تاثير التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي في نمو وحاصل الذرة الصفراء في الترب الكلسية مقارنة مع بعض الأسمدة الفوسفاتية التقليدية

خضير ياس خضير* أكرم عبد اللطيف حسن الحديثي

باحث استاذ

كلية الزراعة – جامعة الانبار

المستخلص

نفذت تجربتان لدراسة تأثير إضافة الصخر الفوسفاتي المحمض جزئيا ومقارنته مع الأسمدة الفوسفاتية التقليدية في نمو وحاصل الذرة الصفراء. التجربة الأولى نفذت لدراسة حركيات تحرر الفسفور المضاف من الصخر الفوسفاتي المحمض جزءيا والأسمدة الفوسفاتية التقليدية، استعمل في التجربة مصدران للفسفور هما الصخر الفوسفاتي المحمض بمستويات من حامض الكبريتيك وهي 30% و 40% و 50% و 60% و 70% والمصدر الثاني هي الأسمدة الفوسفاتية التقليدية السوبر فوسفات الأحادي (SSP) والسوبر فوسفات الثلاثي (TSP) وكان مستوى الإضافة لكلا المصدرين 80 كغم P.هـ$^{-1}$. أما التجربة الثانية فهي تجربة حقلية لدراسة مدى قدرة التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي في زيادة جاهزية الفسفور وتأثير ذلك في نمو وحاصل الذرة الصفراء صنف فرات هجين مقارنة مع الأسمدة التقليدية TSP و SSP. أظهرت النتائج أمكانية وصف تحرر الفسفور من الصخر الفوسفاتي المحمض والأسمدة التقليدية بمعادلة الرتبة الاولى والتي أعطت قيمة معامل تحديد (R^2) عالية واقل قيمة خطأ قياسي SEe ،واعطى السماد TSP أعلى كمية للفسفور الذائب في الراشح ولجميع الإضافات، ويأتي مستوى التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي 70% بعد سماد TSP في كمية الفسفور الذائب في الراشح أعلى من جميع مستويات التحميض وأعلى من السماد التقليدي SSP. اما تجربة الزراعة فأظهرت ان معاملة التحميض الجزئي بمستوى 70% حققت اعلى النتائج إذ أعطت أعلى وزن جاف للنبات ووزن الحبوب للنبات الواحد وحاصل الحبوب الكلي للنبات وكانت بمقدار 332.20 غم.نبات$^{-1}$ و 181.66 عم.نبات$^{-1}$ و 13.625 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ على التتابع، الا انها لم تختلف معنوياً عن معاملة التحميض 60% ولذا تعد معاملة التحميض الجزئي 60% هي المعاملة الافضل لتحقيق نتائج جيدة تحت نظام الادارة المستعمل في هذه التجربة.

كلمات مفتاحيه: الصخر الفوسفاتي، التحميض الجزئي، الأسمدة الفوسفاتية.

*البحث مستل من رسالة الباحث الأول

EFFECT OF PARTIALLY ACIDULATED ROCK PHOSPHATE ON GROWTH AND YIELD OF MAIZE IN A CALCAREOUS SOIL COMPARED WITH SOME TRADITIONAL PHOSPHATE FERTILIZERS

K. Y. K. Al-Kubissi A. A. H. Al-Hadethi

Researcher Prof.

akramalhadethi@yahoo.com

Collage of Agriculture – AL-Anbar University

ABSTRACT

Two experiments were conducted to study the impact of adding partial acidulated rock phosphate in comparison with traditional phosphate fertilizers. First experiment was conducted to study Kinetics of P release from partially acidulated pock phosphate (30, 40, 50, 60, and 70%) or from TSP and SSP at 80 kg P ha^{-1}. The results showed that the release of phosphorous from acidified rock phosphate was characterized by 1st order kinetics with high (R^2) and lowest SEe. TSP gave the highest quantity of soluble phosphate in aliquot compared to SSP. The 2nd experiment was a field one aimed to study the effect of partial acidulated rock phosphate on growth and yield of maize compared in comparison to TSP and SSP. The results showed that partially acidulated RP at 70% level was superior for all parameters of growth and yield of maize over all other treatments. The 70% partially acidulated gave the highest, plant dry matter, seed weight for individual plant, total plant seed yield, which was in value of, 332.20 gm.plant^{-1}, 181.5 gm.plant^{-1} and 13.625 Mg.ha^{-1} respectively, but with no significant differences than 60%.therfore , 60% acidulation can be recommended under used management practices.

Kay word: Rock phosphate, partial acidulation, phosphate fertilizers.

