تأثير زمن إضافة الفوسفور وعمقه في إتاحته في تربة كلسية

منال الحافظ[1] وحسن حبيب[1] وأكرم البلخي[1]

الملخَّص

نُفذّتْ تجربة حقلية أضيف فيها مقنن سماد السوبر فوسفات إلى تربة كلسية زرعت بالذرة الصفراء في موسمين زراعيين خلال عامي 2011-2012 في مزرعة كلية الزراعة بأبي جرش، أضيف السماد على الأعماق (تسميد سطحي، 10 سم، 20 سم) مقارنةً بمعاملة الشاهد(دون إضافة)، جرى الاعتيان بمعدل 12 مكرراً من كل معاملة وعلى أربعة أعماق مختلفة (0-10) سم (10-20) سم (20-30) سم، (30-40) سم بمعدل مكررين أيضاً لكل عمق، وذلك خلال أزمنة مختلفة من موسمي النمو النباتي [الزمن صفر، بعد 15 يوماً، بعد 30 يوماً، بعد 45 يوماً، بعد 60 يوماً، بعد 90 يوماً من الزراعة]. قدر الفوسفور المتاح في العينات جميعها، أظهرت النتائج ارتفاعاً في تركيز الفوسفور المتاح بعد الزراعة مباشرةً، مع ازدياد ملحوظ فيه بعد 15 يوماً منها، وذلك في المعاملات كلّها وعلى أعماق الاعتيان كلّها، ثم أخذ هذا التركيز بالتناقص في أزمنة الاعتيان المتلاحقة وبمعدل ثابت في المعاملات جميعها وعلى الأعماق كلّها أيضاً، حتى بلغ النصف تقريباً (بعد 90 يوماً من الزراعة). كما لوحظ تفوق العمقين من 0-10 سم ومن 10-20 سم من حيث تركيز الفوسفور المتاح، أمّا بالنسبة إلى أزمنة الاعتيان المختلفة فقد تبين تفوق الزمن بعد 15 يوماً من الزراعة وتبعه مباشرةً الزمن صفر، كما وجد أيضاً أن أفضل تركيز للفوسفور المتاح كان على العمق 0-20 سم في معاملة التسميد على عمق 10 سم، وزمن الاعتيان بعد 15 يوماً من الزراعة.

الكلمات المفتاحية: الفوسفور، تربة كلسية، ذرة صفراء، اعتيان (جمع العينات).

[1] قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص.ب 30621، دمشق، سورية.

The impact of time and depth of adding phosphorus on it's availability in calcareous soil

Al-Hafez, M.[(1)], H. Habib[(1)] and A. Al-Balki[(1)]

Abstract

This study was conducted at the farm of agriculture college (Abu Jarash), Damascus university to determine the impact of time and depth of adding phosphorus on it's availability in calcareous soil cultivated with corn during 2011 and 2012 seasons. Super phosphorus fertilizer was added to the soil at three different depths (0, 10 and 20 cm), while the control spot left without fertilizer addition. Soil samples were taken for analysis of available phosphorus (P) from 12 replicates at different depths 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm with two samples for every depth at zero time, 15, 30, 45, 60 and 90 days during the growing corn.

Results indicated that the available phosphorus increased directly in all samples after cultivation, with a marked value recorded at all depths after 15 days of cultivation. This concentration began decreasing gradually with a constant rate in time in all transactions and reached 50% after 90 days of cultivation. It was also observed that available phosphorus was higher at the two depths, 0-10 and 10-20 cm and after 15 days of post- corn cultivation and followed by zero time and it was found that the best concentration was observed at depth extended from 0 to 20 cm in the treatment of adding fertilizer at depth of 10 cm and time of sampling was 15 days of cultivation.

Keywords: Phosphorus, Calcareous soil, Maize, Sampling.

[(1)]Dept. of Soil Sci. Fac. Agric. Damascus Univ., B. O. POX 30621. Syria.

