حركيات تحرر الأمونيوم و البوتاسيوم عند اضافة مستويات و دفعات مختلفة من السماد النتروجيني و البوتاسي في تربة مزروعة بالحنطة (*Triticum aestivum* (L.

محمود ناصر حسين اليساري — **كلية الزراعة / جامعة كربلاء**

محمد عبد الربيعي — **كلية الزراعة / جامعة بغداد**

الخلاصة :

تم دراسة حركيات تحرر الأمونيوم والبوتاسيوم في تربة مزيجة طينية غرينية في وصف تحرر الأمونيوم والبوتاسيوم ودرجة تأثرها بالمعاملات السمادية البوتاسية والنتروجينية قبل الزراعة وبوجود محصول الحنطة في مرحلتي التزهير والنضج التام . أجريت تجربة حقلية في حقل قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد . زرعت بذور الحنطة صنف أباء 99 في الموسم الشتوي بتاريخ 2010/11/25 و اضيف النتروجين بثلاثة مستويات على شكل يوريا (N%46) 0 و 100 و200 كغم N.هـ$^{-1}$ وثلاثة مستويات من البوتاسيوم على شكل كبريتات البوتاسيوم (K %42) هي 0 و 80 و160 كغم K.هـ$^{-1}$.واضيف السمادان بطريقتين الأولى على دفعتين متساويتين D_2 وهي قبل الزراعة وفي مرحلة التزهير والثانية بثلاثة دفعات متساوية D_3 ثلث الكمية قبل الزراعة والثلث الثاني في مرحلة التفرعات والثلث الأخير في مرحلة التزهير.

أظهرت النتائج تفوق معادلة الأنتشار Diffusion equation في وصف عملية تحرر الأمونيوم والبوتاسيوم من التربة وكشفت منحنيات التحرر عن وجود مرحلتين رئيسيتين لتحررهما وهي تحرر الجزء السهل الجاهزية يليها تحرر الجزء الصعب الجاهزية. ارتفعت قيمة الكمية التجميعية للبوتاسيوم والأمونيوم المتحررين في معاملات الثلاث دفعات عند اضافتها لوحدها او مشتركة في مرحلتي التزهير والنضج التام . لوحظ ارتفاع في قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم وانخفاض في قيم معامل سرعة تحرر الامونيوم في مرحلتي التزهير والنضج التام مقارنة بقيمها في معاملات القياس لنفس المراحل. ان قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم والامونيوم في مرحلة النضج التام كانت اقل من قيمها في مرحلة التزهير وفي اغلب المعاملات.

KINETICS OF AMMONIUM AND POTASSIUM RELEASE UNDER ADDITION OF DIFFERENT LEVELS AND DOSES OF NITROGENOUS AND POTASH FERTILIZERS IN SOIL PLANTED WITH WHEAT (*Triticum aestivum* L.)

Mahmood N. AL-Yasari — **Mohammed A. AL-Robaiee**

ABSTRACT :

Kinetics of ammonium and potassium release were studied in silty clay loam soil in order to describe ammonium and potassium releases from soil and how they are effected by addition of nitrogenous and potash fertilizers during the flowering and maturity stages of Wheat growth. Field experiment was carried out at a field belongs to crop science department , College of Agriculture ,University of Baghdad, by using three levels of nitrogen as urea (46%N) that were 0, 100 and 200 KgN.ha^{-1} , and three levels of

البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

ISSN 2072-3875

potassium were added as K_2SO_4 (42% K) that were 0, 80 and 160 Kg $K.ha^{-1}$, their addition were at two doses (half before planting and half at flowering) and three doses (third amount before planting , third at tillering and the last third at flowering).Wheat seeds of class(IPA99) were planted during the winter season of 2010, using 140 Kg $grains.ha^{-1}$.

The result showed that kinetics of ammonium and potassium release from the soil were best described by diffusion equation and it explained presence of two stages of their releases, the first one described the release of the easily available forms and the second one described the release of the unavailable forms of ammonium and potassium at the flowering and maturity stages of Wheat. The values of the accumulated amounts of the released ammonium and potassium increased in all the nitrogenous and potash fertilizers treatments with time either added alone or together as three doses at flowering and maturity stages of Wheat. There were increases of potassium release constant values and decreases in ammonium release constants values in most of the nitrogenous_and potash fertilizers treatments at flowering and maturity stages of wheat compared with their values in control treatments ($N_0K_{0)}$ at the same last stages. The values of ammonium and potassium release constant (Kd) were lower in the maturity stages than the flowering stages in most treatments.

المقدمة :

استعمل مفهوم الحركيات من قبل المهتمين بموضوع تفاعلات الايونات المغذية في التربة لاجل فهم التفاعل المستمر للايونات في محلول التربة مع الزمن ، وكذلك معرفة سرعة التفاعلات لهذه الايونات والى معرفة مصيرها الذي ستؤول اليه (الزبيدي والعبيدي ، 2001) ، فضلاً عن أن هذا المفهوم يعطي معلومات حول ديناميكية التفاعلات بين مكونات التربة مثل الطين والسماد المضاف مقاسة مع الزمن والتي تتحكم بشكل كبير في جاهزية السماد المضاف وامتصاصه من قبل النباتات (Wani و Datta ، 2007).

حاول الباحـــــثون الإفادة مـــــن العلاقة بين أيوني البوتاسيوم والأمونيوم ، اذ أن كلاهما أيونا أحاديا موجب الشحنـــة وكذلك تقارب انصاف اقطارهما أذ أن نصف قطر أيون البوتاسيوم $1.33A^0$ ونصف قطر أيون الأمونيوم $1.34A^0$ ونصف قطر الفجوة السداسية لطبقـة التتراهيدرا $1.35A^0$ أذ يمكن الاستفادة من هذه الميـــــزة الكيميائية في عمليات التبادل الآيوني وأحلال الأمونيوم محل البوتاسيوم على سطوح المعقدات الغروية وكذلك فـي المواقع الأخرى التي يتواجد فيها البوتاسيوم ومن ثم الاستفادة من المخزونات الكبيرة غيرالجاهزة للبوتاسيوم في الترب العراقية بزيادة سرعة أنطلاقها من هذه الصور غير الجاهزة إذ تصل هذه المخزونات الى ما يزيد عن 60 ميكاغرام. هـ$^{-1}$ في بعض هذه الترب (عباس،2003).

اشار Song و Haung (1988) إلى وجود نوعين من العوامل المؤثرة في سرعة تحرر البوتاسيوم هما : عوامل الطور الصلب ، والعوامل البيئية المحيطة بالطور الصلب، وتشمل نسجة التربة و بناء التربة و معادنها و المادة العضوية ومعادن الكاربونات وعوامل بيئية محيطة بالطور الصلب وتشمل درجة تفاعل التربة و درجة الحرارة و الرطوبة و الآيونات الموجبة في المحلول. بينما بين حسن واخرون (1990) وHavlin وآخرون (2005) الى ان عنصر النيتروجين من العناصر السريعة الحركة والتحول في التربة لذلك فان الاسمدة النيتروجينية المضافة سرعان ما تفقد من التربة بوسائل مختلفة فقسم منها يمتص من قبل النباتات والاحياء الدقيقة والقسم الاخر يفقد من التربة مع ماء الرشح والقسم الاخر يفقد بشكل غاز الامونيا وقسم يثبت بشكل ايون الامونيوم في غرويات التربة المعدنية .ان عمليات

ISSN 2072-3875

التحرر والتثبيت والفقد والغسل للأمونيوم تتأثر بشدة بالعوامل الخصوبية والكيميائية والفيزيائية والبايلوجية للتربة.

استخدمت تقنيات عدة مثل الأتزان المستقر Batch Successive Equilibrium techniques في دراسة تحرر الأمونيوم والبوتاسيوم من التربة وحركياتهما وتعتمد هذه التقنية على رج نموذج التربة مع محاليل ملحية مختلفة ومن الذين استعملوا الأملاح في دراسة تحرر الامونيوم هم (القيسي والظفيري (2001)، وسعدالله وأخرون (2001)، Fernando وأخرون (2005)).اما الذين أستخدموا الأملاح في دراسة تحرر البوتاسيوم فهم (سعدالله (1996)، الربيعي (1999)، Dhillon وأخرون (1989) و Bedrossian و Singh (2006)). ويمكن أستعمال الأصماغ Resins في دراسة تحرر البوتاسيوم والأمونيوم كما مشار له من قبل السماك ((2009)، Martin و Sparks (1983)، Boruah وأخرون (1993) و Mamo وأخرون (2004)). وكذلك الحوامض التي أستعملت من قبل(Simard وأخرون (1992) ، العبيدي(1996)، الربيعي (1998)، عبد الرسول (2007) والسعدي (2007)).

