

تأثير الكبريت على تحرر الفسفور المضاف وجاهزيته لمحصول الذرة الصفراء في تربة كلسية في شمال العراق.

رائدة اسماعيل عبدالله الحماداني محمد علي جمال العبيدي رنا سعدالله عزيز العبدلي
كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

الخلاصة :

تهدف الدراسة الحالية الى دراسة خلط الكبريت مع سماد سوبر فوسفات على تحرر الفسفور وجاهزيته لمحصول الذرة الصفراء في تربة كلسية Camborthids من مدينة الموصل شمال العراق. ولأجل ذلك تم خلط 176 كغم P هكتار⁻¹ من سماد سوبر فوسفات الثلاثي مع كغم S. هكتار⁻¹. وتم زراعة محصول الذرة الصفراء في حقول كلية الزراعة والغابات كدليل نباتي . بحيث تم اخذ عينات نباتية وتربة بعد (7,14,21,28,35,42) يوم من الانبات. وتم توصيف الفسفور الجاهز والممتص رياضيا حسب المعادلات الحركية التي اعطت وصفا جيدا لعملية التحرر. وقد رتبت المعادلات في افضليتها للوصف الرياضي كالاتي :- (الانتشار، الرتبة الثانية، الرتبة صفر، ايلوفيج، الرتبة الاولى، دالة القوى) بينما اظهرت المعادلات التالية (الرتبة الثانية، الرتبة صفر، الرتبة الاولى الانتشار، ايلوفيج، دالة القوى) وصفا جيدا لعملية الفسفور باتجاه الامتصاص البايولوجي لتعبر عن وجود مصدرين رئيسيين هما المصدر السمادي والكالسيوم في التربة.

EFFECT OF SULFURE ON PHOSPHATE RELEASE AND IT'S AVAILABILITY TO CROP PLANT IN CALCAREOUS SOIL / NORTHERN IRAQ.

Raida.A.A AL-Hamadani & Mohammed A.J. AL-obaidi & Rana S.A. AL-Abdaily

Abstract :

The aim of the current research is to study the effect of incorporated sulfur and phosphorus (super phosphate) on phosphate release and it's availability to Corn plant in Camborthid Soil from Mosul governorate North Iraq. For this purpose super phosphate 176 kg.p.h⁻¹ was incorporated with 1000 kg.S.h⁻¹ Corn plants (zea mays) were used as a plant indicator in the field. soil and plant samples were taken for (7,14,21,28,35,and42 day) intervals after germination and growth .

The results showed a high availability of phosphorus and kinetic models had a best description and was as following (Parabolic order, second order, zero order, Elovich, First order and power). While plant uptake mobilization was showed the following order:(second order, zero order, First order, Parabolic diffusion, Elovich and power function). also results showed an increase of availability index of phosphorus .

المقدمة :