*** Part of thesis of the 1st Author**

المقدمة:

يدخل الفسفور في عملية التركيب الضوئي وتركيب النوى وانقسام الخلايا وتكوين البذور وتنظيم العمليات الخلوية ونقل الصفات الوراثية (14)، ولأهمية هذا العنصر والحاجة إليه بكميات قد لا تتوافر في التربة أما بسبب النقص في قابلية التربة على تجهيزه للنبات نتيجة النقص في الفسفور الاصلي في التربة أو لتعرض الفسفور المضاف للتربة إلى الحجز (Retention)(4)، لذا تستدعي إضافة هذا العنصر إلى التربة لسد احتياجات النبات أو استخدام إدارة جيدة تساعد على تجهيزه وتوفيره للنبات (23). تتصف معظم ترب المناطق الجافة في العالم ومنها ترب العراق باحتوائها على نسبة عالية من معادن الكاربونات وارتفاع نسبة الايونات القاعدية فيها مثل Ca^{2+} و Mg^{2+} فضلا عن انخفاض محتواها من مادة التربة العضوية، مما يؤثر سلباً في بعض خصائص التربة كدرجة تفاعلها التي تزداد تحت تأثير هذه العوامل ومن ثم في جاهزية فسفور التربة الاصلي والمضاف، ولذا لايكاد الفسفور الجاهز يسد احتياجات المحاصيل في معظم الترب الزراعية لتحقيق الإنتاج الأفضل (16). وبسبب كون الصخر الفوسفاتي غير فعال للاستعمال المباشر في الترب العراقية الكلسية وذات درجة تفاعل المائلة للقاعدية، لذا كانت هناك محاولات عديدة لزيادة جاهزيتة وفعاليتهومنها إضافة الكبريت أو المادة العضوية لزيادة تجهيزه (3 و 15) واستعمال الاحياء المجهرية المذيبة للفوسفات. كل ذلك أدى إلى ابتكار طرائق ووسائل مختلفة تؤدي إلى زيادة جاهزية الفسفور في التربة من الأسمدة الفوسفاتية المختلفة أو من الصخر الفوسفاتي لتلبية متطلبات نمو النبات. أن أسمدة الفسفور المصنعة تستخدم لسد نقص الفسفور لذلك فإن كثيراً من البلدان تستورد هذه الأسمدة والتي تمثل نفقات كبيرة على المزارعين، وللحاجة إلى تكثيف الإنتاجية في ظل تزايد السكان سوف يتطلب إضافة مدخلات الفسفور الأخرى لسد النقص وبكلفة اقل لتحسين حالة فسفور التربة وزيادة الحاصل وتجنب تدهور التربة الخصوبي. وقد اتجهت بعض الأبحاث إلى استخدام الصخر الفوسفاتي اما بصورة مباشرة او بعد تحميضه جزئيا (23) او من خلال اضافة الكبريت او لمادة العضوية كذلك عن طريق الإحياء الدقيقة وذلك من خلال إنتاجها للأحماض. أن الصخر الفوسفاتي سماد بطيء التحلل وارخص ثمنا من الأسمدة الفوسفاتية (11). وتعد عملية التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي إحدى الوسائل المهمة لزيادة جاهزية الفسفور من الصخر الفوسفاتي وبمدخلات أنتاج قليلة كون سعره لا يتجاوز 0.1 من سعر الأسمدة التقليدية وان سعر حامض الكبريتيك قليل أيضا(7). أشار العديد من الباحثين أن استخدام الحركيات الكيميائية هو أفضل وسيلة في تحرر وأمتزاز الايونات للعناصر الغذائية 12 و20 و 21) وقد استخدمت لهذا الغرض عدد من المعادلات الحركية منها كيميائية واخرى وصفية الا ان الكيميائية مفضلة لقلة الافتراضات التي تحتويها . ومن المعادلات الحركية التي أثبتت نجاحها لدراسة التفاعلات الكيميائية بشكل عام وتفاعلات الفسفور في التربة بشكل خاص وهي معادلة الرتبة صفر (Zero order equation) ومعادلة الرتبة الأولى 1st order equation) ومعادلة الرتبة الثانية (2nd order equation) (6 و19 و20). أو المعادلات الحركية المبنية على أساس فيزيائي (physical Kinetics principles) مثل معادلة الانتشار المكافئ (Diffusion parabolic eqution) ومعادلة ايلوفج (Elovich eqution) في وصف تحرر وأمتزاز العناصر الغذائية في التربة (N وP و K و Ca و Mg و S) (22) وبين Griffin وJurinak (9) عند دراستهم للتفاعل بين الفوسفات والكلس ان التفاعل الثاني من نوع الرتبة الأولى ويرتبط هذا التفاعل بترسيب الفوسفات على أسطح معادن الكربونات. لذا يهدف البحث إلى تحميض الصخر الفوسفاتي بمستويات مختلفة ومقارنته ببعض بالأسمدة الفوسفاتية التقليدية.

المواد والطرائق

تربة وحقل التجربة

:تم جلب عينات تربة من مواقع مختلفة من الحقل المخصص للتجربة الحقلية (البوذياب) – قضاء الرمادي محافظة الأنبار، أخذت العينات من العمق 0 – 30 سم وبعد تجفيفها هوائياً طحنت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 مم استعملت في تنفيذ تجربة تحرر الفسفور. صنفت تربة الدراسة على أنها تربة رسوبية ذات نسجه مزيجه غرينية ذات خصائص فيزيائية و كيميائية مبينة في جدول1 .

جدول 1. بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة.