استعملت المعادلات الرياضية في وصف سرعة تحررالأمونيوم والبوتاسيوم وتكون عادة نوعين، النوع الأول يستند على أساس الكيمياء الحركية البحتة وتشمل معادلة الرتبة صفر و الرتبة الأولى و الرتبة الثانية (Sparks ، 1989). و معادلة الانتشار المشتقة من قانون الأنتشار التي طبقت من قبل (Sivasubramanian و Talibudeen، 1972). أما النوع الثاني فهي المعادلات التجريبية وهما معادلتا أيلوفج ودالة القوة (Martin و Sparks، 1983). ويمكن تحديد افضل المعادلات في عملية التحرراعتماداعلى قيم اعلى معامل ارتباط r) (وأقل خطأ قياسي (SE) . بين Havlin واخرون (1985) والربيعي (2012) أن معادلة الانتشار قد وصفت تحرر البوتاسيوم من مفصولات التربة بشكل جيد أكثر من معادلة الرتبة الأولى. وأشار الربيعي (1998) وسعدالله والزبيدي (2001) الى أن معادلتي الرتبة الأولى والانتشار وصفتا تحرر البوتاسيوم في ترب مختلفة في العراق بشكل أفضل من بقية المعادلات الأخرى المستعملة .أما من ناحية نجاح المعادلات الحركية في وصف تحرر النتروجين في التربة فقد أشار سعدالله وأخرون (2001) الى نجاح معادلة الأنتشار في وصف عملية تحرر النتروجين وكشفت عن وجود مرحلتين لعملية التحرر تختلفان في معامل سرعة التحرر وهما مرحلة تحرر سريع تتبعها مرحلة تحرر بطيء .

تهدف هذه الدراسة الى تتبع تحرر البوتاسيوم والأمونيوم من التربة بأستخدام المفاهيم الحركية ومعرفة تأثير دفعات ومستويات سماد اليوريا وسماد كبريتات البوتاسيوم وتداخلاتهما في قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم والأمونيوم من التربة بوجود محصول الحنطة.

المواد وطرائق العمل :

التجربة البايولوجية :

نفذت تجربة حقلية في حقل التجارب التابع الى قسم علوم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة / جامعة بغداد في منطقة أبي غريب بزراعة محصول الحنطة (*Triticum aestivum* L.) صنف أباء (99) خلال الموسم الشتوي (2010) بتاريخ 2010/11/25 في تربة مزيجة طينية غرينية SiCL و باستخدام الالواح المنشقةsplit plot وتوزيعها بالقطاعات الكاملة التعشية(RCBD) ويمثل الجدول (1) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لها.

أستعملت ثلاثة مستويات من النيتروجين على شكل يوريا (N%46) هي (0 و 100 و200) كغم .هـ$^{-1}$ وثلاثة مستويات من البوتاسيوم بشكل سماد كبريتات البوتاسيوم (K %42) هي (0 و80 و160) كغم K.هـ$^{-1}$.اضيف السمادين بطريقتين الأولى بدفعتين متساويتين D2 وهي (قبل الزراعة ومرحلة التزهير) والثانية بثلاث دفعات متساوية D3 وهي (قبل الزراعة ، مرحلة التفرعات ومرحلة التزهير)، اما الفسفور فقد اضيف على شكل سوبر فوسفات احادي (P %9) بمستوى واحد (80 كغم P .هـ$^{-1}$) خلطا مع التربة قبل الزراعة.

ISSN 2072-3875

جدول يوضح بعض الصفات الكيميائية و الفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة .

الصفة		القيمة	وحدة القياس
درجة تفاعل التربة pH (1:1)		7.4	----------
الأيصالية الكهربائية EC (1:1)		3.4	ديسي سيمنز.م$^{-1}$
السعة التبادلية للايونات الموجبة (CEC)		24.5	سنتّمول شحنة.كغم$^{-1}$ تربة
المادة العضوية		12.5	غم.كغم$^{-1}$ تربة
الجبس ($CaSO_4.2H_2O$)		1.12	
معادن الكاربونات		192.5	
الايونات الموجبة الذائبة	الكالسيوم	2.25	سنتمول شحنة. كغم$^{-1}$ تربة
	المغنيسيوم	1.15	
	الصوديوم	1.54	
الايونات السالبة الذائبة	الكاربونات	Nill	
	بيكاربونات	0.53	
	الكبريتات	2.18	
	الكلور	2.37	
العناصر الجاهزة	النتروجين الجاهز($NO3^-$ – N)	14	ملغم. كغم$^{-1}$ تربة
	النتروجين الجاهز($NH4^+$ – N)	28	
	الفسفور	14	
صور البوتاسيوم	الذائب	0.103	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$ تربة
	المتبادل	0.405	
	غير المتبادل	1.056	
	المعدني	23.542	
	الكلي	25.107	
الكثافة الظاهرية		1.4	ميكا غرام.م$^{-3}$
تحليل حجوم دقائق التربة	الرمل	122.8	غم.كغم$^{-1}$ تربة
	الغرين	515.5	
	الطين	361.7	
صنف النسجة		مزيجة طينية غرينية Silty Clay Loam	

حركيات البوتاسيوم والامونيوم:

جمعت عينات تربة من كل لوح لمرحلتين من مراحل نمو نباتات الحنطة هي(التزهير والنضج التام) وتم دراسة تحرر الأمونيوم والبوتاسيوم في هذه المراحل باستخدام اسلوب معايير الكيمياء الحركية حيث استعملت تقنية الاتزان المستقر Batch Successive Equilibrium techniques والاستخلاص المتعاقب في دراسة تحرر البوتاسيوم والأمونيوم من التربة بمعاملة عينات التربة قبل الزراعة وفي مراحل نمو النبات التزهير والنضج التام في دراسة تحرر البوتاسيوم بمحلول الاستخلاص (0.03 *M*-NH_4CL) بنسبة 10:1(تربة :محلول استخلاص) حسب ما أشار اليه (سعدالله، 1996) ورجت المعلقات لمدة (3) ساعة وترك المعلق فترة (24) ساعة في درجة حرارة (25 ± 1) م° في كل مرة لغرض تحقيق حالة الاتزان وفصل الراشح عن التربة وكررت هذه العملية عشر مرات لكل عينة لمدة زمنية كلية تعادل (240) ساعة وقدر البوتاسيوم في

ISSN 2072-3875

كل مستخلص من المستخلصات باستخدام جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer).

أما في دراسة تحرر الأمونيوم فقد عوملت عينات التربة قبل الزراعة وفي مراحل نمو نباتات الحنطة (التزهير والنضج التام) بمحلول الاستخلاص (0.01 M-$CaCl_2$) بنسبة 10:1 (تربة :محلول استخلاص) حسب ما ورد في (Fernando وأخرون، 2005) ورجت المعلقات لخمس مدد زمنية هي (2 و 4و 8 و16 و 24) ساعة عند درجة حرارة (25 ± 1) م° في كل مرة وفصل الراشح عن التربة وكررت هذه العملية خمسة مرات لكل عينة ،لمدة زمنية كلية تعادل (54) ساعة وقدر الامونيوم في كل مستخلص من المستخلصات باستخدام جهاز المايكروكلدال .

المعادلات الحركية

استعملت الموديلات الرياضية التالية لوصف تحرر البوتاسيوم والامونيوم وحساب معامل سرعة تحررهما.

معادلة الرتبة صفر	$C_0 - C_t = C_0 - Kt$
معادلة الرتبة الأولى	$\ln (C_0 - C_t) = \ln C_0 - Kt$
معادلة الانتشار	$C_t / C_0 = C_0 - K t^{1/2}$
معادلة أيلوفج	$C_t = C_0 + K \ln t$
المعادلة الآسية	$\ln C_t = \ln C_0 + K \ln t$

أذ أن :-

C_t = الكمية المتحررة من البوتاسيوم أو الأمونيوم عند الزمن t (ملغم. كغم$^{-1}$)

C_0 = قاطع الخط المستقيم ويمثل الكمية التي يمكن ان تتحرر عند الاتزان (ملغم. كغم$^{-1}$)

K = ميل المستقيم والذي يعبر عن معامل سرعة تحرر البوتاسيوم أو الأمونيوم (ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-1}$)

t= الزمن (ساعة)

ولغرض اختيار افضل المعادلات في وصف عملية التحرر فقد تم الاعتماد على أعلى قيمة لمعامل الارتباط (r) وأقل قيمة للخطأ القياسي (SE) بين الكمية المتحررة والزمن والتي حسبت وفق برنامج REM المذكور في سعد الله (1996).

