-

الوزن الجاف وحاصل الحبوب:- قدر الوزن الجاف للأجزاء الخضرية وحاصل الحبوب بعد تعديل الوزن على أساس رطوبة 15.5%(19). كما قدرت كمية الأنتاج من الحبوب لكل معاملة من خلال ظرب حاصل النبات الواحد في الكثافة النباتية.

ارتفاع النبات:- قدر أرتفاع النبات بقياس المسافة من سطح التربة وحتى العقدة السفلى للنورة الذكرية على الساق (19).

جدول (1)الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الصفة		القيمة	الوحدة
درجة التفاعل pH		7.75	-
الايصالية الكهربائية EC		3.4	$dS.m^{-1}$
السعة التبادلية للايونات الموجبة		20.0	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
المادة العضوية		10.1	$g.Kg^{-1}$ Soil
الأيونات الذائبة الموجبة	Ca^{2+}	1.4	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
	Mg^{2+}	0.98	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
	Na^{1+}	1.2	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
	K^{+}	0.42	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
الأيونات الذائبة السالبة	SO_4^{2-}	1.3	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
	HCO_3^{1-}	2.1	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
	CO_3^{2-}	Nill	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
	Cl^{-}	0.92	$Cmol_c.Kg^{-1}$ Soil
الجبس		0.54	$gm.Kg^{-1}$ Soil
معادن الكاربونات		252	$gm.Kg^{-1}$ Soil
النتروجين الجاهز		38.2	$mg.Kg^{-1}$ Soil
البوتاسيوم الجاهز		169.2	$mg.Kg^{-1}$ Soil
الفسفورالجاهز		8.69	$mg.Kg^{-1}$ Soil
مفصولات التربة	الرمل	105	$gm.Kg^{-1}$ Soil
	الغرين	644	$gm.Kg^{-1}$ Soil
	الطين	251	$gm.Kg^{-1}$ Soil
صنف النسجة		مزيجة غرينية	_
الكثافة الظاهرية		1.32	$Mg.m^{-3}$

النتائج والمناقشة

ارتفاع النبات: سم

تبين نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (2) عدم وجود فروق معنوية في ارتفاع النبات لطريقة اضافة السماد.

و تبين النتائج في الجدول نفسه تِفوق مستويات التجزئة معنويا مقارنة بالمعاملة غيرالمسمدة وبلغ اعلى ارتفاع نبات عند تجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات 183.12 سم مقارنة بالمعاملة غير المسمدة اذ بلغ 150.13 سم عند الاضافة الارضية + رش مقارنة بالاضافة الارضية فقط، وكانت نسب الزيادة في ارتفاع النبات 10.68 و13.10 و17.03 و20.44 و21.97 % عند تجزئة السماد البوتاسي واضافته بدفعة واحدة ودفعتين وثلاث واربع وخمس دفعات على الترتيب.

كما تبين نتائج التداخل في الجدول نفسه وجود زيادة معنوية بالمقارنة بمعاملة القياس ،وحصل اعلى ارتفاع نبات عند تداخل استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش وتجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات اذ بلغ 188.33 سم واقل ارتفاع نبات حصل عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغ 147.90سم. تعزى زيادة ارتفاع النبات الى دور البوتاسيوم في تحفيز عملية التمثيل الضوئي من خلال تاثيره في مؤشرات النمو ومنها زيادته للمساحة الورقية وتنشيط الانزيمات (1 و20و21 و22). وان اضافة البوتاسيوم على دفعات يعمل على ضمان استمرار تجهيز البوتاسيوم في المراحل المتاخرة من نمو النبات وعدم تعرضه للتثبيت وهذا يتفق مع ما وجده كل من (23و24 و25 و13) الذين وجدوا زيادة في الوزن الجاف وحاصل الحبوب وارتفاع النبات.

جدول (2) تاثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في ارتفاع نبات الذرة الصفراءنهاية الموسم سم.

تجزئه K (عدد الدفعات)	طريقة الاضافة		المعدل
	ارضي	ارضي+رش	
0	147.90	152.37	150.13
1	162.73	169.63	166.18
2	165.53	174.07	169.80
3	170.37	181.03	175.70
4	176.17	185.47	180.82
5	177.90	188.33	183.12
المعدل	166.77	175.15	
L S D 0.05	طريقةالاضافة	تجزئة K	طريقةالاضافةxتجزئةK
	n.s	6.81	10.41

وزن 500 حبة: غم

تبين نتائج التحليل الاحصائي في جدول (3) وجود فروق معنوية في وزن 500 حبة اذ تفوقت معاملات استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش واعطت وزن 500 حبة بلغ 119.89 غم ، في حين بلغ 111.69 غم عند استعمال طريقة الاضافة الارضية فقط،وبنسبة زيادة في وزن 500 حبة 7.34 % عند الاضافة الارضية + رش مقارنة بالاضافة الارضية فقط.

