تاثيرإضافة مستويات كبريتات وكلوريد البوتاسيوم الى التربة المزروعة بالخيار و الري بالتنقيط في الزراعة المحمية في سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم

يوسف محمد ابو ضاحي بشرى محمود البطاوي
كلية الزراعة / جامعة بغداد

المستخلص :

نفذت التجربة في احد لبيوت البلاستيكية المدفأة العائدة الى شركة المقدادية للمواد الزراعية في جنوبي بغداد في تربة ذات نسجة مزيجة طينية غرينية للمقارنة بين سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم ومستوى اضافتهما الى التربة لزراعتها بمحصول الخيار في تشرين الاول /2004 في العروة الخريفية في سعة ومعامل سرعة تحرر البوتاسيوم. تضمنت المعاملات مصدرين من السماد البوتاسي هما كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم وستة مستويات من كل مصدر سمادي وبثلاثة مكررات ورتبت المعاملات في البيت البلاستيكي وفقاً لتصميم القطاعات الكاملة المعشاة . كما نفذت تجربة مختبرية لحساب سعة وسرعة تحرر للبوتاسيوم . أظهرت النتائج أن سعة تحرر البوتاسيوم قبل الزراعة وللعمقين من0-30 سم ومن أكثر من 30-60 سم قد بلغت 130.50 و 95.50 ملغم.كغم$^{-1}$ و 220.10 و 150.50 ملغم.كغم$^{-1}$ للعمقين اتفي الذكر للطورين المتبادل وغير المتبادل بالتتابع ، في حين اعطى المستوى 1000 كغم .K. هـ$^{-1}$ بعد الزراعة سعة تحرر البوتاسيوم بلغت 99.60 و 490.60 ملغم.كغم$^{-1}$ للطورين المتبادل وغير المتبادل لسماد كبريتات البوتاسيوم و 80.70 و 481.10 ملغم.كغم$^{-1}$ للطورين المتبادل وغير المتبادل لسماد كلوريد البوتاسيوم بالتتابع. اما معامل سرعة تحرر البوتاسيوم قبل الزراعة فقد بلغ 45.95 و 30.20 ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$ للعمقين 0-30 سم و 30-60 سم للطور المتبادل و 23.34 و 11.30 ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$ للطور غير المتبادل بالتتابع ، في حين بلغ معامل سرعة تحرر البوتاسيوم عند المستوى 1000 كغم K.هـ$^{-1}$ 80.70 و 69.99 ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$ للطور المتبادل لسمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع و 70.20 و 60.90 ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$ للسمادين اتفي الذكر بالتتابع للطور غير المتبادل.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 39 (6) : 34-48 (2008) Abu-Dahi & AL-Batawi

EFFECT OF APPLICATION LEVELS OF K-SULPHATE , K-CHLORIDE ON K CAPACITY AND RELEASE UNDER CONTROLLED ENVIRONMENT AND DRIP IRRIGATION .

Y.M.Abu-Dahi B.M.AL-Batawi
College of Agri.Univ. of Baghdad

ABSTRACT

A field experiment was conducted in a heated plastic house belong to AL-Moktadiya company for agricultural staffs situated lies about 24 km south of Baghdad in a soil has a silty clay loam texture to study the effect of potassium sulphate and potassium chloride and their levels applied to soil planted with cucumber at a fall season of 2004 on potassium capacity and coefficient potassium release . The treatments included two potassium fertilizer sources : potassium sulphate and potassium chloride applied to soil in sex rates . Treatments were distributed according to (RCBD) with three replicates . A Lab. Experiment were conducted to estimate the rate and capacity of potassium release . After crop planting the level of 1000 Kg K.ha^{-1} gave 99.60 and 490.60 mg.Kg^{-1} soil for potassium capacity from potassium sulphate fertilizer for exchangeable and non exchangeable potassium respectively , while the same level gave 80.70 and 481.10 mg.Kg^{-1} soil for potassium capacity for exchangeable and non exchangeable potassium respectively in the of potassium chloride. Results also showed rate of potassium release before planting was (45.95 and 30.20) mg.Kg^{-1} soil for the two depths (0-30) cm and (30-60)cm for the exchangeable pool, while it was (23.34 and 11.30) mg.Kg^{-1} for the two mentioned depths for the non exchangeable pool respectively. After crop planting the 1000 Kg K.ha^{-1} level gave (80.70 and 69.99) mg.Kg^{-1}min^{-1} and (70.20 and 60.90) mg.Kg^{-1}.min^{-1} for potassium sulphate and potassium chloride for exchangeable and non exchangeable pools respectively.

Part of Ph.D. dissertation for the second author البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحثة الثانية

المقدمة :

يعد اسلوب الزراعة المحمية من الاساليب الحديثة الذي انتشر في العديد من البلدان ومنها العراق لما لـه مـن اهمية في توفير بعض المحاصيل الزراعية لا سيما بعـض محاصيل الخضر مثل الطماطة والفلفل الحلـو والباذنجـان والخيار وذلك بزراعتها داخل البيوت الزجاجية او البلاستيكية او تحت الانفاق من اجل انتاج هذه المحاصيل في المدة التي لا تتوافر فيها في الاسواق لا سيما في اثنـاء أي زراعتها في غير موسمها. وتعد الزراعة المحميـة اسـلوباً ناجحاً للتبكير في الانتاج ، فضلاً عن رفع انتاجيـة وحـدة المساحة. وبالنظر للطلب المتزايد على محصول الخيار فقـد حدث تطور كبير في طريقة انتاجه سـواء فـي الزراعـة المكشوفة او المحمية. لغرض زيادة الانتـاج فقـد اتبعـت اساليب حديثة متطورة في ذلك كزراعة الاصناف الهجينـة ذات الانتاجية العالية وتطبيق برنـامج التسـميد المتكامـل واستخدام تقانات الري الحديثة كالري بالرش او التقـيط او التسميد مع الري لما لها من تاثير كبير في زيـادة الانتـاج وتحسين نوعيته.

ان من بين اهم متطلبات تحقيـق اعلـى انتاجيـة وتحسين النوعية هي عملية التسميد المتوازن لا سـيما بـين البوتاسيوم وبقية العناصر الغذائية الاخرى اذ يحتاج النبـات للبوتاسيوم في جميع مراحل نموه. وخلال مدد النمو السريعة والحرجة لا بد ان تكون التربة قادرة على تلبية حاجة مـن البوتاسيوم اذ يحدث استنزاف كبير وسريع له من التربـة لا سيما في حالة الزراعة الكثيفة او ظروف الزراعة المحميـة بسبب انتاجيتها العالية ... الى الزراعة العادية المكشوفة.