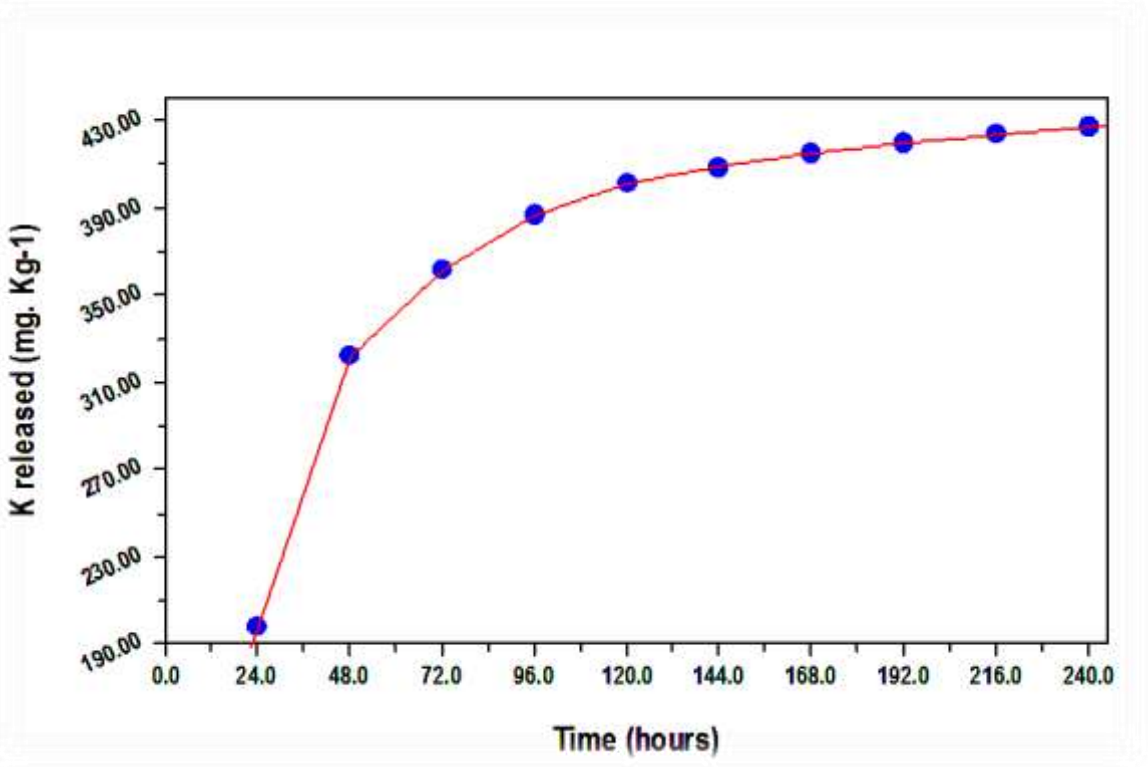
النتائج والمناقشة :

قوة تجهيز البوتاسيوم في التربة.

a. قبل الزراعة :

يوضح الشكل (1) العلاقة بين كمية البوتاسيوم التجميعية المتحررة أثناء الاستخلاص مع الزمن لتربة الدراسة ويلاحظ وجود زيادة في الكمية التجميعية المتحررة مع الزمن غير أن مقدار هذه الزيادة تمر بمرحلتين المرحلة الأولى (24- 48) ساعة من الاستخلاص حيث يتم أزاحة معظم البوتاسيوم المتبادل بواسطة محلول كلوريد الأمونيوم الممسوك من سطوح وحافات المعادن والذي يطلق علية بالبوتاسيوم السهل الاستخلاص أما المرحلة الثانية بين (48-240) ساعة فيتم فيها أزاحة البوتاسيوم الداخلي Internal-K والذي يطلق عليه بالصعب الجاهزية كما اشار الى ذلك Dhillon واخرون (1989). وعند أختبار المعادلات الحركية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم عن اعتمادا على قيم معامل الارتباط الخطي البسيط (r) وقيم الخطأ القياسي (SE) (الملحق (1)) يكون ترتيب هذه المعادلات من ناحية أفضليتها في وصف عملية تحرر البوتاسيوم هي: معادلة الانتشار> دالة القوة > الرتبة الأولى > ايلوفج > الرتبة صفر. وتتفق هذه النتائج مع ما حصل عليه الباحثون كل من Simard وأخرون (1992) والربيعي (1998) وجبر (2001) والربيعي (2012) الذين وجدوا ان معادلة الانتشار هي الأفضل في وصف تحرر البوتاسيوم في ترب الدراسة. وقد بلغت قيمة معامل سرعة تحرر البوتاسيوم في التربة قبل الزراعة 1.01×10^{-1} ملغم K.كغم$^{-1}$.ساعة $^{-0.5}$. وقد بلغت الكمية التجميعية للبوتاسيوم المتحرر في هذه المرحلة 427.08 ملغم K.كغم$^{-1}$.

ISSN 2072-3875



شكل (1) العلاقة بين الكمية التجميعية للبوتاسيوم المتحرر والزمن قبل الزراعة.

b. مرحلتي التزهير والنضج التام

لحظ اليساري والربيعي (2012) من خلال دراستهم جاهزية البوتاسيوم والأمونيوم في التربة بوجود نباتات الحنطة وبما أن دراستهم كانت جزء من هذا البحث ومكمل له فأرتئي أن تختار معاملة تجزئة السماد بشكل ثلاثة دفعات على دفعتين في مناقشة حركيات البوتاسيوم والأمونيوم في مرحلتي التزهير والنضج التام لتفوق معاملة التجزئة بشكل ثلاثة دفعات معنويا على معاملة التجزئة بدفعتين في الصفات النباتية والحاصل لمحصول الحنطة.

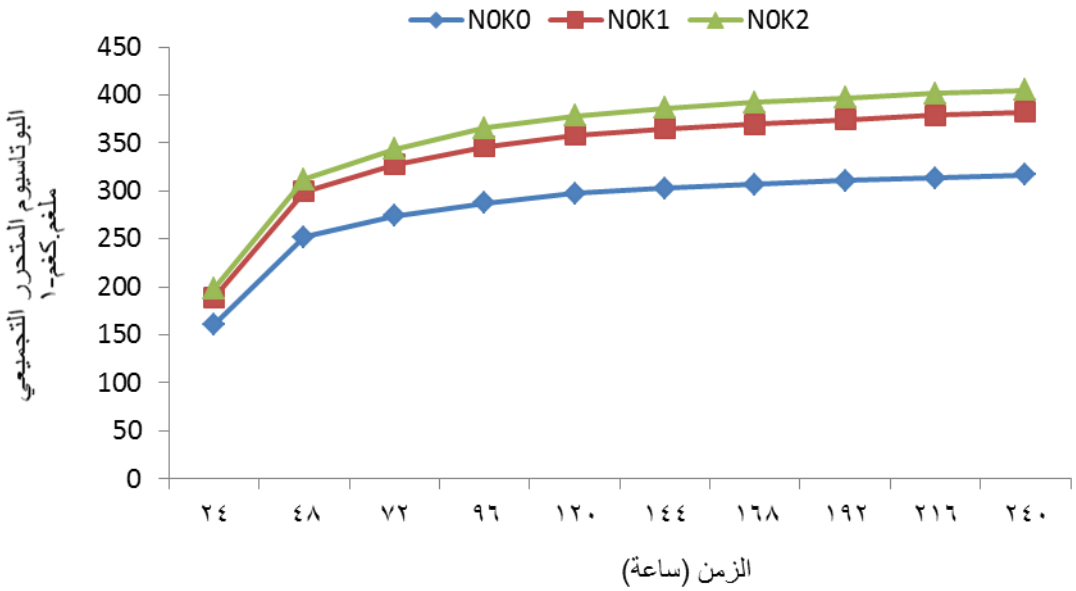
توضح الأشكال (2 و3) تأثير أضافة البوتاسيوم في تحرر البوتاسيوم من التربة عند الإضافة بثلاثة دفعات لمرحلتي التزهير والنضج التام و بينت وجود مرحلتين في تحرر البوتاسيوم وهما تحرر الجزء السهل الجاهزية والجزء صعب الجاهزية كما هو حاصل في مرحلة قبل الزراعة. أن أضافة السماد البوتاس لوحده رفع من القيمة الكلية التجميعية للبوتاسيوم المتحرر في المعاملتين N_0K_1 و N_0K_2 الى 470.15 و 405.26 ملغمK.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة التزهير والى 332.77 و 350.66 ملغمK.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة النضج التام مقارنة بـ316.7 و 279.25 ملغمK.كغم$^{-1}$ في معاملة المقارنة (N_0K_0) لمرحلة التزهير والنضج التام على التوالي. هذه النتائج تتفق مع ما حصل عليه الربيعي (1999) والسماك (2009).