يعد الفسفور ضروريا لجميع النشاطات الحيوية للنباتات فيطلق عليه مفتاح الحياة فهو اساسي في نمو وتطور وانقسام الخلايا النباتية وتكوين البذور (سرحان , 2000 و العبدلي , 2005 والحسيني, 2013) ويحتاجه النبات بصورة كبيرة في المراحل الاولى من نموه والى مدة مايقارب الشهرين وتتفاوت الكميات المطلوبة منه وفقا لطبيعة النبات ونوع التربة والسماد المضاف (علي وآخرون , 2000 وجبر وآخرون, 2004 , كامل وفاطمة , 2005). تمتاز التربة الكلسية لما تمتلكه من خصائص كيميائية معقدة من محتوى عالي لمعادن الكربونات وارتفاع درجة تفاعل التربة اكثر من (7 - 8.3) الامر الذي يؤدي الى انخفاض جاهزية الفسفور في التربة الكلسية، وان تواجهه في التربة الكلسية يكون بكميات قليلة لاتسد حاجة النبات الفعلية مما يستدعي بالضرورة سد ذلك النقص عن طريق اضافة الفسفور الى التربة من خلال الاسمدة المعدنية والعضوية (الحديدي , 2009 ورشيد , 2010 والحسيني, 2013)، الا ان اضافة الاسمدة الفوسفاتية للتربة الزراعية تواجه بمشكلة كبيرة هي حصول تفاعلات عديدة من خلالها يتم تحويل الفوسفات الذائبة الى صور اقل ذوبانا بسبب تفاعلها مع العديد من مكونات التربة وخصوصا تفاعلات الامتزاز والترسيب (Conner و Bhon , 2001 والعبيدي وعامرة , 2003 والعبدلي, 2005 و Samidi, 2006 a و Sposito , 2008 والحسيني, 2013) وبالتالي يثبت جزء منه على شكل مركبات شحيحة الذوبان اما الجزء المتبقي من فسفور محلول التربة سيكون ممتزا او غير ممتز على اسطح غرويات التربة وان الجزء المتبقي من الفسفور هو الذي يمتصه النبات وهذا مرتبط بمعدل جاهزيته على خصائص التربة والظروف السائدة فيها (سرحان, 2000 و , Saeed , 2008) لقد اهتم الباحثين ولسنين عديدة بدراسة تفاعلات الاسمدة الفوسفاتية في التربة حيث نال سماد السوبرفوسفات القسط الاوفر من تلك الدراسات بسبب شيوع استعماله مما جعله معيارا للمقارنة مع بقية الاسمدة الفوسفاتية الاخرى وقد اشار (Winter و Bly (2001) و Sharply وآخرون (2004) و Biligili (2008) الى ان اضافة الاسمدة الفوسفاتية للتربة يؤدي الى ترسيب الفسفور على شكل مركبات فوسفاتية اقل ذوبانا مع مرور الزمن الى ان يصل الى مركب الهيدروكسي اباتايت وبسبب تحول السماد من طور لآخر مع مرور الزمن يجعل حالة فسفور التربة في حالة شبة توازن و هذه الحالة اشارت اليها الابحاث الى انها تحتل مساحات واسعة في العالم بسبب عمليات التسميد المستمرة سنويا(راهي وآخرون, 1994 و علي ونزار, 2000b و علي , 2005 Jalali, 2007) ولقد تميزت المرحلة السابقة ولحد الان بدراسة سلوكية السماد الفوسفاتي وفق مفهوم مخططات الازدابة (علي ونزار , 2000b, و Sharply و McDowell, 2000a, و Samadi , 2006b) الا ان هذه الدراسات لم تعط تصور واضح كحركة التفاعلات في التربة . مما حدا بالباحثين الى ادخال عامل الزمن في دراسة هذه التحولات . فقد اشار (الجبوري وآخرون , 1998 و علي ونزار , 2000a Grossl و Inskip , 2002 و الزبيدي وآخرون , 2004) الى ان الفسفور المضاف للتربة تقل كفاءته مع مرور الزمن . وان الكبريت و الفعل الحامضي له يؤدي الى تقليل الاس الهيدروجيني عند اضافته للتربة القاعدية فقد ذكر(الحمدايي, 2005, McDowell وآخرون , 2001 والعبيدي وآخرون , 2009) الى ان اضافة الكبريت الى التربة الكلسية ادت الى خفض الاس الهيدروجيني مما ادى الى زيادة جاهزية العديد من العناصر الغذائية ومنها الفسفور ، و اشارت العديد من الدراسات الى ان اضافة الكبريت الى التربة تؤدي الى زيادة معنوية في جاهزية الفسفور في التربة وفي مقدار الفسفور الممتص من قبل النبات (Fontanetto , 2000, والعبيدي وآخرون, 2009) حيث يتأكسد الكبريت تحت الظروف الملائمة من حرارة ورطوبة وبوساطة انواع من البكتريا مما ينتج عنه اكاسيد الكبريت والتي بدورها تكون حامض الكبريتيك بعد ذوبانها في الماء (راهي وآخرون , 1994 والجبوري , 1999) . وقد وجد الجنابي وآخرون (2004) ان اضافة الكبريت ادت الى زيادة الفسفور الجاهز في التربة وامتصاصه من قبل النبات ونظرا لقلة الدراسات المتعلقة بجاهزية الفسفور خلال مراحل النمو وتغيرات دليل الافادة للفسفور مع الزمن وسرعة تحرر الفسفور من التربة والذي يعتبر من المؤشرات الهادفة في تغذية الفسفور لذا فان البحث الحالي يهدف الى تقدير دليل الافادة من الفسفور وتغيره مع الزمن وسرعة تفاعلات السماد مع التربة ومعرفة دور اضافة الكبريت في سلوك الفسفور المضاف .

مواد البحث وطرائقه :

اجريت هذه الدراسة في حقل كلية الزراعة والغابات ضمن جامعة الموصل على تربة طينية مصنفة ضمن جموعة الترب العظمى Calcicamborthids ، حرثت تربة الحقل المبينة صفاتها الفيزيائية والكيميائية قبل الزراعة والتي قدرت وفقا (Carter وGregoric, 2008) في الجدول (1) الى الواح بمساحة $1*2m^2$ لكل لوح ، استخدمت الالواح لاضافة الاسمدة بصورة سطحية (نثرا) وحسب المعاملات حيث اضيف الكبريت بمقدار 10000 كغم. هكتار⁻¹ والمبينة صفاته في الجدول (2) واطيف الفسفور بمقدار 176 كغم P . هكتار⁻¹ باستخدام سماد السوبر فوسفات الثلاثي (21% P) واطيف النتروجين على شكل يوريا (46 % N) والبوتاسيوم باستخدام كبريتات البوتاسيوم (50 % K_2O). رويت الالواح لحد السعة الحقلية ثم زرعت بذور الذرة الصفراء *Zea mays L.* صنف 106 تركيبى وبثلاث خطوط لكل لوح المسافة بين خط واخر 50 cm والمسافة بين الجور 30 cm واستمر في ري النباتات كلما استنزف 50% من الماء الجاهز والذي استدل عليه من خلال قراءة جهاز اوفوميتر عن طريق القوالب الجبسية حسب (Hanse و Daniel, 2003). تم مراقبة تفاعلات السماد الفوسفاتي عن طريق اخذ عينات من تربة الحقل وحسب المعاملات وعلى فترات زمنية قدرها (7 , 14 , 21 , 28 , 35 , 42) يوم من الانبات واستخلص الفسفور الجاهز بطريقة اولسن المعدلة باستخدام بيكاربونات الصوديوم 0.5 M عند 8.5 pH وقدر لونياً بطريقة (Rilly و Morphy, 1962) المعدلة وباستخدام جهاز الامتصاص Spectrophotometer. كما قدر الامتصاص البايولوجي للفسفور حقلياً باخذ عينة نباتية واحدة من كل وحدة تجريبية 4 وحدات تجريبيا وبثلاث مكررات اسبوعياً مع وقت اخذ عينات التربة) ثم غسلت بالماء المقطر عدة مرات وجففت في فرن كهربائي وطحنت وهضمت بالطريقة الرطبة وباستخدام خليط من حامض البيروكلوريك والكبريتيك المركزين وقدر فيها النسبة المئوية للفسفور حسب الطريقة التي اوردتها (Tandon, 1999) اما الفسفور الممتص فقد حسب وفق المعادلة التالية والتي ذكرها Tisdale وآخرون (1997).

