جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الأنبار – كلية الزراعة

دراسة امتزاز الفوسفات المكثفة في بعض الترب الكلسية

رسالة تقدم بها
كمال حميد أحميد جاسم الدليمي
إلى
مجلس كلية الزراعة في جامعة الأنبار وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية (التربة والموارد المائية)

إشراف الأستاذ المساعد
د. طه ياسين نجرس إلهيتي

1432 هـ **2011 م**

المستخلص

أجريت هذه الدراسة في قسم التربة والمياه / كلية الزراعة / جامعة الانبار لمقارنة إمتـزاز الفوسـفات المكثفـة بالفوسـفات الأحاديـة فـي التربـة ، إذ تـم إختيـار مركـب الأورثوفوسفيت (KH_2PO_4) (OP) مصدراً للفوسفات الأحادية و الأمونيوم بولي فوسفيت $(NH_4)_6 P_4O_{13}$ (APP) كمصدر للفوسفات المكثفة. جمعت نماذج ترب كلسية من مناطق مختلفة من محافظة الأنبار ومن الطبقة السطحية 0 – 30 سم وأجريت عليها تجربة إمتزاز لمعرفة خطوطها الإمتزازية وتم اختيار أربعة نماذج تختلف في قابليتها الإمتزازية .إذ تضمنت الدراسة تجربتين الأولى تجربة إمتزاز بإضافة ثمانية تراكيز مختلفة من الفسفور من كلا المصدرين وبالمستويات التالية: 0 ، 2.5 ، 5 ، 10 ، 20 ، 40 ، 60 ، 80 ميكروغرامp .غم$^{-1}$ تربة إلى عينات الترب إذ رجت العينات لمدة أربع وعشرين ساعة و قدرت الفوسفات في محلول الاتزان ووصفت العلاقة بين الفوسفات الممتزة والفوسفات في محلول الاتزان حسب معادلة لنجمير. أما الثانية فهي تجربة بيولوجية للمقارنة بين تأثير كل من الأورثوفوسفيت والأمونيوم بولي فوسفيت على نمو النبات إذ نفذت التجربة في أصص بلاستيكية سعة 10 كغم تربة لكل أصيص وأضيفت الأورثوفوسفيت والأمونيوم بولي فوسفيت مصدراً للفسفور بالمستويات الآتية: 0 و 100 و 200 و400 ملغم p . كغم$^{-1}$ تربة واستخدمت اليوريا بمستوى 40 كغم N . دونم$^{-1}$ مصدراً للنتروجين وسماد كبريتات البوتاسيوم بمستوى 25 كغم K . دونم$^{-1}$ كمصدر للبوتاسيوم وبتصميم تجربة عامليه باستخدام تصميم القطاعات العشوائية وبثلاثة مكررات واستعمل نبات الذرة الصفراء صنف 2018 دليلاً نباتي. و تم قياس ارتفاع النباتات ثم حصدت النباتات ، وجففت على درجة حرارة 65- 70 م^0 ثم أخذ الوزن الجاف للنباتات وطحنت النباتات وقدّر الفسفور في النبات.

وأشارت نتائج الدراسة إلى ما يأتي :-

1- إن إمتزاز الأورثوفوسفيت كان أعلى من إمتزاز الأمونيوم بولي فوسفيت إذ بلغت قيم الإمتـزاز الأعظـم (xm) والمحسـوب مـن معادلـة لانكميـر للأورثوفوسـفيت 2000 ، 1000 ، 1666 ، 1250 مايكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة وللبولي فوسفيت 1428 ، 909 ، 1250 ، 1428 مـايكروغرام p . غـم$^{-1}$ تربـة لنمـاذج تـرب المحمـدي ، ، البسـطامية ، الجزيرة و البغدادي على التتابع .

2- كان هناك ارتباط موجب عالي المعنوية بين قيم الإمتزاز الأعظم ونسبة الطين ومعادن الكربونات إذ بلغت قيم معامل الارتباط البسيط (r) 0.880 و 0.990 لكل من الطين والكربونات على التوالي.

3- كان هناك ارتباطاً سلبياً بين قيم الإمتزاز الأعظم ونسبة المادة العضوية حيث بلغت قيمة معامل الارتباط البسيط (r) 0.990 -.

4- إنّ إضافة الفوسفات بمصدريه الأورثوفوسفيت والأمونيوم بولي فوسفيت أدت إلى زيادة كل من ارتفاع النبات والوزن الجاف والفسفور الممتص من نبات الذرة الصفراء وقد كانت الزيادة معنوية على مستوى 5% في جميع مستويات التسميد الفوسفاتي ولجميع

نماذج الترب المدروسة وكان ترتيب الترب من حيث قيم ارتفاع النبات والوزن الجاف والفسفور الممتص كالآتي: المحمدي > البسطامية > الجزيرة > البغدادي .

