تأثيرمستويات الكبريت وكبريتات المغنيسيوم وصخر الفوسفات في الفسفور المتحرر والمستخلص بحامض الستريك أثناء مراحل نمو الحنطة

عبد سلمان جبر سميرة ناصر الحسون

الملخص

بهدف دراسة تأثير الكبريت والمغنيسيوم والصخر الفوسفاتي وتداخلاتها في التربة في الفسفور المتحرر المستخلاص بحامض الستريك (5×10^{-4} *M*). نفذت تجربة أصص في الظلة الخشبية في قسم علوم التربة والموارد المائية. كلية الزراعة. جامعة بغداد في تربة ذات نسجة مزيجة طينية غرينية (SiCL) باستخدام ثلاثة مستويات من الكبريت (S%95) هي 0 و2000 و4000 كغمS.هـ$^{-1}$ وثلاثة مستويات من المغنيسيوم (0، 200 و400). كغمMg.هـ$^{-1}$ على هيئة كبريتات المغنيسيوم (S%13 وMg %9.78)، وثلاثة مستويات من الصخر الفوسفاتي (0، 1200 و2400) كغم.هـ$^{-1}$ (P%10.22) بثلاثة مكررات. أظهرت النتائج تأثيراً معنوياً لمستويات الكبريت والمغنيسيوم وصخر الفوسفات وتداخلاتها في كمية الفسفور المتحرر في مدد نمو نبات الحنطة (20–120يوماً). وقد تفوقت معادلة دالة القوة Power Function Equation على بقية المعادلات الحركية في تفسير ميكانيكية تحرر الفسفور ووصف سرعة تحرره في التربة وأعطت المعاملات معامل سرعة تحرر للفسفور في التربة (Kp) تراوح بين 0.2553–0.0383 ملغم.كغم$^{-1}$. يوم$^{-1}$للمعاملات المختلفة. وحققت المعاملات S_2P_2، $S_2Mg_2P_2$ وS_2P_1 أعلى كمية متحررة تجميعياً للفسفور في محلول التربة اذ بلغت القيم 10.10، 9.73، 9.58 ملغمP.كغم$^{-1}$ على التوالي للمدد (20– 120 يوماً).

المقدمة

يعد الفسفور من العناصر الضرورية في تغذية النبات لعمله المباشر في العديد من العمليات الحيوية في النبات فهو يدخل في بناء المركبات الغنية بالطاقة (ADP وATP) والمرافقات والمساعدات الانزيمية التي لايمكن بدونها قيام النبات بوظائفه الحيوية، ويدخل في عمليات نمو وتطور وأنقسام الخلايا النباتية والاخصاب وتكوين البذور ولاهميته الكبيرة في زيادة تفرعات المجموعة الجذرية، مما يؤدي الى زيادة الانتاج، ولذلك فإن جاهزيته في التربة بكميات كافية مهمة في نمو المحاصيل الزراعية وانتاجها Tisdale وجماعته (22) والنعيمي (6) وتكون له أهمية في تغذية النبات الى جانب زيادة نمو وحجم المجموعة الجذرية وتحسين مقاومتها للامراض وتشجيع نمو الاحياء في المنطقة الجذرية التميمي والزاهدي والعزاوي(3،2،1). نظراً لتوفر الصخر الفوسفاتي الطبيعي في العراق بهيئة فلورو أبتايت $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$ والهيدروكسي أبتايت $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ يمكن أستخدامه مصدراً للفسفور في تغذية النبات بعد أجراء بعض العمليات عليه كالطحن والنخل إذ يحتوي بحدود من (10–15) P% (حسب تحليل وزارة الصناعة) وأن ذوبانيته بحدود 40–60% من الـ P الكلي في الصخر الفوسفاتي، Tisdale وجماعته (22) التي تعادل P جاهز بحدود 4– 6%، ويمكن زيادة جاهزية الفسفور من الصخر الفوسفاتي للنبات عن طريق طحنه ونخله الى دقائق صغيرة الحجم (0.5) ملم فأقل، شاكر وجماعته (8) ثم خلطه مع مصلحات التربة مولدة الحموضة لغرض زيادة ذوبانيته وجاهزية الفسفور، ومن هذه المولدات هو أستعمال الكبريت بأنواعه (80–95) S%، أذ يتأكسد في التربة مكوناً حامض الكبريتيك الذي يذيب هذا الصخر وبعض مركبات الفسفور في التربة مما يزيد من جاهزية الفسفور في التربة ويمكن

جزء من رسالة ماجستير للباحث الثاني.