المقدمة

يعدُّ الفوسفور أحد العناصر المغذية الأساسية للنبات، إذْ يحتاج إليه بتراكيز تراوح بين0.003- 3 جزءاً بالمليون (ppm) في محلول التربة (Mengel وKirby، 1987)، تختلف النباتات في حاجتها للفوسفور تبعاً لنوع المحصول ومرحلة النمو، وإن أعراض نقصه لاتشير إلى عدم وجوده بكمية كافية في التربة، بل قد يرجع السبب أحياناً إلى عدم توافره بشكل قابل للامتصاص بسبب تعرضه للتثبيت بآليتي الترسيب والادمصاص، أي تحوله من الشكل الذائب والمتاح للنبات إلى الشكل المعقد الأقل ذوباناً وإتاحةً، تؤثر في هذه العملية عوامل عدة منها: كمية معادن الطين ونوعها، ودرجة الحموضة، وتأثير الأيونات، وتأثير المادة العضوية فضلاً عن زمن التلامس بين أيونات الفوسفات ومكونات التربة (عودة وشمشم، 2008). ويظهر ذلك جلياً في الترب الكلسية التي لايزال سلوك الفوسفور فيها محط اهتمام الباحثين. وانطلاقاً من خاصية الفوسفور في الانتشار البطيء في التربة أشارت دراسات عديدة إلى أن تعميق السماد أو إبعاده عدة سنتمترات فقط عن خطوط الزراعة كاف أن يؤثر سلباً في امتصاصه ومن ثمَّ في سرعة نمو البادرات (Bell وBlack، 1970) تعمل بعض مفرزات الجذور وإنزيماتها على زيادة تحرر فوسفور التربة وإتاحته في منطقة انتشارها، وتقل هذه الإتاحة بالابتعاد عنها (Hocking،2001). أشار El-Baruni وOlsen (1979) إلى أن استعمال سماد المزرعة يقلل من تثبيت الفوسفور، وأن المخلفات العضوية تعمل على زيادة ذوبان السماد الفوسفاتي بواسطة نواتج تحللها وخاصة الأحماض الهيومية التي تشكل معقدات ثابتة مع الكالسيوم، فتقلل بذلك من ادمصاصه على حبيبات التربة ومن ثمَّ من تثبيته. بين Akinremi (1991) من خلال تجربة قُدّر فيها الفوسفور المتاح في تربة كلسية مزروعة بالقمح، خلال مدد زمنية متزايدة من النمو النباتي، ازدياد الفوسفور المتاح من8 ppm قبل التسميد الفوسفوري إلى 17 ppm بعد 48 ساعة منه، ثم تناقص إلى 6 ppm بعد 85 يوماً. وجد Cavazza وPatruno (1997) بأن الفوسفور المتاح يزداد مباشرة بعد إضافة السماد، ثم تتناقص كميته تناقصاً تدريجياً إلى النصف بعد أربعة إلى خمسة أشهر من الإضافة.

الهدف من البحث

هدف هذا البحث إلى دراسة تيسر الفوسفور في الترب الكلسية خلال موسم النمو النباتي، ثم التنبؤ بفاعلية إضافة الأسمدة الفوسفاتية بالعلاقة مع عمق إضافتها والعلاقة مع انتشار الجذور.

مواد البحث وطرائقه

مواد البحث:

1- التربة: اختيرت قطعة أرض بمساحة 100م^2 من حقول مزرعة كلية الزراعة في أبي جرش، وهي تربة كلسية نسيجها غضاري.

2- النبات المزروع: محصول الذرة الصفراء صنف (غوطة-82)، زرع على سطور بأبعاد 50 سم، وفي جور تبعد 25- 30 سم.

3- السماد: أُضيف 3م^3/ دنم زبل بلدي، 15 كغ/ دنم سوبر فوسفات ثلاثي (مركز)، 24 كغ/ دنم يوريا 46 %، 20 كغ/ دنم سلفات البوتاسيوم 50%.

طرائق البحث:

1- توصيف التربة: نفذّت الاختبارات الآتية: بحسب (Soltanpour وزملاؤه، 1996).

- التحليل الميكانيكي وتحديد نسيج التربة بطريقة الهيدرومتر.
- الكثافة الظاهرية في الحقل بطريقة الاسطوانة.
- الكثافة الحقيقية بوساطة دورق مقياس الكثافة Pycnometer.
- المسامية العامة بالطريقة الحسابية.
- تقدير سعة التبادل الكاتيوني CEC باستعمال خلات الصوديوم والطرد المركزي.
- تقدير المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة.
- تعيين pH التربة بوساطة pH- meter في معلق (1 : 2.5).
- تقدير الكلس الفعال بطريقة دورينو – غاليه.
- تقدير الفوسفور الميسر أو المتاح (Olsen، 1954).
- قياس نسبة الأملاح الذوابة باستخدام جهاز الموصلية الكهربائية EC.
- تعيين الكربونات والبيكربونات الذوابة في المستخلص المائي (5:1) بالمعايرة بحمض الكبريت.
- تقدير الكالسيوم والمغنيزيوم الذائبين في المستخلص المائي (5:1) والمتبادلين في مستخلص كلوريد الأمونيوم (20:1) بطريقة المعايرة بمحلول الفرسينات.
- تعيين الكبريتات بطريقة المعايرة بالفرسينات بوجود دليل الكالسئين في المستخلص المائي.

