

تقييم كفاءة بعض الأسمدة الفوسفاتية في جاهزيتها للفسفور وفي حاصل نبات الحنطة في تربتين مختلفتي النسجه

زيد عبد الزهرة علي الجنابي
كلية الزراعة / جامعة القاسم الخضراء

عباس خضير عباس جارالله
كلية الزراعة / جامعة بغداد

الخلاصة :

أجريت في هذه الدراسة تجربتان أحدهما تحضين بهدف تقييم جاهزية بعض الأسمدة الفوسفاتية من الفسفور استخدم فيها ثلاثة أسمدة هي : NP و DAP و TSP وتربتين (طينية ومزيجه رملية) حضنت لـ 10 مدد تحضين وتجربة بايولوجية لتقييم كفاءة الأسمدة الفوسفاتية في نمو وحاصل نبات الحنطة. تمت الزراعة في أصص بلاستيكية شملت ثلاثة أنواع من الأسمدة وخمس مستويات من الفسفور هي (0 و 60 و 120 و 180 و 240 كغم P_2O_5 هكتار⁻¹ وتربتان. استخدم في كلا التجربتين تجربة عاملية ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات.¹

أظهرت النتائج أن تحرر الفسفور من الأسمدة الفوسفاتية انخفض معنوياً مع زيادة مدة التحضين وقد تفوق سماد DAP في تحرره للفسفور مقارنة بالسمادين NP و TSP وان ترتيب الأسمدة حسب كفاءتها في تحرر الفسفور كان كما يلي: $NP < TSP < DAP$. كما تفوقت التربة الطينية في جاهزيتها للفسفور من الأسمدة المستعملة بمقدار 17% بالمقارنة بالتربة المزيجية الرملية.

كما بينت النتائج أن زيادة مستوى إضافة الفسفور لجميع الأسمدة أدت إلى زيادة معنوية في جميع مؤشرات النبات قيد الدراسة وفي كلا التربتين وقد تفوق المستوى 180 كغم P_2O_5 هـ⁻¹ في الحصول على أعلى زيادة لجميع مؤشرات النبات. وان سماد DAP كان الأكفأ في الحصول على أعلى استجابة لنبات الحنطة بالمقارنة بالسمادين الآخرين إذ بلغت كفاءة استعمال السماد 47.85 و 33.37 و 19.85% للأسمدة DAP و TSP و NP على التوالي. ازدادت جميع مؤشرات النبات في التربة الطينية بالمقارنة بالتربة المزيجية الرملية.

أظهرت النتائج وجود علاقة معنوية موجبة من الدرجة الثانية بين مستوى إضافة الفسفور لسمادي DAP و TSP مع جميع مؤشرات النبات بينما كانت تلك العلاقة خطية لسماد NP.

EVALUATION OF SOME PHOSPHATE FERTILIZERS EFFICIENCY IN THEIR PHOSPHORUS AVAILABILITY AND YIELD OF WHEAT IN TWO DIFFERENT SOIL TEXTURE

Abbas Kh. A. Jarallah

Zaid A. A. Al-Janaby

Abstract :

Two experiments were used in this study, The first was conducted to evaluate the efficiency of three types of phosphate fertilizers (NP , DAP and TSP) in their ability of P release in two soils (clay and sandy loam texture). The first was incubated for 10 periods and the biological experiment was conducted to evaluate fertilizer P use efficiency in yield of wheat. It consisted of five rates of P (0 , 60 ,120, 180 and 240 Kg P_2O_5 ha⁻¹), three types of fertilizers and two soils. Randomized complete block design (RCBD) with three replicates was used for both two experiments.

The results showed that P release was decreased as the incubation period increased for all fertilizers and both soils. DAP was more efficient as compared with TSP and NP, P release efficiency of these fertilizers were as follow: DAP > TSP > NP. P release in clay soil significantly increased by 17% as compared with sandy loam soil.

The results showed also that all plant parameters statistically increased as the rate of P applied increased from 0 to 240 Kg P₂O₅ ha⁻¹.

180 Kg P₂O₅ ha⁻¹ level gave the highest values for all plant parameters. DAP was the best as compared with TSP and NP fertilizers and their P use efficiency were 47.85, 33.37 and 19.85% for DAP, TSP and NP respectively. All plant parameters increased in clay soil in relative to sandy loam soil.

Quadratic equation was the best for describing the relationship between added DAP, TSP fertilizers and all plant parameters while linear equation was the best for NP fertilizer.

المقدمة:

يعد الفسفور احد العناصر الغذائية الكبرى إذ تحتاجه جميع النباتات بكميات كبيرة لدوره في العمليات الحيوية الأساسية داخل النبات (التركيب الضوئي والتنفس) وتكوين وانقسام الخلايا وتركيب البذور ومساهمته في تركيب وتخليق المركبات المجهزة للطاقة (ADP و ATP) إضافة إلى دخوله في تركيب الأغشية الخلوية والأحماض النووية (DNA و RNA) (Kirkby و Mengel، 1982 و Salisbury و Ross، 1985). أن هذا العنصر يحتل المرتبة الثانية من حيث الأهمية للنبات وتمتصه النباتات على هيئة أيونية هي H₂PO₄- و HPO₄-2 ويتراوح محتواه المناسب في انسجة النباتات المختلفة بحدود 0.2 – 0.5 % (Baker و Pilbeam، 2007 و Fageria، 2009).

يتراوح المحتوى الكلي من الفسفور في التربة بشكل عام ما بين 200 – 5000 وبمتوسط عام 600 ملغم كغم⁻¹ تربة (Lindsay، 1979) أما محتواه الجاهز فهو محدود جدا بالمقارنة بمحتواه الكلي فوجد انه لايزيد عن 0.01% من محتواه الكلي ويصل محتواه الجاهز في محلول التربة بشكل عام إلى 0.03 ملغم كغم⁻¹ تربة (Havlin وآخرون، 1999).

تتأثر جاهزية الفسفور في التربة بعوامل عدة منها : درجة تفاعل التربة pH ومعادن الكربونات ونوع ومحتوى الطين ونسجه التربة والمادة العضوية وملوحة التربة (Awad، 1985 و Baker و Plibeam، 2007 و Samadi، 2006).

أن 80% من الترب العراقية وخصوصا السهل الرسوبي ذات محتوى عال من معادن الكربونات (50 – 500 غم كغم⁻¹) وان هذه الترب ذات تفاعل مائل للقاعدية (pH > 7.4) وان الايونات السائدة فيها هي الكالسيوم والمغنيسيوم (FAO، 1973).

أن قلة جاهزية الفسفور في أنظمة الترب المختلفة ولاسيما الكلسية منها يعود لتعرضه إلى العديد من التفاعلات كالامتزاز والترسيب والتثبيت بفعل معادن الكربونات السائدة فيها (McDowell وآخرون، 2003). وبسبب حاجة النبات البيرة من هذا العنصر وقلة جاهزيته مما يتوجب إضافة الأسمدة الفوسفاتية لتأمين المستوى المناسب منه لتحقيق الإنتاج الأمثل.

لقد أنتجت العديد من الأسمدة الفوسفاتية فمنها الأحادية التي تحوي على عنصر الفسفور فقط ومنها المركبة التي تحتوي إضافة إلى الفسفور على عنصر غذائي أو أكثر وعلى وجه الخصوص النتروجين (علي، 2011)، تختلف الأسمدة الفوسفاتية المصنعة في بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية من حيث الإذابة والانتشار والأثر المتبقي في التربة ودرجة تفاعلها وتجهيزها للفسفور (Olsen، 1971 و Tisdale وآخرون، 1997). ولهذا فالأسمدة الفوسفاتية