اجريت دراسـات عديـدة فـي العـراق حـول البوتاسيوم وبينت ان الترب العراقية تتصف بخـزين كبيـر نسبياً من البوتاسيوم كما هو الحال بالنسـبة لمعظـم تـرب المناطق الجافة وشبه الجافة (3 و 4 و 5) ، الا ن سـرعة تحرره واطئة نسبياً ولا تلبي حاجة العديد من المحاصـيل لا سيما في ظـروف الزراعـة الكثيفـة او المحاصـيل ذات المتطلبات العالية لهذا العنصر (9).

ان اختيار نوع السماد يعتمد على صورة العنصـر الغذائي ودرجة ذوبانه وكلفته الاقتصادية . ومـن مصـادر الاسمدة البوتاسية المستعملة هما سماد كبريتات البوتاسـيوم K_2SO_4 وسماد كلوريد البوتاسـيوم KCl ويحتـوي الاول على البوتاسيوم بنسبة 41.5 % وحوالي 18% كبريت وهو غالي الثمن لارتفاع تكاليف صناعته ، فضلاً عن تحكم عدد من البلدان في صناعته ومواده الاولية وهو يفضل لمعظـم المحاصيل اقتصادية لا سيما الحساسة منها للكلوريد ، كما يعد مصدراً جيداً للكبريت . اما سماد كلوريـد البوتاسـيوم فيحتوي على البوتاسيوم بنسبة 50 % وهو رخيص الـثمن بالمقارنة بسماد كبريتات البوتاسيوم اذ يقدر بحوالي خمـس ثمنه وعلى الرغم من ان الدليل الملحي لكلوريد البوتاسـيوم اعلى بكثير من كبريتات البوتاسيوم وهناك تحذيرات بعـدم اضافته للمحاصيل الحساسة للملوحة ولايون الكلوريد الا ان العديد من التجـارب محلياً وعالمياً (4 و 15 و 16) قد بينت ان عدداً ليـ ـيل من المحاصيل الزراعية قـد اسـتجابت لسماد كلوريد البوتاسيوم مصدراً للبوتاسيوم بالقدر نفسـه ان لم تكن حتى بدرجة اعلى من سماد كبريتات البوتاسيوم .

وبين Reetz et al. (19) ان صور البوتاسيوم في التربة في حالة تغير مسـتمر وحيـث ان طرائـق القيـاس التقليدية لتقييم حالة وسلوكية البوتاسيوم في التربة قد فشـلت في تقييم الواقع الحقيقي والصحيح لمدة قابلية ومقدرة الترب في امداد النباتات بحاجتها من البوتاسيوم لا سيما في مراحل نموه الحرجة ، مما حدا بالعديد من البـاحثين الـى اعتمـاد المعايير الحركية (Kinetics) لدراسة مدى قابلية الترب في تجهيز البوتاسيوم للنباتات بحاجتها من البوتاسـيوم طـوال موسم نموها من خلال تقدير سعة ومعامل سـرعة تحـرره خلال مراحل نموه.

لذا هدف البحث الى تحديد افضل معادلة رياضـية لوصف حركية سرعة تحرر البوتاسيوم وتقدير سعة ومعامل سرعة تحرره ومقارنة كميات سمادي كبريتـات وكلوريـد البوتاسيوم والمستوى المضاف منهما في قابلية التربة علـى

تجهيز محصول الخيار بحاجته من البوتاسيوم في ظروف الزراعة المحمية ومع نظام الري بالتنقيط.

المواد وطرائق العمل :

اجريت تجربة في احد البيوت البلاستيكية المدفأة العائدة الى شركة المقدادية للمواد الزراعية الواقعة في جنوبي بغداد في تربة ذات نسجة مزيجة طينية غرينية (Typic –Torrifluvent) ومصنفة الى مستوى السلسلة (MM4).

حضرت تربة البيت البلاستيكي الذي تبلغ مساحته 180 م^2 بأبعاد(36 م× 5 م) للعام 2004-2005 بأضافة مخلفات حيوانية (½ طن) إذ تم حراثتها حراثة متعامدة لمرتين وبعد تعديلها وتسويتها وترطيبها غطيت بطبقة من البلاستك لاجراء عملية التعقيم الشمسي وردمت جوانب الغطاء بالتراب لضمان عدم تسرب الحرارة والرطوبة. عملت مروز مسطحة القمة على طول البيت البلاستيكي (ثلاثة مروز) بطول 36 م وعرض 0.5 م والمسافة بين مرزوأخر 1.5 م، قسم كل مرز الى احدى عشرة وحدة تجريبية طولها 2.7 م وعرضها 1.48 م أي مساحتها 4 م^2 وبمسافة 40 سم بين شتلة واخرى (2 و 8) فصلت الوحدات التجريبية والمكررات عن بعضها بوضع سدة ترابية مدكوكة تحتوي على طبقة من البلاستك لعمق0.5 م لمنع تسرب المياه والاسمدة من معاملة الى أخرى. تمت زراعة مقدمة ومؤخرة البيت البلاستيكي بشتلات الخيار بشكل اضافي كي تكون حارسة وغذاء للحشرات .

نفذت تجربة عاملية اذ نظمت معاملات التسميد عشوائياً وفق تصميم القطاعات المعشاة الكاملة لست مستويات سمادية لكل من سمادي كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم وبثلاثة مكررات ليصبح مجموع المعاملات (11) معاملة وكالاتي:

K0 معاملة المقارنة من دون تسميد (0) كغم K.هـ$^{-1}$

KC_1,KS_1 عشر الكمية (المستوى الاول) 100 كغم K.هكتار$^{-1}$ لسماد كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع .

KC_2,KS_2 ثمن الكمية (المستوى الثاني) 125 كغم K.هكتار$^{-1}$ لسماد كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع .

KS_3و KC_3 ربع الكمية (المستوى الثالث) 250 كغم K .هكتار$^{-1}$ لسماد كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع.

KC_4,KS_4 نصف الكمية (المستوى الرابع) 500 كغم K.هكتار$^{-1}$ لسماد كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع.

KS_5وKC_5 كل الكمية (المستوى الخامس) 1000 كغم K .هكتار$^{-1}$ لسماد كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع.

استعمل سماد كبريتات البوتاسيوم 41.5 % K K_2O_4 وسماد كلوريد البوتاسيوم 50% K واضيف السماد السوبرفوسفات الكالسيوم الثلاثي (20 % P) وبمستوى 78 كغم P هكتار$^{-1}$ مصدراً للفسفور واضيف سماد اليوريا (46 % N) وبمستوى 1000 كغم N. هكتار$^{-1}$ مصدراً للنتروجين (2 و 3) .