الصفة		الوحدة	القيمة
درجه تفاعل التربة 1:1 pH		ـــــــ	7.7
الايصالية الكهربائية (EC) 1:1		ديسي سيمنز م$^{-1}$	3.7
المادة العضوية		غم كغم$^{-1}$	9.0
السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC)		سنتي مول شحنة كغم$^{-1}$	28.9
الكثافة الظاهرية		ميكا غرام م$^{-3}$	1.33
الايونات الذائبة الموجبة	Ca^{2+}	ملي مول لتر$^{-1}$	10.4
	Mg^{2+}		5.05
	Na^{+}		5.23
	K^{+}		0.96
الايونات الذائبة السالبة	SO_4^{2-}	ملي مول . لتر $^{-1}$	5.75
	HCO_3^{-}		5.3
	Cl^{-}		18.10
النتروجين الجاهز		ملغم كغم$^{-1}$	66
الفسفور الجاهز			10
البوتاسيوم الجاهز			142
مفصولات التربة	الرمل	غم كغم$^{-1}$	140
	الغرين		607
	الطين		253
صنف النسجة		Silt Loam	

طريقة تحضير الصخر الفوسفاتي المحمض جزئيا وتجربة التحرر

جلب الصخر الفوسفاتي المكلسن الحاوي على فسفور كلي(P%13) وحامض الكبريتيك المركز (98%) من مجمع الأسمدة الفوسفاتية في القائم (عكاشات). تمت عملية التحميض الجزئي بإضافة حامض الكبريتيك الى الصخر الفوسفاتي مع تكملة حجم الحامض بالماء المقطر. تمت عملية التحميض الجزئي بإضافة 30 و 40 و50 و60 و 70% من كمية حامض الكبريتيك اللازمة لإنتاج سماد السوبر فوسفات الاعتيادي المثالي (كميات متساوية تقريباً من الصخر والحامض) .تمت إضافة الصخر المحمض بنسبه المختلفة وسمادي SSP وTSP بمستوى 80 كغم p.هـ$^{-1}$ (5). تمت تهيئة أعمدة مصنوعة من البولي اثلين بطول 50 سم وبقطر 7.5 سم، ووضع قمع أسفل كل عمود ووضع فوقها طبقة من الحصى والرمل الناعم المغسول بالماء المقطر، وكان هناك ثمان معاملات : مقارنة و SSP(P%8.3) و TSP (P%21) و 5 معاملات تحميض جزئي للصخر الفوسفاتي. جمعت الرواشح بعد مدد زمنية محددة وقدر الفسفور الذائب في الرواشح. وأخضعت نتائج الفسفور الذائب في الماء مع الزمن (يوم) إلى عدد من المعادلات الحركية كما في (9 و 19).

ص

1. معادلة الرتبة صفر — Zero order eq. — $C_t = C_O - Kt$

2 . معادلة الرتبة الأولى — 1^{St} order eq. — $\ln C_t = \ln C_O - Kt$

3 . معادلة الرتبة الثانية — 2^{nd} order eq. — $1/Ct = 1/C_O + Kt$

4 . معادلة الانتشار — Parabolic diffusion eq. — $C_t = C_O - Kt^{1/2}$

5 . معادلة ايلوفج — Elovich equation — $Ct = C_O - K \ln t$

إذ تمثل:

C_O = كمية الفسفور الموجود في المحلول عند الزمن صفر.

C_t = كمية الفسفور الموجود في المحلول عند الزمن المحدد.

K = ثابت التحرر للفسفور.

ولتحديد أكفأ معادلة لوصف تحرر أيونات الفسفور اعتمدت المؤشرات الآتية:

- معامل التحديد (R^2).
- قيمة الخطأ القياسي التخميني (SEe) (Stander Error of Estimate).

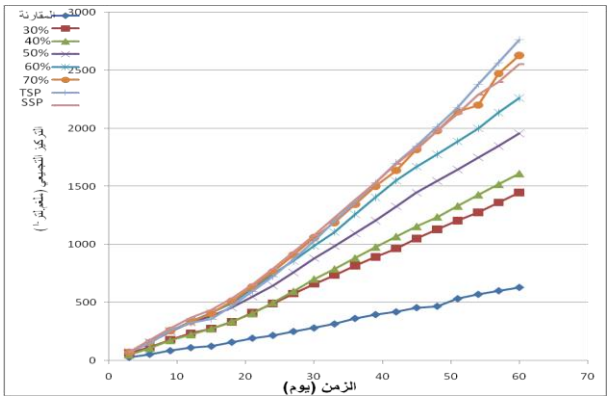
التجربة الحقلية: نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الخريفي لعام 2013 في محافظة الانبار لدراسة تأثير التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي بالقياس الى سمادي السوبر فوسفات الثلاثي والسوبر فوسفات الأحادي في نمو وحاصل الذرة الصفراء تحت نظام الري السيحي. وبعد تهيئة الأرض أجريت عمليات التسوية والتنعيم والتقطيع إلى مروز وبابعاد (0.6 م ×2 م) للمرز الواحدة (الوحدة التجريبية) وبأبعاد 0.6 م بين مرز وأخر، نفذت التجربة بإضافة الصخر الفوسفاتي المحمض جزئيا قبل الزراعة وعلى شكل خطوط وبنسب التحميض نفسها التي ذكرت في التجربة المختبرية وبمستوى 80 كغم p.هـ$^{-1}$ (5) وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) وبثلاثة مكررات. زرعت بذور الذرة الصفراء صنف (ذرة هجين فرات) بتاريخ 2013/7/23 وتمت الزراعة على شكل خطوط على جانبي المرز وكانت المسافة بين جورةٍ وأخرى 25 سم وبمعدل بذرتين في كل جوره خفت إلى نبات واحد بعد 14 يوما من الزراعة وكان عدد النباتات في الوحدة التجريبية 18 نباتا وبكثافة 75000 نبات هكتار $^{-1}$. اضيف السماد النيتروجيني من سماد اليوريا (46% N) بمعدل 200 كغم N.هكتار $^{-1}$ على ثلاث دفعات.