تمتلك سلوكا خاصا بها عند أضافتها إلى التربة يجعلها عرضة لتفاعلات الامتزاز والترسيب إذ يتحول الفسفور من الصورة الجاهزة إلى الصورة غير الجاهزة وان معظم هذه الأسمدة المضافة إلى التربة ولاسيما الكلسية منها تكون مركبات فوسفات الكالسيوم شبه المستقرة في بداية التفاعل وتتحول مع مرور الزمن إلى صور اقل ذوبانا وأكثر ثباتا اعتمادا على الفسفور المضاف وخصائص التربة والظروف المحيطة (Hooker وآخرون، 1980 و Barrow و Bolland, 1990). فقد أوضح Bell و Black (1970) أن سرعة تحول الفسفور من الصورة الثنائية DCP إلى الصورة الثمانية OCP تزداد بزيادة درجة الحرارة ودرجة تفاعل التربة ومدة التحضين ومصدر السماد الفوسفاتي كما وجد Al-Khateeb وآخرون (1986) عند أضافته لأورثوفوسفات البوتاسيوم إلى خمس ترب كلسيه في وسط العراق حضنت لـ 5 مدد تحضين تراوحت من 0.5 إلى 3000 ساعة أن 90% من الفوسفات المضافة تصبح غير ذائبة خلال مدة 1 ساعة من التحضين. أن الأسمدة الفوسفاتية المركبة الثنائية ولاسيما DAP و NP و UP قد زاد استعمالها في الأونة الأخيرة في الترب الزراعية على المحاصيل المختلفة بين المزارعين العراقيين وان تلك الأسمدة تتباين في خصائصها الكيميائية والفيزيائية والتي بدورها تؤثر في قدرتها في تحرر الفسفور للنبات وكفاءتها في الحاصل. فقد أشار الساعدي (2000) إلى زيادة معامل تحرر الفسفور من سماد MAP بمقدار 8.8% مقارنة بسماد DAP وأعزى ذلك إلى اختلاف الخصائص الكيميائية والفيزيائية لكلا السمادين بينما وجدت العبدلي (2005) تفوق سماد DAP في تحرر الفسفور الجاهز على سمادي TSP و NP بعد التحضين لمدة 60 يوما من الإضافة في تربتين من شمال العراق.

على الرغم من وجود بعض الدراسات حول جاهزية تلك الأسمدة (المركبة) من الفسفور وكفاءتها في نمو النبات لكن ماتزال تلك الدراسات محدودة ولم تتل هذه الأسمدة حيزا كبيرا من الاهتمام داخل العراق إذ تركز الاهتمام على سماد السوبر فوسفات الثلاثي (TSP) لذا هدفت الدراسة الحالية لتقييم سلوك نوعين من الأسمدة الفوسفاتية هما DAP و NP في مدى تحررها للفسفور وجاهزيته للنبات وتقييم كفاءتها في نمو وحاصل نبات الحنطة مقارنة بسماد TSP.

المواد وطرائق العمل :

اختيرت تربتان مختلفتي النسجه وجمعت عينات تلك التربتين من العمق (0 - 30 سم) الأولى ثقيلة أخذت من ناحية أبي غرق / محافظة بابل والثانية خفيفة أخذت من كتف نهر الفرات لمدينة الحلة، جففت الترب وطحنت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم لغرض إجراء التحاليل عليها. قدرت بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للترب قيد الدراسة حسب الطرائق المتبعة في (Jackson، 1958 و Page وآخرون، 1982) جدول (1). قدرت الكربونات النشطة تبعاً لـ (Carter، 1981). أجريت تجربتان أحدهما مختبرية (تحضين) لدراسة تحرر الفسفور الجاهز مع الزمن ولأجل ذلك استخدمت أصص بلاستيكية، تم وزن 100 غم من كلا التربتين وعبئت في تلك الأصص واستخدمت ثلاثة أسمدة فوسفاتية هي DAP (46% P₂O₅ و 18% N) و NP (27:27) وسماد TSP (46% P₂O₅) أضيفت بمستوى واحد (250 ملغم P كغم⁻¹ تربة) حضنت في الظروف الطبيعية بالتزامن مع التجربة البايولوجية لـ 10 مدد تحضين هي 1 و 7 و 14 و 21 و 28 و 35 و 42 و 49 و 56 و 63 يوماً. تم ضبط رطوبة التربة عند 80% من السعة الحقلية. قدر الفسفور الجاهز في التربة عند نهاية كل مدة تحضين بعد استخلاصه بواسطة بيكاربونات الصوديوم (Watanabe و Olsen، 1965). أما التجربة البايولوجية فقد أجريت لتقييم كفاءة الأسمدة الفوسفاتية المستعملة في الدراسة في نمو وحاصل نبا الحنطة، شملت التجربة فقد أجريت لتقييم كفاءة الأسمدة الفوسفاتية المستعملة في الدراسة في نمو وحاصل نبات الحنطة، شملت التجربة ثلاث أنواع من الأسمدة الفوسفاتية وخمس مستويات من الفسفور هي (0 و 60 و 120 و 180 و 240 كغم P₂O₅ هـ⁻¹) وتربتين (طينية S1 ومزيجه رملية S2)، تم استخدام أصص بلاستيكية ووزن 5 كغم من كلا التربتين، أضيفت الأسمدة على هيئة صلبة وبصورة متجانسة مع التربة وحسب المستويات المستعملة في الدراسة. زرعت بذور نبات الحنطة صنف (تموز 2) وبواقع 10 بذور لكل أصيص خفت إلى 5 بادرات بعد عشرة أيام من الإنبات، ثبت مستوى النتروجين لجميع المعاملات وبواقع

200 كغم N هكتار⁻¹ اضيف على هيئة يوريا (46%) والبوتاسيوم بواقع 120 كغم K₂O هـ⁻¹ على هيئة كبريتات البوتاسيوم (50 % K₂O) حفظ المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية. تم حصاد النبات عند مرحلة النضج النهائية (150 يوما من الزراعة) وجففت عند درجة حرارة 65 °م ولمدة 48 ساعة في فرن (Oven). تم تقدير وزن القش والحبوب والحاصل الكلي ووزن 100 حبة وقدر محتوى الفسفور في النبات كما حسبت نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد وفق (Tisdale وآخرون، 1997) كما يلي:

$$\text{نسبة الاستجابة (\%)} = \frac{\text{الحاصل الكلي للمعاملة المسمدة} - \text{الحاصل الكلي لمعاملة المقارنة}}{100 \times \text{الحاصل الكلي للمعاملة المسمدة}}$$

$$\text{كفاءة استعمال السماد (\%)} = \frac{\text{امتصاص P الكلي في المعاملة المسمدة} - \text{امتصاص P الكلي لمعاملة المقارنة}}{100 \times \text{مستوى الفسفور المضاف}}$$

استخدمت تجربة عامليه ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) في كلا التجريبتين وبثلاث مكررات. استخدم اختبار اقل فرق معنوي (Least Significant Difference) LSD لمقارنة متوسطات المعاملات عند مستوى معنوية 0.01 و 0.05 وفقاً لـ (Steel و Torrie، 1980). استعملت معادلات الانحدار البسيط والانحدار اللاخطي (الدرجة الثانية) في وصف العلاقة بين مستوى إضافة الفسفور ومؤشرات النبات.

جدول 1: بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربتين قيد الدراسة.

وحدة القياس	التربة		الخاصية
	المزيج الرملية S2	الطينية S1	
ديسي سمنزم ¹	1.38	2.34	الايصالية الكهربائية ECe
-	7.72	7.13	درجة تفاعل التربة pH
غم كغم ¹	6.32	13.60	المادة العضوية
غم كغم ¹	257.2	272.4	كربونات الكالسيوم الكلية
غم كغم ¹	90.0	92.5	كربونات الكالسيوم النشطة
سنتمول كغم ¹	8.3	24.3	السعة التبادلية لايونات الموجبة
ملي مول لتر ¹	4.98	7.41	الكالسيوم
ملي مول لتر ¹	2.31	3.60	المغنيسيوم
ملي مول لتر ¹	1.88	3.36	الصوديوم
ملي مول لتر ¹	1.21	2.36	البوتاسيوم
ملي مول لتر ¹	3.60	5.47	الكبريتات
ملي مول لتر ¹	5.28	10.17	الكلوريد
ملي مول لتر ¹	1.83	2.69	البيكاربونات
ملغم كغم ¹	25.1	54.3	النترجين NH ₄ ⁺
ملغم كغم ¹	22.6	36.4	النترجين NO ₃ ⁻
ملغم كغم ¹	4.95	9.73	الفسفور
ملغم كغم ¹	176.0	230.0	البوتاسيوم
ميكاغرام م ³	1.45	1.33	الكثافة الظاهرية
غم كغم ¹	89.0	733.0	الطين
غم كغم ¹	117.0	169.0	الغرين
غم كغم ¹	794.0	98.0	الرمل
	مزيجه رملية	طينية	نسجه التربة