كلية الزراعة– جامعة بغداد –بغداد،العراق.

استعمال كبريتات المغنيسيوم مصدراً للمغنيسيوم والكبريت وتزيد من جاهزية فسفور التربة إذ يؤثر المغنيسيوم بأتجاهات عديدة في زيادة جاهزية الفسفور في التربة منها: أولاً: يعمل المغنيسيوم على تقليل ترسيب الفسفور وبقائه بصورة اكثر ذوبانية عن طريق تكوين فوسفات المغنيسيوم المختلفة التي تكون اكثر ذوبانية ومنع أو تقليل تكوين فوسفات الكالسيوم الاقل ذوبانية في التربة، Lindsay (14)، ثانياً: وجود المغنيسيوم بتراكيز عالية في محلول التربة سيمنع أو يقلل من تفاعل الفسفورالذائب مع ($CaCO_3$) التي تكون نسبتها عالية في الترب العراقية وتكوين *Mg*-bearing Calcite ، القيسي وسليم (4)، ثالثاً: إن إستعمال كبريتات المغنيسيوم ستخفض درجة تفاعل التربة، Lindsay (14) والنعيمي (6) واللامي (5) مما يزيد من ذوبانية فسفور التربة من مركباته المتعددة وأذابة الصخور الفوسفاتية لاسيما عندما تكون في أحجام صغيرة فعالة عند طحنها ونخلها الى حجوم (0.5) ملم فأقل. تتفاوت مصلحات التربة ذات التأثير الحامضي في خفض درجة تفاعل التربة وأذابة الفسفور من الصخر الفوسفاتي المضاف ومن مركبات الفسفور المترسبة في التربة. لذا كان من الضروري دراسة سرعة تحرر الفسفور في التربة من أضافة المعاملات المختلفة لغرض تحديد موعد وكمية السماد المضاف، ولذا أستخدمت المعادلات الحركية لايجاد أفضل معادلة حركية تصف سرعة تحرر العناصر الغذائية أثناء مراحل نمو النبات ومنها الفسفور المشار اليها من قبل Sparks (20).

يهدف البحث الى دراسة تأثير الكبريت وكبريتات المغنيسيوم وصخر الفوسفات في جاهزية الفسفور في مدد نمو نبات الحنطة (20، 40، 60، 80، 100و120) يوماً من الانبات وأثرها في تحرر الفسفور (P-Release) بواسطة حامض الستريك ($5\times10^{-4}M$) وحساب معامل سرعة تحرر الفسفور -(Kp) بأعتماد المعادلات الحركية (Kinetics equations) وأيجاد أفضل معادلة حركية تصف سرعة تحرر الفسفور وكميته المتحررة في التربة .

المواد وطرائق البحث

أجريت تجربة أصص في قسم علوم التربة والموارد المائية. كلية الزراعة .جامعة بغداد للموسم من 2008-2009 في الظلة الخشبية باستعمال تربة مأخوذة من أحد حقول كلية الزراعة. جامعة بغداد. أبو غريب. جلبت عينات التربة من حقل الكلية من العمق (0-30) سم نعمت وجففت هوائياً وطحنت ومررت من خلال منخل قطر فتحاته (4 ملم) لغرض الزراعة في الاصص، وتم وضع (10) كغم تربة جافة هوائياً في كل أصيص. وأخذت عينة من التربة ذاتها وجففت وطحنت ونخلت ومررت من خلال منخل قطر فتحاته (2ملم) لغرض تقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة والمبينة في جدول (1) وفق الطرائق المذكورة في Black (10)، Jackson (13) Page وجماعته (15)، Simard وجماعته (17) أضيف الكبريت النقي (S%95) بثلاثة مستويات (0، 2000 و4000) كغم S.هـ$^{-1}$ التي تمثل المستويات (S_0، S_1، S_2) على التوالي. كما أستخدم ثلاث مستويات من سماد كبريتات المغنيسيوم Epsum (الابسوم) $MgSO_4.7H_2O$ (Mg %9.75 وS%13) هي (0، 200، 400) كغمMg.هـ$^{-1}$ وتمثل المستويات (Mg_0، Mg_1 وMg_2) على التوالي. وتمت أضافة الصخر الفوسفاتي $Ca_{10}(PO_4)_6.(OH)_2$ (P%10.22) المطحون والمنخول بمنخل (0.5 ملم) وبثلاثة مستويات (0، 1200 و2400) كغم.هـ$^{-1}$ التي تمثل (P_0، P_1، P_2) على التوالي المبينة صفاته في جدول (2). زرعت الاصص ببذور محصول الحنطة . صنف أبوغريب 3 بتاريخ 15 تشرين ثاني 2008 بواقع (10) بذور.أصيص$^{-1}$. خلطت اسمدة كل معاملة جيداً مع التربة السطحية للاصص (0-10) سم عند الزراعة وأضيف سماد المغنيسيوم على دفعتين: الاولى عند الزراعة خلطاً مع الكبريت وصخر الفوسفات، والثانية عند مرحلة التفرعات (40) يوماً بعد الانبات.