5- تفوق المصدر الفوسفاتي (APP) على المصدر (OP) في جميع ترب الدراسة ولجميع مستويات التسميد من حيث تأثيره في كل من ارتفاع النبات والوزن الجاف والفسفور الممتص من قبل النبات.

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
1. المقدمة	1
2. مراجعة المصادر	3
2. 1 تثبيت الفوسفات في التربة	**3**
2. 2 العوامل المؤثرة في تثبيت الفوسفات في الترب	**4**
2. 2. 1 النسجة (الجزء الطيني)	**4**
2. 2. 2 معادن الكربونات	**5**
2. 2. 3 درجة تفاعل التربة	**7**
2. 2. 4 المادة العضوية	**8**
2. 3 تفاعلات الأورثوفوسفيت في التربة	**9**
2. 4 المركبات الفوسفاتية المكثفة	**10**
2. 5 أهمية الفوسفات المكثفة	**12**
2. 6 تحلل البولي فوسفيت	**13**
2. 7 العوامل المؤثرة في تحلل البولي فوسفيت	**13**
2. 7. 1 درجة الحرارة	**14**
2. 7. 2 النشاط الإنزيمي	**14**
2. 7. 3 درجة تفاعل التربة	**16**
2. 7. 4 طول سلسلة المركب	**16**
2. 7. 5 نسجة التربة	**16**
2. 8 تفاعلات الفوسفات المكثفة في التربة	**17**
2. 8. 1 تفاعلات الترسيب	**18**
2. 8. 2 تفاعلات الإمتزاز	**18**
3- المواد وطرائق العمل	**20**
3. 1 تهيئة عينات التربة	**20**
3. 2 تحاليل التربة	**20**
3. 3 تجربة امتزاز الأورثوفوسفيت والبولي فوسفيت	**22**
3. 4 التجربة البيولوجية	**24**
3. 5 تحليل النبات	**25**
3. 6 التحليل الإحصائي	**27**
4. النتائج والمناقشة	**28**
4. 1 تجربة الإمتزاز	**28**
4. 1. 1 امتزاز الأورثوفوسفيت	**28**

4. 1. 2 امتزاز البولي فوسفيت	30
4. 2 التجربة البيولوجية	33
4. 2. 1 ارتفاع النبات	33
4. 2. 2 الوزن الجاف للجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء	36
4. 2. 3 الفسفور الممتص من قبل النبات	39
4. 3 كفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف في نماذج الترب المدروسة	42
5. الاستنتاجات والتوصيات	47
6. المصـــــادر	48
المصادر العربية	48
المصادر الأجنبية	51
7. الملحقات	63

قائمة الجداول

جدول رقم	الموضوع	الصفحة
1	بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لترب الدراسة	21
2	بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للأمونيوم بولي فوسفيت المستخدم في الدراسة	24
3	الثوابت المشتقة من معادلة لنجمير لنماذج الترب المدروسة	32
4	معامل الارتباط البسيط (r) بين الإمتزاز الأعظم المحسوب وبعض خصائص التربة	32
5	تأثير مصدر ومستوى السماد الفوسفاتي في ارتفاع نبات الذرة الصفراء (سم)	35
6	تأثير مصدر ومستوى السماد الفوسفاتي في الوزن الجاف للجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء (غم / أصيص)	38
7	تأثير مصدر ومستوى السماد الفوسفاتي في الفسفور الممتص في الجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء (ملغم.أصيص$^{-1}$)	41
8	معامل الارتباط البسيط بين كفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف وبعض خصائص التربة	45

قائمة الأشكال

الشكل رقم	الموضوع	الصفحة
1	**منحنيات الامتزاز للأورثوفوسفيت طبقاً لمعادلة لانكمير**	**29**
2	**منحنيات الامتزاز للبولي فوسفيت طبقاً لمعادلة لانكمير**	**31**
3	**كفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف وللمصدرين(APP) و (OP)**	**43**

قائمة الملاحق

الملحق رقم	الموضوع	الصفحة
1	**جدول تحليل التباين للفسفور الممتص من النبات**	**63**
2	**جدول تحليل التباين للوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء**	**63**
3	**جدول تحليل التباين لارتفاع النبات**	**64**
4	**جدول تحلـيل التبـاين لكفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف في نماذج الترب المدروسة**	**64**
5	**يوضح كفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف في ترب مختلفة (%)**	**65**
6	**تأثير المصدر الفوسفاتي (APP) و (OP) في ارتفاع الذرة الصفراء**	**66**
7	**تأثير المصدر الفوسفاتي (APP) و (OP) في الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء**	**67**
8	**تأثير المصدر الفوسفاتي (APP) و (OP) في الفسفور الممتص من قبل نبات الذرة الصفراء**	**68**