النتائج والمناقشة:

نتائج التجربة المختبرية –

حركيات تحرر الفسفور:. يبين شكل 1. العلاقة بين الفسفور الذائب التجميعي في رواشح تربة الأعمدة مع الزمن (يوم) إذ يلحظ ازدياد الفسفور التجميعي مع زياده الزمن لجميع المعاملات (الصخر الفوسفاتي المحمض جزئيا والأسمدة

التقليدي).



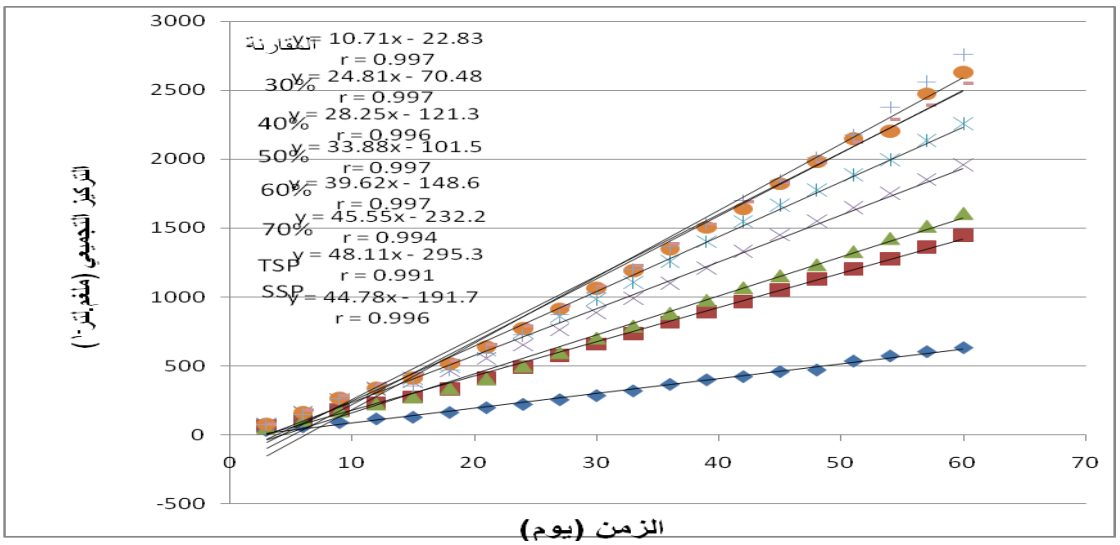
شكل1. العلاقة بين الفسفور الذائب التجميعي(ملغم .لتر$^{-1}$) في رواشح تربة الأعمدة مع الزمن (يوم).

وعند إجراء التحليل الرياضي لمعادلات الحركيات الخمس المستعملة في التجربة والتي تتمثل بالمعادلات الحركية آنفة الذكر (جدول 2) تبين ان معادلة الرتبة الاولى كانت هي الافضل عند اخذ معياري معامل التحديد (R^2) والخطأ القياسي (SEe) لإمتلاكها على قيمة معامل تحديد معنوي واقل قيمة خطأ قياسي فضلاً عن كونها معادلة كيميائية يمكن من خلالها الحصول على ثوابت حركية مهمة (6 و20) . أي أن النموذج الرياضي ($\ln C_t = \ln C_0 - Kt$) لمعادلة الرتبة الأولى هو الأنسب في وصف العلاقة بين الفسفور الذائب التجميعي في راشح التربة مع الزمن من مصادر الفسفور في معاملات التحميض الجزئي وسمادي SSP و TSP .

جدول 2 :المؤشرات الاحصائية للمعادلات الحركية المختلفة لوصف تفاعل الفسفور في تربة الدراسة.

Elovich	Diffusion	2nd. -order	1St. –order	Zero -order	معايير الاحصاء	المعاملة
0.899	0.946	0.198	0.885	0.997	R^2	المقارنة
1.10	89.01	0.005	0.88	17.81	SEe	
0.892	0.942	0.175	0.879	0.997	R^2	%30
286.67	210.72	0.002	0.86	44.95	SEe	
0.876	0.929	0.149	0.884	0.994	R^2	%40
337.03	254.42	0.002	0.89	73.40	SEe	
0.891	0.941	0.180	0.875	0.996	R^2	%50
392.50	289.38	0.002	0.87	65.57	SEe	
0.883	*0.933*	*0.157*	*0.878*	*0.995*	R^2	%60
465.42	347.51	0.001	0.85	90.14	SEe	
0.865	0.920	0.141	0.881	0.990	R^2	%70
557.52	428.29	0.001	0.83	145.24	SEe	
0.848	0.906	1.337	0.885	0.985	R^2	TSP
608.15	476.74	0.002	0.87	188.47	SEe	
0.876	0.929	0.158	0.878	0.993	R^2	
535.39	404.56	0.007	0.81	118.49	SEe	SSP