جدول1: يبين بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الصفة		القيمة	الوحدة
درجة تفاعل التربة (pH) 1:1		7.69	-
درجة التوصيل الكهربائي (EC) 1:1		3.50	ديسي سيمنز.م$^{-1}$
السعة التبادلية للايونات الموجبة (CEC)		21.80	سنتمول شحنة.كغم$^{-1}$
المادة العضوية		10.30	غم.كغم$^{-1}$
الجبس		0.32	
الكلس		178	
الايونات الموجبة الذائبة	الكالسيوم (Ca^{2+})	1.16	سنتمول.كغم$^{-1}$
	المغنيسيوم (Mg^{2+})	0.88	
	البوتاسيوم (K^{+})	0.07	
	الصوديوم (Na^{+})	2.65	
الايونات السالبة الذائبة	الكاربونات (CO_3^{2-})	Nill	
	البيكاربونات (HCO_3^{-})	0.07	
	الكبريتات (SO_4^{2-})	1.90	
	الكلور (Cl^{-})	2.90	
العناصر الجاهزة	النترات (NO_3^{-})	17.10	ملغم.كغم$^{-1}$
	الامونيوم (NH_4^{+})	20.22	
	الفسفور	24.00	
	البوتاسيوم	234	
	المغنيسيوم	42.00	
	الكبريت	397.00	
السعة الحقلية		30	%
مفصولات التربة	الرمل	121	غم.كغم$^{-1}$
	الغرين	489	
	الطين	390	
النسجة		مزيجة طينية غرينية SiCL	

جدول 2: بعض الصفات الكيميائية للصخر الفوسفاتي المستخدم في الدراسة*

pH 1:1	Ec 1:1 dS.m^{-1}	الفسفور%	$\%SO_4^{2-}$	$\%Ca^{2+}$	Na^{+} ملغم.كغم$^{-1}$	Mg^{2+} ملغم.كغم$^{-1}$	K^{+} ملغم.كغم$^{-1}$
7.5	5.9	10.22	0.246	29.25	310	280	728

*تم الحصول على هذه القياسات من منشأة تصنيع الأسمدة الفوسفاتية (عكاشات) وزارة الصناعة.

وأضيف النيتروجين للمعاملات جميعها بالتساوي بالكمية 240كغمN.هـ$^{-1}$ على هيئة يوريا (N%46) وعلى ثلاث دفعات، الاولى عند الزراعة، الثانية عند التفرعات بعد 40 يوماً من الانبات مع المغنيسيوم، الثالثة عند الطور اللبني (120 يوماً بعد الانبات). وأضيف البوتاسيوم للمعاملات كافة بالتساوي (120 كغمK.هـ$^{-1}$) بشكل كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 (K%41.5) دفعة واحدة عند الزراعة. أخذت عينات التربة من كل أصيص والتي تمثل منطقة قريبة من الجذور بواسطة المثقاب للعمق (1-10) سم من السطح لحساب كمية الفسفور المتحررة تجميعياً للمدد الزمنية جميعها 20، 40، 60، 80، 100 و120 يوماً من الانبات. رسمت العلاقة بين كمية الفسفور المتحررة

تجميعاً (Cumulative P) المستخلص بحامض الستريك ($5\times10^{-4}M$) للمعاملات جميعها مقابل زمن الاستخلاص أثناء مراحل نمو النبات للمدد الزمنية السابقة. وحسب معامل سرعة تحرر الفسفور (Kp) المستخلص بالاستخلاص المتعاقب (Batch Successive-Equilibrium Technique) الذي أشار اليه الباحثون Al-Khateeb وجماعته (9)، Hundal و Pasricha (12)، التي تمثل قيم الانحدار (Slope) للصيغة الخطية لمعادلات الحركيات المعتمدة.