2. مراجعة المصادر

2. 1 تثبيت الفوسفات في التربة

إن الفوسفات المضافة إلى التربة سرعان ما تتحول إلى صورة غير ذائبة وغير متيسرة للنبات بسبب ارتباطها مع مكونات التربة المعدنية والعضوية المختلفة ببعض الروابط مما يؤدي إلى خفض تركيزها في محلول التربة وهذه العملية يطلق عليها تثبيت الفوسفات (Phosphate Fixation) أو حجز الفوسفات (Phosphate retention) (Tane ، 1982)، ومصطلح الحجز يعني اختفاء الفسفور الذائب في محلول التربة (Wild ، 1950)، ومصطلح الحجز يبدو أكثر شمولية ويعبر عن كل التفاعلات التي تقلل من تيسر فسفور التربة للنبات. وفي الترب الكلسية فإن عمليتي الامتزاز والترسيب هما العمليتان المسئولتان عن عملية حجز الفوسفات.

وعرّف Gunary و Sutton (1967) ظاهرة الامتزاز؛ أنها تفاعل فيز وكيميائي بوساطتها تصبح أيونات الفوسفات مرتبطة بأسطح دقائق التربة مما يؤدي إلى خفض جاهزيتها للنبات. وأشار Al-Khateeb ، (1985) إلى تعرض الفوسفات المضافة إلى التربة إلى كثير من التفاعلات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية المختلفة مثل الامتزاز أو الترسيب أو كليهما مما يؤدي إلى تقليل تركيزها في محلول التربة ومن ثم تقليل جاهزيتها للنبات.

إن نمو النبات كثيراً ما يرتبط بنقص الفسفور في ترب ذات محتوى منخفض من الفسفور أو في تلك الترب التي تمتلك سعة امتزاز عالية للفوسفات (Sanchez و Salinese ، 1981). وتؤثر ظاهرة الامتزاز هذه في جاهزية الفوسفات للنبات في خفض تركيزها في محلول التربة ومن ثم يتوقع انخفاض معدل انتشار الفوسفات إلى جذور النباتات (Ozanne و Shaw ، 1967) وهذا قاد الباحثين مثل Fox و Kampath (1970) إلى استخدام الجوانب التطبيقية لمعادلة لنجمير مثل خواص التربة المتحكمة بقدرة التربة لامتزاز الفوسفات عند حساب احتياجات النبات للفسفور للحصول على نمو جيد للنبات.

وأشار عدد من الباحثين (Olsen و Khasawneh ، 1980 ; Al-Zubaidi و Chien ، 1982) إلى حصول عمليات امتزاز للفوسفات عند التراكيز الواطئة وعمليات ترسيب عن التراكيز العالية. واقترح الباحثون بعض الميكانيكيات المسؤولة عن امتزاز الفوسفات من دقائق التربة فقد ذكرSposito ، (1984) ميكانيكية مفادها أن أيونات الفوسفات تختفي من محلول التربة بسبب تفاعلها مع الكاتيونات الموجودة في محلول التربة مما يؤدي إلى تكوين مركبات ذات تركيب كيميائي معين و تدعى هذه العملية بالترسيب (Precipitation) وأن الكاتيونات المسؤولة عن ترسيب الفوسفات في الترب الحامضية هي Al^{+3},Fe^{+3},Fe^{+2},Mn^{+2} والـ Ca^{+2} , Mg^{+2} في الترب المتعادلة والقاعدية .

2. 2 العوامل المؤثرة على تثبيت الفوسفات في الترب

2. 2. 1 النسجة (الجزء الطيني)

إن بعض الصفات الفيزيائية للتربة كالنسجة تعدّ من العوامل المؤثرة في عمليات الامتزاز وتثبيت الفوسفات في التأثير المباشر لعملية الانتشار وفي السعة التنظيمية للفسفور (Olsen ، 1977 ; Amer وآخرون، 1977) والجدير بالذكر أن عملية الانتشار تعد الميكانيكية الرئيسة المسؤولة عن تجهيز الفوسفات إلى جذور النباتات في معظم الترب، وقد ذكر كل من Cole و Olsen ،(1959) ، في تجربة مختبريه أجرياها باستخدام ثلاث ترب مختلفة النسجة وهي مزيجيه ، مزيجيه طينية ، طينية وقد استخدما سماد السوبر فوسفات الثلاثي بمستويات مختلفة ولاحظا أن كمية الفسفور الذائب في التربة المزيجية كان أكبر من المزيجية الطينية وهذه أكبر من الطينية وعزيّا السبب إلى عمليات التثبيت التي يتعرض لها السماد الفوسفاتي المضاف إلى الترب الطينية .وأن الترب التي يزداد محتواها من الطين تزداد قدرتها على امتزاز وتثبيت الفسفور لسبب أو أكثر من الأسباب الآتية: وكما أشار إليها Mariakulandai و Manickam ،(1975) :-

1- امتزاز الفسفور من غرويات الطين عن طريق اختراق أيون الفوسفات لحبيبات الطين .