$$(1) \quad \frac{B \times A}{100} = \text{كمية الفسفور الممتص كغم.ه}^{-1}$$

A : وزن المادة الجافة (كغم.ه⁻¹)

B : تركيز الفسفور في النبات %

تم وصف النتائج بيانياً باعتبار كمية الفسفور المستخلصة تجميعياً دالة لزم تماس السماد الفوسفاتي مع التربة وحسب دليل الاستفادة من الفسفور عند كل فترة زمنية بالاعتماد على المعادلة التالية :-

$$(2) \quad \frac{\text{الفسفور الجاهز}}{\text{الفسفور المضاف}} = \text{دليل الاستفادة للفسفور}$$

الجدول (1) : بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لترب الدراسة.

الصفة	وحدة القياس	القيمة
التوصيل الكهربائي (1:1)	ديسي سيمنز.م ⁻¹	0.34
درجة تفاعل التربة (1:1)		7.72
المادة العضوية	غم.كغم ⁻¹	12.40
الكاربون العضوي	غم.كغم ⁻¹	13.00
النتروجين الكلي		2.70
C/N		5:1
السعة التبادلية للأيونات الموجبة	سنتي مول.كغم ⁻¹	32.44
الكاربونات الكلية	غم.كغم ⁻¹	241.20
النتروجين الجاهز		38.12
الفسفور الجاهز	ملغم.كغم ⁻¹	3.11
البوتاسيوم الجاهز		195.20
الماء الجاهز		112.00
نقطة الذبول الدائم		108.00
السعة الحقلية		220.00
الرمل	غم.كغم ⁻¹	232.00
الغرين		205.00
الطين		563.00
النسجة		طينية

تم وصف الفسفور الجاهز المتحرر رياضياً باستخدام المعادلات الحركية التالية :-
وحسب ما اشار إليها (Tandon, 1999) وهي:-

$$(3) \quad C_t = a + Kt - C_0 \quad \text{معادلة الرتبة صفر}$$

$$(4) \quad Kt - \ln C_t = \ln C_0 \quad \text{معادلة الرتبة الأولى}$$

$$(5) \quad 1/C_t = 1/C_0 + Kt \quad \text{معادلة الرتبة الثانية}$$

$$(6) \quad X = a + bt^{1/2} \quad \text{معادلة الانتشار ذات القطع المكافئ}$$

$$(7) \quad X = a + b \ln t \quad \text{معادلة ايلوفج}$$

$$(8) \quad \ln X = a + b \ln t \quad \text{دالة القوى}$$

حيث ان :- C تمثل تركيز الفوسفات (ملغم P لتر⁻¹).

C₀ تركيز الفسفور الابتدائي المضاف عند الزمن صفر.

C_t تركيز الفسفور عند الزمن t .

X الفسفور المحجوز (ملغم p كغم تربة⁻¹) = (الفسفور المضاف C₀ - الفسفور عند

الزمن t).

a , b , k ثوابت المعادلات.

جدول (2): مواصفات الكبريت الزراعي المستخدم في الدراسة.

القياس	الصفة
3.7	pH (1:1)
0.44	الايصالية (1:1) ديسمينز. م ⁻¹
950	الكبريت غم.كغم ⁻¹
0.036	الجبس غم.كغم ⁻¹
0	الكلس غم.كغم ⁻¹
64	الكالسيوم ملغم.كغم ⁻¹
15	الطين غم.كغم ⁻¹
1.2	الكاربون الكلي غم.كغم ⁻¹
0.06	الهيدروكاربون

*ماخوذ من (الحمداي، 2005).