- تعيين الصوديوم والبوتاسيوم الذائبين في المستخلص المائي (5:1) والمتبادلين في مستخلص الإيتانول (20:1) باستخدام جهاز التحليل باللهب Flame photometer .
- تقدير الآزوت الكلي بطريقة كلدال.

2- مراحل تنفيذ التجربة: نُفّذَ البحث في مزرعة كلية الزراعة في أبي جرش، خلال موسمين زراعيين 2011-2012. أُعدَّت الأرض للزراعة بحراثتها عدة مرات ثم أضيف السماد البلدي (روث الأغنام) مع آخر حراثة. قسّم الحقل التجريبي إلى 16 مسكبة بمسافات فاصلة قدرها 75 سم بين المساكب، وبأبعاد 2×2 م^2 للمسكبة الواحدة، حيث مثلت المساكب السابقة أربع معاملات، كررت كل معاملة أربع مرات. أضيف سماد سلفات البوتاسيوم ونصف كمية اليوريا نثراً قبل الزراعة وبالتساوي على المكررات، أمّا النصف المتبقي من اليوريا فقد أُضيف بعد 50 يوماً من الزراعة. بالنسبة إلى سماد السوبر فوسفات الثلاثي أضيف بعد الزراعة مباشرةً وبكميات متساوية على الجور، بحيث يبعد مكان الإضافة عن موقع النبات (5) سم تقريباً، وذلك وفقاً للمعاملات الآتية:

- المعاملة الأولى: (الشاهد) دون تسميد فوسفوري.
- المعاملة الثانية: إضافة المقنن السمادي (الفوسفوري) على السطح.
- المعاملة الثالثة: إضافة المقنن السمادي (الفوسفوري) على عمق 10 سم.
- المعاملة الرابعة: إضافة المقنن السمادي (الفوسفوري) على عمق 20 سم.

أخذت عينات التربة لتقدير الفوسفور المتاح بطريقة أولسن في أثناء موسمي النمو باستخدام المسبار Auger؛ وذلك على الأعماق الآتية: (0-10)، (10-20)، (20-30)، (30-40) سم، للاعتيان الواحد، كرر كل اعتيان ثلاث مرات من كل مسكبة، أُخذت العينات السابقة بهدف مراقبة حركة الفوسفور المتاح وتغيراته في أزمان محددة من موسم النمو، الزمن صفر (خلال 48 ساعة من الإضافة)، بعد 15 يوماً من الزراعة، بعد 30 يوماً، بعد 45 يوماً، بعد 60 يوماً، بعد 90 يوماً، وكان تقدير Olsen-p بمعدل مكررين لكل عينة. أُجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS واعتماد تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

النتائج والمناقشة

خصائص التربة (قبل الزراعة):

يوجز الجدولان (1) و(2) خصائص التربة قبل الزراعة، يتّضح منهما أن التربة ذات نسيج غضاري، وتحتوي نسبة عالية من كربونات الكالسيوم تزيد على 40%، كما لوحظ أن محتوى التربة من المادة العضوية جيد، وكان pH التربة مائلاً قليلاً للقلوية، أمّا بالنسبة إلى الكالسيوم المتبادل فكانت كميته أعلى من باقي الكاتيونات إذ راوحت بين (21.96-

22.45) ميلمكافئ/100غ تربة، وفيما يتعلق بتركيز الفوسفور المتاح على شكل P_2O_5، فقد راوح بين (17.02-19.03) ppm ويعدُّ مستوى هذا التركيز متوسطاً بالاعتماد على تقييم أولسن للفوسفور بشكل p إذْ لم تتجاوز القيم 10 ppm ($P = 2.29/ P_2O_5$).

الجدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للتربة

عمق التربة (سم)	الكثافة الحقيقية غ/سم^3	الكثافة الظاهرية غ/سم^3	المسامية %	رمل %	سلت %	طين %	نسيج التربة	pH معلق 20:1	Ec ds\m مستخلص 5:1	$CaCO_3$ %	كلس فعال %	CEC Meq \100g	O.M %
10-0	2.50	1.35	46.00	23.08	28.84	48.08	غضاري	8.07	0.155	44	17.1	20.04	1.85
20-10	2.50	1.37	45.20	23.52	28.63	47.85	غضاري	8.07	0.158	42	16.3	20.05	1.62
30-20	2.50	1.39	44.40	24.16	24.88	50.96	غضاري	8.05	0.173	42	16.0	20.16	1.39
40-30	2.51	1.40	44.22	25.03	23.74	51.23	غضاري	8.01	0.186	41	15.9	20.22	1.16

الجدول (2) محتوى التربة من العناصر الخصوبية

العمق (سم)	الأيونات الذائبة فى محلول التربة (ميلمكافئ/ 100غ) فى المستخلص (5:1)										الآزوت الكلى %	P_2O_5 Olsen (ppm)
	الأنيونات الذائبة				الكاتيونات الذائبة				الكاتيونات المتبادلة (ميلمكافئ/100غ) فى المستخلص الملحي (20:1)			
	Cl^-	SO_4^{-2}	CO_3^{--}	HCO_3^-	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+		
10-0	0.50	1.38	-	0.3	1.50	0.50	0.16	0.03	22.45	3.55	0.21	0.86	0.09	19.03
20-10	0.52	1.30	-	0.3	1.53	0.43	0.16	0.03	22.29	3.59	0.21	0.86	0.06	17.11
20-30	0.55	1.22	-	0.3	1.55	0.35	0.15	0.02	22.13	3.63	0.21	0.86	0.05	17.02
30-40	0.58	1.14	-	0.3	1.58	0.28	0.15	0.02	21.96	3.66	0.21	0.86	0.09	19.03

متوسط تركيز الفوسفور المتاح في الأعماق المختلفة للمعاملات السمادية وأزمنة الاعتيان كلّها خلال موسمي النمو النباتي:

يبيّن الجدول (3) متوسط تركيز الفوسفور المتاح في الأعماق المختلفة، للمعاملات المدروسة جميعها ولموسمي النمو النباتي معاً، إذْ يظهر الجدول تفوق العمقين من (0- 10) سم ومن (10-20) سم، نظراً لوجود فروق مقارنةً بالعمقين الباقيين، وكان أفضلها عمق الاعتيان (10-20) سم، وتبعه مباشرة العمق من (0-10) سم بفارق بسيط. في حين كان أقل تركيز للفوسفور المتاح هو عند عمق الاعتيان (30-40) سم. ويعزى ذلك إلى أن الأعماق التي أظهرت تفوقاً في تركيز الفوسفور المتاح تنحصر في المجال (0-30) سم، وهو العمق الفعّال لأغلب المحاصيل ومنها نبات الذرة الصفراء الذي يتبع الفصيلة النجيلية، تعدُّ منطقة انتشار الجذور نشطة حيوياً نظراً إلى الإفرازات الجذرية السالبة الشحنة التي تؤدي دوراً مهماً في التقليل من تثبيت الفوسفات أو عمل مخلبيات مع الكالسيوم، مما يقلل من اتحادها مع الفوسفات تاركةً الأخيرة متاحة للنبات Halford و Mattingly (1975)، كما يعدُّ العمق (0-30) سم هو عمق الحراثة زراعياً، إذْ تؤدي مجمل ظروف الدراسة مثل (إضافة السماد الفوسفوري على أعماق مختلفة وارتفاع

تدريجي للحرارة والرطوبة والنشاط الحيوي في منطقة الجذور خلال الموسمين) إلى حركة الفوسفور المضاف عدة سنتمترات بعيداً عن مواقع الإضافة، وإتاحة الفوسفور للنبات، وهذا يتفق مع بحوث كل من Hergert و Reuss (1976) إذْ أشارا إلى أن الفوسفور المتاح يزداد بعد مدة طويلة من إضافة السماد الفوسفاتي إلى الترب شبه الجافة ذات القوام الغضاري، كما ينتقل جزئياً وبشكل تدريجي بواسطة المحاصيل المزروعة بنسبة (21-51%) إلى أعماق بعيدة عن مواقع الإضافة، مع تراكم للفوسفور المتبقي في طبقة الحراثة بنسبة (33-64%) أو رشحه إلى طبقات التربة الأكثر عمقاً، كما أن تحولات المادة العضوية تعمل بدورها على خفض pH وزيادة ذوبانية المركبات الفوسفاتية، فضلاً عن ارتباط الدبال المتشكل في التربة مع أنيونات الفوسفات عبر جسور كاتيونية من الكالسيوم، لتتشكل معقدات مثل (دبال - كالسيوم - فوسفات) يمكن أن يستفيد منها النبات بسهولة خاصةً وأنها ترشح إلى أعماق أبعد عن مواقع التوضع السمادي، نتيجة انخفاض وزنها الجزيئي(عودة وشمشم، 2008).