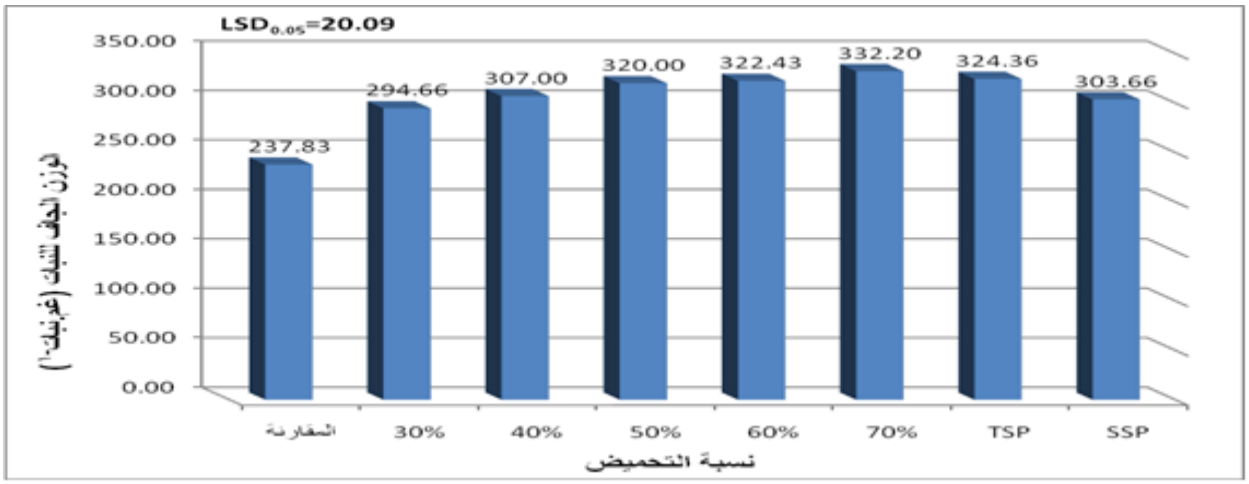
وتم رسم تأثير المعاملات المختلفة في الفسفور الذائب التجميعي مع الزمن وفقاً لمعادلة الرتبة الاولى وكما في شكل 2 . ومن هذا الشكل يلاحظ أن قيمة ثابت سرعة التحرر المحسوب بواسطة المعادلة لمعاملة المقارنة كان 10.71 في حين بلغ قيمة ثابت سرعة التحرر 24.81 و 28.25 و 33.88 و 39.62 و 44.55 ملغم يوم$^{-1}$ بالنسبة لمعاملات التحميض الجزئي 30% و 40% و 50% و 60% و 70% بالتتابع. أما بالنسبة للأسمدة التقليدية TSP و SSP بلغ قيمة ثابت سرعه التحرر 48.16 و 44.78 ملغم يوم$^{-1}$ بالتتابع. وهنا يظهر أن قيمة ثابت سرعة التحرر للفسفور تزداد كلما زادت نسبة التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي حيث أن أعلى قيمة لثابت سرعة التحرر هي عند مستوى التحميض الجزئي 70%. كذلك فان قيمة ثابت التحرر بالنسبة للسماد الفوسفاتي التقليدي TSP كان أعلى قيمة ثابت سرعة تحرر وتفوقت على جميع معاملات التحميض. وأظهرت نتائج التحليل الرياضي أن سرعة التحرر لمعاملة التحميض الجزئي 70% مساوية تقريبا لقيمة ثابت سرعة التحرر لمعاملة السماد التقليدي SSP ومن هذا يتبين أن لهذه النسبة من التحميض دور مهم في تحرر الفسفور مع الزمن. نتائج الدراسة الحالية تؤكد نتائج الدراسات السابقة حول الفسفور في ترب كلسية (6 و9).



شكل 2. العلاقة بين الفسفور الذائب التجميعي (ملغم.لتر$^{-1}$) في رواشح تربة الأعمدة مع الزمن (يوم) طبقا لمعادلة الرتبة الأولى.