استخدمت المعادلات الحركية التالية التي اشار اليها Sparks (20،19) لحساب كمية الفسفور المتحررة للمعاملات المختلفة من ترب الدراسة وإيجاد أفضل معادلة حركية تصف ميكانيكية تحرره ولمعرفة معامل سرعة تحرره (Kp) من أفضل معادلة وهي كمايأتي:

معادلة الرتبة الاولى

First order Equatio

$$\ln (C_0 - C_t) = \ln C_0 - Kt \qquad (2).....$$

معادلةالانتشار

Parabolic Diffustion Equation

$$Ct / C_0 = C_0 + Kt^{1/2} \qquad .....(3)$$

معادلة أيلوفج

Elovich Equation

$$Ct = C_0 - Klnt \qquad ..... \ (4)$$

معادلة دالة القوة

Power Function Equation

$$\ln (C_0 - C_t) = \ln C_0 - Klnt \qquad ..... \ (5)$$

إذ أن:

C_0: تركيز الفسفور عند الزمن صفر.

C_t: تركيز الفسفور المقاس عند الزمن t .

C_t / C_0 : كمية الفسفور المتحررة والمنتشرة عند الزمن t .

K: ميل الخط المستقيم ويساوي معامل سرعة تحرر الفسفور (Kp) بوحدة ملغم.كغم$^{-1}$.يوم$^{-1}$

ولغرض تحديد أفضل معادلة حركية من بين المعادلات الحركية السابقة في وصف عملية تحرر الفسفورمن التربة وسرعة تحرره (Kp) يتم من خلال معرفة مؤشرين أحصائيين هما معامل الارتباط (r) بين كمية الفسفور المتحررة وزمن الاستخلاص والخطأ القياسيStandard Error (SE) ويمثل الفرق بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة من المعادلة الحركية، الذي يحسب من المعادلة الاحصائية المشار اليها من قبل Steel وTorrie (21) المذكورة في Simard وجماعته (18) التالية:

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (C_t - C_{t*})^2}{n-2}} \qquad ....(6)$$

إذ أن:

C_t: تركيز الفسفور المقاس في المحلول عند زمن . t

C_{t*}: تركيز الفسفور المحسوب من المعادلة عند زمن t .

n: عدد القياسات في التجربة .

وقد حددت أفضل معادلة رياضية لوصف التحررهي ذات القيمة الاعلى لمعامل الارتباط (r) وذات القيمة الاقل للخطأ القياسي (SE) من بين المعادلات الحركية.

النتائج والمناقشة

منحنيات تحرر الفسفور المستخلص بحامض الستريك مع الزمن

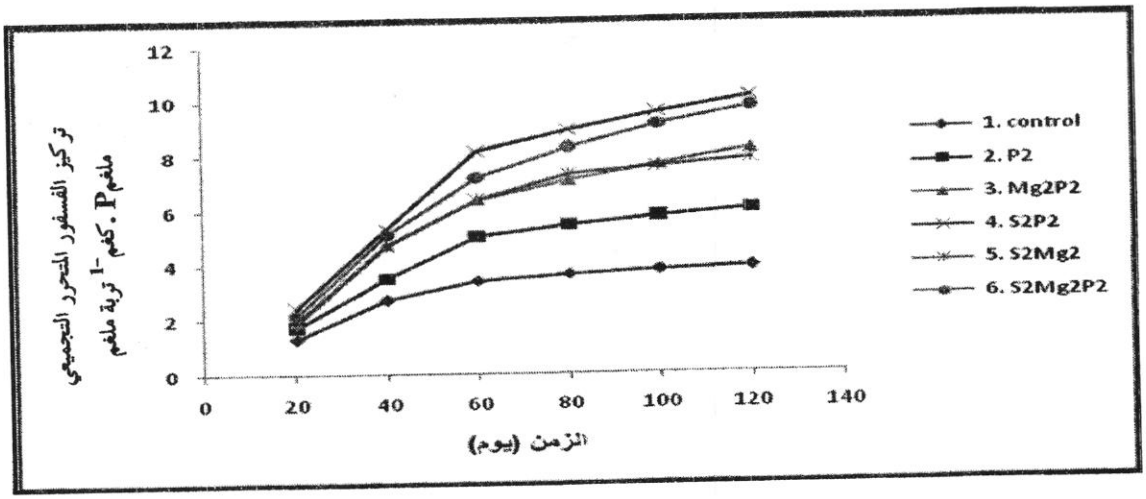
يشير جدول (3) وشكل (1) الى تحرر الفسفور التجميعي المستخلص بحامض الستريك (5×10^{-4} *M*) مع الزمن في التربة في مدد نمو النبات (20–120) يوماً، ويلاحظ زيادة كمية الفسفور المتحررة التجميعية مع زيادة المدد الزمنية، لكن هذه الزيادة تتناقص تدريجياً بمرور الزمن في المعاملات جميعها . أزدادت كمية الفسفور المتحررة تجميعياً مع الزمن ويمكن ترتيب أفضلية المعاملات في زيادة كمية الفسفور المتحررة تجميعياً كمايأتي:

$$S_2P_2 > S_2Mg_2P_2 > S_2P_1 > S_1Mg_2P_2 > S_2Mg_2P_1 > S_1Mg_1P_2 > Mg_2P_2$$

وهي في أتجاه باحثين اخرين انفسهم، Simard وجماعته (17)، Simard وجماعته (18)، Clayton و Chien (11)، جبر (7) وAlKhateeb وجماعته (9) الذين وجدوا زيادة في كمية الفسفور والمغنيسيوم والبوتاسيوم المتحررة تجميعياً المستخلصة بحامض الستريك (5×10^{-4}*M*).

جدول 3: يبين كمية الفسفور المتحررة تجميعياً والمستخلص بحامض الستريك أثناء مدد الاستخلاص (20–120 يوماً)

120	100	80	60	40	20	T (day)
الفسفور ملغم.كغم$^{-1}$						Tretment.
3.88	3.76	3.63	3.40	2.72	1.31	0
4.73	4.57	4.37	4.09	3.13	1.48	P_1
6.01	5.74	5.46	5.06	3.52	1.71	P_2
5.52	5.32	5.05	4.78	3.47	1.59	Mg_1
6.56	6.32	6.02	5.70	3.65	1.88	Mg_1P_1
7.64	7.36	6.96	6.48	4.68	1.88	Mg_1P_2
6.23	5.97	5.65	5.25	3.82	1.65	Mg_2
7.40	6.98	6.50	5.95	4.35	1.88	Mg_2P_1
8.20	7.67	7.08	6.39	4.76	1.94	Mg_2P_2
6.24	5.95	5.63	5.31	3.71	1.48	S_1
7.05	6.70	6.05	5.77	3.89	1.60	S_1P_1
7.22	6.77	6.03	5.60	4.54	1.77	S_1P_2
5.97	5.81	5.56	5.08	3.54	1.71	S_1Mg1
6.81	6.49	6.17	5.60	3.95	1.78	$S_1Mg_1P_1$
8.59	8.13	7.66	6.67	4.85	2.17	$S_1Mg_1P_2$
6.80	6.46	6.14	5.82	4.05	1.88	S_1Mg_2
7.61	7.21	6.73	6.25	4.24	2.23	$S_1Mg_2P_1$
9.40	8.75	7.87	7.30	4.84	2.43	$S_1Mg_2P_2$
8.14	7.74	7.34	6.91	4.51	2.05	S_2
9.58	9.12	8.66	8.01	5.24	2.40	S_2P_1
10.10	9.54	8.93	8.18	5.35	2.43	S_2P_2
6.37	6.22	5.98	5.50	3.45	1.71	S_2Mg_1
7.87	7.67	7.27	6.45	4.34	1.88	$S_2Mg_1P_1$
7.96	7.75	7.51	7.06	4.61	1.92	$S_2Mg_1P_2$
7.85	7.59	7.32	6.38	4.71	1.88	S_2Mg_2
9.20	8.70	8.19	7.04	4.98	2.11	$S_2Mg_2P_1$
9.73	9.11	8.27	7.21	5.13	2.17	$S_2Mg_2P_2$



شكل 1: يبين كمية الفسفور المتحررة تجميعياً (ملغم.كغم$^{-1}$) المستخلص بحامض الستريك (5×10^{-4} *M*) دالة للزمن لافضل المعاملات عند المدد (20–120 يوماً).