2- إحلال أيون الفوسفات محل بعض الأيونات في شبكة معادن الطين .

3- حدوث ارتباط كيميائي على سطوح دقائق الطين

4- امتزاز الفوسفات على سطوح دقائق الطين نتيجة لوجود الكالسيوم على الطين ككالسيوم متبادل . وأشارت الدراسة التي قام بها Razaq و Fahad ،(1985) إلى أن الجزء الطيني هو المسؤول الرئيس عن امتزاز الفوسفات في بعض الترب العراقية.

2. 2. 2 معادن الكربونات

تعد معادن الكربونات واحدة من المكونات ذات السطوح النشطة والتي تتحكم بتفاعلات الفسفور في الترب الكلسية وأن فاعلية معادن الكربونات تعتمد على المساحة السطحية النوعية لها والتي ترتبط بالتوزيع ألحجمي لدقائق الكربونات أكثر من ارتباطها بالنسبة المئوية للكربونات (Holford وMatingly ،1975) . ووصف Barrow (1974) تفاعل الأورثوفوسفيت في الترب الكلسية بتفاعل امتزازي أولي (Initial Adsorption) يزداد مع زيادة درجة الحرارة (Barrow ، 1983) وهذا التفاعل لا يفسر أنه تفاعل امتزازي سطحي وإنما يعزى إلى التفاعل الذي يعقب الامتزاز السطحي وهو تفاعل بطيء (Barrow ، 1992) ووصف Griffin و Jurinak (1974) امتزاز الفوسفات على معادن الكربونات على النحو الآتي:

تكوين فوسفات الكالسيوم غير المتبلورة ← فوسفات الكالسيوم متبلورة ← نمو بلورة فوسفات الكالسيوم.

و ذكر Holford و Mattingly (1974) أن معادن الكربونات هي المسؤولة عن حجز الفوسفات المضافة إلى التربة وأن فعاليتها تعتمد على مساحتها السطحية النوعية والتي ترتبط مع التوزيع ألحجمي لدقائق الكربونات أكثر من اعتمادها الكربونات الكلية في التربة .

بينما أشار Kuo و Lotes (1974) إلى إن ايونات الفوسفات يمكن أن تحل محل ايونات البيكاربونات أو الهيدروكسيل عند امتزازها على سطح الكلسايت وذكر Barrow ،(1983) أن الكربونات هي المسؤولة عن امتاز الفوسفات وأن هذا الامتزاز يزداد مع زيادة درجة الحرارة . وقد نال موضوع امتزاز الأورثوفوسفيت اهتمام الباحثون العراقيون إذ أشارت الدراسة التي قام بها Pavel و Toma،(1972) إلى إن الترب العراقية تمتاز بسعة امتزاز عالية لأيونات الفوسفات بسبب محتواها العالي من معادن الكربونات. وأشار Al-Maeni (1978) إلى زيادة امتزاز الأورثوفوسفيت مع زيادة أيونات الكالسيوم في محلول التربة . بينما توصل القيسي،(1999) إلى وجود علاقة ارتباط معنوية بين المساحة السطحية لمعادن الكربونات وكمية الفوسفات الممتزّة .

ولاحظ السليفاني (1993) أن 80-90% من الكميات المضافة من الفسفور إلى الترب الكلسية تتعرض للتثبيت ، وهذا ما دفع الكثير من الباحثين في مجال كيمياء الترب إلى دراسة السلوك الفيزيوكيميائي لمكونات التربة الفعالة وذات الصلة بجاهزية العناصر الغذائية وخصوصاً معادن الكربونات لكونها ذات خصائص كيميائية وفيزيائية ومعدنية تحدد سلوك هذا المغذي وتحولاته في التربة.