اما بالنسبة تداخل البوتاسيوم مع النتروجين وكما تبينه منحنيات تحرر البوتاسيوم في الشكلين (4 و5) ادى ايضاالى الحصول على مرحلتين في تحرر البوتاسيوم وكذلك رفع قيم الكمية التجميعية للبوتاسيوم المتحرر في المعاملتين N_1K_1 و N_1K_2 الى 410.89 و 450.85 ملغمK.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة التزهير والى 356.49 و 394.53 ملغمK.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة النضج التام مقارنة بـ 363.98 و 300.00 ملغمK.كغم$^{-1}$ في معاملة N_1K_0 لمرحلة التزهير والنضج التام على التوالي. هذه النتائج أخذت نفس الاتجاه عند تداخل المستوى 200 كغمN.هـ$^{-1}$ من النتروجين مع المستويين (80 و160) كغمK.هـ$^{-1}$ من البوتاسيوم (N_2K_1 و N_2K_2) في مرحلتي التزهير والنضج التام .ان تداخل البوتاسيوم مع النتروجين يزيد من القوة التجهيزية للبوتاسيوم من خلال زيادة قدرة التربة على تحرير كمية أكبر من البوتاسيوم المتبادل وغير المتبادل حيث وجدت علاقة طردية عند أضافة النتروجين والبوتاسيوم معا مع

ISSN 2072-3875

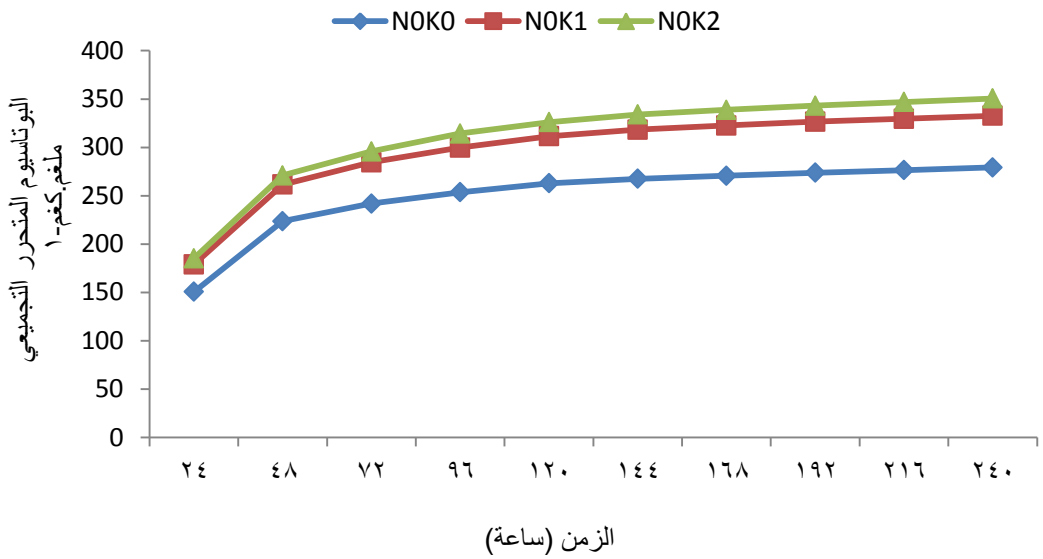
جاهزية البوتاسيوم في التربة (اليساري والربيعي،2012) . وهذا ما أكده كل من تاج الدين (2007) و Yang و Solei (1992) و Jonston و Milford (2008).

من ملاحظة قيم معامل الارتباط الخطي البسيط (r) وقيم الخطأ القياسي (SE) في الملحق (2 و 3) نلاحظ تفوق معادلة الانتشار في وصف تحرر البوتاسيوم في كل من مرحلتي التزهير والنضج التام وتتفق مع ما حصل عليه كل من Simard وأخرون (1989) ،العبيدي (1996) وجبر (2001) من تفوق هذه المعادلة والتي تفسر بأن الانتشار للعنصر بين طبقات المعادن هو العامل المحدد لتحرره الى محلول التربة. يلاحظ من الملحق (4) ارتفاع قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم المحسوبة بمعادلة الانتشار في المعاملة N_2K_2 الى (1.04×10^{-1} و 0.98×10^{-1} ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة$^{-0.5}$) في مرحلتي التزهير والنضج التام على التوالي مقارنة بقيمه في معاملة المقارنة N_0K_0 والتي بلغت (0.78×10^{-1} و 0.69×10^{-1} ملغم.كغم$^{-1}$.ساعة$^{-0.5}$) في المرحلتين على التوالي. كما يلاحظ ايضا انخفاض قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم في مرحلة النضج التام عن قيمها في مرحلة التزهير وفي جميع المعاملات السمادية المستعملة ملحق (4) ان مرحلة النضج التام تنتهي عادة باكتمال نمو ونضج المحصول وتكوين الحبوب التي تخزن فيها كميات من البروتين المتكون من الاحماض الأمينية وتكون حاجة المحاصيل للبوتاسيوم قليلة حيث وصلت كمية البوتاسيوم المتحرر الى ادنى مستوياتها مقارنة بالمعاملات المضاف لها البوتاسيوم فقط.

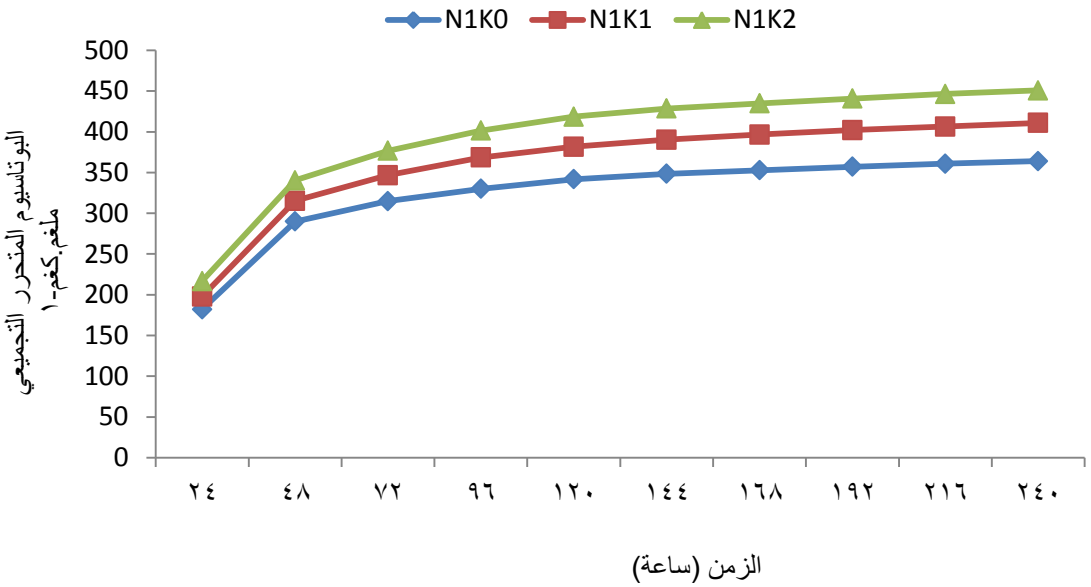


شكل (2) منحنيات تحرر البوتاسيوم التجميعية عند مرحلة التزهير عند أضافة السماد البوتاسي فقط بثلاث دفعات.

ISSN 2072-3875

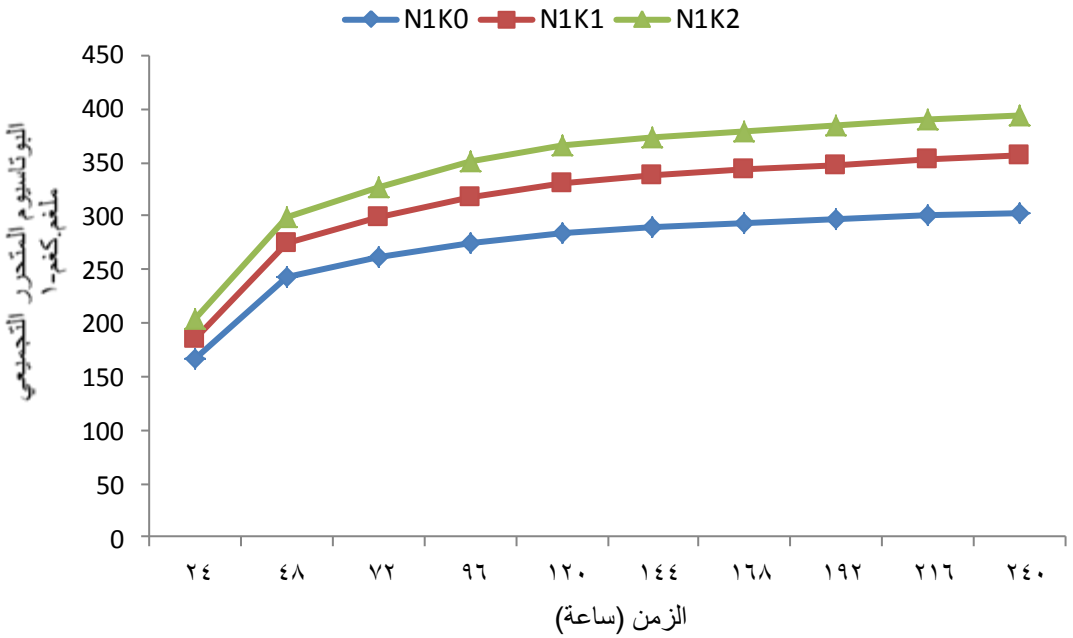


شكل (3) منحنيات تحرر البوتاسيوم التجميعية عند مرحلة النضج التام عند أضافة السماد البوتاسي فقط بثلاث دفعات.