المعادلات الحركية لوصف الفسفور المتحرر

استخدمت المعادلات الحركية لوصف تحرر الفسفورالمستخلص بحامض الستريك ($5\times10^{-4}M$) بتأثير أضافة الكبريت وكبريتات المغنيسيوم وصخر الفوسفات أثناء المدد الزمنية المحددة، وتشير النتائج في جدول (4) الى قيم معامل الارتباط (r) والخطأ القياسي (SE) ومعامل سرعة التحرر للفسفور (Kp) وأن أفضل هذه المعادلات في وصف تحرر الفسفور هي معادلة دالة القوة التي أعطت أعلى قيمة لمعامل الارتباط (r) وأوطأ قيمة للخطأ القياسي (SE) كما مبين في جدول (4)، وشكل (2) ويمكن ترتيب المعادلات الحركية لوصف سرعة تحرر الفسفور في التربة حسب الافضلية كما يأتي:

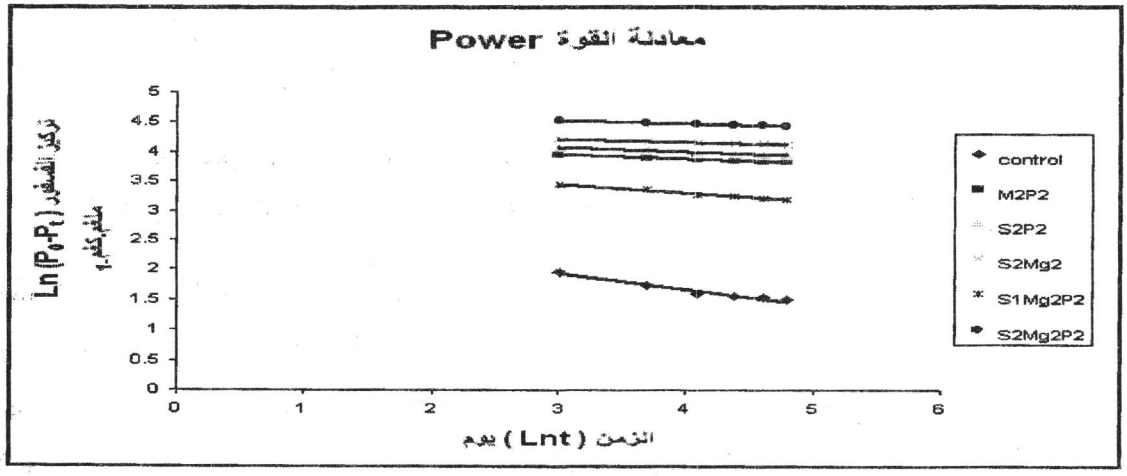
Power Function > Parabolic Diffustion > First order > Elovich

تفسرمعادلة دالة القوة ميكانيكية تحررالفسفور من المعاملات المختلفة وفسفور التربة التي تبين أن الكمية المتحررة للفسفور تحت تأثير المعاملات المختلفة تتناسب طردياً مع الزمن أي أن عامل الزمن هو المحدد لاذابة الفسفور وتحرره من الصخر الفوسفاتي ومن التربة، وهذا يقود الى أنه عند وضع خطط التسميد التي تشمل استعمال بعض المصادر قليلة الذوبان مثل الصحر الفوسفاتي فمن المهم معرفة سلوك ذوبانيته التي تكون واطئة في بداية مراحل نمو النبات الا أنها تتحسن بفعل تأثيرات بيئة منطقة الرايزوسفير ووجود الكبريت وأكسدته وعمل مصادر الاسمدة الاخرى المستعملة مثل كبريتات المغنيسيوم كما هو الحال في الدراسة الحالية. بتعبير أخر فعالية الصخر الفوسفاتي في الترب العراقية تحتاج الى أدارة معينة كي تكون بالمستوى المطلوب.

معامل سرعة تحرر الفسفور Kp

تبين النتائج في جدول (4) أفضل معادلة حركية وقيم معامل الارتباط (r) والخطأ القياسي (SE) وقيم معامل سرعة تحرر الفسفور (Kp) للمعاملات المختلفة والمحسوبة من معادلة الخط المستقيم للمعادلات الحركية الخطية، وتبين النتائج أن قيم معامل سرعة تحررالفسفور المستحصلة من معادلة دالة القوة في جدول (4) تراوحت بين (0.0383 – 0.2553) ملغمP.كغم$^{-1}$ تربة.يوم$^{-1}$ وقد تباينت القيم بإختلاف المعاملات التجريبية ومستويات الاضافة ومدد أخذ العينات في مدد نمو النبات.