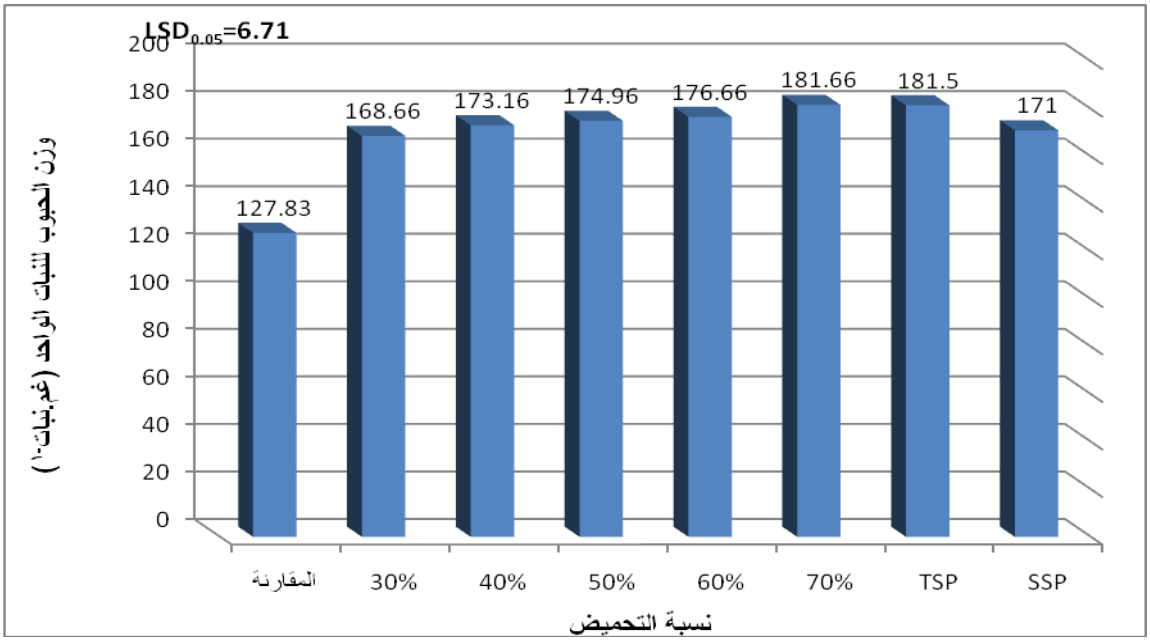
نتائج التجربة الحقلية :الوزن الجاف للنبات(غم.نبات$^{-1}$):

يبين الشكل 3 تأثير مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي والأسمدة التقليدية المضافة في معدل الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء. إذ أظهرت نتائج التحليل الإحصائي حصول زيادة معنوية في معدل الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء مع زيادة مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي قياسا بمعاملة المقارنة. وهناك زيادة في معدل الوزن الجاف للنبات مع زيادة نسبة التحميض. إذ إن أي من مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي حققت زيادة معنوية قياسا بمعاملة القياس وكان معدل الوزن الجاف للنبات 294.66 و 307.00 و 320.00 و 322.43 و 332.20 غم لمستويات التحميض 30% و 40% و 50% و 60% و 70% بالتتابع وكان معدل الوزن الجاف لمعاملة القياس 237.83 غم أي إن مقدار الزيادة المتحققة في معدل الوزن الجاف كنسبة مئوية 23.9% و 29.0% و 34.5% و 35.6% و 39.7% قياسا بمعاملة القياس. إن أعلى زيادة متحققة في معدل الوزن الجاف للنبات عند مستوى التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي 70%. إذ حقق هذا المستوى من التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي زيادة أعلى مما حققه السمادين التقليديين TSP و SSP آذ كان معدل الوزن الجاف لهما 324.36 و 303.66 غم بالتتابع وبنسبة زيادة في الوزن الجاف كنسبة مئوية 2.4% و 9.4% بالتتابع. وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Al Salmani، (2) الذي حصل على زيادة في الوزن الجاف للنبات نتيجة إضافة مستويات من الصخر الفوسفاتي.



شكل 3. تأثير مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي بالمقارنة مع الأسمدة الفوسفاتية التقليدية في الوزن الجاف للنبات (غم.نبات$^{-1}$).