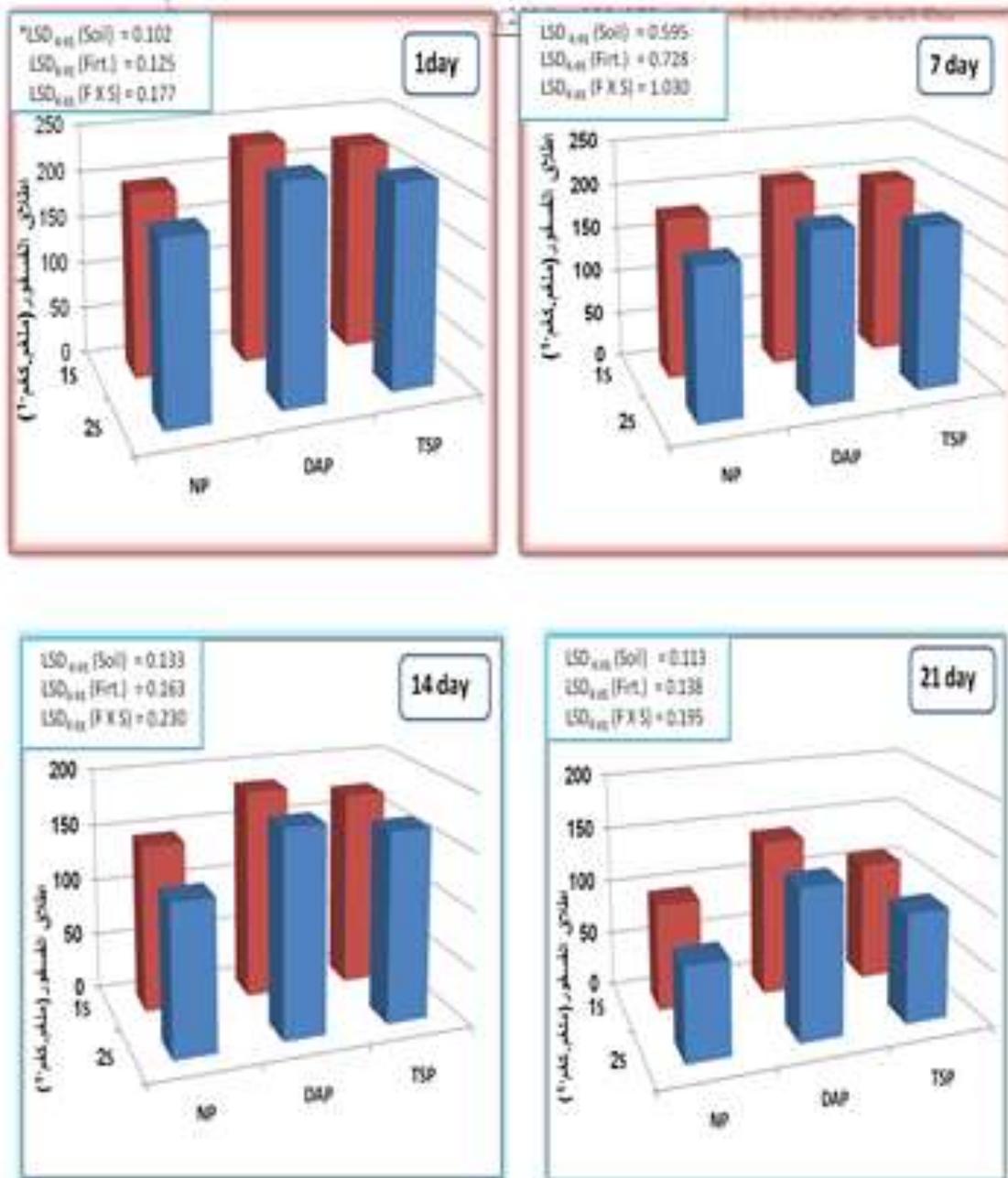
النتائج والمناقشة :

التجربة المختبرية (أطلاق الفسفور) :

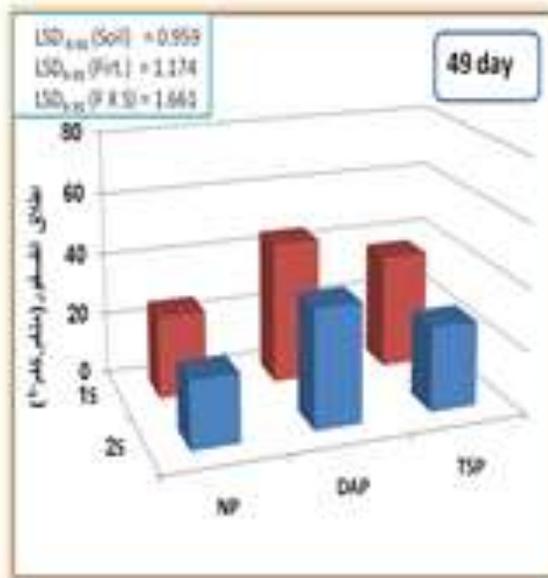
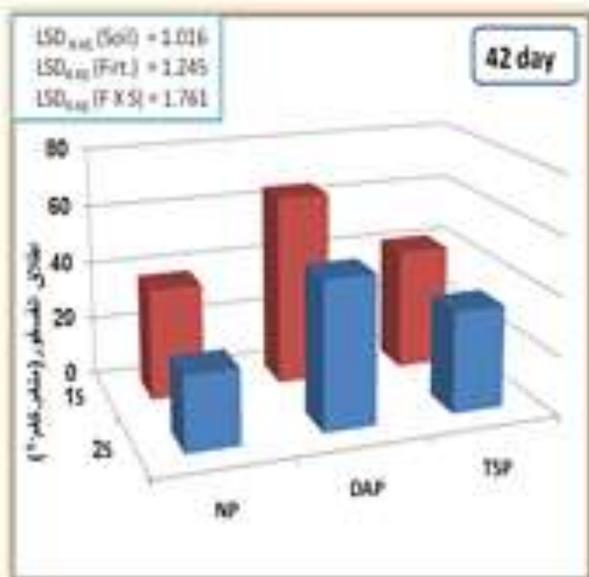
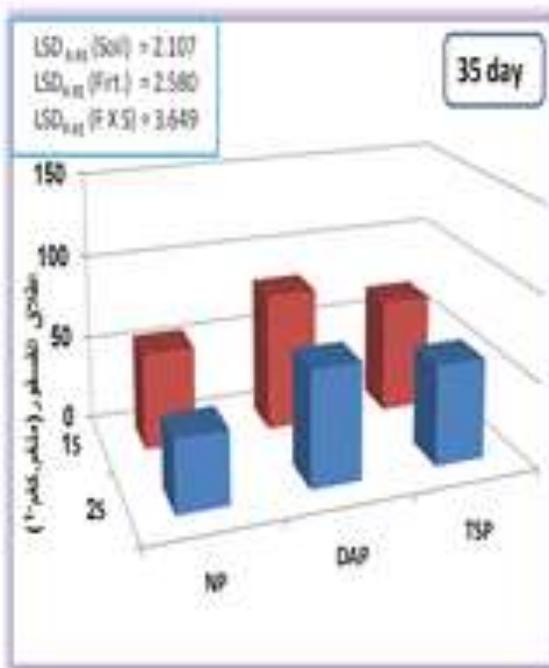
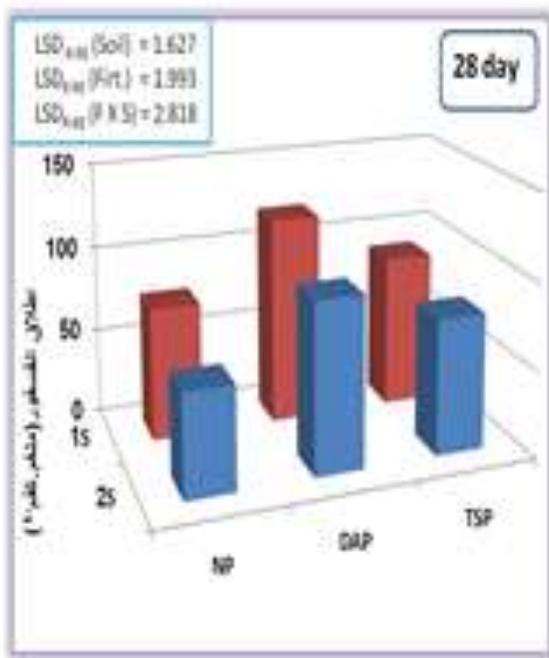
لقد اختبرت ثلاث مدد تحضين هي 1 و 35 و 63 يوما لتمثل سير التفاعل عند بداية مدة التحضين ومنتصفه ونهايته فضلا عن سهولة مناقشة النتائج. فقد أوضحت النتائج في الأشكال (1 و 2 و 3) أن متوسط تحرر الفسفور انخفض طرديا مع مرور الزمن (زيادة مدة التحضين) وقد بلغ المتوسط العام لتحرر الفسفور 214.41 و 62.2 و 18.81 ملغم كغم⁻¹ تربة وبنسب تحرر بلغت 85.8 و 24.9 و 7.5% من مقدار الفسفور المضاف لمدد التحضين 1 و 35 و 63 يوم على التوالي. لقد انخفض تحرر الفسفور بنسبة 71 و 91% عند مدتي التحضين 35 و 63 يوم على التوالي مقارنة بمدة التحضين الأولى. يظهر أن الانخفاض في قيم تحرر الفسفور يكون شديدا عند مدتي التحضين من 1 - 35 يوم بعدها يكون الانخفاض تدريجيا خلال مدة التحضين 63 يوم ويعزى الانخفاض في تحرر الفسفور مع زيادة مدة التحضين نتيجة لتعرض الفسفور إلى تفاعلات كيميائية عدة كالاختجاز والتثبيت وتكوين المعقدات مما يؤدي إلى تحوله إلى صور أقل جاهزية أو أكثر ثباتا (Barrow و Shaw، 1975). أن الانخفاض الشديد خلال مدد التحضين الأولى (1 - 35 يوم) يمكن تفسير هذا السلوك بكون تفاعلات الفسفور عند الأزمنة القصيرة هي تفاعلات سريعة واعتمادا على نوع التربة وخصائصها ثم تنخفض سرعة التفاعلات تدريجيا وتصبح بطيئة خلال مدة التحضين الأخيرة وهذا يتفق مع ما وجدته Sheppard و Racz (1984) إذ لاحظ انخفاض في قيم الفسفور الجاهز بمرور الزمن خلال مدة التحضين الأولى من 1 - 27 - 35 يوم وأكدته أيضا (العبيدي، 2005 و Kaloi وآخرون، 2011). كما أعزى عدد من الباحثين بان الانخفاض الشديد في تحرر الفسفور في بداية التفاعل يعود إلى لن نواتج التفاعل التي تتكون في المراحل الأولى تكون شبه ثابتة وتتحوّل بمرور الزمن إلى مركبات أكثر ثباتا وتبقى على هذه الصورة مدة طويلة واعتمادا على الزمن اللازم للتفاعل ودرجة تفاعل التربة ومحتوى معادن الكربونات ودرجة الحرارة (Lindsay، 1981 و راهي والراوي، 1994).

كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لنوع السماد في تحرر الفسفور فقد بلغ نسب تحرر الفسفور 76.9 و 92.8 و 87.6% للأسمدة NP و DAP و TSP على التوالي عند مدة التحضين الأولى (1 يوم) بينما بلغت 19.7 و 29.8 و 25.2% للأسمدة على التوالي عند مدة التحضين 35 يوم أما عن مدة التحضين الأخيرة (63 يوم) فقد بلغت نسب التحرر 5.6 و 9.4 و 7.5% للأسمدة على التوالي لقد زادت جاهزية الفسفور المصاحبة لسماد DAP خلال مدة التحضين 1 يوم بمقدار 6 و 21% مقارنة بسمادي TSP و NP على التوالي بينما بلغت خلال مدة التحضين 35 يوم 18 و 51% على التوالي أما خلال مدة التحضين 63 يوم فكانت نسبة الزيادة 25 و 69% بالمقارنة للسماد ين على التوالي. أن سماد DAP تفوق على سمادي TSP و NP في تحرر الفسفور بنسب زيادة وكم توسط عام لمدد التحضين الثلاثة بلغت 16.3 و 47.0% على التوالي ويمكن ترتيب كفاءة الأسمدة الثلاثة في تحررها للفسفور كما يلي: DAP < TSP < NP. أن تفوق سماد DAP على سمادي TSP و NP يعزى إلى خصائصه الفيزيائية كدرجة أذابته وزيادة معامل انتشاره وقل قابلية للتكتل (Follett وآخرون، 1981 و Havlin وآخرون، 1999) أن هذه النتائج تتفق مع ما وجدته العبدلي (2005) في دراستها إذ أشارت إلى تفوق سماد DAP على سمادي TSP و NP في معامل تجهيز الفسفور والسعة التنظيمية.

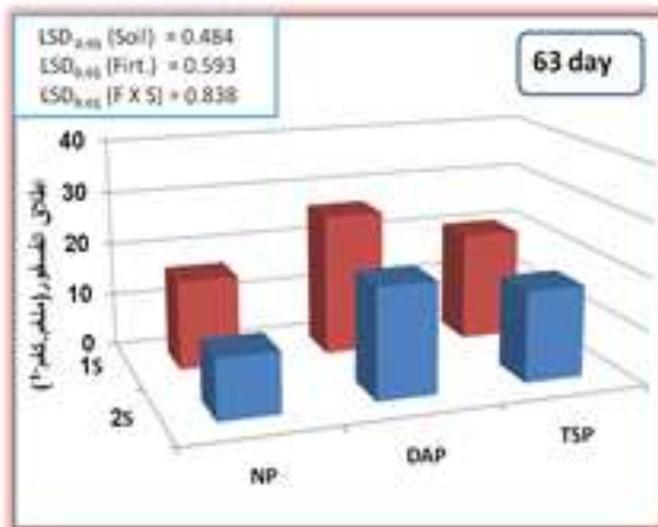
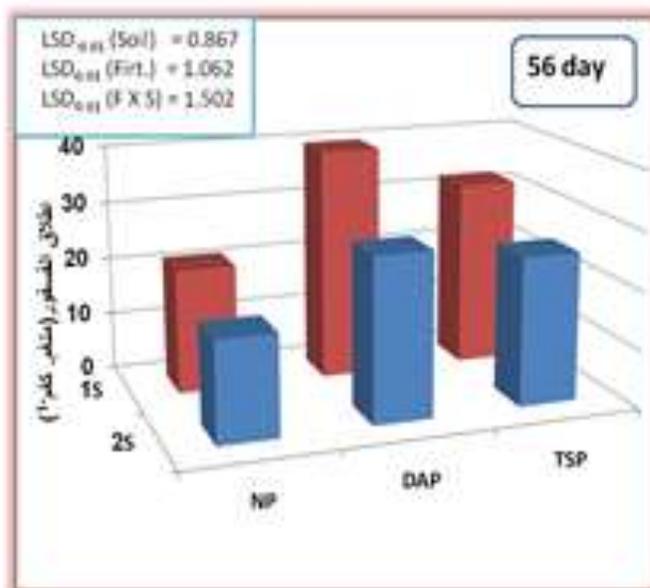
كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لنوع التربة في تحرر الفسفور فقد بلغت نسب تحرره في التربة الطينية 87.1 و 25.5 و 8.5% عند مدد التحضين 1 و 35 و 63 يوم على التوالي بينما بلغت 84.5 و 22.3 و 6.5% للمدد الثلاث على التوالي في التربة المزيجة الرملية ، لقد زاد تحرر الفسفور في التربة الطينية بمقدار 11.7% مقارنة بالتربة المزيجة الرملية ويعزى تفوق التربة الأولى على الثانية لاختلاف بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية فالتربة الطينية تمتلك أعلى محتوى من الطين والمساحة السطحية والمادة العضوية والسعة التبادلية للأيونات الموجبة مقارنة بالتربة المزيجة الرملية وهذا يتفق مع وجدته كل من (الساعدي، 2000 و العبدلي، 2005 و Yasin وآخرون، 2007 و Al-Salma، 2008).



شكل 1: إطلاق الفسفور من الأسمدة الفوسفاتية المستعملة في الدراسة لكلا الترتيبين (التطبيقية S1 والمزيجية الترابية S2) لمدة التحضين 1 و 7 و 14 و 21 يوم.
*: معنوي عند مستوى 0.01.



شكل 2: إطلاق النيتروجين من الأسمدة الفوسفاتية المستعملة في الدراسة في عمق الترسين لمدة **الاجنتين** 28 و 35 و 42 و 49 يوم.