وتبين النتائج في الجدول نفسه تفوق جميع مستويات التجزئة معنويا مقارنة بالمعاملة غير المسمدة وبلغ اعلى وزن 500 حبة عند تجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات 125.72 غم مقارنة بالمعاملة غير المسمدة اذ بلغ 98.35 غم،وكانت نسب الزيادة في وزن 500 حبة 13.96 و17.98 و21.48 و25.14 و27.83 % عند تجزئة السماد البوتاسي واضافته بدفعة واحدة ودفعتين وثلاث واربع وخمس دفعات على الترتيب.

كما تبين نتائج التداخل في الجدول نفسه الى وجود زيادة معنوية بالمقارنة بمعاملة القياس ،وحصل اعلى وزن 500 حبة عند تداخل استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش وتجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات اذ بلغ 130.83 غم واقل وزن 500 حبة حصل عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغ 98.07 غم.

يعزى سبب زيادة وزن 500 حبة عند اضافة السماد البوتاسي الى تاثير البوتاسيوم الايجابي في زيادة مكونات الحاصل والتي انعكست في زيادة حاصل الحبوب، وان اضافة البوتاسيوم على دفعات يعمل على ضمان استمرار تجهيز البوتاسيوم في المراحل المتاخرة من نمو النبات وعدم تعرضه للتثبيت وهذا ما يتفق مع ماتوصل اليه (13 و25 و26).

جدول (3) يبين تاثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في وزن 500 حبة لنبات الذرة الصفراء غم.

تجزئه K (عدد الدفعات)	طريقة الاضافة		المعدل
	ارضي	ارضي+رش	
0	98.07	98.63	98.35
1	106.13	118.03	112.08
2	111.10	120.97	116.03
3	115.43	123.53	119.48
4	118.83	127.33	123.08
5	120.60	130.83	125.72
المعدل	111.69	119.89	
L S D 0.05	طريقةالاضافة	تجزئة K	طريقةالاضافةxتجزئةK
	4.07	3.64	5.08

وزن المادة الجافة: طن.هـ$^{-1}$

تبين نتائج التحليل الاحصائي في جدول (4) وجود فروق معنوية في هذه الصفة اذ تفوقت معاملات استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش واعطت وزن مادة جاف بلغ 8.94 طن.هـ$^{-1}$،في حين بلغ 6.89 طن.هـ$^{-1}$عند استعمال طريقة الاضافة الارضية فقط،وكانت نسبة الزيادة في وزن المادة الجافة 29.75 % عند الاضافة الارضية + رش مقارنة بالاضافة الارضية فقط.

وتبين النتائج في الجدول نفسه تفوق جميع مستويات التجزئة معنويا مقارنة بالمعاملة غير المسمدة وبلغ اعلى وزن مادة جافة عند تجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات والتي بلغت 9.58 طن.هـ$^{-1}$ولكن لم يختلف معنويا عن معاملة تجزئة السماد البوتاسي الى اربع دفعات مقارنة بالمعاملة غير المسمدة اذ بلغ 5.88 طن.هـ$^{-1}$ ،وكانت نسب الزيادة في وزن المادة الجافة 16.49 و28.06 و43.88 و56.63 و62.93 % عند تجزئة السماد البوتاسي واضافته بدفعة واحدة ودفعتين وثلاث واربع وخمس دفعات على الترتيب.

كما تبين نتائج التداخل في الجدول نفسه وجود زيادة معنوية بالمقارنة بمعاملة القياس ،وحصل اعلى وزن مادة جافة عند تداخل استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش وتجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات اذ بلغ 11.06 طن.هـ$^{-1}$واقل وزن مادة جافة حصل عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغ 5.48 طن.هـ$^{-1}$.