الجدول (3) متوسط تركيز الفوسفور المتاح في الأعماق المختلفة للمعاملات السمادية وأزمنة الاعتيان كلّها خلال موسمي النمو النباتي.

عمق أخذ العينات	متوسط Olsen - P_2O_5 (ppm)
0 – 10 سم	22.59 [ab]
10 – 20 سم	22.88 [a]
20 – 30 سم	21.80 [b]
30 – 40 سم	19.84 [c]
0.05 LSD	**0.94**

تشير الأحرف المتشابهة في العمود الواحد إلى وجود فرق معنوي (P < 0.05) بين المتوسطات.

متوسط تركيز الفوسفور المتاح في أزمنة الاعتيان المختلفة، للأعماق كلّها والمعاملات السمادية المدروسة خلال موسمي النمو النباتي:

يظهر الجدول (4) وجود فرق معنوي (P < 0.05) بين الأزمنة المختلفة، مع تفوق لزمن الاعتيان (بعد 15 يوماً من الزراعة) في تراكيز الفوسفور المتاح، ويتبعه مباشرة زمنا الاعتيان (الزمن صفر ثم الزمن بعد 30 يوماً من الزراعة)، إذْ كانت التراكيز المبينة في الجدول هي متوسطات لتراكيز الفوسفور المتاح للمعاملات والأعماق الأربعة معاً وخلال موسمي النمو النباتي في أزمنة الاعتيان المختلفة، يمكن تفسير ذلك وفقاً لما يأتي: إن عملية التسميد وتغير المحتوى الرطوبي للتربة نتيجة عمليات الري ودرجة الحرارة المتوسطة في الشهر الأول من النمو النباتي، أدت إلى دخول فوسفات الكالسيوم المنحلة في التربة في تفاعلات عكوسة تهدف إلى العودة إلى حالة التوازن متحولة من شكل ذائب إلى آخر أقل ذوباناً، وهذا التحول يحتاج إلى مدة تزيد على 30 يوماً. في حين سيطرت

في هذه المدة الأشكال الذوابة والمتاحة للنبات، التي تتأثر انحلاليتها بشكل مباشر برطوبة التربة، وهذا ما ذكره Hagin و Tucker (1982). كما أن الفوسفور في سماد السوبر فوسفات الحبيبي المضاف يكون ذائباً بعد الإضافة مباشرة، حيث سطح التماس مع كربونات الكالسيوم ومعادن الطين قليلاً، ومن ثمَّ يكون احتمال الامتزاز والتثبيت للفوسفور المتحرر التي تزداد قليلة، وهذا يتفق مع Fixen وGrove (1990). وفي غياب دور الامتصاص الجذري للنبات في مرحلة الإنبات، يكون الفوسفور الذائب في محلول التربة متاحاً وبكميات أعلى من المراحل اللاحقة. بالمقابل يلاحظ من الجدول أيضاً، أن أقل تركيز للفوسفور المتاح كان (بعد 90 يوماً من الزراعة) أي عند الحصاد، وهذا طبيعي نتيجة تعرض الفوسفات للامتصاص والادمصاص والتثبيت مع الزمن، والتحول إلى أشكال أقل إذابة وإتاحة للنبات الذي يكون قد استهلك كميات كبيرة من فوسفور التربة، فتقل إتاحته في محلولها. وتجدر الإشارة هنا إلى أن ارتفاع درجة الحرارة في نهاية الموسم وتوقف عملية الري قبل الحصاد بمدة عشرة أيام تقريباً، أدى إلى قلة إذابة الفوسفات وازدياد تثبيتها Tang وArmstron (2008).

الجدول (4) متوسط تركيز الفوسفور المتاح في أزمنة الاعتيان المختلفة للأعماق والمعاملات السمادية المدروسة كلّها ولموسمي النمو النباتي