شكل 3: إطلاق الكبريت من الأسمدة الفوسفاتية المستعملة في الدراسة في عمق التربة 25 سم في الحقل التجريبي 56 و 63 يوم.

التجربة البيولوجية:

1. حاصل القش والحبوب والحاصل الكلي

أشارت النتائج الموضحة في جدول (2) وجود فروق معنوية عند مستوى ($P < 0.01$) في حاصل القش والحبوب والحاصل الكلي بين جميع مستويات إضافة السماد الفوسفاتي ومعاملة المقارنة. إذ أدت زيادة مستوى إضافة الفسفور من 0 إلى 60 و 120 و 180 و 240 كغم P_2O_5 هـ¹ إلى زيادة في حاصل القش بمقدار 45 و 76 و 112 و 88% وفي حاصل الحبوب بمقدار 45 و 86 و 151 و 138% بينما زاد الحاصل الكلي بمقدار 45 و 78 و 119 و 98% لمستويات الإضافة على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة. وتعزى زيادة المؤشرات المذكورة بزيادة مستوى إضافة الفسفور إلى دور الفسفور في العمليات الحيوية داخل النبات ومساهمته في تحليل الكربوهيدرات ودخوله في تركيب المركبات المجهزة للطاقة والأغشية الخلوية والأحماض النووية فلا عن مساهمته في تكوين وانقسام الخلايا وعدد التفريعات وتكوين نظام جذري متشعب وتكوين البذور وإنضاجها (Mengel و Kirkby، 1982 و Fageria، 2009).

أن تفوق المستوى 180 كغم P_2O_5 هـ¹ في مؤشرات النبات يعني أن هذا المستوى الأمثل من الفسفور الذي يفي بحاجة النبات ومتطلباته في تحقيق أعلى استجابة. أن النتائج المتحصل عليها تتفق مع ما أوجدته دراسات عدة (Alam وآخرون، 2005 و Zahedifer وآخرون، 2011). فقد وجد حمادي والخفاجي (2000) زيادة في حاصل حبوب الحنطة بنسبة 25.3% عند مستوى الإضافة 180 كغم P_2O_5 هـ¹ إذ استخدموا أربعة مستويات من الفسفور هي 0 و 60 و 120 و 180 كغم P_2O_5 هـ¹ وأوضح Khan وآخرون (2010) زيادة حاصل القش والحبوب لنبات الحنطة بزيادة مستوى إضافة الفسفور من 0 إلى 92 و 183 كغم P_2O_5 هـ¹ حيث تفوق المستوى الأخير في زيادة كلا المؤشرين بنسبة 143.0 و 168.3% على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة.

كما اثر نوع السماد معنوياً في مؤشرات النبات المذكورة فقد بلغت نسبة الزيادة في حاصل القش 77.5 و 12.6% في سماد DAP مقارنة بسمادي NP و TSP على التوالي بينما بلغت الزيادة في حاصل الحبوب 41.7 و 14.35% والزيادة في الحاصل الكلي 78.1 و 12.9% مقارنة بالسمادين على التوالي. أن تفوق سماد DAP على سمادي NP و TSP يعزى إلى قابليته العالية على الذوبان والانتشار وإمداد الفسفور للنبات مقارنة بالسمادين الآخرين (العبدلي، 2005 و Amanullah وآخرون، 2010). فقد وجد Ali وآخرون (2012) أن سماد DAP كان الأكفأ إذ أدى إلى زيادة حاصل الحبوب والحاصل الكلي لنبات الحنطة بمقدار 5.4 و 9.0% مقارنة بسماد NP.

أظهرت النتائج أيضاً أن لنوع التربة تأثير معنوي في مؤشرات النبات المذكورة فقد زاد كل من حاصل القش والحبوب والحاصل الكلي في التربة الطينية بمقدار 106.5 و 178.9 و 119.8% مقارنة بالتربة المزيجية الرملية للمؤشرات على التوالي. ويعزى تفوق التربة الأولى في زيادة تلك المؤشرات إلى أن محتواها من النتروجين والفسفور أعلى وكذلك تمتلك سعة تبادلية وطين ومادة عضوية أعلى مقارنة بالتربة الثانية (العكيلي، 1989 والساعدي، 2000 و العبيدي، 2005).

جدول 2 : تأثير نوع ومستوى السماد الفوسفاتي في حاصل القش والحبوب والحاصل الكلي (غم أصيص¹)
لنبات الحنطة في كلا التربتين.

متوسط السماد	الحاصل الكلي			حاصل الحبوب				حاصل القش				مستوى السماد	التربة
	TSP	DAP	NP	متوسط السماد	TSP	DAP	NP	متوسط السماد	نوع السماد				
									TSP	DAP	NP		
19.43	19.43	19.43	19.43	4.17	4.17	4.17	4.17	15.27	15.27	15.27	15.27	0	الطينية
27.79	29.33	32.93	21.10	5.73	6.07	6.43	4.70	22.06	23.27	26.50	16.40	60	
33.26	36.63	40.53	22.60	7.32	7.80	8.50	5.67	25.93	28.83	32.03	16.93	12	
40.39	44.17	51.77	25.23	10.17	10.07	13.00	7.43	30.22	34.10	38.77	17.80	180	
36.98	38.77	44.70	27.47	9.57	8.90	11.00	8.80	27.41	29.87	33.70	18.67	240	
	33.67	37.87	23.17		7.40	8.68	6.15		26.74	29.25	17.01		متوسط السماد
	31.57				7.39				24.18				متوسط التربة
7.90	7.90	7.90	7.90	1.30	1.30	1.30	1.30	6.60	6.60	6.60	6.60	0	المزيجة الرملية
11.91	11.67	15.17	8.90	2.20	2.40	2.60	1.60	9.73	9.27	12.63	7.30	60	
15.37	16.70	19.40	10.00	2.84	3.00	3.33	2.20	12.52	13.70	16.07	7.80	12	
19.52	22.77	25.20	10.60	3.51	3.80	4.23	2.50	16.01	18.97	20.97	8.10	180	
17.09	18.80	20.87	11.60	3.41	3.63	3.80	2.80	13.68	15.17	17.07	8.80	240	
	15.57	17.71	9.80		2.83	3.05	2.08		12.74	14.67	7.72		متوسط السماد
	24.62	27.79	16.48		5.11	5.84	4.12		19.50	21.96	12.37		متوسط السماد العام
	14.36				2.65				11.71				متوسط التربة
أقل فرق معنوي													
	0.01	0.05		0.01	0.05			0.01	0.05				المتغير
	0.154	0.115		0.071	0.053			0.145	0.109				التربة
	0.189	0.141		0.087	0.065			0.178	0.134				السماد
	0.243	0.183		0.112	0.084			0.230	0.173				مستوى الإضافة

2. وزن 100 حبة وامتصاص الفسفور الكلي

أوضحت النتائج وجود تأثير معنوي في وزن 100 حبة وامتصاص P الكلي نتيجة لزيادة مستوى إضافة الفسفور من 0 إلى 240 كغم P_2O_5 هـ⁻¹ جدول (3) فقد زاد وزن 100 بمقدار 36 و 70 و 119 و 107% وامتصاص P الكلي بنسبة 88 و 162 و 273 و 263% للمستويات 60 و 120 و 180 و 240 كغم P_2O_5 هـ⁻¹ على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة. لقد تفوق المستوى 180 كغم P_2O_5 هـ⁻¹ في إعطاء أعلى زيادة في تلك المؤشرين وان الزيادة الحاصلة نتيجة زيادة مستوى إضافة الفسفور يعود إلى زيادة جاهزيته في التربة وزيادة امتصاصه لدى النبات ومساهمته في العمليات الفسيولوجية داخل النبات (التركيب الضوئي والتنفس) ودخوله في تكوين وإنضاج البذور فضلا عن تكوينه نظام جذري كفوء في امتصاص الماء والمغذيات ومنها الفسفور (Mengel و Kirkby، 1982 و Fageria، 2009). أن النتائج المتحصل عليها تتفق مع (الراوي و آخرون، 2001 و Khan و آخرون، 2012).

كما بينت النتائج أن لنوع السماد تأثيرا معنويا في كلا المؤشرين قيد الدراسة فقد ازداد وزن 100 حبة في سماد DAP بمقدار 26.0 و 14.2% وامتصاص الفسفور الكلي بمقدار 117 و 26% مقارنة بسمادي NP و TSP على التوالي ويعزى تفوق السماد الأول على السمادين الآخرين لقابليته العالية على الذوبان وإمداده للفسفور (Memon و آخرون، 2005 و Ali و آخرون، 2012).

