

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

تأثير تجزئة السماد البوتاسي و اضافته للتربة والرش في المساحة الورقية ونسبة البروتين وحاصل الذرة الصفراء *Zea mays* L.

احمد نجم عبدالله الموسوي
يوسف محمد ابوضاحي
جامعة بغداد - كلية الزراعة - قسم علوم التربة والمياه

المستخلص

اجريت تجربة حقلية في منطقة الحسينية في محافظة كربلاء للموسم الربيعي 2008 استهدفت معرفة تأثير تجزئة السماد البوتاسي و اضافته 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 ما يأتي :-

1. أثرت طريقة اضافة السماد البوتاسي للتربة وبالرش معنوياً في وزن المادة الجافة وحاصل الحبوب للذرة الصفراء ونسبة البروتين.
2. اثرت تجزئة السماد البوتاسي معنوياً في زيادة المساحة الورقية ووزن المادة الجافة وحاصل الحبوب لنبات لذرة الصفراء ونسبة البروتين.
3. اظهر التداخل بين تجزئة السماد البوتاسي المضاف للتربة فقط و تجزئة السماد البوتاسي المضاف للتربة + رشا بمستوى 2000 ملغم K. لتر⁻¹ تفوقاً معنوياً معنوياً في زيادة المساحة الورقية ووزن المادة الجافة وحاصل الحبوب لنبات لذرة الصفراء ونسبة البروتين.

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 dry matter weight , grain yield of corn and protein.
2. The partitioning of potassium fertilizer gave significant effect on the leaf area, dry matter weight , grain yield and protein.
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 leaf area, dray matter weight , grain yield and protein.

المقدمة

يسهم البوتاسيوم في العديد من العمليات الحيوية للنباتات. وان عملية تجهيز النبات بالبوتاسيوم بصورة مستمرة وبكميات متوازنة خلال مراحل نمو المحصول 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 اكثر من 80 انزيما وتكوين السكر والنشا والبروتين في

النبات (5 و 6) وغلق وفتح الثغور (2) وزيادة كفاءة استعمال المياه (7 و 8) وكذلك في دوره في نقل وتمثيل البروتين وإنتاج ATP وتحسين كمية ونوعية الثمار وتحفيز نمو الجذور والمجموع الخضري وانقسام الخلايا (2 و 9) وتمثيل وتثبيت النتروجين وتحسين امتصاصه من قبل النبات (10 و 4) ومقاومة الجفاف (11) والانجماد (12) والملوحة والاضطجاع (1 و 3). اثرت عملية تجزئة السماد البوناسي الى ثلاث دفعات في زيادة حاصل الحبوب والوزن الجاف ووزن 1000 حبة والنسبة المئوية للبروتين للذرة الصفراء (13) كما ادى استعمال ثلاث مستويات من البوتاسيوم وثلاث دفعات الى التأثير معنويا في زيادة عدد الحبوب في الداليا والحاصل البابلوجي وان الرش بالتركيز 3000 ملغم K⁺ لتر⁻¹ وباربع رشات اعطت اعلى وزن قش للحنطة (14) ان استعمال التغذية الورقية من خلال رش نباتات الذرة الصفراء باستعمال سماد الفسفور والبوتاسيوم ولاربعة مواسم 1989 - 1993 عمل على زيادة الوزن الجاف وتركيز البوتاسيوم والفسفور (15) وعند الرش بسماد كبريتات البوتاسيوم باستعمال ثلاث مستويات من البوتاسيوم حصلت زيادة معنوية في حاصل الحبوب ووزن 500 حبة (8) لذا تهدف الدراسة الى تجهيز البوتاسيوم الى مراحل متاخرة من نمو النبات وتجنب تثبيته عند اضافته دفعة واحدة.

المواد وطرائق العمل

اجريت تجربة حقلية في منطقة الحسينية في محافظة كربلاء للموسم الربيعي 2008 في تربة رسوبية ذات نسجة مزيجة غرينية مصنفة إلى مستوى تحت المجاميع العظمى (Typic Torrifluent) حسب ما جاء في (17). استهدفت معرفة تأثير تجزئة السماد البوناسي واصافته للتربة والرش في نمو وحاصل الذرة الصفراء. *Zea mays* L. صنف تركيبي 5012، تضمنت التجربة عاملين الاول تجزئة السماد البوناسي المضاف الى التربة خمس دفعات (دفعة واحدة ودفعتين وثلاث دفعات واربعة 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 فاصح عدد الوحدات التجريبية (2 x 6 x 3) 36 وحدة تجريبية. تم تحضير تربة الحقل للزراعة وذلك بحراستها وتنعيمها وتسويتها وتقسيماها الى الواح بأبعاد (4 م x 4 م) للوحدة التجريبية الواحدة مع ترك فواصل بين القطاعات والمعاملات ضمن القطاع الواحد بعرض مترين.