تم تجزئة الاسمدة البوتاسية الى عشر دفعات وعلى طول موسم النمو وحسب حاجة النبات إذ تمت الاضافة كل 15-20 يوماً تقريباً وبشكل خطوط سنوية. وتمت اضافة الاسمدة البوتاسية مع اضافات الاسمدة النتروجينية التي أعتيد على تجزئتها الى عشر دفعات ما سماد سوبر فوسفات الكالسيوم الثلاثي فقد تمت اضافته دفعة واحدة قبل الزراعة .

اخذت عينات عشوائية من التربة قبل زراعة المحصول وللعمقين من 0-30 سم ومن اكثر من 30-60 سم كما تم اخذ عينات عشوائية من التربة للعمق 0-30 سم كل شهر خلال مراحل نمو محصول الخيار لغرض تقدير صور البوتاسيوم المختلفة الذائب والمتبادل، فضلاً عن ذلك أخذت عينات تربة قبل الزراعة وفي نهاية الموسم لغرض اجراء تجارب حركيات البوتاسيوم عليه.

تمت زراعة بذور الخيار (*Cucumis sativus* L.) هجين انثوي هولندي المنشأ متعدد الثمر في العقدة الواحدة (Multi fruit) زرعت البذور في المشتل في اطباق

زراعية ثم نقلت الشتلات الى الحقل بداية تشرين الثاني لعام 2004 عند ظهور 1-2 ورقة حقيقية .

زرعت بواقع عشرة نباتات في الوحدة التجريبية الواحدة بواقع خمسة نباتات على كل جانب من جوانب انبوب التنقيط المسافة بين نبات واخر 40 سم وبذلك اصبح عدد النباتات في البيت البلاستيكي 330 نباتاً .وجرى عملية ري للمحصول بطريقة الري بالتنقيط .

ربيت النباتات رنسياً واجريت عمليات خدمة المحصول من تسليق وتقليم وتعشيب باستمرار خلال مدة نمو النبات وحسب الحاجة، كما تمت متابعة نمو المحصول وجرى رش النباتات رشات وقائية او علاجية لبعض حالات الاصابة خاصة البياض الزغبي والبياض الدقيقي والمن وتعفن الساق واستعملت مبيدات الانتراكول والرايدوميل – ام زد و الدايزينون و النكوز و السوبراسد وبالتعاقب للمكافحة وبالكميات الموصى بها اذ رشت بمعدل رشة كل اسبوع في الطور الخضري وبعد كل جنية تقريباً في الطور الثمري (8).

الدراسة المختبرية :

جمعت عينات التربة قبل زراعة محصول الخيار من العمق 0-30 سم في كل شهر خلال مراحل النمو وفي نهاية الموسم، جففت هوائياً ونعمت بمضرقة خشبية ومررت بمنخل قطرفتحاته 2 ملمترثم مزجت جيداً للحصول على عينة مركبة ممثل لها واستعملت طريقة الاستخلاص المتعاقب بحامض النتريك العياري لوصف عملية التحرر رياضياً وتقدير سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم.

لمعرفة قابلية التربة على تحرر البوتاسيوم تم اعتماد الطريقة التي اقترحها Singh et al (21 و 22) وذلك باستخلاص بوتاسيوم التربة باستعمال حامض النتريك المغلي1 عياري استخلاصاً متعاقباً ولعشر مدد استخلاصية مدة الواحدة منها خمس عشرة دقيقة وبنسبة استخلاص 10:1 تربة :حامض .

لقد تم اختيار الحركيات الاتية المشار اليها من قبلSparks (24) لكشف افضل معادلة لوصف تحرر البوتاسيوم وحساب معامل سرعة تحرر البوتاسيوم في التربة قيد الدراسة :

1- معادلة الرتبة صفر Zero Order Equation

$(C_0 - C_t) = C_o - k\, d_t$

2- معادلة الرتبة الاولى First Order Equation

$Ln\,(Co - Ct) = ln\, C_o - k\, dt$

3- معادلة الانتشار Parabolic Order Equation

$C_t/C_0 = C_o - k\, dt^{1/2}$

4- معادلة ايلوفيج Elovich Equation

$C_t = C_o + kd\, lnt$

5- معادلة دالة القوة الاسية Power Function Equation

$LnC_t = ln\, C_o + kd\, lnt$

اذ ان :

C_t = الكمية المتحررة من البوتاسيوم ملغم.كغم$^{-1}$.

C_o= خزين البوتاسيوم القابل للتحرر عند حالة الاتزان او الزمن صفر ملغم.كغم$^{-1}$.

K = ميل المستقيم والذي يعبر عن معامل سرعة تحرر البوتاسيوم و ملغم.كغم$^{-1}$. دقيقة$^{-1}$.

t = الزمن (دقيقة).

حساب خزين البوتاسيوم القابل للتحرر (C_o) وسرعته :

لغرض حساب كمية البوتاسيوم التي يمكن ان تتحرر من التربة عند الاتزان (C_o) اعتمدت الصيغة الرياضية المقترحة من قبل Smmiei and Chahal (23) وذلك باخذ قيم مقلوب كمية البوتاسيوم المتحررة عند اي مدة بوصفها دالة خطية لمقلوب الزمن وحسب المعادلة الاتية :

$1/C_t = 1/C_o + b.1/t$

اذ ان :

C_t = كمية البوتاسيوم المتحررة عند الزمن t

C_o = كمية البوتاسيوم التي يمكن ان تتحرر عند الاتزان وتعبر عن (خزين البوتاسيوم القابل للتحرر) وتحسب قيمة (C_o) من مقلوب تقاطع الخط المستقيم للعلاقة اعلاه مع المحور الصادي .

b = انحدارالخط المستقيم

معامل سرعة تحرر البوتاسيوم :

حسب معامل سرعة تحرر البوتاسيوم في نظام الاتزان المستقر (Batch equilibrium Technique) الذي اشار اليه الباحثان Mengel and Uhlenbecker (19) وتم اعتماد نوعين من المعادلات الرياضية الاولى تستند على اسس الحركيات الكيميائية (الرتبة صفر والرتبة الاولى و الانتشار) والثانية معادلات تجريبية .

حسبت كل معادلة من المعادلات المطبقة من قيم الانحدار للصيغة الخطية لمعادلات الحركيات المستعملة في هذه الدراسة .

حساب كمية وسرعة تحرر البوتاسيوم باستعمال معادلة الانتشار :

تم تحديد مساهمة كل من طور البوتاسيوم المتبادل وطور البوتاسيوم غير المتبادل في عملية التحرر حسب Goluding(11) ذلك باخذ قيمة القاطع (intercept) لكل مستقيم للتعبير عن كمية الطور الذي يمكن ان يتحرر منه البوتاسيوم عند الزمن صفر، اما انحدار الخط المستقيم فيعبر عن سرعة تحرر البوتاسيوم من ذلك الطور، وهذه الطريقة اعتمدت من قبل باحثين اخرين (6 و 9).