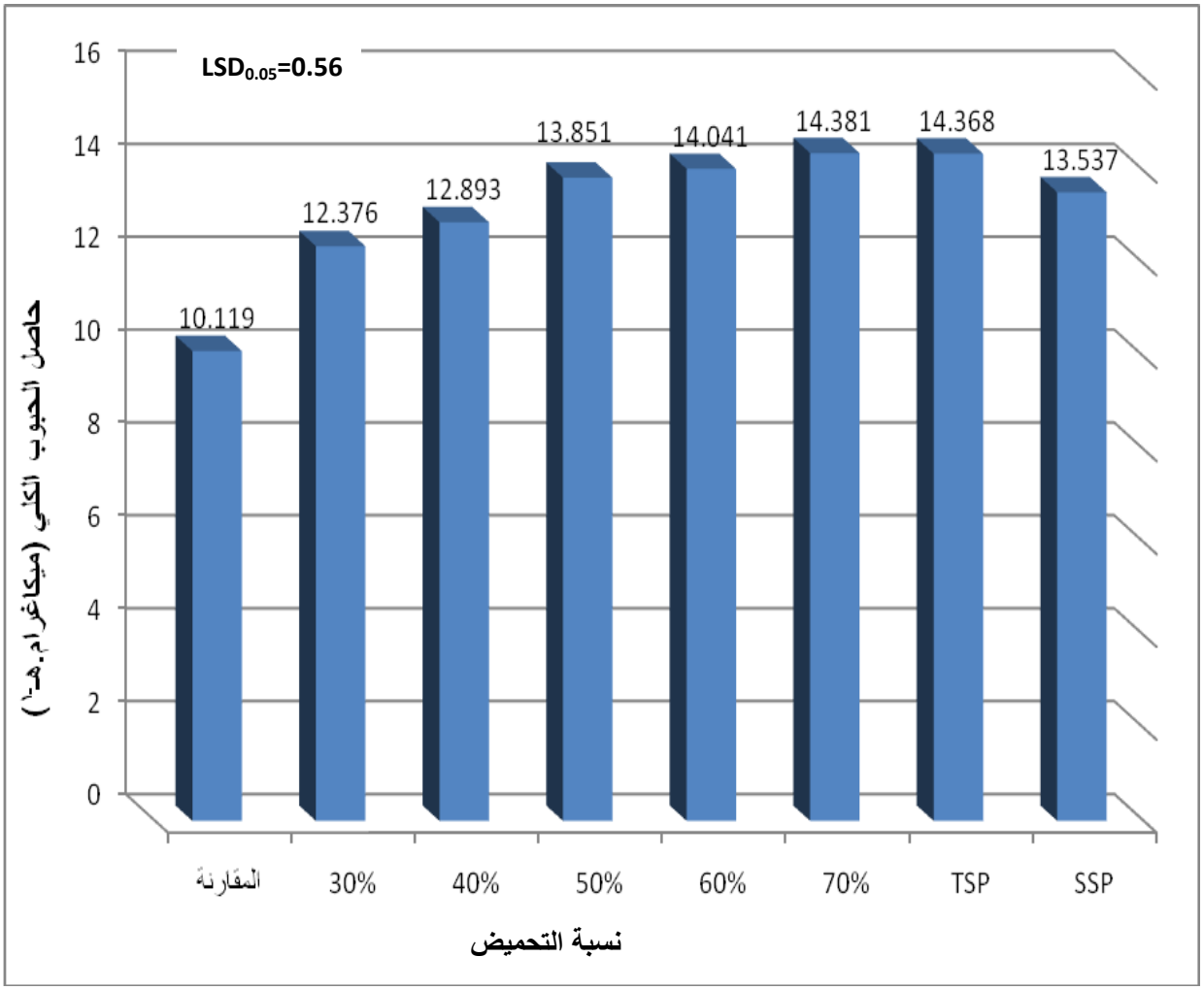
وزن الحبوب للنبات الواحد (غم. نبات$^{-1}$):يبين شكل 4 تأثير مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي والأسمدة الفوسفاتية التقليدية المضافة في معدل إنتاج الحبوب لنبات الذرة الصفراء. إذ أظهرت نتائج التحليل الإحصائي حصول زيادة معنوية في معدل إنتاج الحبوب لنبات الذرة الصفراء مع زيادة مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي. وهناك زيادة معنوية في معدل إنتاج الحبوب للنبات مع زيادة نسبة التحميض، إذ أن أي مستوى من مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي حققت زيادة معنوية قياسا بمعاملة القياس وكان معدل إنتاج الحبوب للنبات الواحد 168.66 و 173.16 و 174.96 و 176.66 و 181.66 غم بالنسبة لمستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي 30% و 40% و 50% و 60% و 70% على التتابع في حين كان معدل إنتاج الحبوب للنبات الواحد لمعاملة القياس 127.83 غم. أي إن مقدار الزيادة في معدل إنتاج الحبوب للنبات الواحد كنسبة مئوية هي 31.9% و 35.5% و 36.9% و 38.2% و 42.1% قياسا بمعاملة القياس. إن أعلى زيادة تحققت في معدل إنتاج الحبوب للنبات الواحد عند مستوى التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي 70%. إذ حقق مستوى التحميض الجزئي زيادة معنوية قياسا بالسماد التقليدي السوبر فوسفات الاعتيادي (SSP) الذي أعطى معدل إنتاج حبوب النبات الواحد بمقدار 171.00 غم. وأعطى التحميض الجزئي الصخر الفوسفاتي 70% حاصلا في وزن الحبوب مقاربا للسماد التقليدي سوبر فوسفات الثلاثي (TSP) الذي أعطى معدل إنتاج حبوب للنبات الواحد بمقدار 181.5 غم. وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Fontanetto (8).



شكل 4. تأثير مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي بالمقارنة مع الأسمدة الفوسفاتية التقليدية في وزن الحبوب للنبات الواحد (غم.نبات$^{-1}$).

حاصل الحبوب الكلي (ميكاغرام. هـ$^{-1}$):يبين شكل 5 تأثير مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي والأسمدة التقليدية المضافة في معدل الحاصل الكلي لنبات الذرة الصفراء. إذ أظهرت نتائج التحليل الإحصائي حصول زيادة معنوية في معدل حاصل الحبوب الكلي لنبات الذرة الصفراء مع زيادة مستوى التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي إذ إن أي مستوى من مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي حققت زيادة معنوية قياسا بمعاملة القياس وكان معدل الحاصل الكلي لنبات الذرة الصفراء 12.38 و 12.89 و 13.85 و 14.04 و 14.38 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ بالنسبة لمستويات التحميض 30% و 40% و 50% و 60% و 70% على التتابع، في حين كان معدل الحاصل الكلي لمعاملة القياس 10.12 ميكاغرام.هـ$^{-1}$ إي إن مقدار الزيادة المتحققة في معدل الحاصل الكلي كنسبة مئوية 22.3% و 27.4% و 36.9% و 38.7% و 42.1% قياسا بمعاملة القياس. وأعطى مستوى التحميض 70% للصخر الفوسفاتي حاصل حبوب مقارب لما حققه السماد التقليدي سوبر فوسفات الثلاثي (TSP). وهذا يتفق مع Al-Rawi (1)

الذي وجد إن حاصل الحبوب الكلي ازداد بزيادة مستوى الصخر الفوسفاتي المضاف أو عند ري محصول الذرة الصفراء بمياه محمضة ومسمدة بالصخر الفوسفاتي.