أضيفت كمية ثابتة من كل من النتروجين والبالغة 320 كغم.ه⁻¹ على شكل يوريا 46%N والفسفور والبالغة 120 كغم.ه⁻¹ على شكل سوبر فوسفات 21%P والبوتاسيوم البالغة 160 كغم.ه⁻¹ على شكل 41%K₂SO₄ (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 و 55 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 الإنبات الى نبات واحد في كل جورة لتصبح الكثافة النباتية (53333 نبات.ه⁻¹)، تمت مكافحة حشرة حفار ساق الذرة بأستخدام مبيد الديازينون المحبب تركيز 10% بموعدين الأول بعد 20 يوما من الأنبات والثاني بعد 15 يوما من الموعد الاول. كما 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 اجراء بعض القياسات. اذ فصلت العرائص وفرطت الحبوب وجففت على درجة حرارة 65 م° ولمدة 48 ساعة وأجريت القياسات الآتية :-

المساحة الورقية:-

تم حسابها وفق معادلة الساهوكي (1985) التي تنص على ان مجموع المساحة الورقية للنبات تساوي مربع طول الورقة تحت ورقة العرنوص 0.75 X المذكورة في (19).

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 ضرب حاصل النبات الواحد في الكثافة النباتية.

البروتين : قدر عن طريق تقدير تركيز النتروجين في المستخلص النباتي بأستخدام جهاز مايكروكلدال - Micro Kjeldahl حسب الطريقة الواردة في (1974) Nowosielski واستخرجت نسبة البروتين كما في المعادلة الآتية :
النسبة المئوية للبروتين = تركيز N في الحبوب x 6.25

جدول (1) الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الوحدة	القيمة	الصفة	
-	7.75	درجة التفاعل pH	
dS.m ⁻¹	3.4	الايصالية الكهربائية EC	
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	20.0	السعة التبادلية للأيونات الموجبة	
g.Kg ⁻¹ Soil	10.1	المادة العضوية	
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	1.4	Ca ²⁺	الأيونات الذائبة الموجبة
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	0.98	Mg ²⁺	
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	1.2	Na ¹⁺	
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	0.42	K ⁺	
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	1.3	SO ₄ ²⁻	الأيونات الذائبة السالبة
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	2.1	HCO ₃ ¹⁻	
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	Nil	CO ₃ ²⁻	
Cmol.c.Kg ⁻¹ Soil	0.92	Cl ⁻	
gm.Kg ⁻¹ Soil	0.54	الجبس	
gm.Kg ⁻¹ Soil	252	معادن الكربونات	
mg.Kg ⁻¹ Soil	38.2	النتروجين الجاهز	
mg.Kg ⁻¹ Soil	169.2	البوتاسيوم الجاهز	
mg.Kg ⁻¹ Soil	8.69	الفسفور الجاهز	
gm.Kg ⁻¹ Soil	105	الرمل	مفصولات التربة
gm.Kg ⁻¹ Soil	644	الغرين	
gm.Kg ⁻¹ Soil	251	الطين	
-	مزيجة غرينية	صنف النسجة	
Mg .m ⁻³	1.32	الكثافة الظاهرية	

النتائج والمناقشة

المساحة الورقية: سم²

يلاحظ من نتائج التحليل الاحصائي في جدول (2) عدم وجود فروق معنوية لطريقة الاضافة في المساحة الورقية. و يلاحظ من النتائج في الجدول نفسه تفوق مستويات التجزئة معنويا مقارنة بالمعاملة غير المسمدة وبلغت اعلى مساحة ورقية عند تجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات 53.15 سم² مقارنة بالمعاملة غير المسمدة التي بلغت 44.55 سم²، وكانت نسب الزيادة في المساحة الورقية 7.10 و 11.11 و 14.43 و 17.28 و 19.30 % عند تجزئة السماد البوتاسي و اضافته بدفعة واحدة ودفعتين وثلاث واربع وخمس دفعات على الترتيب.

كما يلاحظ من نتائج التداخل في الجدول نفسه وجود زيادة معنوية بالمقارنة بمعاملة القياس، وحصلت اعلى مساحة ورقية عند تداخل استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش وتجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات اذ بلغت 54.11 سم² و اقل مساحة ورقية حصلت عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغت 44.13 سم².