تبين من النتائج أن أعلى كمية متحررة تجميعياً من الفسفور تقترن مع أنسب المدد الزمنية لحاجة النبات للفسفور (40-80 يوماً) التي أعطت أعلى قيماً لتحرر الفسفور عند المعاملات $S_1Mg_2P_1$و$S_1Mg_2P_2$ و$S_2Mg_2P_1$ و$S_2Mg_2P_2$ (جدول3) التي من الممكن أن حصل عندها أعلى أكسدة للكبريت بفعل نشاط الاحياء المجهرية وأفضل نشاط للمجموعة الجذرية معطية أعلى أذابة للصخر الفوسفاتي، فضلاً عن التأثير الممكن أن تقوم به كبريتات المغنيسيوم في خفض درجة تفاعل التربة حتى ولو كان وقتاً (لارتفاع قابلية الترب التنظيمية) الذي أضيف على دفعتين ، مما يشير الى أهمية خلط كل من الكبريت وكبريتات المغنيسيوم مع الصخر الفوسفاتي لاسيما عند طحنه ونخله الى حجوم 0.5ملم في زيادة جاهزية الفسفورللنبات وسرعة تحرره في التربة.



شكل 2: معادلة دالة القوة (Power Function Equation) لوصف تحرر الفسفور في التربة لافضل المعاملات.

المعاملة	المعادلة	r	R^2
control	y1 = -0.2553x + 2.6888	0.9849	0.9700
M_2P_2	y2 = -0.0709x + 4.1674	0.9960	0.9920
S_2P_2	y3 = -0.0775x + 4.2984	0.9823	0.9649
S_2Mg_2	y4 = -0.0532x + 4.368	0.9884	0.9769
$S_1Mg_2P_2$	y5 = -0.1434x + 3.8753	0.9944	0.9888
$S_2Mg_2P_2$	y6 = -0.0485x + 4.6685	0.9988	0.9976

جدول 4: المعادلات الحركية للمعاملات المختلفة وقيم الخطأ القياسي (SE) ومعامل الارتباط (r) ومعامل سرعة تحرر الفسفور (kp) لافضل معادلة حركية دالة القوة power function أثناء نمو النبـــات المختلفـــة (20– 120) يوماً

Tret.	SE	r	Kp
0	0.0333	0.9849	0.2553
P_1	0.0258	0.9874	0.2168
P_2	0.0192	0.9894	0.1772
Mg_1	0.0215	0.9854	0.1681
Mg_1P_1	0.0165	0.9789	0.1099
Mg_1P_2	0.0089	0.9846	0.0676
Mg_2	0.0148	0.9882	0.1195
Mg_2P_1	0.0086	0.9945	0.1106
Mg_2P_2	0.0047	0.9960	0.0709
S_1	0.0080	0.9739	0.0465
S_1P_1	0.0066	0.9737	0.0383
S_1P_2	0.0084	0.9927	0.0933
S_1Mg_1	0.0206	0.9871	0.1717
$S_1Mg_1P_1$	0.0120	0.9913	0.1221
$S_1Mg_1P_2$	0.0069	0.9967	0.1143
S_1Mg_2	0.0190	0.9862	0.1529
$S_1Mg_2P_1$	0.0206	0.9920	0.2179
$S_1Mg_2P_2$	0.0113	0.9944	0.1434
S_2	0.0128	0.9845	0.0973
S_2P_1	0.0147	0.9780	0.0933
S_2P_2	0.0082	0.9907	0.0809
S_2Mg_1	0.0077	0.9783	0.0489
$S_2Mg_1P_1$	0.0066	0.9884	0.0582
$S_2Mg_1P_2$	0.0080	0.9740	0.0466
S_2Mg_2	0.0061	0.9884	0.0532
$S_2Mg_2P_1$	0.0035	0.9960	0.0519
$S_2Mg_2P_2$	0.0039	0.9936	0.0466

المصادر

1- التميمي، محمد صلال عليوي (2003). تأثير خلط الكبريت الزراعي مع بعض المصادر الفوسفاتية في جاهزية الفسفور وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير– كلية الزراعة– جامعة بغداد، العراق.

2- الزاهدي، وليد فليح حسن (2005). تأثير الكبريت الزراعي ومخلفات الدواجن والصخر الفوسفاتي في جاهزية وأمتصاص الفسفور وبعض العناصر الغذائية ونمو حاصل الحنطة. رسالة ماجستير– كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

3- العزاوي، سنان سمير جمعة (2006). كفاءة تأثير الكبريت الزراعي وكبريتات الأمونيوم في جاهزية وسلوكية الفسفور من الصخر الفوسفاتي وفي إمتصاص بعض العناصر ونمو الذرة الصفراء. رسالة ماجستير–كلية الزراعة–جامعة بغداد، العراق.