وأشار ألطوقي (1999) و الكوراني (2000) و العبيدي (2001) و علي (2007) إلى أن الترب العراقية تتميز بسعة امتزاز عالية للفوسفات وأن الكلس هو الجزء الأكثر تأثيرا في عملية الامتزاز. وأكّدت الدراسات الحديثة في القطر إلى أن الترب العراقية تميزت بمقدرة عالية لامتزاز الفسفور وعلى وجه التحديد مع وجود الكالسيوم (قهرمان ، 1989 ; راهي و جمال ، 1990). و الترب الكلسية تختلف في قابليتها على امتزاز وتثبيت الفسفور وهذا ما اجمع عليه عدد من الباحثين (السليفاني ، 1993 ; الطوقي ، 1999 ; الكوراني ، 2000 و علي ، 2007) فهناك ترب كلسية ذات مقدرة عالية على التثبيت والحد من الجاهزية وأخرى تكون ذات قدرة منخفضة على التثبيت والذي بدوره ينعكس في جاهزية عنصر الفسفور في التربة، وتعتمد هذه القابلية على خصائص هذه الترب ومحتواها من المادة العضوية والكربونات واكاسيد الحديد والألمونيوم ومعادن الطين. ووجد البكري (1997). أن لدقائق الكلس النشط (active lime) (الأقل من 2 مايكروميتر) تأثيراً كيمائيا مباشراً في عملية امتزاز الفوسفات . وقد اعتبر القيسي (1999) أن المساحة السطحية النوعية لكربونات الكالسيوم من العوامل الأساسية المهمة المؤدّية إلى حدوث الامتزاز.

2. 2. 3 درجة تفاعل التربة (pH)

إن سيادة أي صورة أيونية من صور الفسفور في التربة ترتبط بدرجة تفاعل التربة أي أن قيم النسبة بين HPO_4^{-2}/H_2PO^{-1} أو النسبة بين PO_4^{-3}/HPO_4 يحددها تركيز ايون الهيدروجين (H^+) في محلول التربة (Lindsay ، 1974).

وحسب المعادلة الآتية :

	pH=7.2	pH=7.8	pH>8.5	
H_3PO_4	$H_2PO_4^-$	$HPO_4^=$	PO_4^{-3}	$Ca_3(PO_4)_2$

يايش

و أشار Tisdal وآخرون (1997) إلى أن درجة تفاعل التربة تؤثر في الفسفور الذائب، وان أفضل مدى pH لجاهزية الفسفور هو 5.5 – 7.5 إذ يترسب الفسفور بشكل فوسفات الحديد والألمنيوم عند درجة تفاعل اقل من 5.5 وعند درجة تفاعل أكثر من 7.5 يترسب الفسفور على شكل فوسفات الكالسيوم والمغنيسيوم .

كما ذكر Lindsay (1977) أن الصورة السائدة للفوسفات بالترب الحامضية هي على شكل (H_2PO_{4-}) عند درجة تفاعل اقل من 7 أما الترب القاعدية فأن الصورة السائدة فيها هي على شكل (HPO_4) و يزداد تركيزها عند درجة تفاعل التربة 7.2 أما عند درجة تفاعل 5 فينعدم وجود (HPO_4) عندها وعندما تكون درجة تفاعل التربة 7.2 فأن هاتين الصورتين توجدان بكمية متساوية أما صورة الفسفور (PO_4^{-3}) فتوجد فقط عند درجة التفاعل العالية (8.5<pH) .

وبين Tisdal و Nelson (1975)أن النبات يمتص الفسفور على شكل أيون الاورثوفوسفات بصورته الأحادية (HPO_4) والثنائية (H_2PO_4) و تحدد درجة تفاعل التربة سيادة احد هذين الايونين.

و فسّر Blancher وHossner (1969) الدور الكبير الذي يلعبه pH التربة في وصف معادلة امتزاز التربة للفسفور إذ يرتبط هذا الدور ارتباطا وثيقاً بكل من الحديد والألمونيوم والكالسيوم. واستخدم بعض الباحثين pH التربة كدليل أو مؤشر لاختفاء الأورثوفوسفيت في التربة فوجدوا أن امتزاز الأورثوفوسفيت عند pH = 7 أكثر قياساً من pH = 5.5 .

في حين أكّدت عدد من الدراسات في العراق أن لدرجة تفاعل التربة تأثيراً مهماً في امتزاز الفوسفات في التربة إذ وجد (السليفاني ، 1981 ; الشوك ، 1988; الطوقي ، 1999) و أن pH التربة أكبر من 7 للترب العراقية يؤدّي إلى تكوين سلسلة معقدة من مركبات الفوسفات المرتبطة مع الكالسيوم ومن ثم تقل جاهزية الفسفور في التربة.

2. 2. 4 المادة العضوية Organic Mater

إن لمحتوى التربة من المادة العضوية دوراً مهماً في التقليل من كمية الفوسفات الممتزّة في منافسة الأحماض العضوية (الناتجة من تحلل المادّة العضوية) للفوسفات على أسطح الامتزاز، وتؤدّي إلى التقليل من دور أكاسيد الحديد والألمونيوم وذلك من خلال ما يسمى بعملية الخلب (Chelating) لهذه المركبات ومن ثم يقل تفاعلها مع الفوسفات (Fox وآخرون، 1990).