منحنيات تحرر البوتاسيوم :

تم رسم العلاقة بين البوتاسيوم المتحرر تجميعياً (ΣK) (Cumulative –K) بفعل الاستخلاص المتعاقب بحامض النتريك المغلي مقابل زمن الاستخلاص واعيد رسم العلاقات الرياضية لتقييم مؤشر تحرر البوتاسيوم باعتبارها دالة لمؤشر زمن الاستخلاص حسب معادلات الرتبة صفر و الرتبة الاولى و الانتشار و ايلوفيج ودالة القوة (الاسية) .

كما رسمت قيم البوتاسيوم المتحرر تجميعيا مقابل الجذر التربيعي لزمن الاستخلاص حسب معادلة الانتشار على وفق الطريقة التي اقترحها Goulding (11) لتحديد مسار عملية تحرر البوتاسيوم وكذلك لتعين سعة الاطوار المختلفة (البوتاسيوم المتبادل وغير المتبادل) المساهمة في عملية تحرر البوتاسيوم واعتماد افضل معادلة من هذه المعادلات في رسم العلاقة بين تحرر البوتاسيوم وزمن الاستخلاص بهدف معرفة قابلية التربة على تجهيز البوتاسيوم.

تحديد افضل معادلة :

لاجل تحديد افضل معادلة رياضية من المعادلات السابقة لوصف عملية تحرر البوتاسيوم وسرعة تحرره من التربة يتم من خلال معرفة مؤشرين احصائيين هما معامل الارتباط (r) بين كمية البوتاسيوم المتحررة وزمن الاستخلاص والخطأ القياسي Standard Error (SE) ويمثل الفروق بين النتائج التجريبية و النتائج المحسوبة من المعادلات الحركية الخطية

تم حساب معامل الارتباط **(r)** بين كمية البوتاسيوم المتحررة والزمن (t) وحساب قيم الخطأ القياسي **(SE)** من المعادلة :

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (ct - ct^*)^2}{n-2}}$$

اذ ان:

Ct = تركيز البوتاسيوم المقاس في المحلول عند الزمن t

Ct^* = تركيز البوتاسيوم المحسوب من المعادلة عند الزمن t

n = عدد مرات القياس في التجربة .

ثم تم تحديد افضل معادلة رياضية لوصف النتائج على اساس اعلى قيمة لمعامل الارتباط (r) واقل خطأ قياسي (SE) Goulding (11) .

جدول 1. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لعينات تربة موقع الدراسة

الصفة		العمق (0-30) سم	العمق(30-60) سم
درجة الاس الهيدروجيني pH		7.73	7.70
الايصالية الكهربائية ECe ديسيسيمنز.م$^{-1}$		3.58	2.10
البوتاسيوم صور Cmol$_c$.Kg^{-1}	الذائب K-soluble	0.140	0.042
	المتبادل K-exch.	1.10	0.790
	غير المتبادل K-non exch	1 40	0 80
	المعدني K-mineral	37.87	38.90
	الكلي K-total	39.70	39.70
الايونات الذائبة Cmol$_c$.Kg^{-1}	الصوديوم	0.62	0.30
	الكالسيوم	1.50	1.20
	المغنيسيوم	0.88	0.50
	الكبريتات	1.55	1.30
	الكلوريدات	0.74	0.40
	البيكاربونات	0.45	0.30
	الكاربونات	–	–
النتروجين الجاهز mg.Kg^{-1}		120.80	90
الفسفور الجاهز mg.Kg^{-1}		60.90	40.20
مفصولات التربة g.Kg^{-1}	الرمل	334.20	324.20
	الغرين	365.80	348.60
	الطين	300.00	327.20
النسجة		SiCL	SiC L
السعة التبادلية الكاتيونية CEC Cmol$_c$.Kg^{-1}		22.27	19.60
معادن الكاربونات g.Kg^{-1}		254.00	210.0
المادة العضوية g.Kg^{-1}		26.50	22.30

حللت الصفات حسب الطرائق الواردة في Black (10).

النتائج والمناقشة :

1- تحديد افضل معادلة لوصف تحرر البوتاسيوم قبل زراعة الخيار . يتضح من جدول 2 ان معادلة الرتبة الاولى كانت افضل معادلة وصفت تحرر البوتاسوم اذ امتلكت اعلى معامل ارتباط (r) وقل خطأ قياسي وتعمقين من 0-30 سم ومن أكثر من 30-60 سم قياساً الى بقية المعادلات واعطت القيم 0.97 و 0.98 و 0.43 و 0.30 لمعامل الارتباط والخطأ القياسي للعمقين من 0-30 سم ومن أكثر من 30-60 سم بالتتابع . واتفقت هذه النتيجة مع السامرائي (3) و Mengel and Uhlenbecker (19) الذين اشاروا الى افضلية معادلة الرتبة الاولى في وصف حركيات تحرر البوتاسيوم قياساً الى عدد من المعادلات الرياضية الاخرى.

2- تحديد افضل معادلة لوصف تحرر البوتاسيوم بعد زراعة الخيار . تشير النتائج في جدول 3 الى ان معادلة الرتبة الاولى هي الافضل لوصف سرعة تحرر البوتاسيوم واعطت اقل القيم بالنسبة للخطأ القياسي مصحوبة بارقام ايض عالية جيدة بالنسبة لمعامل الارتباط (r). وهذه النتائج تتفق مع ما وجدته السامرائي (3) وما اشار اليه Mengel and Uhlenbecker (19) من ان معادلة الرتبة الاولى كانت الافضل صلاحية في وصف تحرر البوتاسيوم .

اما Hosseinpour et al. (14) فقد استنتجوا ان دالة القوة والرتبة الاولى كانتا أفضل في وصف تحرر البوتاسيوم وهناك باحثون استخدموا حامض الستريك المخفف ($5 * 10^{-4}$ مولار) كمحلول استخلاص. ووجد العايدي (7) تفوق معادلة دالة القوة والرتبة الاولى في وصف تحرر البوتاسيوم لـ 10 ترب مختلفة النسجة من محافظة نينوى شمال العراق . وتوصلت الشيخلي (5) الى الاستنتاج نفسه عند استعمال تربتين مختلفتين بالنسجة وزراعتها بمحصول زهرة الشمس ثم اعقبه محصول الذرة الصفراء بعد التسميد بكل من سمادي كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم اذ يلاحظ ان معادلة الرتبة الاولى تميزت باعلى قيمة (r) واوطأ قيمة (SE) وهذا يعني ان هذه المعادلة اكثر المعادلات صلاحية في وصف تحرر البوتاسيوم Goulding (11) .