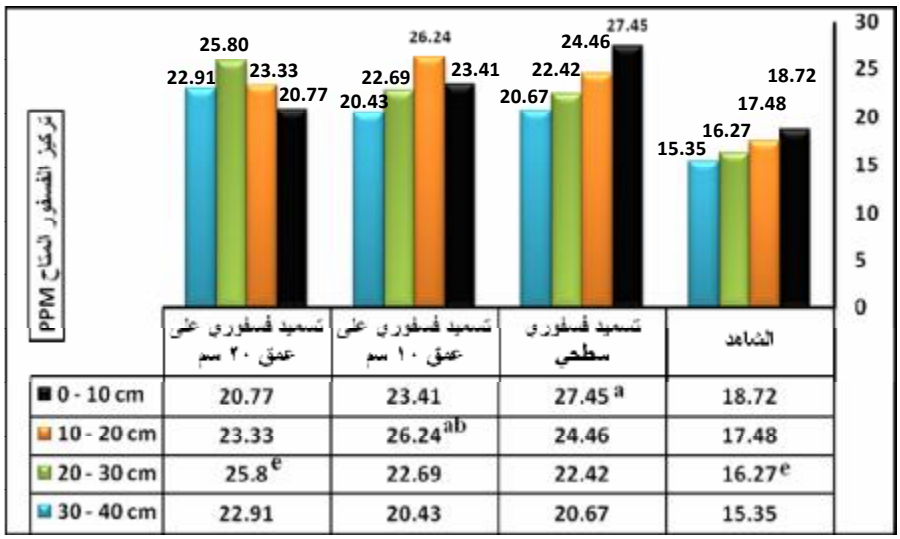
زمن أخذ العينات	متوسط P_2O_5 - Olsen (ppm)
الزمن صفر(بعد الزراعة مباشرة)	24.07 [b]
بعد 15 يوماً من الزراعة	25.43 [a]
بعد 30 يوماً من الزراعة	23.43 [b]
بعد 45 يوماً من الزراعة	21.79 [c]
بعد 60 يوماً من الزراعة	19.8 [d]
بعد 90 يوماً من الزراعة	16.13 [e]
LSD 0.05	**0.91**

تشير الأحرف المتشابهة في العمود الواحد إلى وجود فرق معنوي ($P < 0.05$) بين المتوسطات

العلاقة بين عمقي وضع السماد والاعتيان:

يبيّن الشكل(1) العلاقة بين عمق وضع السماد وعمق الاعتيان من حيث تركيز الفوسفور المتاح إذْ يظهر المخطط وجود فرق معنوي ($P < 0.05$) بين المعاملات كلّها مقارنة بالشاهد، ولدى مقارنة المعاملات المضاف إليها السماد فيما بينها، تبين تفوق العمق 0-10 سم في معاملة التسميد السطحي على باقي المعاملات، وتبعه مباشرةً وبفارق بسيط عمق الاعتيان من 10-20 سم في معاملة التسميد على عمق 10 سم. يمكن تفسير ما سبق بأن موقع إضافة سماد السوبر فوسفات لايعدُّ المؤثر الوحيد المسؤول عن زيادة الإتاحة عند هذا العمق، على الرغم من دوره في زيادة تركيز المحلول القريب من مكان الإضافة، ويؤكد ذلك الفرق المعنوي في تركيز الفوسفور المتاح على عمق 20-30 سم في

معاملة التسميد على عمق 20 سم،مقارنةً بالمعاملتين السابقتين. لذا تبرز هنا خصوصية الأعماق التي تفوق فيها تركيز الفوسفور المتاح بأنها منطقة انتشار الجذور التي تؤدي بالإضافة إلى عملية الرشح دوراً مهماً في انتشار الفوسفور وزيادة ذوبانيته، ومن ثمَّ إتاحته بسبب المفرزات الجذرية ونشاط الأحياء في هذه المنطقة. لدرجة قد يوجد فيها الفوسفور المتاح على عمق يراوح بين 0.45-0.6 m (Campbell وزملاؤه، 1993).



	تسميد فسفوري على عمق ٢٠ سم	تسميد فسفوري على عمق ١٠ سم	تسميد فسفوري سطحي	الشاهد
0 - 10 cm	20.77	23.41	27.45 [a]	18.72
10 - 20 cm	23.33	26.24 [ab]	24.46	17.48
20 - 30 cm	25.8 [e]	22.69	22.42	16.27 [e]
30 - 40 cm	22.91	20.43	20.67	15.35

الشكل (1) متوسط تركيز الفوسفور المتاح في الأعماق والمعاملات السمادية المختلفة في موسمي النمو.