كما بين Wild (1950) أن قابلية المادة العضوية على تقليل احتجاز الفسفور في التربة عن طريق خلبها لأيونات الحديد والألومنيوم والكالسيوم لما يملكه الدّبال من شحنة سالبة فضلاً عن غاز ثنائي أوكسيد الكربون الناتج من تحلل المادة العضوية والذائب في محلول التربة مكونة لحامض الكربونيك الذي بدوره سيذيب بعض المركبات الفوسفاتية .

2. 3 تفاعلات الأورثوفوسفيت في التربة

لقد نال موضوع تفاعلات الأورثوفوسفيت في التربة اهتمام الكثير من الباحثين كونها الصورة الشائعة المتواجدة في الأسمدة الفوسفاتية فقد أوضح Talibudeen (1981) أن التربة تمتلك سطوح غير متجانسة وتسود على سطوحها كاتيونات تكون مركبات فوسفاتية قليلة الذوبان تتراوح ما بين الفوسفات البسيطة إلى الفوسفات المعقدة ذات الجزيئات الكبيرة .

وحول نتائج تفاعل الأورثوفوسفيت في التربة فقد أوضح Lindsay و Taylor (1960) أن الفوسفات المضافة إلى التربة تتفاعل مع دقائق التربة الملامسة لها ويرافقها ترسيب مركبات فوسفاتية على درجة مختلفة من الذوبانية إذ تتكون DCPD ($CaHPO_4.2H_2O$) ثم DCP ($CaHPO_4$) ثم فوسفات الحديد والألمنيوم في الترب الحامضية والـ OCP ($Ca_4H(PO_4).3H_2O$) في الترب القاعدية.

وحول مصير الأسمدة الفوسفاتية المضافة إلى التربة أوضح Lehr و Brown (1964) أن الماء يتحرك في التربة إلى حبيبة السماد وعندما يتكثف بخار الماء في داخل الحبيبة فإن المحلول المتكون من إذابة (MCPMH) سوف ينتشر في داخل الحبيبة إلى التربة المحيطة فتتكون MCPD وينتقل المحلول المركز المتكون من (MCPMH) والـ H_3PO_4 بوساطة الانتشار والخاصية الشعرية إلى أجزاء التربة الأخرى، وعند انخفاض محتوى التربة من الرطوبة تترسب الـ (DCP).

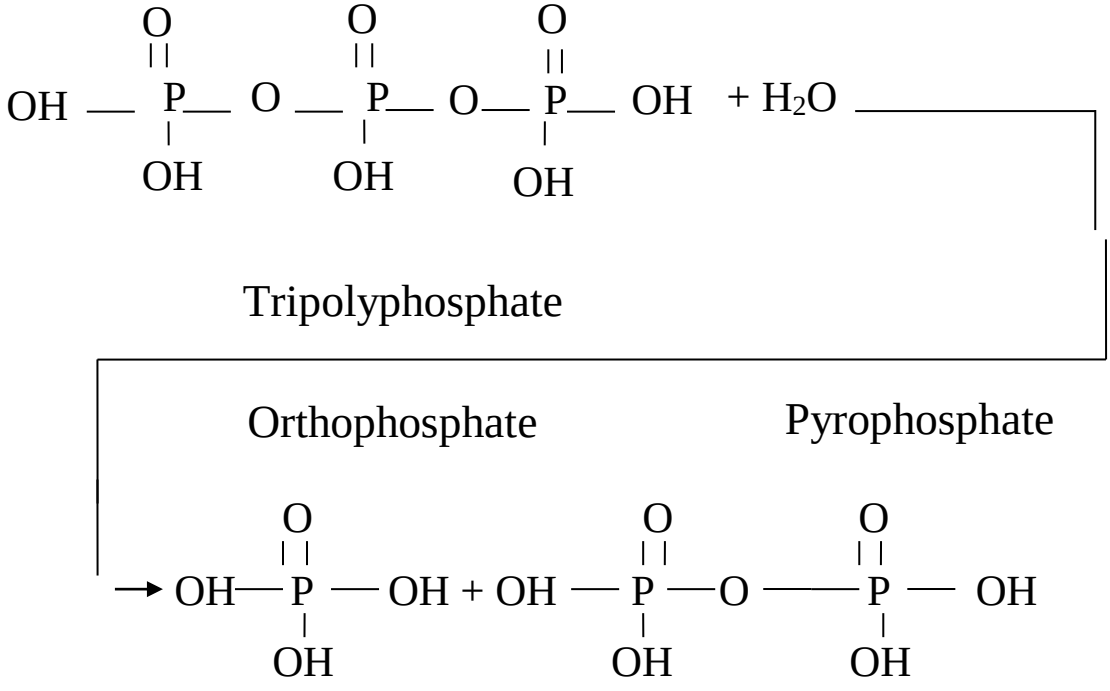
وأوضح Lindsay وآخرون (1962) أنه عندما تطول مدّة تفاعل حبيبة السماد الفوسفاتي مع دقائق التربة (ما يقرب من 7 أيام) سوف يؤدي ذلك إلى تكوين طور(DCP) والمحلول الثلاثي(TPS) .