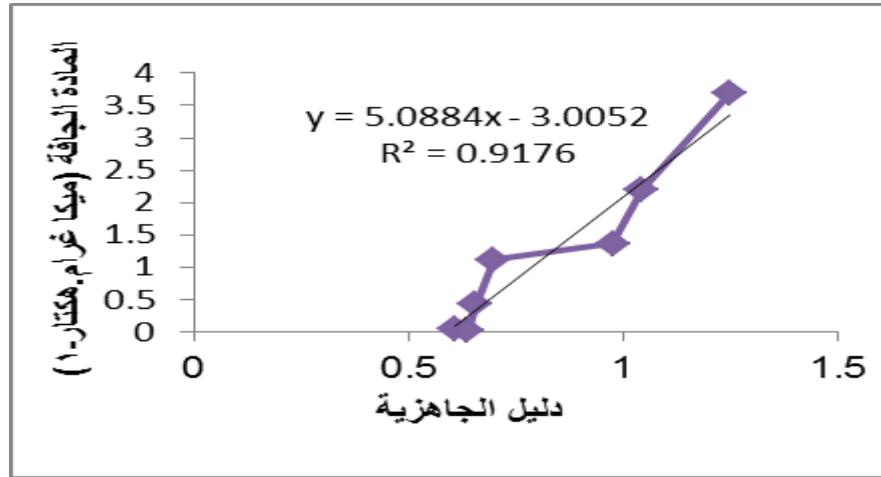
النتائج والمناقشة :

تشير النتائج المبينة في الجدول (3) بان هناك تأثير كبير لمدة نمو المحصول على انتاج المادة الجافة للنبات اذ زادت كمية المادة الجافة من 0.015 ميكاغرام . هكتار⁻¹ عند الاسبوع الاول 7 الى 3.7 كغم . هكتار⁻¹ بعد فترة نمو قدرها 42 يوما وهذه الزيادة المفرطة في النمو حصلت نتيجة لتزايد دليل جاهزية الفسفور المضاف من 0.64-1.25 بعد 42 يوما الامر الذي انعكس على مقدار الفسفور الممتص بايولوجيا من 0.55-31.82 غرام P. هكتار⁻¹. وهذا يشير بوضوح الى ان عملية تجهيز الفوسفات من التربة قيد الدراسة هي عملية متداخلة تشترك فيها جميع تفاعلات الامتزاز والترسيب والاذابة والتحرر وهذه التفاعلات تؤثر في كمية الفسفور المجهزة الى محلول التربة ومن المحلول الى الجذور (Jalali, 2007, Biligili, 2008) الا ان عملية الامتصاص البيولوجي من قبل النبات هي من ابرز العمليات المؤثرة على تركيز الفسفور في محلول التربة (علي ونزار, 2000a وجبر, 2002 و علي, 2005) . ان هذا التجهيز الغذائي او ماسياخذه النبات يعتمد على صفات الجذور ومتطلبات الجزء الخضري والثمري والقدرة التنظيمية للفسفور PBC (Phosphate Buffer Capacity) فضلا عن مرحلة النمو (سرحان, 2000 والعبدي, 2005) فقد اشار علي (2005) الى مستوى الفسفور في التربة (محلولها المائي) ونمو الجذور هما العاملين المسيطران في تحديد امتصاص الفسفور وان اي تغيير حاصل في فسفور محلول التربة في الحيز غير المستقر مع الزمن سينعكس على مقدار الفسفور الممتص.

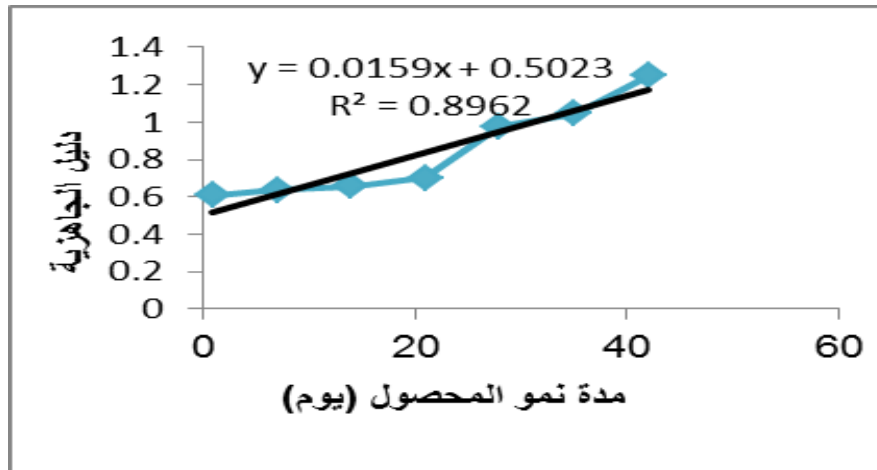
جدول(3) :- تأثير مدة نمو المحصول على مؤشرات النمو والامتصاص ودليل جاهزية الفسفور.