العلاقة بين زمن الاعتيان وكل من عمقي إضافة السماد وأخذ العينات:

يبيّن الجدول 5 قيم الفوسفور المتاح في المعاملات السمادية وأزمنة الاعتيان المختلفة للأعماق الأربعة معاً ولموسمي النمو النباتي، إذْ يظهر هذا الجدول تفوق المعاملات المختلفة على الشاهد، ولدى مقارنة المعاملات فيما بينها تبيّن تفوق زمن الاعتيان (بعد 15 يوماً من الزراعة) في معاملة التسميد الفوسفوري السطحي على باقي المعاملات، وتبعه مباشرة بزمن الاعتيان نفسه وبفارق بسيط، التركيز 27.08 ppm في معاملة التسميد الفوسفوري على عمق 10 سم، في حين كان أقل تركيز للفوسفور المتاح في الزمن (بعد 90 يوماً من الزراعة) في معاملة التسميد السطحي. كما يبيّن الجدول6 قيم الفوسفور المتاح في الأعماق وأزمنة الاعتيان المختلفة، للمعاملات السمادية الأربع معاً، خلال

موسمي النمو النباتي، يظهر الجدول وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 0.05 بين أعماق الاعتيان المختلفة، مع تفوق لتركيز الفوسفور المتاح عند العمق 10-20 سم، وزمن الاعتيان (بعد 15 يوماً من الزراعة)، وتبعه مباشرة في تركيز الفوسفور وبفارق بسيط، العمق 0-10 سم عند زمن الاعتيان نفسه، في حين كان أقل تركيز للفوسفور المتاح في العمق من 30-40 سم وزمن الاعتيان (بعد 90 يوماً من الزراعة). بناءً على ماسبق من ملاحظات في الجدولين 5 و6 نجد أن الفوسفور يكون أكثر إتاحة عند عمق الاعتيان 0-20 سم في معاملة التسميد على عمق 10 سم وزمن الاعتيان (بعد 15 يوماً من الزراعة).

الجدول (5) متوسط تركيز الفوسفور المتاح في المعاملات وأزمنة الاعتيان المختلفة خلال موسمي النمو النباتي.

زمن أخذ العينة (يوم)	متوسط P_2O_5 - Olsen (ppm) في المعاملات المختلفة			
	الشاهد (بدون تسميد فسفوري)	تسميد فسفوري سطحي	تسميد فسفوري على عمق 10 سم	تسميد فسفوري على عمق 20 سم
بعد الزراعة مباشرةً	19.66 h	26.11 bc	24.97 cd	25.54 c
بعد 15 يوماً من الزراعة	19.07 h	28.54 a	27.08 b	27.05 b
بعد 30 يوماً من الزراعة	17.30 i	25.80 c	25.15 cd	25.50 c
بعد 45 يوماً من الزراعة	16.91 i	24.12 de	23.17 ef	22.94 f
بعد 60 يوماً من الزراعة	15.56 j	21.12 g	21.48 g	21.07 g
بعد 90 يوماً من الزراعة	13.24 k	16.82 i	17.30 i	17.15 i
LSD 5 %	1.15			

الجدول (6) متوسط تركيز الفوسفور المتاح في الأعماق وأزمنة الاعتيان المختلفة خلال موسمي النمو النباتي.

زمن أخذ العينة (يوم)	متوسط P_2O_5 - Olsen (ppm) في أعماق الاعتيان المختلفة (cm)			
	0 – 10 سم	10 – 20 سم	20 – 30 سم	30 – 40 سم
بعد الزراعة مباشرةً	24.95 abc	24.80 bcd	23.99 cdef	22.54 fgh
بعد 15 يوماً من الزراعة	26.21 ab	26.66 a	25.23 abc	23.64 cdef
بعد 30 يوماً من الزراعة	24.33 cde	24.76 bcd	23.15 defg	21.49 ghij
بعد 45 يوماً من الزراعة	22.57 fgh	22.87 efgh	21.81 ghi	19.8 j
بعد 60 يوماً من الزراعة	20.56 ij	21.14 hij	20.0 j	17.53 k
بعد 90 يوماً من الزراعة	16.92 k	17.04 k	16.59 k	13.96 i
LSD 5 %	1.75			

6 - متوسط تركيز الفوسفور المتاح في كل موسم للنمو النباتي :

يبيّن الجدول 7 قيم الفوسفور المتاح في كلا الموسمين للمعاملات السمادية معاً، يظهر الجدول أن هناك فرقاً معنوياً ($P < 0.05$) بين الموسمين مع تفوق للموسم الثاني على الأول، يمكن تفسير ذلك بتعاقب إضافة السماد الفوسفاتي في الموقع نفسه؛ مما يؤدي إلى وجود للفوسفور المتبقي خاصة في طبقة الحراثة، وهذا يتفق مع ما أشار إليه الليفاني (1993). كما يمكن أن يؤدي اختلاط بقايا المحصول في الموسم الأول في أثناء فلاحة القطعة التجريبية تمهيداً للموسم الثاني، إلى زيادة كمية المادة العضوية، ومن ثمَّ إلى انخفاض معدل ادمصاص الفوسفور، وزيادة كمية المتاح منه في محلول التربة.