شكل (4) منحنيات تحرر البوتاسيوم التجميعية عند مرحلة التزهير عند أضافة المستوى 100 كغمN.هـ$^{-1}$ من السماد النتروجيني والمستويين (80 و160) كغمK.هـ$^{-1}$ من السماد البوتاسي بثلاث دفعات.

ISSN 2072-3875

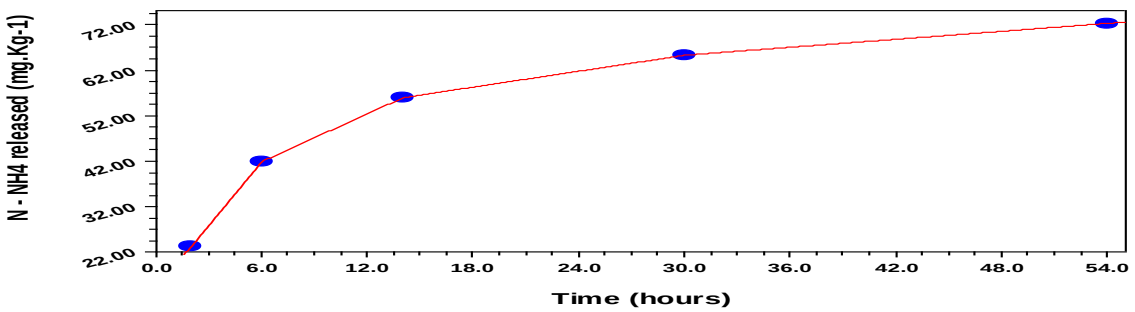


شكل (5) منحنيات تحرر البوتاسيوم التجميعية عند مرحلة النضج التام عند أضافة المستوى 100 كغمN.هـ$^{-1}$ من السماد النتروجيني والمستويين (80 و160) كغمK.هـ$^{-1}$ من السماد البوتاسي بثلاث دفعات.

قوة تجهيز الأمونيوم في التربة.

a. قبل الزراعة

يوضح الشكل(6) العلاقة بين كمية الأمونيوم التجميعية المتحررة اثناء الاستخلاص مع الزمن لتربة الدراسة ويلاحظ وجود زيادة في الكمية التجميعية المتحرره مع الزمن غير ان هذه الزيادة تأخذ بالتناقص التدريجي مع الزمن وخاصة في المراحل الأخيره من التحرر . ومن شكل المنحنيات يمكن تمييز مرحلتين مختلفتين في عملية التحرر ،المرحلة الأولى من التحرر يكون بشكل منحني بميل واضح وخلال (2-14) ساعة من الاستخلاص وبعد ذلك يقل ميل المنحني عند الزمن (14-54)ساعة والتي تمثل المرحلة الثانية من التحرر. ويتبين ان معظم الأمونيوم الجاهز (الذائب +المتبادل) قد تم أزاحته خلال المرحلة الأولى من الاستخلاص بينما أزيحت كميات قليلة من الامونيوم الأقل جاهزية المثبت في الفتحات السداسية للمعادن (غير المتبادل) في المرحلة الثانية (سعدالله، 2001) وقد بلغت كمية الامونيوم التجميعية المتحرره في نهاية الاستخلاص المتعاقب 72.32 ملغمN.كغم$^{-1}$. نجحت معادلة الانتشار في وصف تحرر الامونيوم من التربة من خلال امتلاكها اعلى معامل ارتباط خطي واقل خطأ قياسي ملحق (5) وهذه تتفق مع ما حصل علية سعدالله واخرون (2001)من تفوق معادلة الانتشار في وصف تحرر الامونيوم المستخلص بمحلول كلوريد البوتاسيوم 2*M*-KCL وبلغت قيمة معامل سرعة تحرر الأمونيوم من التربة في هذه المرحلة 1.15 ملغمN.كغم$^{-1}$.ساعة $^{-0.5}$.



شكل (6) العلاقة بين الكمية التجميعية للأمونيوم المتحرر والزمن قبل الزراعة

ISSN 2072-3875

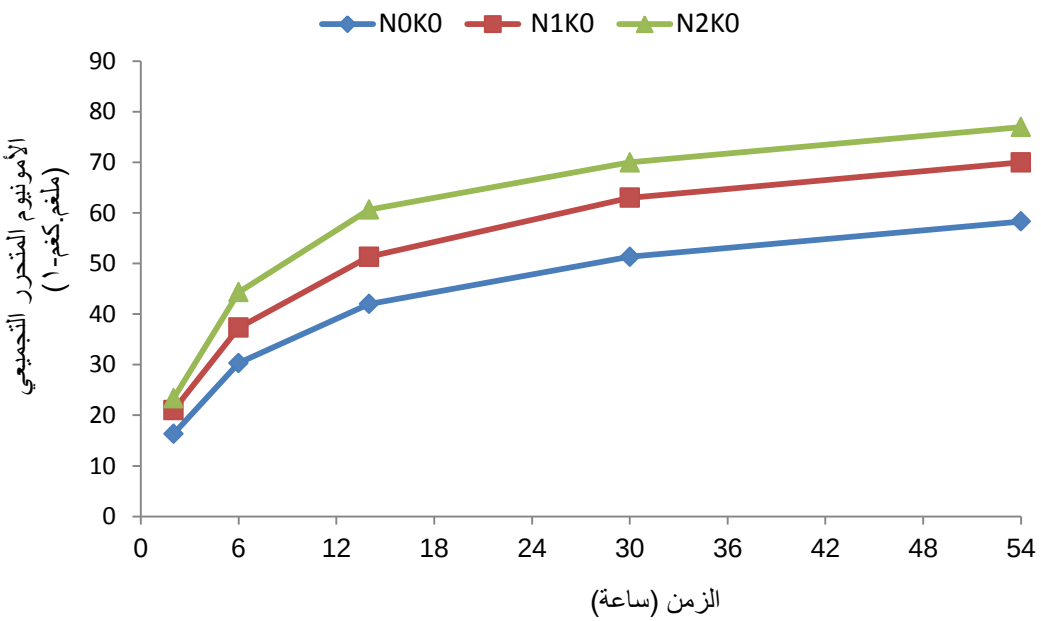
b- مرحلتي التزهير والنضج التام.

توضح الاشكال(7و8) تأثير أضافة السماد النتروجيني لوحده وبدون أضافة السماد البوتاسي (N_1K_0 و N_2K_0) في تحرر الأمونيوم من التربة في مرحلتي التزهير والنضج التام وتبين منحنيات هذه الأشكال وجود مرحلتين لتحرر الأمونيوم مشابهة لما سبق ذكره في مرحلة قبل الزراعة. وارتفعت كمية الأمونيوم المتحررة في المعاملتين (N_1K_0 و N_2K_0) الى 69.99 و 76.99 ملغمN.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة التزهير والى 60.65 و 69.99 ملغمN.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة النضج التام .مقارنة بـ 58.32 و 48.99 ملغمN.كغم$^{-1}$ في معاملة المقارنة (N_0K_0) لمرحلة التزهير والنضج التام على التوالي. أن اضافة السماد النتروجيني لوحده قد رفع من خزين الامونيوم في التربة (الجزء المثبت) بالرغم من حاجة المحصول للنتروجين في هذه المراحل وزيادة كمية الأمونيوم الجاهز في التربة وهذا يتفق مع ما حصل علية الراشدي وأخرون(1999) و Zuliang (2012).