جامعة كربلاء // المؤتمر العلمي الاول لكلية التربية للعلوم الصرفة 2012

قد يعزى سبب زيادة المساحة الورقية عند اضافة السماد البوتاسي الى تأثير البوتاسيوم الايجابي في مؤشرات نمو النبات والتي انعكست في زيادة المساحة الورقية، وان اضافة البوتاسيوم على دفعات يعمل على ضمان استمرار تجهيز البوتاسيوم في المراحل المتأخرة من نمو النبات وعدم تعرضه للتثبيت وهذا ما يتفق مع ماتوصل اليه (13 و 25 و 26).

جدول (2) تأثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء سم².

المعدل	طريقة الاضافة		تجزئة K (عدد الدفعات)
	ارضي+رش	ارضي	
44.55	44.97	44.13	0
47.70	49.26	46.14	1
49.50	50.11	48.90	2
50.98	51.85	50.11	3
52.25	52.88	51.63	4
53.15	54.11	52.19	5
	50.53	48.85	المعدل
طريقة الاضافة تجزئة K	تجزئة K	طريقة الاضافة	L S D
5.08	3.637	n.s	0.05

وزن المادة الجافة : غم . نبات¹

تشير نتائج التحليل الاحصائي في جدول (3) الى وجود فروق معنوية في هذه الصفة اذ تفوقت معاملات استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش واعطت وزن مادة جاف بلغ 167.61 غم. نبات¹، في حين بلغ 129.22 غم. نبات¹ عند استعمال طريقة الاضافة الارضية فقط، وبنسبة زيادة وزن مادة جافة 29.7 % عند الاضافة الارضية + رش مقارنة بالاضافة الارضية فقط . وتشير النتائج في الجدول نفسه الى تفوق جميع مستويات التجزئة معنويًا مقارنة بالمعاملة غير المسمدة وبلغ اعلى وزن مادة جافة عند تجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات 179.58 غم. نبات¹ مقارنة بالمعاملة غير المسمدة الذي بلغ 110.16 غم. نبات¹، وكانت نسب الزيادة في وزن المادة الجافة 16.58 و 28.06 و 43.92 و 56.79 و 63.02 % عند تجزئة السماد البوتاسي و اضافته 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 وزن مادة جافة عند تداخل استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش وتجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات اذ بلغ 207.48 غم. نبات¹ و اقل وزن مادة جافة حصل عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغ 102.65 غم. نبات¹.

تعزى زيادة وزن المادة الجافة وحاصل الحبوب الى دور البوتاسيوم في تحفيز عملية التمثيل الضوئي من خلال زيادته للمساحة الورقية وتنشيط الانزيمات (1 و 20 و 21 و 22). وان اضافة البوتاسيوم على دفعات يعمل على ضمان استمرار تجهيز البوتاسيوم في المراحل المتأخرة من نمو النبات وعدم تعرضه للتثبيت وهذا يتفق مع ما وجده كل من (23 و 24 و 25 و 13) الذين وجدوا زيادة في الوزن الجاف وحاصل الحبوب.

جدول (3) تأثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في وزن المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء غم.نبات¹.

المعدل	طريقة الاضافة		تجزئه K (عدد الدفعات)
	ارضي+رش	ارضي	
110.16	117.67	102.65	0
128.42	138.42	118.41	1
141.07	161.93	120.20	2
158.55	177.69	139.42	3
172.72	202.47	142.98	4
179.58	207.48	151.67	5
	167.61	129.22	المعدل
طريقة الاضافة x تجزئة K	تجزئة K	طريقة الاضافة	L S D
12.45	9.62	2.2	0.05

حاصل الحبوب: غم.نبات¹

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي في جدول (4) وجود فروق معنوية في هذه الصفة اذ تفوقت معاملات استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش واعطت حاصل حبوب بلغ 111.95 غم.نبات¹، في حين بلغ 93.16 غم.نبات¹ عند استعمال طريقة الاضافة الارضية فقط، وبنسبة زيادة في حاصل الحبوب 20.17 % عند الاضافة الارضية + رش مقارنة بالاضافة الارضية فقط. واظهرت النتائج في الجدول نفسه تفوق جميع مستويات التجزئة معنويا مقارنة بالمعاملة غير المسمدة وبلغ اعلى حاصل حبوب عند تجزئة السماد البوتاسي الى خمس دفعات 124.86 غم.نبات¹ مقارنة بالمعاملة غير المسمدة اذ بلغ 77.09 غم.نبات¹، وكانت نسب الزيادة في حاصل الحبوب 12.49 و 25.62 و 42.16 و 55.95 و 61.97 % عند تجزئة السماد البوتاسي و اضافته بدفعة واحدة ودفعتين وثلاث واربع وخمس دفعات على الترتيب.