مدة النمو (يوم)	المادة الجافة (كغم.هكتار ⁻¹)	الامتصاص الكلي (غم.P.هكتار ⁻¹)	دليل الجاهزية
1	0.03	0.04	0.61
7	0.02	0.55	0.64
14	0.42	0.57	0.66
21	1.12	2.05	0.7
28	1.36	5.41	0.98
35	2.20	18.00	1.10
42	3.70	31.82	1.25

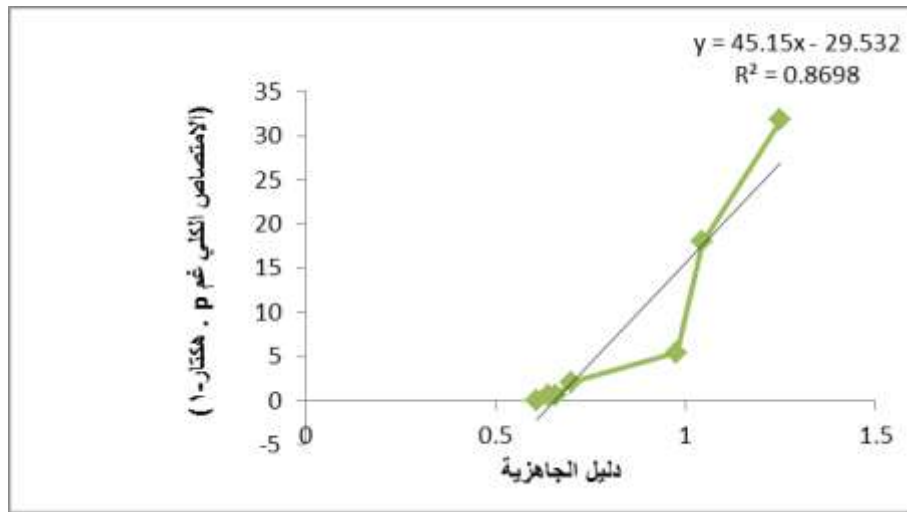
وهذا ماتأكد احصائيا بوجود ارتباط عالي المعنوية يبين فترة نمو المحصول ودليل الجاهزية وعلاقة ذلك بنمو النبات كما في الاشكال (1,2,3,4,5,6). ان هذه النتيجة تؤكد ما اشار اليه (علي ونزار (2000b) و Danial و Hansen (2003) الى ان للفسفور الممتص تأثير معنوي في قيم فسفور التربة الجاهز وتركيز ومحتوى الفسفور في النبات وفي انتاج المادة الجافة. وهذا يتفق ما اشار اليه كل من (Torren , Delgado, 2000, وعلي ونزار, 2000a والعكيلي, 2002 وجبر وآخرون, 2004 والزبيدي وآخرون, 2004 والجناي وآخرون, 2004) بوجود مشكلة تغذوية للفسفور في التربة الكلسية تستحق المزيد من الدراسات العلمية.



شكل (1):- تأثير دليل جاهزية الفسفور على المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء.

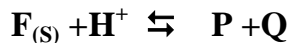


شكل (2):- تأثير مدة نمو محصول الذرة الصفراء على دليل جاهزية الفسفور في التربة.



شكل (3):- تأثير دليل جاهزية الفسفور على الامتصاص الكلي لنبات الذرة الصفراء.

تشير النتائج المبينة في الجدول (4) بان اضافة السماد الفوسفاتي الى التربة الكلسية قيد الدراسة ادت الى احداث تغيرات في فسفور الاتزان (الذائب والمتبادل) بعد عملية التسميد او من خلال تكوين بلورات المعادن الفوسفاتية المترسبة (Spoto, 2008). ان محصلة هذه التغيرات اثرت على نمو النبات ويمكن توضيح الية التحول مع الزمن وفق المعادلة التالية :-