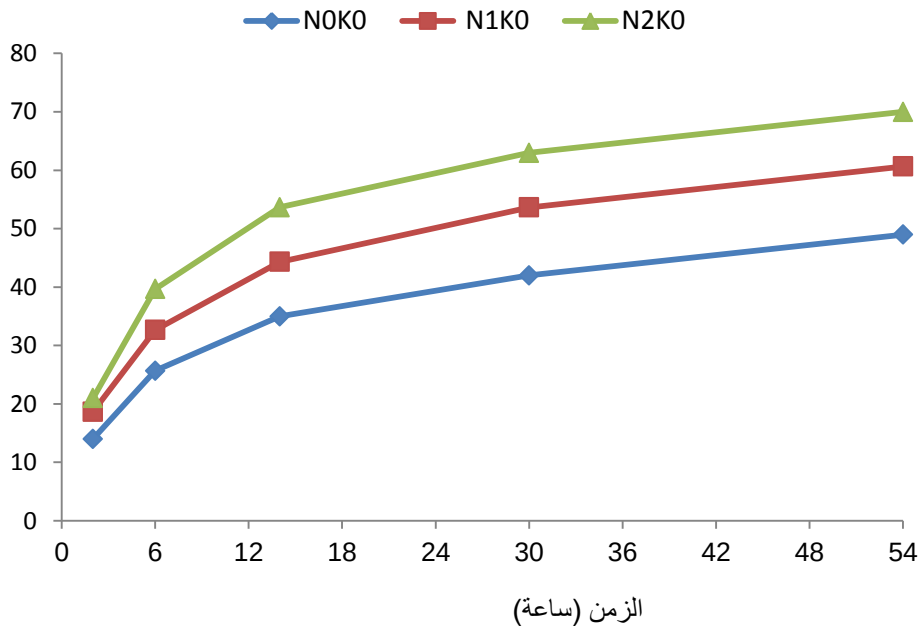
اما بالنسبة لتداخل النتروجين مع البوتاسيوم وكما تبينه منحنيات تحرر الامونيوم كما في الشكلين(9 و10) ادى ايضا الى الحصول على مرحلتين في تحرر الامونيوم وكذلك رفع قيم الكمية التجميعية للأمونيوم المتحرر في المعاملتين (N_1K_1 و N_2K_1) الى 72.32 و 79.31 ملغمN.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة التزهير والى 65.32 و 74.65 ملغمN.كغم$^{-1}$ على التوالي في مرحلة النضج التام مقارنة بـ 60.65 و 51.32 ملغمN.كغم$^{-1}$ في المعاملة N_0K_1 لمرحلة التزهير والنضج التام على التوالي. يتبين ان تداخل الامونيوم مع البوتاسيوم يزيد من القوة التجهيزية للأمونيوم من خلال زيادة قدرة التربة على تحرير كمية اكبر من الامونيوم المتبادل وغير المتبادل وقد يعزى الى أحلال أيون البوتاسيوم محل أيون الأمونيوم على مواقع المتبادل في المرحلة الاولى من التحرر و أحلاله محل الامونيوم غير المتبادل بين طبقات المعادن في المرحلة الثانية من التحرر مما زاد من القدرة التجهيزية للأمونيوم وهذا يتفق مع Bar tel (2011) الذي اكد على الدور الأيجابي للتداخل بين النتروجين والبوتاسيوم في زيادة جاهزية النتروجين. هذه النتائج أخذت نفس الاتجاه عند تداخل المستوى 160 كغمK.هـ$^{-1}$ من البوتاسيوم مع مستويي النتروجين (N_1K_2 و N_2K_2) في مرحلتي التزهير والنضج التام.

تفوقت معادلة الأنتشار في وصف تحرر الأمونيوم في كل من مرحلتي التزهير والنضج التام بسبب حصولها على اعلى معامل أرتباط (r) وأقل خطأ قياسي (SE) كما في ملحق (6 و7) وتتفق مع ما حصل عليه سعدالله وأخرون (2001)، الراشدي والشماع (1998) و Steffens و Sparks (1997)من تفوق معادلة الأنتشار. ان قيم معامل سرعة تحرر الأمونيوم كان اعلى في مرحلة التزهير مقارنة مع مرحلة النضج التام عند أضافة السماد النتروجيني والبوتاسي بثلاث دفعات وفي أغلب المعاملات كما في ملحق (8) وان اعلى قيمة لمعامل سرعة تحرر الامونيوم كانت في المعاملة N_0K_0 والتي بلغت 2.48 ملغم .كغم$^{-1}$.ساعة$^{-0.5}$ في مرحلة التزهير اما في مرحلة النضج التام كانت اعلى قيمة 2.19 ملغم .كغم$^{-1}$.ساعة$^{-0.5}$ في معاملة المقارنة N_0K_0 واقل قيمة 0.94 ملغم .كغم$^{-1}$.ساعة$^{-0.5}$ في المعاملة N_1K_2 . وقد يعزى الى قلة تركيز العنصر في محلول التربة مما يزيد من معامل سرعة التحرر في معاملة المقارنة وبالعكس ينخفض معامل سرعة التحرر عند زيادة تركيزه في محلول التربة عند أضافة الأسمدة النتروجينية.

ISSN 2072-3875

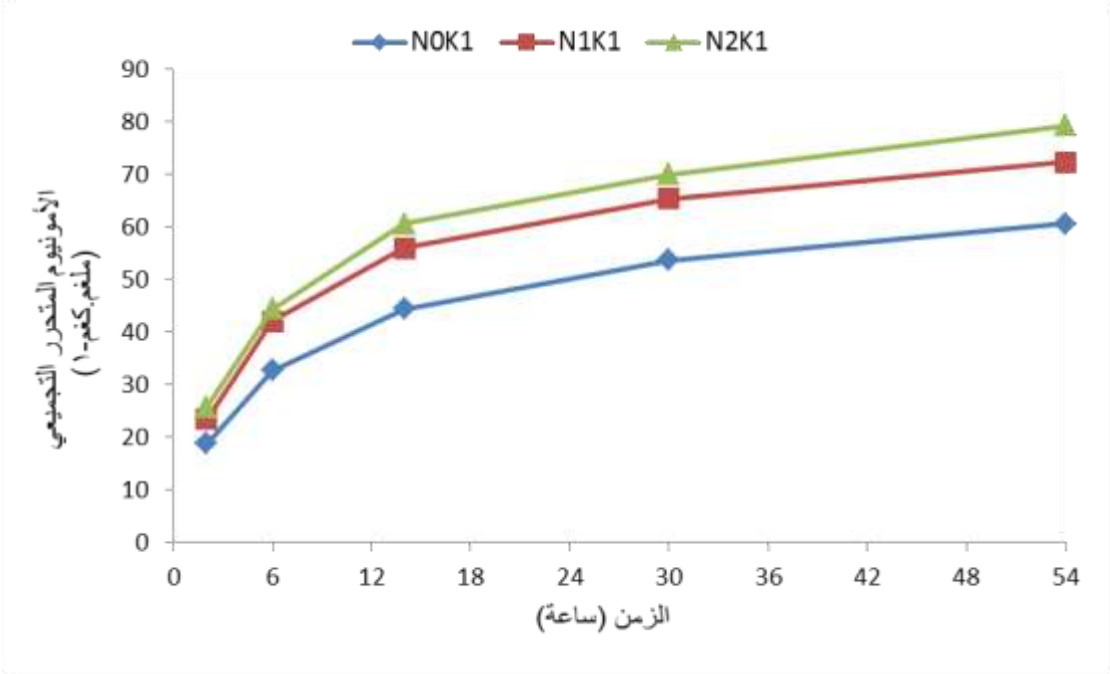


شكل(7) منحنيات تحرر الأمونيوم التجميعية عند مرحلة التزهير عند أضافة المستويين (100 و 200) كغمN.هـ$^{-1}$ من السماد النتروجيني فقط بثلاث دفعات.

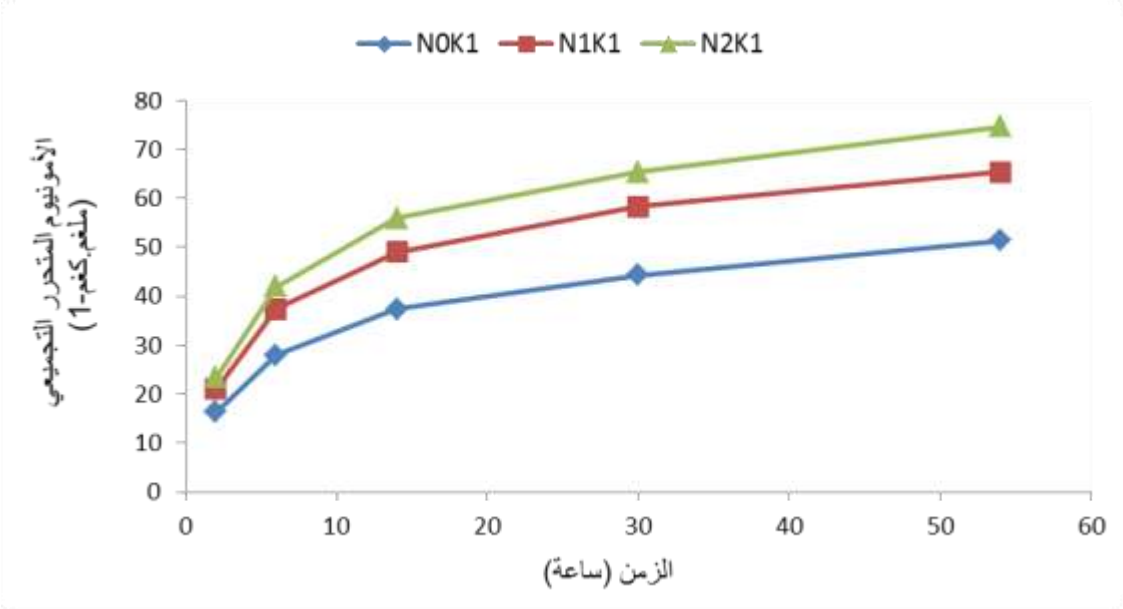


شكل (8) منحنيات تحرر الأمونيوم التجميعية عند مرحلة النضج التام عند أضافة المستويين (100 و 200) كغمN.هـ$^{-1}$ من السماد النتروجيني فقط بثلاث دفعات.