جدول 2. قيم معامل الارتباط البسيط (r) والخطأ القياسي (SE) لمعادلات الحركيات المستعملة لتربة الدراسة قبل زراعة محصول الخيار وللعمقين 0-30 سم و 30-60 سم .

العمق	الرتبة الاولى		الانتشار		دالة القوة		ابلوفج		الرتبة صفر	
	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
30-0	0.97	0.43	0.99	5.30	0.97	12.99	0.44	1.36	0.36	50.80
60-30	0.98	030	0.99	8.80	0.96	18.90	0.50	1.40	0.35	68.20

* ملاحظة عدد المشاهدات 33 .

جدول 3. قيم معامل الارتباط البسيط (r) والخطأ القياسي (SE) للمعادلات الرياضية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من التربة المعاملة بسمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم بعد زراعة محصول الخيار.

نوع السماد البوتاسي	مستوى الاضافة كغم $k.هـ^{-1}$	الرتبة الاولى		الانتشار		دالة القوة		ابلوفيج		الرتبة صفر	
		r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE
من دون تسميد (المقارنة)		0.95	0.30	0.98	8.2	0.96	15.2	0.92	10.2	0.34	80.2
كبريتات البوتاسيوم	100	0.95	0.60	0.98	10.3	0.96	17.1	0.92	11.3	0.35	85.5
	125	0.96	0.65	0.98	11.4	0.97	18.3	0.90	15.3	0.35	95.6
	250	0.95	0.70	0.98	12.2	0.96	22.2	0.91	17.7	0.37	90.2
	500	0.96	0.70	0.98	15.7	0.97	26.1	0.92	18.2	0.34	110.3
	1000	0.95	0.72	0.98	18.3	0.97	30.3	0.90	20.4	0.36	120.1
كلوريد البوتاسيوم	100	0.94	0.68	0.98	13.5	0.97	25.3	0.9	15.2	0.32	98.2
	125	0.96	0.70	0.98	17.1	0.97	28.5	0.9	18.4	0.34	101.1
	250	0.94	0.78	0.98	15.2	0.96	35.2	0.90	20.3	0.32	110.1
	500	0.95	0.75	0.98	18.3	0.96	37.4	0.91	26.2	0.35	118.2
	1000	0.94	0.80	0.98	20.3	0.96	45.5	0.90	38.1	0.32	135.3

* ملاحظة عدد المشاهدات 33 .

3- تحديد معامل سرعة تحرر البوتاسيوم من التربة قبل وبعد زراعة محصول الخيار حسب معادلة الرتبة الاولى :

تم اعتماد معامل سرعة تحرر البوتاسيوم المحسوبة حسب معادلة الرتبة الاولى لغرض التقييم لأنها معادلة ذات أصل كيميائي ، لذا تُعد الأفضل في وصف تحرر البوتاسيوم لاسيما وأنها كانت ذات أقل خطأ قياسي (SE) وأن معامل الارتباط (r) له قيمة عالية لابأس بها التي تفترض أن سرعة التحرر تتناسب مع عدد المواقع المشغولة على السطح أو تركيز البوتاسيوم في المواقع المشغولة

يبين الجدول 4 قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم قبل زراعة محصول الخيار اذ كانت القيمة 0.02 ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$.وأصبحت 0.011 ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$ وكانت أعلى مع التسميد . أي أن سرعة التحرر لها علاقة بالمواقع المشغولة بالبوتاسيوم وسرعة التحرر ترتبط بكمية البوتاسيوم لانها كلما قلت كمية البوتاسيوم يزداد أرتباطها بالدقائق وتقل سرعة تحررها ولذا الاضافة تزيد من سرعة التحرر، كما مبين في جدول 4 ان التسميد البوتاسي سواء كان بسماد كبريتات او كلوريد البوتاسيوم ادى الى زيادة معنوية في قيم معامل سرعة التحرر بعد زراعة محصول الخيار.

وبصورة عامة تشير النتائج الموضحة في جدول (4) الى ان معامل سرعة تحرر البوتاسيوم سجل زيادة في المعاملات المسمدة لكلا نوعي السماد المضاف وهذا يعني ارتباط البوتاسيوم بعد ذوبانه من المصدر السمادي مع اسطح التبادل للطورالصلب مما يجعله سهل التحرر.ضعف قوة الارتباط بالسطح مع بقية المواقع المسؤولة عن الامتزازوالتثبيت وهذا يتفق مع ما توصل إليه آخرون (6 و 19) .

4- تحديد سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم وفق المعايير الحركية :

تحديد سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم في التربة قبل الزراعة تم اعتماد معادلة الانتشار على الرغم من انها جاءت بالدرجة الثانية بالافضلية لوصف هذا التفاعل ومع هذا سوف يتم استعمال معادلة الانتشار لاستخراج سرعة وسعة التحرر وذلك لوجود صيغة مقترحة من قبل Goulding (11) .

جدول 4. معامل سرعة تحرر البوتاسيوم (ملغم.كغم$^{-1}$. دقيقة $^{-i}$) حسب معادلة الرتبة الاولى في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من سمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم بعد زراعة محصول الخيار.

نوع السماد البوتاسي	مستوى الإضافة كغم K .هـ$^{-1}$	معامل سرعة تحرر البوتاسيوم ملغم .كغم$^{-1}$.دقيقة $^{-1}$
من دون تسميد المقارنة		0.011
كبريتات البوتاسيوم	100	0.022
	125	0.024
	250	0.027
	500	0.032
	1000	0.036
كلوريد البوتاسيوم	100	0.020
	125	0.023
	250	0.025
	500	0.029
	1000	0.031

أن اللجوء الى هذا الاسلوب له ما يبرره وهو لجودة معادلة الانتشار في وصف حركيات البوتاسيوم وهو بالاتجاه نفسه لما قام به باحثون آخرون (3 و 4) .

ان مسار التفاعل لعملية التحرر يتكون من مسارات عدة ذات سرع مختلفة والمتمثلة بعدد من المستقيمات المختلفة في ميلها والتي تصف أطوار تحرر البوتاسيوم. ومع هذا لا يمكن الاعتماد على التصنيف المتبع من قبل Goulding (11) على تربة الدراسة وذلك لاختلاف طبيعة هذه الترب ، اضافة الى أختلاف طرائق عملية الأستخلاص والظروف المحيطة، عليه سيتم اعتماد الارقام التي تم الحصول عليها من قبل باحثين أخرين تحت ظروف الترب العراقية والموضحة في جدول 6 .