أما بالنسبة لتأثير نوع التربة فقد ازداد كل من وزن 100 حبة وامتصاص الفسفور الكلي معنويا في التربة الطينية بمقدار 101.2 و 246% للمؤشرين على التوالي مقارنة بالتربة المزيجية الرملية ويعزى تفوق التربة الأولى على الثانية في زيادة تلك المؤشرين بسبب زيادة محتواها من النتروجين والفسفور والطين والسعة التبادلية للأيونات الموجبة والمادة العضوية (الساعدي، 2000 و Zheng و آخرون، 2003 و Yasin و آخرون، 2007).

3. نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد

بينت النتائج الموضحة في جدول (4) تأثير مستوى إضافة الفسفور معنويا في نسبة الاستجابة في الحاصل الكلي لنبات وكفاءة استعمال السماد فقد ازدادت نسبة الاستجابة بمقدار 41 و 73 و 65% وكفاءة استعمال السماد بمقدار 1.4 و 27.3 و 3.2% عند زيادة مستوى إضافة الفسفور من 0 إلى 120 و 180 و 240 كغم P_2O_5 هـ⁻¹ على التوالي. ويعزى زيادة نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد بزيادة مستوى إضافة الفسفور إلى زيادة جاهزيته في التربة مما أسهم في زيادة امتصاصه لدى النبات مما أدى إلى زيادة نشاطه في العمليات الحيوية وتحرير الطاقة اللازمة للقيام بهذه العمليات لدى النبات. (Bidwell، 1979 و Baker و Plibeam، 2007).

لقد تفوق المستوى 180 كغم P_2O_5 هـ⁻¹ في إعطاء أعلى زيادة في كلا المؤشرين مما يدل على انه المستوى الأمثل لحاجة النبات لتحقيق أعلى استجابة وان أي إضافة بعد هذا المستوى تكون غير اقتصادية. أن النتائج تتفق مع دراسات عدة (الراوي، 1992 و العبدلي، 2005 و العبيدي، 2005 و Yosefi و آخرون، 2011).

كما أوضحت النتائج أن لنوع السماد تأثيرا معنويا في نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد فقد زادت نسبة الاستجابة في سماد DAP 175 و 15% مقارنة بسمادي NP و TSP على التوالي بينما بلغت نسبة الزيادة في كفاءة استعمال السماد 141 و 35% بالمقارنة مع السمادين على التوالي. أن كفاءة الأسمدة المستعملة في هذه الدراسة يمكن ترتيبها كما يلي: $NP < TSP < DAP$. لقد وجدت العبدلي (2005) أن سماد DAP كان الأكفأ مقارنة بسمادي TSP و NP إذ اظهر أعلى نسبة استجابة وكفاءة استعمال للسماد في الحاصل الكلي لنبات الحنطة. كما تتفق النتائج مع (Amanullah و آخرون، 2010 و Khan و آخرون، 2010 و Ali و آخرون، 2012).

كما كان لنسجة التربة تأثيرا معنويا في نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد فقد كانت أعلى نسبة استجابة لحاصل الحنطة الكلي في التربة المزيجية الرملية بلغت 44.62% بينما انخفضت في التربة الطينية إذ بلغت 39.41% لقد زادت نسبة الاستجابة في التربة المزيجية الرملية بمقدار 13.3% مقارنة بالتربة الطينية وهذا يعزى قلة جاهزية التربة المزيجية الرملية من الفسفور وانخفاض محتواها من الطين والمادة العضوية و CEC وان أي إضافة للفسفور

من خلال الأسمدة تؤدي إلى حصول استجابة عالية لدى النبات. (الساعدي، 2000 والراوي وآخرون، 2001 والاركوزي، 2010).

أما كفاءة استعمال السماد فقد زادت في التربة الطينية بمقدار 190% مقارنة بالتربة المزيجة الرملية وان تفوق التربة الأولى على الثانية في كفاءة استعمال السماد يعود إلى امتلاكها على أعلى جاهزية من الفسفور ومحتوى من الطين والمادة العضوية (Olsen و Watanabe، 1969).

جدول 3 : تأثير نوع ومستوى السماد الفوسفاتي في حاصل القش والحبوب والحاصل الكلي (غم أصيص⁻¹) لنبات الحنطة في كلا التربتين.

التربة	مستوى السماد	وزن 100 حبة (غم)						امتصاص P الكلي (ملغم أصيص ⁻¹)					
		نوع السماد			متوسط السماد	متوسط السماد							
		TSP	DAP	NP	متوسط السماد	TSP	DAP	NP	متوسط السماد	TSP	DAP	NP	
الطينية	0	2.20	2.20	2.20	2.20	35.44	35.44	35.44	35.44	2.20	2.20	2.20	
	60	2.80	3.33	2.77	2.97	62.17	85.78	42.18	2.97	2.80	3.33	2.77	
	12	3.40	4.07	3.27	3.58	92.26	112.71	51.39	3.58	3.40	4.07	3.27	
	180	4.40	7.77	3.87	4.34	133.56	165.36	60.38	4.34	4.40	7.77	3.87	
	240	4.40	4.20	4.20	4.13	125.90	158.35	69.21	4.13	3.80	4.40	4.20	
	متوسط السماد	3.32	3.75	3.26		89.87	111.53	51.72					
	متوسط التربة	3.44			84.37								
المزيجة الرملية	0	0.90	0.90	0.90	0.90	6.88	6.88	6.88	0.90	0.90	0.90	0.90	
	60	1.27	1.37	1.10	1.24	15.34	23.44	10.16	1.24	1.27	1.37	1.10	
	12	1.80	2.00	1.33	1.71	25.38	35.78	14.56	1.71	1.80	2.00	1.33	
	180	2.60	3.20	1.50	2.43	41.84	53.03	18.84	2.43	2.60	3.20	1.50	
	240	2.20	2.73	1.90	2.28	37.36	46.92	22.92	2.28	2.20	2.73	1.90	
	متوسط السماد	1.75	2.04	1.35		25.36	33.21	14.67					
	متوسط السماد العام	2.54	2.90	2.30		57.61	72.37	32.20					
	متوسط التربة	1.71			24.41								
اقل فرق معنوي LSD													
	المتغير	0.05		0.01		0.05		0.01		0.05		0.01	
	التربة	0.039		0.052		0.039		0.052		0.039		0.052	
	السماد	0.047		0.063		0.047		0.063		0.047		0.063	
	مستوى الإضافة	0.061		0.081		0.061		0.081		0.061		0.081	

جدول 4 : تأثير نوع ومستوى السماد الفوسفاتي في نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد في كلا الترتيبين.

التربة	مستوى السماد	نسبة الاستجابة (%)						كفاءة استعمال السماد (%)		
		نوع السماد			متوسط السماد	متوسط السماد				
		TSP	DAP	NP		TSP	DAP	NP		
الطينية	60	33.73	41.19	7.91	27.91	46.33	63.81	20.67	44.99	
	12	46.95	52.05	14.00	37.61	48.09	67.96	26.27	46.06	
	180	55.99	62.46	22.98	47.15	67.24	83.98	34.15	61.79	
	240	49.87	56.53	29.24	45.21	48.07	71.19	35.19	51.49	
متوسط السماد		46.63	53.06	18.54		52.43	71.74	29.07		
متوسط التربة		39.41			51.08					
المزيجة الرملية	60	32.29	47.91	1.21	30.47	17.15	23.99	10.16	17.59	
	12	52.70	59.28	21.00	44.32	20.57	25.62	10.28	19.55	
	180	65.30	68.65	25.47	53.14	21.58	27.78	10.46	19.22	
	240	57.97	62.13	31.90	50.67	13.95	18.48	11.62	14.20	
متوسط السماد		52.06	59.49	22.40		18.31	23.48	10.63		
متوسط السماد العام		49.35	56.28	20.47		35.37	47.85	19.85		
متوسط التربة		44.65			17.64					
اقل فرق معنوي LSD										
المتغير		0.05	0.01			0.05	0.01			
التربة		0.356	0.477			0.650	0.869			
السماد		0.437	0.584			0.796	1.065			
مستوى الإضافة		0.504	0.674			0.919	1.456			

علاقات الارتباط:

أظهرت نتائج تحليل الانحدار وجود علاقة خطية معنوية موجبة بين مستوى إضافة الفسفور لسماد NP مع مؤشرات النبات في كلا الترتيبين جدول (5) وان أعلى قيمة لمعامل الارتباط الخطي (r) كانت مع كل من امتصاص P الكلي بلغت (0.999) ولكلا الترتيبين أن هذه العلاقات تؤكد أن زيادة مستوى إضافة الفسفور أدت إلى زيادة جاهزيته في كلا الترتيبين قيد الدراسة مما أسهم في زيادة امتصاصه لدى النبات وزيادة مؤشرات النبات الأخرى وان الاستجابة تمثلت بزيادة خطية طردية مما يدل بان تحرر الفسفور من سماد NP وإمداده للنبات لم يفي بحاجة نبات الحنطة حتى عند المستوى الأخير من الإضافة من ظروف الدراسة الحالية.