4- القيسي، شفيق جلاب وهاني بهنام سليم (1990). تأثير الكالسيوم والمغنيسيوم في محلول التربة على تحولات وجاهزية الفسفور في التربة. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 21(1): 164-176 .

5- اللامي، عبد سلمان جبر(1999). تقييم جاهزية المغنيسيوم في بعض ترب البيوت البلاستيكية. اطروحة دكتوراه–كلية الزراعة–جامعة بغداد، العراق.

6- النعيمي، سعد الله نجم (1999). الأسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل–دار الكتب للطباعة والنشر.

7- جبر، عبد سلمان (2002). استخدام الحركيات الكيميائية في وصف وتحرر وجاهزية الفسفورمن الجبس الفوسفاتي في تربة كلسية. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 33 (3): 9- 16 .

8- شاكر، عبد الوهاب عبد الرزاق؛ حميد خلف السلماني وشذى ابراهيم اسماعيل (1986). تأثير حجم دقائق الصخر الفوسفاتي على نمو وحاصل الحنطة في ترب مختلفة النسجة. المؤتمر العلمي الرابع لمجلس البحث العلمي. 1(1): 327-336.

9- AL-Khateeb, I.K.; M.J. Raihan and S.R. Asker (1986). Phase equilibria and Kinitics of orthosphosphate in some Iraqi soils. Soil Sci., 141 (1): 31-34.

10- Black, C.A. (1965). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbilogical properties. Amer. Soc. Agron. Inc. Bublishe Madison, Wisconsin, U.S.A.

11- Chien, S.H. and W.R. Clayton (1980). Application of Elovich equation to the kinetics phosphate release and sorption in soils.Soil Sci.Soc .Amr. J. 44: 265-268.

12- Hundal, L.S. and N.S. Pasricha (1993). Non exchangeable potassium release, kinetics in illitic soil profile. Soil Sci., 156:34-41.

13- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice-Hall. Inc. Engelwood. Cliffs N.J.

14- Lindsay, W.l. (1979). Chemical equillibria in soil. John wiley and sons. Inc. New York.

15- Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeny (1982). Methods of Soil analysis part (2) 2nd (ed). Agronomy 9. Amer. Soc. Agron. Madison Wisconsin.

16- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA Hand book60. USDA,Washington DC.

17- Simard, R.R.; C.R. Dekimp and J. Zizka. (1989). The kinetics of non exchangeable potassium and magnesium release from Quebec soils. Can. J. Soil Sci., 69: 663–675.

18- 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.

19- Sparks, D.L. (1985a). Soil physical chemistry. CRS press, Baca Roten ,FI.

20- Sparks, D.L. (1985b). Kinetics of ionic reaction in clay minerals and soils.

21- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie (1980). Principies and procedures of statistics. McGraw Hill book Company New York.
22- Tisdale, S.L; W.L. Nelson; J.D. Beaton and J.L. Havlin (1997). Soil Fertility and Fertilizers. Prentice–Hall of India, New Delhi.

EFFECT OF SULFUR, MAGNESIUM SULFATE AND ROCK PHOSPHATE LEVELS ON CITRIC ACID EXTRACTABLE P DURING PERIODS OF WHEAT GROWTH

A.S. Jaber S.N. Al- Hasson

ABSTACT

As an aim to study the effect of sulfur, magnesium and phosphate rock and their interaction on phosphorous release in soil by the successive extraction, Pots experiment was carried out in lath house of the Soil and Water Sciences Department, College of Agriculture, University of Baghdad, using three levels of sulfur (95%S) (0.2000 and 4000 kgS.ha^{-1}), three levels of magnesium (0.200 and 400 kg *Mg*.ha^{-1}) as magnesium sulfate (13%S, 9.78%Mg) and three levels of phosphate rock (10.22%P) (0,1200 and 2400.ha^{-1}) with 3replicates treatments. Phosphorous released through-out wheat plant growth period (20-120 days) was studied. The Power Function equation was superior other than the other equations to express the mechanism of phosphorous release and describing the rapidity of phosphorous releasing in soil which basically depends on time factor which gave phosphorous release constant (Kp) ranged between 0.0383-0.2553 mgP.kg^{-1}.day^{-1}. Tretments that achieved the maximum cumulative quantity of phosphorous in soil solution were S_2P_2, $S_2Mg_2P_2$ and S_2P_1 giving 10.10, 9.73 and 9.58 mgP.kg^{-1} respectively for (20-120) days, growth time.

Part of MSc thesis for the second author.
College of Agric.-Baghdad Univ.-Baghdad, Iraq.