ISSN 2072-3875



شكل (9) منحنيات تحرر الأمونيوم التجميعية في التربة عند مرحلة التزهير عند أضافة المستوى 80 كغمK.هـ$^{-1}$ من السماد البوتاسي مع المستويين (100 و 200) كغمN.هـ$^{-1}$ من السماد النتروجيني بثلاث دفعات.



شكل (10) منحنيات تحرر الأمونيوم التجميعية في التربة عند مرحلة النضج التام عند أضافة المستوى 80 كغمK.هـ$^{-1}$ من السماد البوتاسي مع المستويين (100 و 200) كغمN.هـ$^{-1}$ من السماد النتروجيني بثلاثة دفعات.

الملاحق

ملحق(1) قيم معامل الارتباط البسيط (r) والخطأ القياسي (SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة قبل الزراعة.

الرتبة صفر		الرتبة الأولى		الانتشار		ايلوفج		دالة القوة	
R	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
0.82	42.91	0.99	0.12	0.90	0.07	0.95	22.59	0.91	0.09

ISSN 2072-3875

ملحق(2) قيم معامل الارتباط (r) والخطأ القياسي(SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة لمرحلة التزهير عند أضافة السماد بثلاث دفعات.

المعاملة	الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		ايلوفج		دالة القوة	
	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
N_0K_0	0.80	29.46	0.99	0.16	0.88	0.07	0.94	16.43	0.90	0.09
N_0K_1	0.81	36.11	0.99	0.18	0.88	0.07	0.94	19.76	0.91	0.09
N_0K_2	0.83	37.88	0.99	0.14	0.89	0.07	0.95	19.85	0.92	0.08
N_1K_0	0.80	34.39	0.99	0.07	0.87	0.07	0.94	19.34	0.90	0.09
N_2K_0	0.81	35.75	0.99	0.16	0.88	0.07	0.94	19.60	0.91	0.09
N_1K_1	0.82	38.44	0.99	0.14	0.89	0.07	0.95	20.06	0.92	0.09
N_1K_2	0.83	41.38	0.99	0.15	0.90	0.07	0.96	20.60	0.93	0.08
N_2K_1	0.83	39.67	0.99	0.13	0.90	0.07	0.95	20.39	0.92	0.08
N_2K_2	0.84	43.42	0.99	0.12	0.91	0.07	0.96	21.05	0.93	0.08

ملحق(3) قيم معامل الارتباط (r) والخطأ القياسي(SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة لمرحلة النضج التام عند أضافة السماد بثلاث دفعات.

المعاملة	الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		ايلوفج		دالة القوة	
	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
N_0K_0	0.82	23.60	0.99	0.15	0.89	0.06	0.95	12.69	0.92	0.07
N_0K_1	0.83	27.22	0.99	0.12	0.90	0.06	0.96	13.69	0.93	0.07
N_0K_2	0.84	28.51	0.99	0.12	0.91	0.06	0.96	13.73	0.93	0.07
N_1K_0	0.83	24.40	0.99	0.15	0.90	0.06	0.95	12.78	0.92	0.07
N_2K_0	0.85	25.69	0.99	0.13	0.91	0.06	0.96	12.37	0.94	0.06
N_1K_1	0.84	19.17	0.99	0.13	0.91	0.06	0.96	14.02	0.93	0.07
N_1K_2	0.85	31.83	0.99	0.15	0.92	0.06	0.97	14.65	0.94	0.06
N_2K_1	0.85	30.77	0.99	0.12	0.91	0.06	0.96	14.40	0.94	0.07
N_2K_2	0.85	36.53	0.99	0.10	0.91	0.06	0.97	16.70	0.94	0.07

ملحق(4) قيم معامل سرعة التحرر للبوتاسيوم المحسوبة بواسطة معادلة الأنتشار لعينات التربة المسمدة بالسماد النتروجيني والبوتاسي مع مراحل نمو نباتات الحنطة عند أضافة السماد على شكل ثلاث دفعات.

المعاملة	معامل سرعة تحرر البوتاسيوم (ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-0.5}$)	
	مرحلة التزهير	مرحلة النضج التام
N_0K_0	$10^{-1}\times$ 0.78	$10^{-1}\times$ 0.69
N_0K_1	$10^{-1}\times$ 0.85	$10^{-1}\times$ 0.74
N_0K_2	$10^{-1}\times$ 0.91	$10^{-1}\times$ 0.79
N_1K_0	$10^{-1}\times$ 0.81	$10^{-1}\times$ 0.69
N_2K_0	$10^{-1}\times$ 0.86	$10^{-1}\times$ 0.77
N_1K_1	$10^{-1}\times$ 0.92	$10^{-1}\times$ 0.82
N_1K_2	$10^{-1}\times$ 0.97	$10^{-1}\times$ 0.87
N_2K_1	$10^{-1}\times$ 1.01	$10^{-1}\times$ 0.86
N_2K_2	$10^{-1}\times$ 1.04	$10^{-1}\times$ 0.98

ISSN 2072-3875

ملحق(5) قيم معامل الارتباط البسيط (r) والخطأ القياسي (SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحرر الأمونيوم من التربة قبل الزراعة.

الرتبة صفر		الرتبة الأولى		الانتشار		ايلوفج		دالة القوة	
R	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
0.90	9.51	0.99	0.16	0.95	0.09	0.99	3.07	0.95	0.14

ملحق(6) قيم معامل الارتباط (r) والخطأ القياسي(SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحررالأمونيوم في التربة لمرحلة التزهير عند أضافة السماد بثلاث دفعات.

المعاملة	الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		ايلوفج		دالة القوة	
	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
N_0K_0	0.93	7.01	0.99	0.11	0.97	0.07	0.99	1.44	0.96	0.14
N_0K_1	0.93	7.01	0.99	0.11	0.97	0.07	0.99	1.44	0.97	0.12
N_0K_2	0.93	7.01	0.99	0.11	0.97	0.07	0.99	1.39	0.97	0.12
N_1K_0	0.92	8.48	0.99	0.08	0.97	0.07	0.99	1.60	0.97	0.13
N_2K_0	0.90	11.09	0.98	0.18	0.94	0.10	0.98	4.00	0.94	0.17
N_1K_1	0.90	9.51	0.99	0.16	0.95	0.09	0.99	3.07	0.95	0.14
N_1K_2	0.90	10.18	0.99	0.16	0.95	0.09	0.99	3.21	0.95	0.15
N_2K_1	0.91	9.77	0.99	0.17	0.96	0.08	0.99	2.92	0.96	0.13
N_2K_2	0.90	10.69	0.98	0.18	0.95	0.09	0.98	3.62	0.95	0.15

ملحق(7) قيم معامل الارتباط (r) والخطأ القياسي(SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحررالأمونيوم في التربة لمرحلة النضج التام عند أضافة السماد بثلاث دفعات.

المعاملة	الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		ايلوفج		دالة القوة	
	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
N_0K_0	0.93	5.57	0.99	0.13	0.97	0.07	0.99	1.39	0.96	0.14
N_0K_1	0.92	6.52	0.98	0.16	0.96	0.08	0.99	2.08	0.96	0.15
N_0K_2	0.92	6.52	0.98	0.16	0.96	0.08	0.99	2.08	0.96	0.15
N_1K_0	0.93	7.01	0.99	0.11	0.97	0.07	0.99	1.39	0.97	0.12
N_2K_0	0.90	9.51	0.99	0.16	0.95	0.09	0.99	3.00	0.95	0.16
N_1K_1	0.92	7.94	0.99	0.13	0.96	0.08	0.99	2.21	0.96	0.13
N_1K_2	0.90	8.74	0.98	0.20	0.94	0.10	0.98	3.74	0.94	0.17
N_2K_1	0.92	9.11	0.98	0.17	0.96	0.08	0.98	2.78	0.96	0.14
N_2K_2	0.92	9.11	0.99	0.17	0.96	0.07	0.99	2.72	0.96	0.13

ISSN 2072-3875

ملحق (8) قيم معامل سرعة التحرر للأمونيوم المحسوبة بواسطة معادلة الأنتشار لعينات التربة المسمدة بالسماد النتروجيني والبوتاسي مع مراحل نمو نباتات الحنطة عند أضافة السماد على شكل ثلاث دفعات.