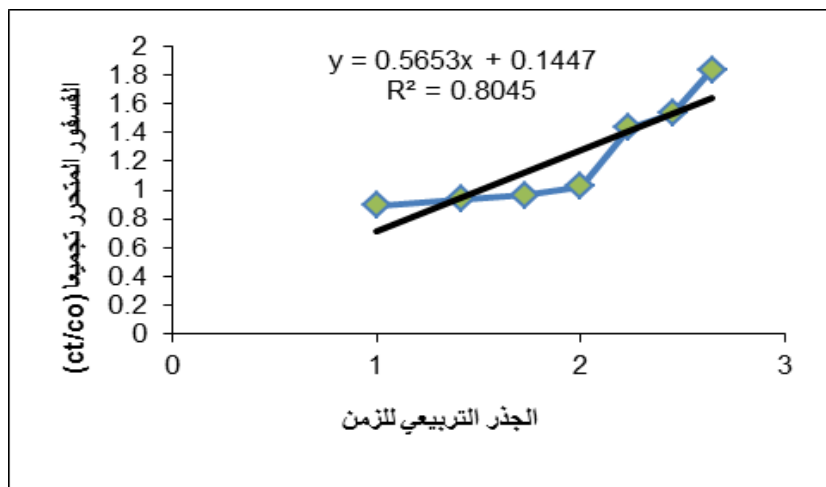


k_2

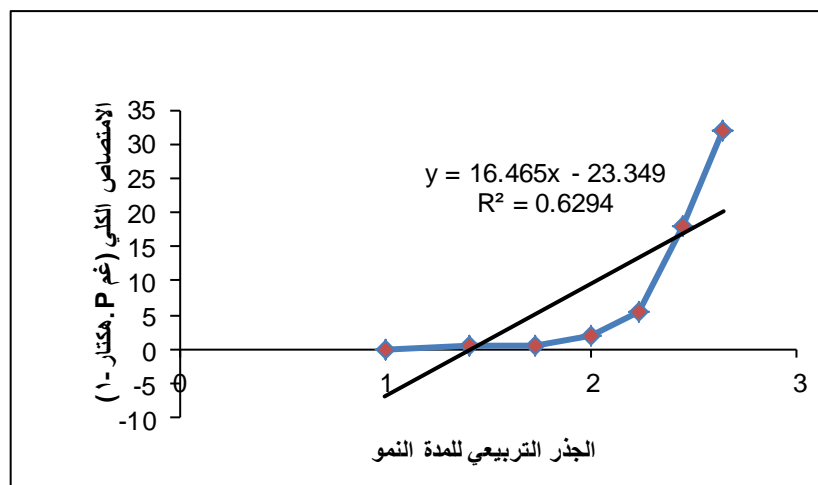
حيث تغير F عند كمية السماد الفوسفاتي الذي سيدوب بالماء لاحقا ليعطي الفسفور ايون الهيدروجين H^+ ، الفسفور الذائب والمتبادل P ، الايونات المتحللة من السماد المضاف Q ، k_1 معامل سرعة ذوبان السماد ، k_2 معامل ترسيب (التفاعل المعاكس للذوبان) . ويلاحظ من الشكل (4) العلاقة البيانية بين الفسفور المتحرر كدالة للجذر التربيعي لمدة بقاء السماد في التربة حسب دالة الانتشار حيث بلغ معامل التحديد *0.80 الامر الذي يؤكد بان عملية ذوبان السماد في التربة تخضع لقانون الانتشار Fick's Law والذي يؤدي الى حركة الايون في المنطقة الجذرية نتيجة لاختلاف القوة الدافعة للتركيز باتجاه الجذور . كما تشير النتائج الى الوصف الرياضي لعملية ذوبان السماد الفوسفاتي كان بالتركيب الاتي :- (الانتشار و الرتبة صفر و ايلوفيج و الرتبة الثانية و الرتبة الاولى ودالة القوى) على التوالي. وان معامل سرعة الذوبان للسماد الفوسفاتي في تربة الدراسة حسب معادلة الانتشار بلغ (0.5653) يوم^{-1/2} بينما بلغ معامل سرعة الامتصاص البيولوجي (16.465) يوم^{-1/2} لمعادلة الانتشار ، وانما ما اخذنا بنسبة k_2 (الامتصاص البيولوجي) مقسوم على k_1 لمعامل سرعة ذوبان السماد، نرى ان معامل سرعة الامتصاص البيولوجي للفسفور تفوق ب30 مرة تقريبا عن قدرة الترب الكلسية في تحرير الفسفور او جاهزيته للنبات، ولوصف التفاعلات الكيميائية الناجمة من اضافة السماد الفوسفاتي وفق المدخل الحركي بادخال عامل مدة النمو مع الفسفور الممتص بايولوجيا فقد اظهرت النتائج الى ان معادلة الرتبة الثانية اظهرت افضل وصف رياضي استنادا الى اعلى معامل تحديد (R_2) واقل خطأ قياسي (SE) (جدول 4) وهذا يشير الى ان تفاعلات السماد المضاف وفعالية الكالسيوم في محلول الاتزان هي المتحكممة في عملية التجهيز الغذائي للفسفور في التربة الكلسية وان ثابت سرعة التفاعل بلغ (176.12) ملغم⁻¹ . ساعة⁻¹ ان ما حصلنا عليه يتفق مع ما توصل اليه (الزبيدي وآخرون, 2004) و (العبدلي, 2005) في ترب كلسية لذا يمكن ان نؤكد بالضرورة ربط مؤثرات النمو مع المعايير الحركية لتحرير الفسفور في التربة الكلسية.

جدول (4) :- معامل التحديد R^2 والخطا القياسي SE التقديري لمعادلات الحركية المطبقة للفسفور المتحرر من التربة والممتص من قبل النبات (الذرة الصفراء).