وأوضح Lindsay و Stephenson (1969) إلى تحول DCPD إلى DCP في الترب الكلسية وكذلك هناك تحول إلى طور OCP وفي النهاية يتحول إلى طور (HA). وأوضح Brown وآخرون، (1962) إمكانية تحول كل من OCP و HA إلى طور الفلورواتايت (FA) في الترب الكلسية. وفي دراسة امتزاز الفوسفات على

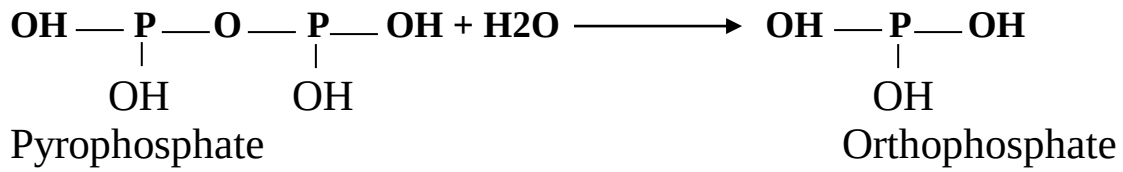
كربونـات الكالسيوم ذكر Amer و Ramy (1971)إلـى أن الطـور المتكون كـان فوسفات ثماني الكالسيوم (OCP).

2. 4 المركبات الفوسفاتية المكثفة (Condensed Phosphate)

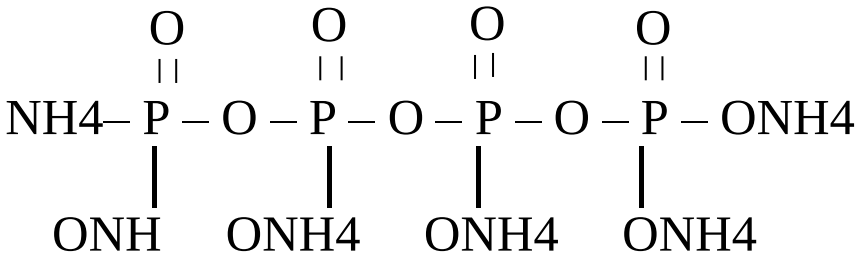
إن الفوسـفات المكثفـة أو المتعـددة تمثـل أحـد أشـكال المركبـات الفوسـفاتية ذات الطبيعـة العضـوية أو غيـر العضـوية وتتميـز بكونهـا سلاسـل جزيئيـة طويلـة مـن الفوسفات الأحادية (Orthophosphate) وتشمل بصورة أساسية عدة وحدات تكون على الأقل اثنان منها وحدات من الأورثوفوسفيت ويكون الارتباط بين هذه الوحدات عن طريق ذرات الفسفور والأوكسجين (P- O- P) وتتحول الفوسفات المكثفة إلى الأورثوفوسفيت عن طريق كسر الروابط بين الفسفور والأوكسجين بوساطة تفاعلات أقرب ما تكون إلى عملية المعدنة (Mineralization).والذي يمكن ان يشار إليه عبر التفاعل الذي أورده (Subbarao و Ellis ، 1975).



إن مركبات الفوسفات المكثفة (الميتافوسفيت – البولي فوسفيت – الألترافوسفيت) لا تمـتص مباشـرة مـن النبـات إلا إذا تكسـرت الأواصـر التـي تـربط بـين وحـدات الأورثوفوسفيت كي يتمكن النبات من الاستفادة منها إذ أن هذا التحول هو الـذي يحـدد مدى إفادة النبات من المركبـات الفوسـفاتية المكثفـة كمصـدر للفسفور. وهـي مركبـات غير ثابتة في التربة وتتحلل ببطء إلـى مركبـات الأورثوفوسفيت (Joy ، ،2003).
إن معامل إستفادة النبات من المركبات الفوسفاتية المكثفة يعتمد على مدى
تحولها في التربة إلـى الأورثوفوسفيت الـذي يمكـن أن يشـار إليـه عبـر التفاعـل الـذي أورده Sample وآخرون،(1980).