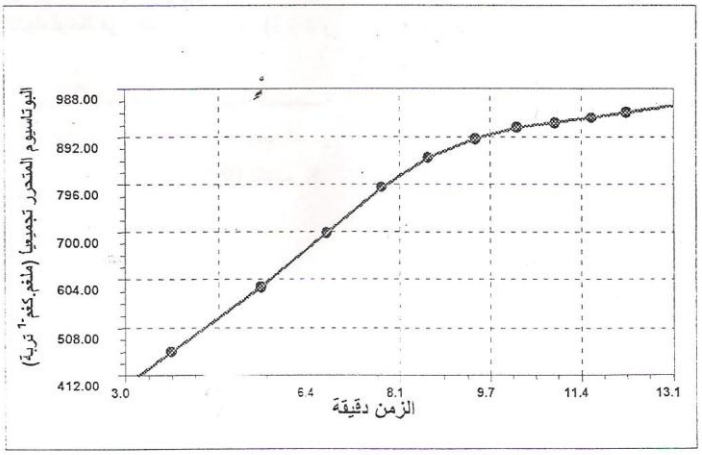
ومن جدول5 تم الحصول على القيم التي تمثل سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم من تربة الدراسة اذ تراوحت قيم سعة تحرر البوتاسيوم المتبادل للتربة قبل زراعة محصول الخيار وللعمقين المذكورتين انفاً من 95.50 - 30.50 ملغم.كغم$^{-1}$ وبمتوسط قدره 113.0 ملغم K .كغم$^{-1}$.

أما بالنسبة لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل فقد تراوحت القيم من 150.70-220.1 ملغمK. كغم$^{-1}$ وبمتوسط قدره 185.4 ملغم K.كغم$^{-1}$ وهذه القيم اقل من القيم التي حددها Goulding and Loveland (12) والذي أشار فيها الى ان الترب ذات سعة التحرر الاقل من 2000 ملغم K .كغم $^{-1}$ تربة تعد تربة قليلة السعة إلا أن الطريقة الافضل هو مقارنة نتائج هذه الدراسة مع النتائج التي أعتمدت الاسلوب نفسه وعلى الترب العراقية (جدول) وهنا يمكن القول ان ترب الدراسة الحالية ذات سعة تحرر متوسطة.

اما حدود سرعة تحرر البوتاسيوم من الطور المتبادل وللعمقين المذكورين انفاً فتراوحت من (30.20 – 45.95) ملغمK .كغم$^{-1}$. دقيقة$^{-1}$ وبمتوسط قدره 38.07 ملغم K.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$ اما بالنسبة لسرعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل فتراوحت من 11.30 – 23.34 ملغم K.كغم$^{-1}$. دقيقة$^{-1}$ و بمتوسط قدره17.32 ملغم K.كغم$^{-1}$. دقيقة$^{-1}$ وهذه القيم تعد ايضاً واطئة عند المقارنة مع Goulding and Loveland (12) وGoulding

(11) الذي أشارالى أن سرعة تحرر أقل من 500 ملغم K .كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$ تعد واطئة ،اما عند المقارنة مع الموجودات المعروضة في جدول 6 وهنا يمكن القول أن ترب الدراسة الحالية ذات سرعة تحرر متوسطة.

يستنتج من ذلك ان سرعة تحرر البوتاسيوم من الطور المتبادل كانت اعلى من سرعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل ويعزى ذلك الى ان طاقة ربط البوتاسيوم غير المتبادل اعلى من طاقة ربط البوتاسيوم المتبادل الامر الذي انعكس على محتوى سرعة التحرر لهذين الطورين أو قد يعزى الى احتمال كون معادن المايكا في وضع استقرار وتتمتع بطبقة شحنة عالية ادت الى زيادة في تثبيت البوتاسيوم ومن ثم الى خفض سرعة تحرره 1 .



شكل 1 كمية البوتاسيوم التجميعية حسب معادلة الانتشار مع الزمن

جدول 5. سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم لتربة الدراسة قبل زراعة محصول الخياروللعمقين 0-30 سم و 30-60 سم حسب معادلة الانتشار.

العمق (سم)	سعة تحرر البوتاسيوم (ملغم.كغم$^{-1}$)			سرعة تحرر البوتاسيوم (ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$)		
	الطور المتبادل M1	الطور غير المتبادل M2	مايكا التربة M=M1+M2	سرعة الطور المتبادل R1	سرعة الطور غير المتبادل R2	مايكا التربة R=(R1+R2) /2
30-0	130.50	220.10	350.6 0	45.95	23.34	34.65
60-30	95.50	150.70	246.20	30.20	11.30	20.75
المعدل	113.0	185.4	298.40	38.07	17.32	27.70

5- وصف حالة وسلوكية البوتاسيوم في التربة بعد زراعة محصول الخيار :

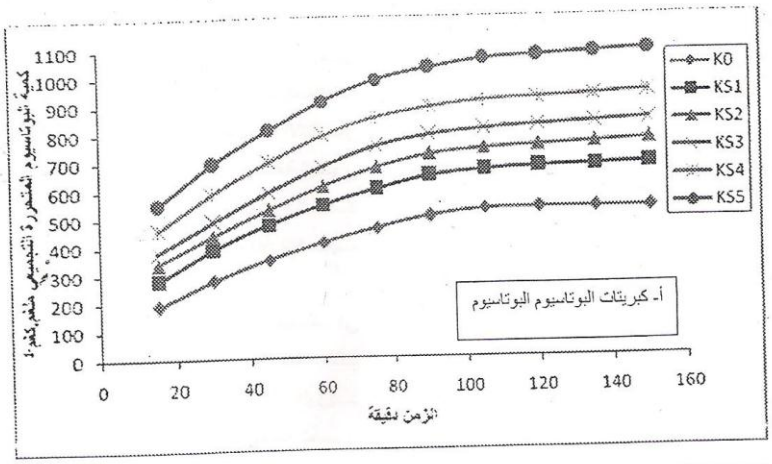
يبين شكل 2 منحنيات تحرر البوتاسيوم في التربة المعاملة بسماد كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم في نهاية موسم النمو، اذ ظهر من سلوكية المنحنيات أن هناك اتجاهاً عاماً يتمثل في زيادة كمية البوتاسيوم المتحرر مع زيادة زمن الاستخلاص (عدد مرات الاستخلاص) ويلاحظ

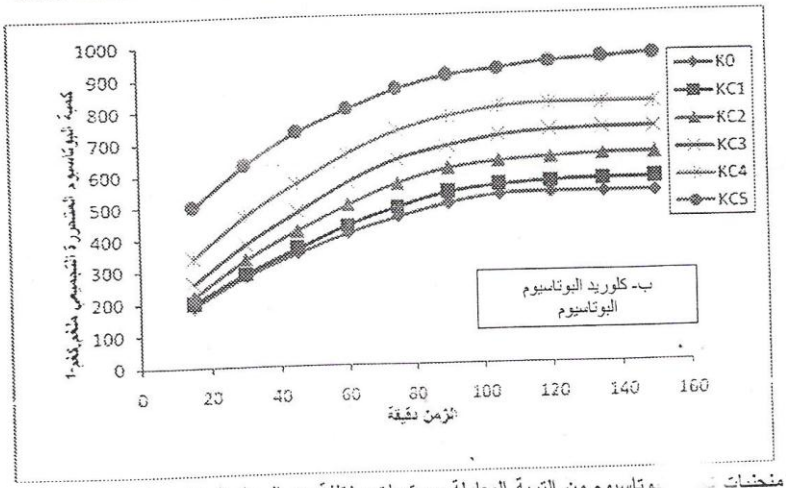
ان هذه الزيادة تأخذ بالتناقص مع الزمن الى ان تصل التربة الى حالة التحرر الثابت release rate constant.