كما أظهرت النتائج وجود علاقة معنوية موجبة من الدرجة الثانية بين مستوى إضافة الفسفور لسمادي DAP و TSP مع مؤشرات النبات ولكلا الترتيبين جدول (6 و 7) أن هذه المعادلات (الدرجة الثانية) تؤكد أن زيادة مستوى إضافة الفسفور لسمادي DAP و TSP تفوقت على سماد NP في إمداد وزيادة جاهزية الفسفور بما يفي حاجة نبات الحنطة وتحقق المستوى الأمثل منه عند المستوى 180 كغم P_2O_5 هـ⁻¹ كما أن هذه العلاقات أو منحنيات الاستجابة يمكن من خلالها التنبؤ بمدى استجابة نبات الحنطة للفسفور المضاف فضلا عن تحديد المستوى الأمثل في تحقيق أعلى استجابة وأقصى حاصل للنبات. لقد وجد العديد من الباحثين مثل هذه العلاقات (Martel و McConnell و Zizka و 1977 و 1986 و Fageria و 2008 و الراشدي و ابراهيم، 2010).

جدول 5: العلاقة بين مؤشرات نبات الحنطة (Y) مع مستوى إضافة الفسفور لسماذ NP (X) وفقا للمعادلة الخطية.

التربة المزيجة الرملية		التربة الطينية		الصفة
معامل الارتباط (r)	المعادلة	معامل الارتباط *(r)	المعادلة	
0.992	$Y = 6.680 + 0.0087X$	0.706	$Y = 15.974 + 0.014X$	حاصل القش
0.991	$Y = 1.300 + 0.0065X$	0.982	$Y = 3.756 + 0.020X$	حاصل الحبوب
0.996	$Y = 7.98 + 0.015X$	0.994	$Y = 19.124 + 0.034X$	الحاصل الكلي
0.988	$Y = 0.866 + 0.004X$	0.996	$Y = 2.242 + 0.0085X$	وزن 100 حبة
0.999	$Y = 6.520 + 0.068X$	0.999	$Y = 34.572 + 0.143X$	امتصاص P الكلي
0.988	$Y = 5.760 + 0.111X$	0.997	$Y = 0.290 + 0.122X$	نسبة الاستجابة
0.877	$Y = 9.490 + 0.0076X$	0.966	$Y = 16.210 + 0.086X$	كفاءة استعمال السماذ

قيمة r الجدولية عند مستوى 0.05 و 0.01 هي 0.878 و 0.959.

جدول 6: العلاقة بين مؤشرات نبات الحنطة (Y) مع مستوى إضافة الفسفور لسماذ DAP (X) وفقا لمعادلة الدرجة الثانية.

التربة المزيجة الرملية		التربة الطينية		الصفة
معامل الارتباط (R)	المعادلة	معامل الارتباط *(R)	المعادلة	
0.971	$Y = 6.183 + 0.136X - \times 10^{-4} X^2$ 3.65	0.985	$Y = 14.918 + 0.231X \times 10^{-4} X^2$ - 6.21	حاصل القش
0.988	$Y = 1.256 + 0.027X - 1.347 X^2$	0.939	$Y = 3.704 + 0.063X - \times 10^{-4} X^2$ 1.21	حاصل الحبوب
0.973	$Y = 7.424 + 0.163X - \times 10^{-4} X^2$ 4.29	0.976	$Y = 18.639 + 0.294X \times 10^{-4} X^2$ - 7.44	الحاصل الكلي
0.937	$Y = 0.755 + 0.015X - 0.653 X^2$	0.991	$Y = 2.152 + 0.024X - 1.407 X^2$	وزن 100 حبة
0.979	$Y = 5.500 + 0.375X - \times 10^{-4} X^2$ 8.02	0.983	$Y = 33.737 + 0.966X \times 10^{-3} X^2$ - 1.77	امتصاص P الكلي
0.978	$Y = 24.122 + 4.109X - 3.386 X^2$	0.974	$Y = 17.963 + 3.825X - 3.062 X^2$	نسبة الاستجابة
0.936	$Y = 10.898 + 3.526X - 4.171 X^2$	0.794	$Y = 41.130 + 3.672X - 3.154 X^2$	كفاءة استعمال السماذ

قيمة R الجدولية عند مستوى 0.05 و 0.01 هي 0.878 و 0.959.

جدول 7: العلاقة بين مؤشرات نبات الحنطة (Y) مع مستوى إضافة الفسفور لسماذ TSP (X) وفقا لمعادلة الدرجة الثانية.

التربة الرملية		التربة الطينية		الصفة
معامل الارتباط (R)	المعادلة	معامل الارتباط *(R)	المعادلة	
0.930	$Y = 6.183 + 0.136X - 3.65 \times 10^{-4} X^2$	0.984	$Y = 14.726 + 0.185X - 4.91 \times 10^{-4} X^2$	حاصل القش
0.513	$Y = 1.256 + 0.027X - 1.347X^2$	0.968	$Y = 3.910 + 0.049X - 1.132X^2$	حاصل الحبوب
0.946	$Y = 7.424 + 0.163X - 4.29 \times 10^{-4} X^2$	0.980	$Y = 18.625 + 0.234X - 6.02 \times 10^{-4} X^2$	الحاصل الكلي
0.940	$Y = 0.755 + 0.015X - 0.653X^2$	0.940	$Y = 2.074 + 0.018X - 1.10X^2$	وزن حبة 100
0.961	$Y = 5.500 + 0.375X - 8.02 \times 10^{-4} X^2$	0.975	$Y = 31.180 + 0.695X - 1.14 \times 10^{-3} X^2$	امتصاص P الكلي
0.994	$Y = 24.122 + 4.109X - 3.386X^2$	0.989	$Y = 8.095 + 4.113X - 3.376X^2$	نسبة الاستجابة
0.973	$Y = 10.898 + 3.526X - 4.171X^2$	0.688	$Y = 20.178 + 3.727X - 3.464X^2$	كفاءة استعمال السماذ

قيمة R الجدولية عند مستوى 0.05 و 0.01 هي 0.878 و 0.959.

المصادر:

- الاركوزي، أسو لطيف عزيز. 2010. تأثير مستويات مختلفة من سماذي اليوريا وسوبر فوسفات في بع مكونات حاصل القمح *Triticum aestivum* L. مجلة ديالى للعلوم الزراعية. 2(2): 145 - 154.
- الراشدي، صالح محمد و شكري إبراهيم. 2010. تأثير التسميد الفوسفاتي والدفعات في الوزن الجاف وامتصاص الفسفور في بعض مراحل النمو لمحصول الحنطة تحت الظروف الديمية. مجلة الانبار للعلوم الزراعية. مجلد 8(4): 128 - 138. (عدد خاص بالمؤتمر).
- الراوي، احمد عبد الهادي و تركي مفتن سعد و رحيم هادي عبدالله. 2001. تأثير مستوى وموعد إضافة السماذ الفوسفاتي في حاصل وبعض مكونات الحاصل للذرة الصفراء. مجلة إباء للأبحاث الزراعية. مجلد 11(19): 150 - 158.
- الساعدي، نصير عبد الجبار عبد الزهرة. 2000. سلوك وكفاءة الأسمدة الفوسفاتية الامونياكية في الترب الكلسية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- العبدلي، رنا سعد الله عزيز. 2005. تفاعلات بعض الأسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية وتأثيرها في نمو نبات الحنطة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل.
- العبيدي، هشام سلمان حسين. 2005. كفاءة السماذ العضوي المعدني الفوسفاتي في زيادة جاهزية الفسفور وأثره في نمو الحنطة *Triticum aestivum* L. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- العكيلي، جواد كاظم. 1989. تأثير مستوى الفسفور ونسجه التربة وفترة النمو على نمو الشعير. مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية. 8(2): 137 - 147.