الجدول (7) متوسط تركيز الفوسفور المتاح في كل موسم للمعاملات والأعماق وأزمنة الاعتيان كلّها.

موسم النمو النباتي	متوسط P_2O_5 - Olsen (ppm)
الموسم الأول	20.85 [b]
الموسم الثاني	22.71 [a]
0.05 LSD	**0.67**

الاستنتاجات

أدت إضافة سماد السوبر فوسفات قبل الزراعة وعلى أعماق مختلفة إلى زيادة تركيز الفوسفور المتاح خلال 48 ساعة من الإضافة في أعماق الاعتيان المدروسة جميعها، واستمرار هذا التزايد بعد 15 يوماً من الزراعة، كما لوحظ بدء تناقص تركيز الفوسفور المتاح بعد 30 يوماً من الزراعة في المعاملات جميعها وفي أعماق الاعتيان جميعها، واستمرار هذا التناقص بمعدل ثابت تقريباً خلال أزمنة الاعتيان المختلفة حتى بلغ النصف بعد 90 يوماً من الزراعة، مقارنةً بالزمن صفر (بعد الزراعة مباشرةً)، وتبيّن أيضاً تفوق عمق الحراثة (0-20) سم، الذي يمكن عدُّهُ منطقة انتشار الجذور في تركيز الفوسفور المتاح، وذلك في معاملتي التسميد السطحي والتسميد على عمق 10 سم، وأن أفضل زمنٍ خلال موسم النمو كان فيه الفوسفور متاحاً بشكل أكبر للنبات هو بعد الزراعة مباشرة وبعد 15 يوماً منها.

References المراجع

الليفاني، سعيد اسماعيل. 1993. دراسة السلوك الفيزيوكيميائي لسمادي الأورثوفوسفات والسوبر فوسفات. رسالة دكتوراه، جامعة بغداد.133.

عودة، محمود، وسمير شمشم. 2008. خصوبة التربة وتغذية النبات، جامعة البعث، الصفحات: 135 - 161.

Akinremi, O. O. 1991. Phosphate and accompanying cation transport in a calcareous cation exchange resin system. Soil Sci. Soc. Am. J. 55:959 - 964.

Bell, L. C. and C. A. Black. 1970. Transformation of dibasic calcium phosphate dehydrate and octacalcium phosphate in slightly acid and alkaline soils. Soil science society of America proceedings 34:583– 587.

Campbell, G. P., V. Lafond. O. Biederbeck, and G. E. Winkleman. 1993. Influence of legumes and fertilization on deep distribution of available phosphorus (olsen–p) in soil. Can. J. Soil Sci., 73:555 – 565.

Cavazza, L. and A. Patruno. 1997. Type of phosphorus fertilizer. III.Effects on available phosphorus content in different soils. Rivista di Agronomia. 31(2):347– 360.

EL-baruni, B. and S. R. Olsen. 1979. Effect of manure on solubility of phosphorus in calcareous soil. Soil Sci., 128:219 - 225.

Fixen, P. E. and J. H. Grove. 1990. Testing soil for phosphorus.In soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Am. 141 – 180

Hagin, J. and B. Tucker. 1982. Fertilization of dry land and irrigated soils. Springe, Verlag NewYork. Pp: 75-90,

Halford, I. C. R. and G. E. G. Mattingly. 1975. The high and low energy phosphate absorbing surfaces in calcareous soils J. Soil Sci.26:407 – 417.

Hergert, W. L. and D. E. Reuss. 1976. Phosphorus vitalization from surface application in the field and laboratory. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.43: 359– 363.

Hocking, P. J. 2001. Organic acids exuded from roots in phosphorus uptake and aluminum tolerance of plants in acid soils. In advances in agronomy. Ed. D. L sparks. Academic press, NewYork. Pp: 63–79.

Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition.4th Edi..Int. Potash Institute. Bern, Switzerland.

Olsen, S. R., F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA, Washington.

Soltanpour, P. N., C. W. Johnson, S. M. workman, J. B. Jone, Jr and R. O. Miller. 1996. Methods of soil analysis,part 3-chemical methods, SSSA, Book.

Tang, D. T. and A. D. Armstron. 2008. Changes and availability of phosphor fractions following 65 years of phosphor application to calcareous soil in a Mediterranean. climate.

Received	**2013/01/29**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2013/04/10**	**قبول البحث للنشر**