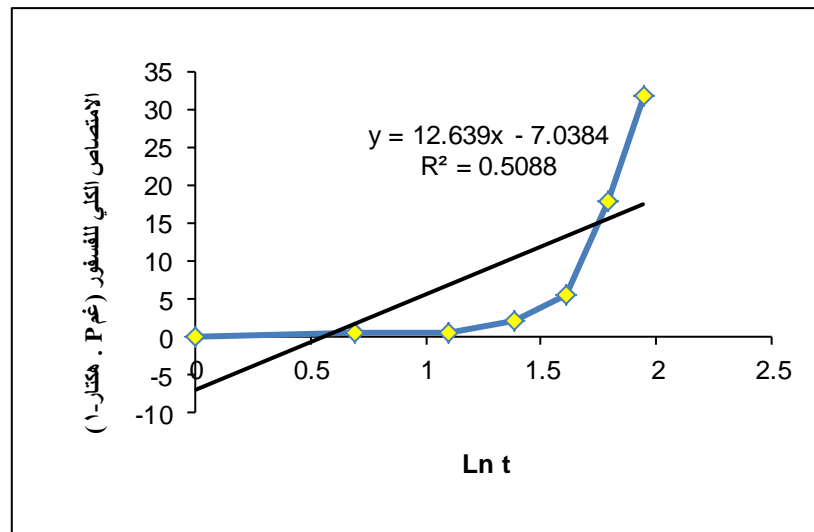
النبات		التربة		المعادلة
SE	R^2	SE	R^2	
67.11	0.862	67.42	0.74	الرتبة صفر
87.31	0.824	86.61	0.53	الرتبة الاولى
20.80	0.896	83.84	0.68	الرتبة الثانية
84.93	0.805	85.40	0.80	الانتشار
13.39	0.693	19.02	0.69	ايلوفيج
87.82	0.662	86.15	0.31	دالة القوى



شكل (4):- العلاقة البيانية للفسفور المتحرر كدالة للجزر التربيعي للزمن حسب معادلة الانتشار.



شكل (5):- العلاقة البيانية للامتصاص الكلي كدالة للجزر التربيعي لمدة النمو حسب معادلة الانتشار.



شكل (6):- العلاقة البيانية بين Ln t والامتصاص الكلي للفسفور حسب معادلة ايلوفيج.

المصادر :

- الجبوري ، جسام سالم ومحمد علي جمال العبيدي و وحيدة علي احمد .1998. حركيات امتزاز الفسفور في عدد من ترب شمال العراق . مجلة زراعة الرافدين .20(2):36-41 .
- الجبوري ، عبد المناف لطيف مصطفى .1999. تأثير الكبريت والمادة العضوية على جاهزية الفسفور في التربة . رسالة ماجستير . كلية الزراعة . جامعة بغداد.
- الجنابي ، ايمان عبد المهدي و احمد حيدر الزبيدي و موفق سعيد نعوم .2004. دراسة حجز الفوسفات من مصادر سمادية مختلفة في تربة كلسية . مجلة العلوم الزراعية العراقية .35(3): 7-12.
- الحديدي ، عبد القادر عبش سباك .2009. امتزاز الفسفور في ترب كلسية مختلفة الصفات . مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية 9 (2): 434-441 .
- الحسيني ، لقاء حسين جمال الدين .2013. دراسة معامل تجهيز الفسفور في الترب الكلسية لشمال العراق . رسالة دبلوم . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل.
- الحمدايي ، رائدة اسماعيل .2005. تأثير الكبريت في تطاير الامونيا من سمادي اليوريا ومخلفات الاغنام في تربة كلسية . اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل.
- الزبيدي ، احمد حيدر وايمان عبدالمهدي الجنابي وموفق سعيد نعوم .2004. دراسة كفاءة الاسمدة الفوسفاتية في تربة كلسية باستعمال الحركيات الكيميائية . مجلة العلوم الزراعية العراقية .35 (3): 1-6.
- العبدلي ، رنا سعدالله عزيز .2005. تفاعلات بعض الاسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية وتأثيرها في نمو نبات الحنطة . رسالة ماجستير . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل .
- العبيدي ، محمد علي جمال العبيدي و رائدة اسماعيل عبدالله الحمدايي و رند عبد الهادي غزال الطائي .2009. الاكسدة البايولوجية للكبريت في بعض الترب الكلسية لشمال العراق . مجلة زراعة الرافدين .37(3).
- العبيدي ، محمد علي جمال وعامرة محمد علي قبع .2003. امتزاز الفوسفات في بعض الترب العراقية . مجلة زراعة الرافدين .4(3):38-44.
- العكيلي ، جواد كاظم وفليح حسن الحديثي و نصير عبد الجبار الساعدي .2002. تقييم كفاءة الاسمدة الفوسفاتية الامونياكية وبعض المصلحات الكيميائية في الترب الكلسية . مجلة العلوم الزراعية العراقية .33(3):65-78.
- جبر ، عبد سلمان .2002. استخدام الحركيات الكيميائية في وصف تحرر وجاهزية الفسفور من الجبس الفوسفاتي في تربة كلسية . مجلة العلوم الزراعية العراقية .33(3): 9-16.