- حمادي، خالد بدر و عادل عبدالله الخفاجي. 2000. استجابة محصول الحنطة للتسميد الفوسفاتي والبوتاسي في ترب ملحية. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص) عن وقائع المؤتمر العلمي الثالث للبحوث الزراعية. 5(2): 89 – 98.
- راهي، حمدالله سليمان و ظافر فخري الراوي. 1994. مقارنة كفاءة الأسمدة الفوسفاتية في تجهيزها للفسفور لنبات الذرة الصفراء. مجلة العلوم الزراعية. 25(1): 46 – 57.
- علي، نور الدين شوقي. 2011. تقانات الأسمدة واستعمالاتها. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- Alam, S. M., S. A. Shah, and M. M. Iqbal. 2005. Evaluation of method and time of fertilizers application for yield and optimum P-efficiency in wheat. Songklanakar J. Sci. Technol. 27(3): 457 – 463.
- Al-Khateeb, . K., M. J. Raihan, and S.R.Asker.1986. Phase equilibria and kinetics of orthophosphate in some Iraqi soil. Soil Sci. 141(1): 31 – 37.
- Ali, H., N. Srawar, S. Ahmed, A. W, Tariq, and A. N. Shahzad. 2012. Response of wheat crop to phosphorus fertilizers and application methods grown under agro-climatic conditions of Southern Punjab. Pak. J. Agri. Sci. 49(4): 485 – 489.
- Al-Salma, Y. J. 2008. Behavior of added phosphorus to different soil types in Deir Ezzor Governorate-Syria. Tishreen University J. Bio. Sci. Series 30(5): 193 – 201.
- Amanullah, M. Asif, K. Nawab, Z. Shah, M. Hassan, A. Z. Khan, S.K. Khalil, Z. Hussain, M. Tariq, and H.Rahman.2010. Impact of planting density and P-fertilizer source on the growth analysis of maize. Pak. J. Bot.42(4): 1349 2357.
- Awad, K.M.1985. Reaction of applied concentrated super phosphate fertilizer in saline calcareous soil. J. Ageri. Water Res.4(1): 48 – 53.
- Baker, A.V., and M. J. Plibeam.2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Barrow, N. J., and M. D. A. Bolland. 1990. A comparison of methods for measuring the effect of level of application on the relative effectiveness of two fertilizers. Fert. Res.26: 1 – 10.
- Barrow, N. J., and T.C. Shaw .1975. The slow reaction between soil and anions. 2. Effect of time and temperature on decrease in phosphate concentration in the soil solution. Soil Sci.119: 167 – 177.
- Bell, L.C., and C. A. Black.1970. Crystalline phosphates produced by interaction of orthophosphate fertilizers with slightly acid and alkaline soils. Soil Sci.Soc.Amer.Proc.34:735 – 740.
- Bidewell, R.G.S. 1979. Plant Physiology. 2nded Macmillan Pb. Co. Inc., N.Y.
- Carter, M. R. 1981. Association of total CaCO₃ and active CaCO₃ with growth of five three species on Chernozemic Soils. Can. J. of soil Sci. 61:173 – 175.
- Fageria, N. K., V. C. Baligar, and Y. C. Li. 2008. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. J. Plant Nutr. 31: 788 – 795.
- Fageria, N. K. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants CRC Press, Boca Raton, F.L.

- FAO., 1973. Calcareous Soils of Iraq. Bull No. 21, FAO, Rome. Italy.
- Follett, R. H., L.S. Murphy, and R.L. Donahue. 1981. Fertilizers and soil amendments. Prentice – Hall, Englewood, Cliffs, N.J.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. Prentice – Hall, Inc., N.J.
- Hooker, M.L., G.A. Peterson, D.H. Sander, and L.A. Daigger 1780. Phosphate fractions in calcareous soils as altered by time and amount of added phosphate. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 269 - 277.
- Jackson, M. L. 1958. Soil Chemical Analysis. (ed.). Prentice – Hall . Inc. Engle wood, Cliffs, N. J.
- Kaloi, G. M., N. Bhughio, R. N. Panhwar, S. Junejo, A.H. Mari, and M.A. Bhutto. 2011. Influence of incubation period on phosphate release in two soils of district Hyderabad. J. Anim. Plant Sci. 21 (4): 665 - 670.
- Khan, M.B., M.I. Lone, R. Ullah. S. Kaleem, and M. Ahmed. 2010. Effect of different phosphatic fertilizers on growth attributes of wheat (*Triticum aestivum L.*). J. of American Science 6 (12): 1256 – 1262.
- Lindsay, W.L., 1979. Chemical Equilibria in Soils. John Wiley & sons. Inc., N.Y.
- Lindsey, W.L. 1981. Solid Phase Solution Equilibria in Soil Chemistry in the Soil Environmental ASA, Apecial pup. No. 40. Am. Soc. Agron.
- Martel, Y. A., and J. Zizka. 1977. The effect of sulfur as compared to that of nitrogen phosphorus and potassium on the yield and quality of barley grown under green house condition. Can. J. Plant Sci. 57: 597 - 606.
- McConnell, S.G, D.H. Sander, and G. A. Peterson. 1986. Effect of fertilizer phosphorus placement depth on winter wheat yield. Soil. Sci. Soc. Am. J. 50: 148 – 153.
- McDowell, R.W., N. Mahien, P. C. Brookes, and P. R. Poulton. 2003. Mechanisms of phosphorus solubilisation in a limed soil as a functions of pH. J. Environ. Qual. 51 : 685 - 692.
- Memon, K. S, and H. K. Puno. 2005. Effect of different N and P levels on the yield and yield components of wheat variety pavan. Agric. Res. Station Dadu, Singdh, Pakistan Indus J. Plant Sci. 4: 273 -277.
- Mengel, K., and E. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition. Intern. Potash Inst., Bern, Switzer land.
- Olsen, R.A. (ed.). 1971. Fertilizer technology and use. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wis.
- Olsen, S.R., and F. S Watanabe. 1969. Diffusion supply of phosphorus in relation to soil textural variation. Soil Sci. 110: 318 – 327.
- Page, A. L. (ed.). 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological properties. Amer. Soc. Agron. Madison, Wis.
- Salisbury, F.B., and C. W. Ross. 1985. Plant Physiology. Third edition Wads worth Pub. Co. Belmont, California.

- Samadi, A., 2006. Phosphorus sorption characteristics in relation to soil properties in some calcareous soils of Western Azarbaijan province. *J. Agric Sci. Technol.* 8: 251 - 264.
- Sheppard, S.C., and G. J. Racz. 1984. Effect of soil temperature on phosphorus extractability. I. Extractions and plants uptake of soil and fertilizers phosphorus. *Can. J. Soil Sci.* 64: 241 – 254.
- Sposito, G. 1989. *The Chemistry of Soils* Oxford Univers. Press, New York.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of statistics*. McGraw – Hill, Inc., N.Y.
- Watanabe, F. S., and S. R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for exterminating phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24: 677 – 678.
- Yasin, M., A. M. Ranjha, M. yasin, and A. Rashid. 2007. Application of freundlich adsorption isotherm to determine phosphorus requirement of cotton crop on three different textured soils. *Pak J. Agric. Sci.* 44 (4): 557 - 562.
- Yosefi, K., M. Galavi, M. Ramrodi, and S. R. Mousavi. 2011. Effect of bio–phosphate and chemical phosphorus fertilizer accompanied with micronutrient foliar application on growth, yield and yield
- Zahedifar, M., N. Karimian, A Ronaghi, J. Yasrebi, Y. Emam, and A. A. Moosavi. 2011. Effect of phosphorus and organic matter on phosphorus status of winter wheat at different part and growth stages. *J. Plant Breed Crop. Sci.* 3 (15) – 401 - 412.
- Zheng, Z., L. E. Parent, and J. A. Macleod. 2003. Influence of Soil texture on fertilizer and soil phosphorus transformations in gleyslioc Soils. *Con. J. Soil Sci.* 83: 395 - 403.