إن الوصول الى هذه الحالة يعتمد على التربة نفسها من حيث نسجتها وكمية محتواها من الطين ونوعية معادن الطين السائدة فيها ومحتواها من الدبال ومعادن الكاربونات والـ CEC و ملوحتها ونفاذيتها ونشاط الأحياء المجهرية فيها. ان هذا الاتجاه لوحظ في الكثير من البحوث (3 و 4 و 5) .

لقد تراوحت كميات البوتاسيوم التجميعية المستخلصة بحامض النتريك من التربة في نهاية موسم النمو من التربة المسمدة بكبريتات البوتاسيوم 1090 ملغم K. كغم$^{-1}$ للمعاملة المسمدة بالمستوى 1000 كغم K.هـ$^{-1}$، أما اقل كمية بوتاسيوم متحررة كانت للمعاملة المسمدة بالمستوى 100كغم K. هـ$^{-1}$ من سماد كلوريد البوتاسيوم ومقدارها 572 ملغم K. كغم$^{-1}$.

من شكل منحنيات التحرر يمكن تمييز مرحلتين تختلف بسرعة التحرر(زاوية الميل) اذ عكست المرحلة الأولى الانحدار الشديد لمنحنى التحرر خلال مدة زمنية قصيرة ثم يلاحظ انخفاض انحدار المنحنيات لتأخذ العلاقة شكل خط المستقيم الموازي للمحور الافقي وتمثل المرحلة الثانية مرحلة التحرر البطيء.





شكل 2 منحنيات .وتاسيوم من التربة المعاملة بمستويات مختلفة من السماد البوتاسي كدالة للزمن أ- كبريتات البوتاسيوم ب- كلوريد البوتاسيوم .

ان المرحلة الاولى لمسار منحنى التحرر تمثل تحرر البوتاسيوم سهل الاستخلاص نسبياً الذي يعبر عنه بالبوتاسيوم المتبادل الموجود على سطوح معادن التربة بالاضافة الى البوتاسيوم الذائب في محلول التربة، اما المرحلة الثانية فإنها تعكس تحرر البوتاسيوم صعب الاستخلاص والبطيء التحرر الذي يكون مرتبطا بالمواقع الخاصة Specific Sites اي المثبتة وربما جزء من بوتاسيوم الشباك المعدنية لاسيما عند مراحل الاستخلاص الاخيرة (21 و 22).

كما بين Galadima and Silvertooth (13) ان 55% من كمية البوتاسيوم الكلي المتحرر يحدث خلال المرحلة الاولى وعموماً فأن منحنيات تحرر البوتاسيوم التي تم الحصول عليها يمكن ان تعكس وبوضوح التغيرات التي

تطرأ على وضع البوتاسيوم المتبادل وغير المتبادل خلال موسم نمو المحصول.

يبين جدول 7 يبين قيم سعة تحرر البوتاسيوم من طوريه المتبادل وغير المتبادل في المعاملات المختلفة لمحصول الخيار والتي حسبت بموجب معادلة الانتشار المقترحة من قبل Goulding (12) . بالنسبة لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور المتبادل بغض النظر عن نوع السماد البوتاسي المضاف تراوحت من 27.20 الى 99.60 ملغم K. كغم$^{-1}$. تربة.

اما بالنسبة لتأثير نوع السماد البوتاسي المضاف في سعة تحرر البوتاسيوم من المتبادل يلاحظ تفوق معاملات سماد كبريتات البوتاسيوم على معاملات سماد كلوريد البوتاسيوم وفي للمستويات اجمع اذ اعلى قيمة لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور المتبادل بعد حصاد محصول الخيار كانت عند المستوى 1000 كغم K.هـ$^{-1}$ لكلا نوعي السماد البوتاسي المضاف اذ كانت من 99.60 الى 80.70 ملغم K.كغم$^{-1}$ لسماد كبريتات وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع. واقل قيمة لسعة التحرر ظهرت في المستوى 100 كغم K .هـ$^{-1}$ 38.80 و 35.90 ملغم K. كغم$^{-1}$. تربة لسماد كبريتات وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع. كذلك يلاحظ من جدول 7 ان سعة التحرر من الطور غير المتبادل كانت اعلى من سعة التحرر من الطور المتبادل اذ تراوحت هذه الكمية 100.9 الى 490.60 ملغم K .كغم$^{-1}$ بغض النظر عن نوع السماد البوتاسي المستعمل.

بالنسبة لتأثير نوع السماد البوتاسي المضاف في سعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل يلاحظ تفوق معاملات سماد كبريتات البوتاسيوم على معاملات سماد كلوريد البوتاسيوم وفي المستويات كافة، اذ ان اعلى قيمة لسعة تحرر البوتاسيوم من الطور غير المتبادل بعد حصاد محصول الخيار كانت عند المستوى 1000 كغم K .هـ$^{-1}$ 490.60 و 481.10 ملغم K.كغم$^{-1}$ لسماد كبريتات وكلوريد البوتاسيوم بالتتابع واقل قيمة لسعة التحرر ظهرت في المستوى 100 كغم K. هـ$^{-1}$ 205.10 , 190.70 ملغم K. كغم$^{-1}$ بالتتابع. من ذلك يلاحظ تفوق قيم سعة تحرر البوتاسيوم لمعاملات اضافة سماد كبريتات البوتاسيوم من طوريه المتبادل وغير المتبادل على القيم نفسها في معاملة اضافة كلوريد البوتاسيوم. ان النتائج المتحصل عليها تتفق مع ما توصل اليها أخرون (4 و 6) .

يستنتج من نتائج هذه الدراسة أن معاملة الرتبة الأولى كانت أفضل المعادلات الرياضية لوصف عملية سرعة تحرر البوتاسيوم لتجهيز الخيار بحاجته من البوتاسيوم والممسد بسمادي كبريتات وكلوريد البوتاسيوم في ظروف الزراعة المحمية ومع نظام الري بالتنقيط .