شكل 5. تأثير مستويات التحميض الجزئي للصخر الفوسفاتي بالمقارنة مع الأسمدة الفوسفاتية التقليدية في حاصل الحبوب الكلي (ميكاغرام.هـ-1).

REFERENCES

1.Al- Rawi, Mohammed Khairallah. 2012. The Role of Acidified Water and Phosphate Rock in Availability and Uptake of some Nutrients and yield of Maize. M Sc. Theses, College of Agric., Anbar University.

2.Al - Salmani. H. Khalaf. 1990. The effect of adding sulfuric acid to the availability of some nutrients in the soil, PhD dissertations, College of Agric. University of Baghdad.

3.Al-Adami. Z. A. 1990. Effect of sulfur application and Rock phosphate in availability of some micronutrient and yield of corn. PhD.Dissertation, College of Agric. University of Baghdad.

4.Ali, N, S.; N. Y. Ahmed. 2000. Adsorption and precipitation of phosphate in calcareous soil from center of Iraq. J. of Iraqi Agric. Sci. 31 (2): 91-118.

5.Ali, N. S. 2012. Fertilizer Technologies and their uses. College of Agriculture. University of Baghdad. MOHESR.

6.Ali,N.S.;A.H.Al-Zubaidi and N. Y. N. Ahmed .2000.Kineticks of phosphate sorption in a calcareous soil. Iraqi J. of Agric.Sci.31(1):31-40

7.Bin Ali, Abdul Karim , A.M. Abu Sabih and H. Kassem. 2003. Study of phosphate in the Arab world.

8.Fontanetto , H., O., Keller , R. Inwinkelried, N. Citroni and F. Garca. 2000. Phosphorus and sulfur fertilization of corn in the northern pampas. Better Crops . 14 (1): 1 - 4.

9.Griffin. R. A. and Jurinak, J. J. 1974. Kinetics of phosphate interaction With Calcite. Soil. Soc. Am. Proc.38: 75-79.

10.Hassoun, S. N.. 2012. Effect of sulfur, Magnesium, phosphate rock and phosphorus levels on P release and growth of Wheat. M Sc. Theses. College of Agric. University of Baghdad.

11.Hu, H-Q., Li X. –Y., Liu J. F.,Xu F., Liu J., and Liu F. 1997 "The effect of direct application of phosphate rock on increasing crop yield and improving properties of red soil". Nutrient Cycling in Agro. Systems. 46, (2): 235-239.

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

13.Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibrium in soil. John Wiley and sons. Inc. New York, USA. P. 162-205.

14.Mengel, K., and E.A. Kirkby, 1987. Principles of plant nutrition. Potash Institute Bernez. Switzerland.

15.Muhawish, N. M., and I.B. Razaq. 2009. Agronomic Effectiveness of a New Formula of phosphate Fertilizer I- Initial Agronomic Effectiveness. Journal of Tikrit university for Agric. Sciences.,.9 (2): 617 - 625.

16.Obeidi, M. A. J., and M. Ali. 2003. Adsorption of phosphate in the Iraqi soil. Iraqi Journal of Agricultural Sciences.

17.Sahu, M., S. K. Kumar., T. Thangardjou. and L. Kannan..2007. Phosphate Solubilizing actinomycetes in the Esturine environment, An inventory .Journal of Environmental biology .28(4): 795-798.

18.Shebini. J. M.. 2006. Phosphorus in the soil and plant. Land Water and Environment Research Institute. Agricultural Research Center. Egyptian Library.

19.Sikora, F. J. Corpelands, J.P. Mullins, G.L. and Bar-Tos, J.M. 1991. Phosphorus dissolution Kinetics and bioavailability of water insoluble fractions from (MAP) fertilizers. Soil Sci. Soc. Am. J. 55(2): 362-368.

20.Sparks, D. L. 1985a. Soil physical chemistry. CRS press, Baca Roten, FI.

21.Sparks, D. L. 1985b. Kinetics of ionic reaction in clay minerals and soils.

22.Sparks, D. L. 1992. Kinetics of soil chemical processes. Academic press, Inc. (England).

23. White, R.E. 1980. Retention and release of phosphorus by soil and soil constituent. In Tinker, P. B. (ED) Soil and Agric., Black -well Scientific publications, Oxford. London.

24.Zapata, F., and R.N. Roy. 2004. "Use of phosphate rock for sustainable agriculture" FAO. Fertilizer & plant Nutrient Bulletin. 13. Rome - Italy.