قد تعزى زيادة وزن المادة الجافة وحاصل الحبوب الى دور البوتاسيوم في تحفيز عملية التمثيل الضوئي من خلال زيادته للمساحة الورقية وتنشيط الانزيمات (1 و20و21 و22). وان اضافة البوتاسيوم على دفعات يعمل على ضمان استمرار تجهيز البوتاسيوم في المراحل المتاخرة من نمو النبات وعدم تعرضه للتثبيت وهذا يتفق مع ما وجده كل من (23 و24 و25 و13) الذين وجدوا زيادة في الوزن الجاف وحاصل الحبوب.

جدول (4) يبين تاثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في وزن المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء طن .هـ$^{-1}$.

تجزئه K (عدد الدفعات)	طريقة الاضافة		المعدل
	ارضي	ارضي +رش	
0	5.48	6.27	5.88
1	6.32	7.38	6.85
2	6.41	8.64	7.53
3	7.44	9.48	8.46
4	7.63	10.79	9.21
5	8.09	11.06	9.58
المعدل	6.89	8.94	
L S D 0.05	طريقة الاضافة	تجزئة K	طريقةالاضافةxتجزئةK
	0.12	0.51	0.66

حاصل الحبوب: طن.هـ$^{-1}$

تشير نتائج التحليل الاحصائي في جدول (5) الى وجود فروق معنوية في حاصل الحبوب طن.هـ$^{-1}$ اذ تفوقت معاملات استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش واعطت حاصل حبوب بلغ 5.97 طن.هـ$^{-1}$،في حين بلغ 4.97 طن.هـ$^{-1}$عند استعمال طريقة الاضافة الارضية فقط،وبنسبة زيادة في حاصل الحبوب 20.12 % عند الاضافة الارضية + رش مقارنة بالاضافة الارضية فقط.

وتشير النتائج في الجدول نفسه الى تفوق جميع مستويات التجزئة معنويا مقارنة بالمعاملة غير المسمدة وبلغ اعلى حاصل حبوب عند تجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات 6.66 طن.هـ$^{-1}$ولكن لم يختلف معنويا عن معاملة تجزئة السماد البوتاسي الى اربع دفعات مقارنة بالمعاملة غير المسمدة اذ بلغ 4.11 طن.هـ$^{-1}$،وكانت نسب الزيادة في حاصل الحبوب 12.65 و25.79 و42.34 و55.96 و62.04 % عند تجزئة السماد البوتاسي واضافته بدفعة واحدة ودفعتين وثلاث واربع وخمس دفعات على الترتيب.

كما تشير نتائج التداخل في الجدول نفسه الى وجود زيادة معنوية بالمقارنة بمعاملة القياس ، وحصل اعلى حاصل حبوب عند تداخل استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش وتجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات اذ بلغ 7.50 طن.هـ$^{-1}$ واقل حاصل حبوب حصل عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغ 3.98 طن.هـ$^{-1}$.

تعزى زيادة حاصل الحبوب الى دور البوتاسيوم في تحفيز عملية التمثيل الضوئي من خلال زيادته للمساحة الورقية وتنشيط الانزيمات (1 و20 و21 و22).وان اضافة البوتاسيوم على دفعات يعمل على ضمان استمرار تجهيز البوتاسيوم في المراحل المتاخرة من نمو النبات وعدم تعرضه للتثبيت وهذا يتفق مع ما وجده كل من (13 و14 و23و24 و25) الذين وجدوا زيادة في الوزن الجاف وحاصل الحبوب وارتفاع النبات عند تجزئة البوتاسيوم الى دفعات.

جدول (5) تاثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في حاصل الحبوب لنبات الذرة الصفراء طن.هـ$^{-1}$.

تجزئه K (عدد الدفعات)	طريقة الاضافة		المعدل
	ارضي	ارضي+رش	
0	3.98	4.24	4.11
1	4.45	4.80	4.63
2	4.62	5.71	5.17
3	5.34	6.35	5.85
4	5.60	7.22	6.41
5	5.82	7.50	6.66
المعدل	4.97	5.97	
L S D 0.05	طريقةالاضافة	تجزئة K	طريقةالاضافةxتجزئةK
	0.10	0.32	0.42