جدول 6. سعة وسرعة تحرر البوتاسيوم من الطورين المتبادل وغير المتبادل بعد زراعة محصول الخيار وللمعاملات المختلفة .

نوع السماد البوتاسي	مستوى الاضافة كغم .هـ$^{-1}$	سعة التحرر (ملغم .كغم$^{-1}$)			سرعة التحرر (ملغم .كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$)		
		للطور المتبادل M1	للطور غير المتبادل M2	لمايكا التربة M=M1+M2	للطور المتبادل R1	للطور غير المتبادل R2	لمايكا التربة R=R1+R2/2
من دون تسميد		27.20	100.90	128.10	30.20	36.90	33.17
كبريتات البوتاسيوم	100	38.80	205.10	243.90	41.40	48.20	44.80
	125	41.48	230.40	271.88	54.30	50.10	52.20
	250	65.47	280.20	345.67	60.50	55.20	57.85
	500	76.90	370.30	447.90	76.30	62.60	69.45
	1000	99.60	490.60	590.20	88.70	70.20	79.45
كلوريد البوتاسيوم	100	35.90	190.70	226.60	38.3	45.20	41.75
	125	40.60	200.80	241.40	50.8	48.10	49.45
	250	56.70	266.90	323.60	52.50	50.20	51.35
	500	69.80	358.80	428.60	70.90	51.80	61.35
	1000	80.70	481.10	561.80	69.99	60.90	65.44

المصادر :

1- **البطـاوي ، بشـرى محمـود علـوان .2007 .** المقارنة بين سمادي كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم في التسميد المتوازن وانتاجية الخيار في الزراعة المحميـة. اطروحة دكتوراه. قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعـة – جامعة بغداد. ع ص :180.

2- **الخزاعي علاء مطـر عيسـى . 2006 .** تـأثير إضافة البوتاسيوم والمغنيسيوم للتربة وبـالرش فـي نمـو وحاصل خيار *Cucumis satvivus* L. البيوت البلاستيكية المدفأة . رسالة ماجستير . قسم علوم التربة ولمياه – كليـة الزراعة – جامعة بغداد . ع ص 115 .

3- **السامرائي ، عروبة عبدالله . 2005 .** حالة وسلوكية البوتاسيوم في ترب الزراعة المحمية. اطروحة دكتوراه . قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد . ع ص 208

4- **السعدي، إيمان عبد الصاحب .2007 .** تقييم حالة وسلوكية البوتاسيوم من مصدرين سماديين تحت أنظمة ري مختلفة في نمو وحاصل الطماطة والذرة الصفراء –أطروحة دكتوراه . قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد .ع ص 273 .

5- **الشيخلي ، روعة عبد اللطيف عبد الجبار.2000 .** علاقة مظاهر الشكل لمعادن المايكا في صور البوتاسيوم لبعض ترب السهل الرسوبي . رسالة ماجستير . قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد . ع ص 214 .

6- **العبيدي ، محمد علي جمال . 1996** . حركيات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية . أطروحة دكتوراه . قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد . ع ص 104

7- **العايدي ، مهدي وسمي صحيب. 2004** . مقارنة طرائق استخلاص مختلفة للبوتاسيوم في بعض الترب الكلسية في محافظة نينوى . اطروحة دكتوراه. قسم التربة – كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل. ع ص 176 .

8- **المحمدي ، فاضل مصلح وعبد الجبار جاسم . 1989** . إنتاج الخضر . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد . المكتبة الوطنية . ع ص 423 .

9- **Al -Zubaidi, A.H. 2003.** Potassium status in Iraq. Potassium and water management in West Asia and North Africa (WANA), The National Center for Agricultural Research and Technology Transfer, Amman, Jordon. P.129-142.

10- **Black, C.A. 1965 .** Method of Soil Analysis. Part(2). Chemical and Microbiogical properties. Am. Soc. Agron. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.pp1572 .

11- **Goulding, K.W.T. 1984.** The availability of potassium in soils to crops as measured by its release to calcium-saturate cation exchange resin. J. Agric. Sci. Camb. 103:265-275.

12- **Goulding, K. W.T., and P.J. Loveland. 1986.** The classification and mapping of potassium reserve in soils of England and Wales. J. Soil Sci. 37:555-565.

13- **Galadima, A. ; and J.C. Silvertooth. 1998.** Mathematical models of potassium release kinetics for sonoran desert soils of Arizona. A college of Agriculture report, The University of Arizona, Tucson, Arizona.

14- **Hosseinpour, A., and M. Kalbasi. 2002.** Kinetics of non exchangeable potassium release from soils soil separates in some central region soils of and Iran. 7th WCSS, 14-21 August, Thailand symposium No. 54, paper No. 231.

15- **International Potash Institute. 2001 a.** Global and regional potash consumption and deriving K balance in agriculture. Workshop on balanced fertilization for crop yield and quality. 17-19 September. Praque, Czech Republic.

16- **International Potash Institute. 2001 b.** Potassium in Argentina's Agricultural Systems. Buenos Aires, Argentina. 20-21 N0vember.

17- **International Potash Institute . 2002 a.** A soil potassium mining in the WANA region, a matter of concern. 8th AFA International Annual conference. January 29-31. Cairo, Egypt.

18- **International Potash Institute. 2002 b.** Potassium an integral part for sustained soil fertility and efficient crop production. 2nd International AUP-IPBA_IPI Workshop. Poznan, Sielinko, Poland, June.

19- **Mengel, K., and K. Uhlenbecker . 1993 .** Determination of available interlayer and its uptake by ryegrass . Soil Sci. Soc. Am. J. 57:761-766 .

20- **Reetz, H.F.; r.C. Schroeder, and R.K. Stewart. 2005.** Potassium management training Kit/ Illinois Fertilizer Conference Proceeding . Jan. 24-26.

21- **Singh, K.D.; K.W.T. Goulding, and A.H. Sinelair. 1983.** Assessment of potassium in soils. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 14: 1014-1033.

22- **Singh, M. ; A. K. Tripathi; and D. Reddy. 2004.** Potassium balance and release kinetics of non-exchangeable K in a typic Haplustert as influenced by cattle manure application under a soybean – wheat system. Aust. J. Soil Sci. 40(3):533-541.

23-**Smmiei, A., and D.S., Chahal . 1986 .** Potassium release in Alluvial soils . Indian Soc. Soil Sci. 34 ;757-761 .

24- **Sparks ,D.L. 1985b** . Kinetics of Ionic reaction in clay minerals and soils .Adv. Agron , 38;231 -266 .