المعاملة	معامل سرعة تحرر الامونيوم (ملغم. كغم$^{-1}$. ساعة$^{-0.5}$)	
	مرحلة التزهير	مرحلة النضج التام
N_0K_0	2.48	2.19
N_0K_1	1.66	1.43
N_0K_2	1.66	1.40
N_1K_0	1.88	1.66
N_2K_0	1.31	1.44
N_1K_1	1.15	1.24
N_1K_2	1.32	0.94
N_2K_1	1.24	1.32
N_2K_2	1.22	1.08

المصادر:

تاج الدين، منذر ماجد.2007. كفاءة اليوريا واليوريا المغلفة بالكبريت في تحرر البوتاسيوم وجاهزية الفسفور ونمو وحاصل الحنطة (*Triticum aestivum* L.). اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد .

جبر ، عبد سلمان . 2001 . حالة وتحرر البوتاسيوم في بعض ترب البيوت البلاستيكية . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 32 (6) : 31-38.

حسن ، نوري عبد القادر وحسن يوسف الدليمي ولطيف عبد الله العيثاوي. 1990. خصوبة التربة والاسمدة . مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر

الراشدي، راضي كاظم وسحر ضياء الشماع.1998. الصفات الحركية لأكسدة الأمونيوم والنتريت من اليوريا المعاملة ببعض المركبات الكيمياوية المضافة الى النتريت. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 29 (2) : 93- 100

الراشدي، راضي كاظم وعلي حمضي ذياب وعبد المهدي صالح الأنصاري.1999.سلوك النيتروجين بعد أضافة سماد اليوريا للطماطة المروية بالتنقيط. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 30 (1) : 37- 49

الربيعي ، محمد عبد . 1999. تقييم القوة التجهيزية للبوتاسيوم في ترب زراعة الرز . أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة . جامعة بغداد .

الربيعي ،بهاء الدين مكي.1998.حالة وسلوكية البوتاسيوم في الترب المستغلة بزراعة الرز. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الربيعي، أبتسام مجيد رشيد. 2012. تأثير نوعية مياه الري والمحتوى الرطوبي في السلوك الفيز وكيميائي للبوتاسيوم في التربة ونمو وحاصل الطماطة تحت ظروف البيوت البلاستيكية المدفأة . اطروحة دكتوراه –كلية الزراعة- جامعة بغداد.

الزبيدي ، أحمد حيدر و محمد علي جمال العبيدي.2001. الوصف الرياضي لحركيات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية ، المجلة العراقية لعلوم التربة. 1 (2): 282- 290.

سعد الله، علي محمد و احمد حيدر الزبيدي.2001.العلاقة بين الملوحة وحركيات تحرر البوتاسيوم بالتربة..مجلة العلوم الزراعية العراقية. 32 (5): 21-32.

سعدالله، علي محمد ومنذرمحمد علي المختار ومحمدعلي جمال العبيدي.2001. حركيات معدنة النيتروجين في الترب الكلسية. مجلة العلوم الزراعية العراقية . 32 (5) : 11- 20

سعدالله، علي محمد.1996 .الملوحة وحركيات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية .اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة- جامعة بغداد.

ISSN 2072-3875

السعدي ، إيمان صاحب سلمان. 2007 . تقييم حالة وسلوكية البوتاسيوم المضاف من مصدرين سماديين تحت أنظمة ري مختلفة في نمو وحاصل الطماطة والذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد .

السماك ، قيس حسين. 2009. سلوكية بعض الأسمدة البوتاسية في تربة صحراوية مستغلة زراعياً تحت أنظمة ري مختلفة. أطروحة دكتوراه كلية الزراعة - جامعة بغداد.

عباس، محمد خضر(2003). سلوك المعادن الحاملة للبوتاسيوم في ترب بعض أراضي محافظة نينوى- شمال العراق. مجلة تكريت للعلوم الزراعية. 3(6): 146-155 .

عبد الرسول ، قحطان جمال. 2007 . تقييم تأثير التسميد العضوي والمعدني (N و K) في حالة وتحرر وامتصاص البوتاسيوم. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد .

العبيدي ، محمد علي جمال. 1996. حركيات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية. أطروحة دكتوراه- كلية الزراعة - جامعة بغداد

القيسي، شفيق جلاب ومحمد أبراهيم الظفيري.2001. حركيات تحرر النيتروجين المعدني في تربة ملقحة ببكتريا الازوتوباكتر وعند مستويات مختلفة من الكاربون العضوي المضاف. مجلة العلوم الزراعية العراقية . 32 (2) : 23-30

اليساري،محمود ناصر حسين ومحمد عبد الربيعي.2012. تأثير دفعات ومستويات السماد النتروجيني والبوتاسي في جاهزية الأمونيوم والبوتاسيوم في التربة وفي نمو وحاصل الحنطة،المجلة العراقية لعلوم التربة،المجلد (5)،العدد(1).

Bar Tal, A.2011. The Effects of nitrogen form on interactions with potassium. International Potash Institute . (29) :3-11

Bedrossian, S, and B. Singh. 2006. Kinetics of potassium release from vertosols from northern NSW.web site www.regional. org. au / au / asssi.

Boruah, H. C., T.C.Baruah. & A.K.Nath.1993.Response of rice topotassium in relation to its kinetics of release .J.of Potassium research ,9(2):113-121.

Dhillon,S.K., P.S.Sidhu. and R.C.Bansal. 1989.Release of potassium from some benchmark soils of India. J.S.Sci.40:783-797.

Fernando, W. A. R. Nishantha , Kang Xia, and Charles W. Rice.2005. Sorption and desorption of ammonium from liquid swine waste in soils. Soil Sci Soc Am. J, Vol. 69, July–August .pp:1057- 1065.

Havlin, J. L. ;J. D. Beaton , S. L. Tisdal ,and W. L. Nelson .2005. Soil fertility and fertilizers.7thEd. An introduction to nutrient management.Upper Saddle River, New Jersey.

Havlin, J. L.; D. G. Westfall, and S. R. Olsen. 1985 . Mathematical models for potassium release kinetics in calcareous soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 49 : 371 – 376.

Johnston, A.E, and G. F. J Milford.2008. Potassium and nitrogen interactions in crops. Potash Development Association. PO Box 697, York Yo,32 5WP, UK :2 – 16.

Mamo, M.; D. Ginting; R. Renken, and B. Eghball. 2004. Stability of ion exchange resin under freeze-thaw or dry-wet environment. Soil Sci. Soc. Am. J. 68 : 677 : 681.

Martin, H.W.,and D.L. Sparks. 1983. Kinetics of non exchangeable potassium release from two coastal

ISSN 2072-3875

ammonium release from soils. Soil Sci .Soc.Am.J.61:455-462

Wani, M. A., and S. C. Datta. 2007. Nonexchangeable potassium release to H^+-saturated resin and its diffusion characteristics in some soil of Lesser himalayas. Soil Sci. 172 (7) : 546 - 552.

Yang, J.E. and E.O. Skogley. 1992. Diffusion kinetics of multinutrient accumulation by mixed-bed, Ion exchange resin. Soil. Sci. Soc. Am. J. 56: 508-514

Zuliang, Shi., Dandan Li, Qi Jing, Jian Cai, Dong Jiang, Weixing Cao and Tingbo Dai.2012. Effects of nitrogen applications on soil nitrogen balance and nitrogen utilization of winter wheat in a rice–wheat rotation. 127(27) : 241–247 .

plain soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 47 : 883 - 887.

Simard, R.R.; C.R. De Kimpe, and J. Zizka. 1992. Release of potassium and magnesium from soil fractions and its kinetics. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:1421 - 1428.

Simard,R.R.,C.R. Dekimpe and J.Zizka .1989. The kinetics of nonexchangeable potassium and magnesium release from Quebec soils. Can.J.S.Sci.69:663-675.

Sivasubramaniam, S. and Talibudeen, O. 1972. Potassium - aluminum exchange in acid soils, I. Kinetics. J. Soil Sci., 23:163-176.

Song, S.K. and P.M. Huang. 1988. Dynamics of potassium release from potassium bearing minerals as influenced by oxalic and citric acid. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 383-390

Sparks, D.L. 1989. Kinetics of chemical processes. Academic Press Inc. Sandiego, California.

Steffens,D. and D.L.Sparks.1997. Kinetics of Nonexchang eable

ISSN 2072-3875