- جبر ، عبد سلمان ونزار يحيى نزهت احمد ومحمد صلال عليوي .2004. تأثير خلط الكبريت مع بعض الاسمدة الفوسفاتية في جاهزية الفسفور ونمو الذرة الصفراء. مجلة العلوم الزراعية العراقية 4(1): 107-113.
- راهي ، حمد الله سلمان و محمد علي جمال العبيدي و اسماعيل خضير ابراهيم .1994. تأثير مستوى الكبريت الزراعي ورطوبة التربة على تحولات الفسفور تحت ظروف التربة الكلسية . مجلة العلوم الزراعية 15(2):66-076
- رشيد ، محمد سعيد .2010. تأثير تحلل المادة العضوية على جاهزية الاورثو الفوسفات في الترب الكلسية . رسالة ماجستير . جامعة صلاح الدين. اربيل.
- سرحان ، ابراهيم خليل .2000. السعة التنظيمية للفسفور في التربة وعلاقتها بنمو محصول الحنطة في المنطقة الديمة . اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل.
- علي ، نور الدين شوقي . 2005 . الفسفور المحتجز وجاهزيته للامتصاص من قبل النباتات في الترب الكلسية . ندوة التربة واستصلاح الاراضي كلية الزراعة . جامعة حلب للفترة من 27-29 اذار.
- علي ، نور الدين شوقي واحمد حيدر الزبيدي ونزار يحيى نزهت احمد .2000. حركيات حجز الفوسفات في تربة كلسية فسفور التربة الجاهز ونمو النبات ومحتواه من الفسفور . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 31(1):-29-40.
- علي ، نور الدين شوقي ونزار يحيى نزهت احمد .2000a. امتزاز وترسيب الفوسفات في تربة كلسية من وسط العراق . مجلة العلوم الزراعية العراقية .31(2):91-118.
- علي ، نور الدين شوقي ونزار يحيى نزهت احمد .2000b. تأثير مصدر السماد الفوسفاتي ومستواه في فسفور التربة الجاهز ونمو النبات ومحتواه من الفسفور . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 31(1):41-51.
- كامل ، محمد وليد وفاطمة جاسم المحمود.2005. تأثير خصائص الترب ومعدلات الفوسفور في دليل الافادة للفسفور في بعض الترب السورية . ندوة التربة واستصلاح الاراضي كلية الزراعة . جامعة حلب للفترة من 27-29 اذار.
- Bilgili,A.V.,V.Uygur , S.Karaca , S.Usta , O.Pengiz and S.Aydemir .2008. Phosphorus sorption in some great soil groups of semi-Arid Region of Turkey .International Journal of Soil Sci.3(2):75-82.
- Bly, H.H.Woodrad and D.Winter.2001. Corn response to sulfure application . Pub. South .Dakota .University PP 1-4.
- Bohn ,H.,Mc.NealB., and G.O,Conner. 2001. Soil chemistry.3rd edition .john .Wiley and sons,Inc.
- Carter,M.R.andE.G.Gregoricch.2008.Soil sampling and method of analgsis .Canadionsocietyo soil science .second Editition Clay Geoderma,104: 135-14 Mineralogy
- Delgado, A. and J.Torrent. 2000. Phosphorus forms and—desorption patterns in hea-vily fertilized calcareous and limed acid soils.Soil Soc .Am.J.64: 2031-2037.
- Fontanetto, H.O.,Keller,R.Inwinkelried, N.Citroni and F.Garca .2000. Phosphorus and sulfure fertilization of corn in the northern pampas. Bet-ter crops inter.14(1):1-4.
- Gross , P.R., and W.P.Inskeep .2002. Kinetics of octacalcium phosphate crystal growth in the presence of organic acids .geochim. comsmochim-Acta 56:1955-1961.
- Hansen , C. , and Daniel G.Strawn .2003. Kineties of phosphorus release from manure - amended alkaline Soil. Soil.Sci.168(12):869-879.
- Jalali, M. 2007. Phosphorus status and sorption characteristics of some calcareous Soils of Hamadan, Western Iran. Environ Geol.53:365-374.

- Mc Dowell R.,W.,and A.,N.Sharply .2003.Phosphorus Solubility and release kinetics as a function of soil test p concentration.Geoderma .112:143-154.
- Mc Dowell,R.,A.Sharpley ,P.Brookes,and P.poulton.2001. Relationship between Soil test phosphorous and phosphorous release to solution J.Soil.Sci 166:137-149.
- Murphy , T. and J.P., Riley .1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chemistry Acta 27:31:36.
- Saeed,K.,S. 2008. The effects of orthophosphate pyrophosphate and magnesium on the availability of phosphorus to corn plants using New DRIS Methodology.A dissertation ph D. sulamia.univ.
- Samadi,A. 2006a . Phosphorus sorption characteristics in Relation to Soil properties in some calcareous Soils of Western Azarbaijan province .J.Agric.Sci.Technol 8:251-264.
- Samadi,A. 2006b.Temporal changes in available phosphorus in some calcareous Soils J.Agric.Sci.Technol.V8:343-349.
- Sharpley,A.N.,R.W.McDowell,andP.J.A.Kleinman.2004. Amount, forms,and solubility of phosphorus in Soils receiving manure.Soil Sci.Soc.Am.J.68:2048-2057.
- Sposito , G. 2008. The chemistry of soils. New York .Oxford 2nd .
- Tandon , H., 1999. Method of analysis of soil, plant, water, and fertilizer 3rd New Delhi. India.
- Tisdale, S.L.,W.L.,Nelson, J.D.Beaton and J.L.Havlin, .1997. Soil fertility and fertilizers prentice Hall of India , New Delhi.