المصادر

1. ابوضاحي , يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس.1988.دليل تغذية النبات .جامعة بغداد مديرية دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل .ع ص 411.
2. Uchida, R. 2000. Essential nutrients for plant growth: nutrient functions and deficiency sysptoms. Plant nutrient management in Hawii's soils. Chapter 3: 31 – 55.
3. Mengel, K., and E. A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. Dordrecht: Kluwer. Academic publishers.
4. Jensen, H. H. 2003. The effect of potassium deficiency on growth and N2 – fixation in Trifolium repens. Physiologia plantarum. 119 (3): 440 – 449.
5. Aparna, B. 2001. Potassium status and enzymatic activities under different agro ecosysatems of Kerala. Proceedings of international symposium on importance of potassium in nutrient management for sustainable crop production in India. PRII-IPI, New Delhi, India.
6. Havlin, J. L. ;J. D. Beaton , S. L. Tisdale ,and W. L. Nelson .2005. Soil fertility and fertilizers . 7 th Ed. An introduction to nutrient management .Upper Saddle River, New Jersey .
7. علي ، نور الدين شوقي و حسين عزيز محمد .2003. تأثير التسميد بالفسفور والبوتاسيوم في حاصل الذرة الصفراء وكفاءة استعمال المياه . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 34 (1) : 35-40.
8. السعدي ، ايمان صاحب سلمان.2007. تقييم حالة وسلوكية البوتاسيوم المضاف من مصدرين سماديين تحت انظمة ري مختلفة في نمو وحاصل الطماطه والذره الصفراء. اطروحة دكتوراه – قسم التربة – كلية الزراعة – جامعة بغداد – قسم التربة.ع ص 273.
9. Ashley, M. K., M. Grant, and A. Grabov. 2006. Plant responses to potassium deficiencies : Role for potassium transport proteins. J. of Experimental Botany. 57 (2) : 425 – 436.
10. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. San Diego. NY.
11. Arquero, O., D. Barranco, and M. Benlloch. 2006. Potassium starvation increases stomatal conductance in olive trees. Hort. Sci. 41 : 433 - 436.
12. Potash and phosphate Institute (PPI). 2006. Role of potassium in crop establishment. Agri-Briefs Agronomic News Items.No.2.
13. العامري ، علي عباس.2005 . تأثير مصادر ومستويات البوتاسيوم وتجزئة اضافتها في نمو وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير– قسم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.ع ص 92.
14. جاسم، رحيم علوان هلول.2005 . تأثير مستويات وطرائق ومواعيد أضافة البوتاسيوم في جاهزيته في التربة وحاصل الرز صنف عنبر33.(Oryza sativa L.)رسالة ماجستير – قسم التربة – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

15. ابو ضاحي ، يوسف محمد .1997. المقارنه بين طريقة اضافة سمادي الفسفور والبوتاسيوم للتربة وبالرش في المادة الجافة وتركيز وامتصاص P,K لنبات الذرة الصفراء ، مجلة العلوم الزراعية العراقية 28 (1):41-49.
16. السعدي ، ايمان صاحب سلمان.2007. تقييم حالة وسلوكية البوتاسيوم المضاف من مصدرين سماديين تحت انظمة ري مختلفة في نمو وحاصل الطماطه والذره الصفراء. اطروحة دكتوراه – قسم التربة – كلية الزراعة – جامعة بغداد – قسم التربة.ع ص 273.
17. Soil Survey staff. 1972. Soil series of united state. Puerto Rico and Virgin islands. Their axonomic. Classification.USDA. Soc. Washington.
18. Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part (2) 2nd .ed. Agrnomy series 9. Amer. Soc of Agron. Madison. Wisconsin. USA.
19. الساهوكي ، مدحت مجيد . 1990. الذرة الصفراء انتاجها وتحسينها . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد.
20. Kraus, A. 1993. Role of potassium in fertilizer nutrient efficiency (cited by) K. Mengel and A. krans. 1993. K availability of soils in west Asia and North Africa status and perspectives. Basel. Switzerland. 39-57.
21. النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 1999. الأسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.
22. International Potash Institute (IPI). 2000. Potassium in plant production basel. Switzerland
23. Muchdar, D. M. 1990. The response of maize to fertilization with NPK and S on young volcanic soil. Penelitaian palawisa (Indonesia). 3 (1): 33-41.
24. Anderson, L.L and D.G Bullock. 1998. Variable rate fertilizer application for corn and soybean . J. of Plant nutrition (USA). 21 (7): 1355-1361.
25. خيرو ، اوس ممدوح . 2003. تأثير الرش التكميلي بالنتروجين والبوتاسيوم في نمو حاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير– قسم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.ع ص 126.
26. المرجاني ، علي حسن فرج .2005. تأثير مستوى الاضافة الارضية بالـ N P K ورشها في نمو وحاصل الحنطة Triticum aestivum L. رسالة ماجستير – قسم التربة – كلية الزراعة – جامعة بغداد.ع ص 219.