كما اظهرت 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 140.54 غم.نبات¹ واقل حاصل حبوب حصل عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغ 74.63 غم.نبات¹.

قد تعزى زيادة حاصل الحبوب الى دور البوتاسيوم في تحفيز عملية التمثيل الضوئي من خلال زيادته للمساحة الورقية وتنشيط الانزيمات (1 و 20 و 21 و 22). وان اضافة البوتاسيوم على دفعات يعمل على ضمان استمرار تجهيز البوتاسيوم في المراحل المتأخرة من نمو النبات وعدم تعرضه للتثبيت وهذا يتفق مع ما وجدته كل من (13 و 14 و 23 و 24 و 25) الذين وجدوا زيادة في الوزن الجاف وحاصل الحبوب وارتفاع النبات عند تجزئة البوتاسيوم الى دفعات.

جدول (4) تأثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في حاصل الحبوب لنبات الذرة الصفراء غم.نبات¹.

المعدل	طريقة الاضافة		تجزئه K (عدد الدفعات)
	ارضي+رش	ارضي	
77.09	79.56	74.63	0
86.72	90.06	83.39	1
96.84	107.06	86.62	2
109.59	119.12	100.06	3
120.22	135.38	105.06	4
124.86	140.54	109.18	5
	111.95	93.16	المعدل
طريقة الاضافة x تجزئة K	تجزئة K	طريقة الاضافة	L S D
7.4	5.61	3.18	0.05

النسبة المئوية للبروتين: %
 يشير الجدول رقم (5) الى وجود تأثير معنوي لطريقة الاضافة اذ ازدادت النسبة المئوية للبروتين معنويا في الحبوب عند استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش اذ كانت 9.96% مقارنة باستعمال طريقة الاضافة الارضية فقط التي بلغت 9.06%، وكانت نسبة الزيادة في النسبة المئوية للبروتين 9.93% عند الاضافة الارضية + رش مقارنة بالاضافة الارضية فقط.
 وتشير النتائج الى وجود تأثير معنوي لجميع معاملات تجزئة السماد البوتاسي مقارنة بالمعاملة غير المسمدة، وان اعلى نسبة بروتين حصلت عند تجزئة السماد البوتاسي الى اربع دفعات اذ بلغت 10.62% مقارنة بالمعاملة غير المسمدة التي بلغت 8.04%، وكانت نسب الزيادة في النسبة المئوية للبروتين 13.81 و 18.16 و 20.40 و 32.09 و 25.12% عند تجزئة السماد البوتاسي و اضافته بدفعة واحدة ودفعتين وثلاث واربع وخمس دفعات على الترتيب.
 كما تشير نتائج التداخل بين تجزئة البوتاسيوم وطريقة اضافته وجود فروق معنوية للمعاملات قياسا الى معاملة المقارنة اذ بلغت اعلى نسبة مئوية للبروتين عند استعمال طريقة الاضافة الارضية + رش وتجزئة السماد البوتاسي الى اربع دفعات بلغت 10.92% واقل نسبة مئوية للبروتين حصلت عند عدم اضافة السماد البوتاسي اذ بلغت 7.20%.

جدول رقم (5) يبين تأثير تجزئة البوتاسيوم للتربة والرش في تركيز البروتين في حبوب نبات الذرة الصفراء %

المعدل	طريقة الاضافة		تجزئة K (عدد الدفعات)
	ارضي+رش	ارضي	
8.04	8.87	7.20	0
9.15	9.41	8.89	1
9.50	9.87	9.12	2
9.68	10.13	9.23	3
10.62	10.92	10.31	4
10.06	10.54	9.58	5
	9.96	9.06	المعدل
طريقة الاضافة x تجزئة K	تجزئة K	طريقة الاضافة	L S D
1.44	1.11	0.11	0.05

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 symptoms. Plant nutrient management in Hawaii'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 ecosystems 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. Benloch. 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 اضافة البوتاسيوم في جاهزيته في التربة وحاصل الرز صنف عنبر 33.(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. Agronomy 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. kran. 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.