ومن أبرز المركبات الفوسفاتية المكثفة التي شاع استعمالها في كثير من بلدان العالم هو مركب أمونيوم بولي فوسفيت (APP)



أمونيوم بولي فوسفات ((APP))

2. 5 أهمية الفوسفات المكثفة

أظهرت عدّة دراسات أهمية استعمال الفوسفات المكثفة في مجال تغذية النبات كمصدر سمادي مهم ليس لعنصر الفسفور فقط ، وإنما لما تحتويه من كميات كبيرة من العناصر الأخرى المهمة لنمو النبات مثل النتروجين والبوتاسيوم مما يعطي لهذه المركبات أهمية بيولوجية واقتصادية وقد استعملت هذه المركبات على نطاق واسع في العالم وبشكليها الصلب والسائل (Lehr وآخرون، 1964 ; Fraziar وآخرون، 1966) .

وأشارت عدّة أبحاث إلى ميزات أخرى للمركبات الفوسفاتية المكثفة إذ أنها اقل تفاعلاً مع معادن التربة من الفوسفات الأحادية (الأورثوفوسفيت) وبذلك تبرز أهمية هذه المركبات خصوصاً في الترب الكلسية وبذلك تقلل من امتزاز الفوسفات على سطوح الكربونات (Alzubaidi و Chien 1982 ; Joy ، 2003).

وذكر Marshall و Nancolls (1969) أن استعمال المركبات الفوسفاتية المكثفة أدت إلى زيادة امتصاص كل من Zn , Mn , Mg , Ca من نبات الذرة الصفراء وفي هذا المجال أشار Subbarao وEllis ، (1975) أن استعمال الفوسفات المكثفة عمل على الحفاظ على تراكيز عالية من العناصر الغذائية الصغرى في محلول التربة مثل عنصر الخارصين Zn .

وأشارت أبحاث أخرى أن إضافة المركبات الفوسفاتية المكثفة إلى التربة الكلسية تعمل على إعاقة نمو بلورة DCPD و DCP وبذلك تعمل على زيادة كفاءة الأسمدة الفوسفاتية (Larsen و Widdowson ، 1966 ; Awad، 1992).

وأشارت دراسات أخرى أن إضافة المركبات الفوسفاتية المكثفة أدت إلى زيادة جاهزية سمادي MCP و DCP وزيادة امتصاص الفسفور من النبات في هذين السمادين في ترب كلسية. (Amer و Mustapha ، 1981 ; Amer وآخرون، 1982)

2. 6 تحلل البولي فوسفيت :

منذ عدّة سنوات هيمنت وتركزت الأبحاث وبشكل قوي حول تحلل البولي فوسفيت إذ أكّدت هذه الأبحاث أن اكتمال التحلل بأيام قليلة أو بأسابيع كافية لتجهيز النباتات بكميات كافية من الأورثوفوسفيت .

و من المعروف أن النبات يمتص الفوسفات من التربة على هيئة فوسفات أحادية (اورثوفوسفيت) ولا يستطيع أن يمتص البولي فوسفيت إلاّ بعد تحللها وتكسير الأواصر التي تربط بين مجاميع الأورثوفوسفيت (Sample وآخرون ، 1980).

وبين كل من George وآخرون (2002) أنه لا يحدث تحلل للبولي فوسفات وبنسبة 100% عند استخدامه كسماد وإنما يتراوح التحلل من 40-60% وهذا يتبع خصائص التربة الكيميائية والبيولوجية.إذ تؤثر خصائص التربة الكيميائية والبيولوجية على هذا التحلل .

2. 7 العوامل المؤثرة في تحلل البولي فوسفيت :

هناك عدّة عوامل تتحكم بسرعة تحلل البولي فوسفيت في التربة وقد أوردها العديد من الباحثين (Subbarao وآخرون، 1977 ; Hons و Hossner ، 1986; Dick و Tabatabai ، 1986 ; Lohry ، 2001) وهذه العوامل هي درجة الحرارة ، النشاط الأنزيمي ، درجة تفاعل التربة ، مدة الحضن، نسجة التربة ، بعض كاتيونات التربة ، كربونات الكالسيوم وغيرها من الصفات. وقد درس كل من Gilliam و Sample ،(1968) معدل التحلل في ترب مختلفة كيميائياً ووجدا أن هذا التحلل مرتبط بالخواص الكيميائية والبيولوجية وان التحلل لا ينسب إلى العوامل البيولوجية فقط .وذكر Hones وآخرون،(1986) بعض العوامل المؤثرة في تحلل البولي فوسفيت وهي النسجة ، محتوى التربة من المادة العضوية ، درجة الحرارة.وأن النسجة من العوامل المهمة والمؤثرة معنوياً في التحلل وهناك تداخل معنوي ما بين النسجة ومحتوى التربة من المادة العضوية . لذا سنتطرق هنا إلى بعض العوامل :

2. 7. 1 درجة الحرارة

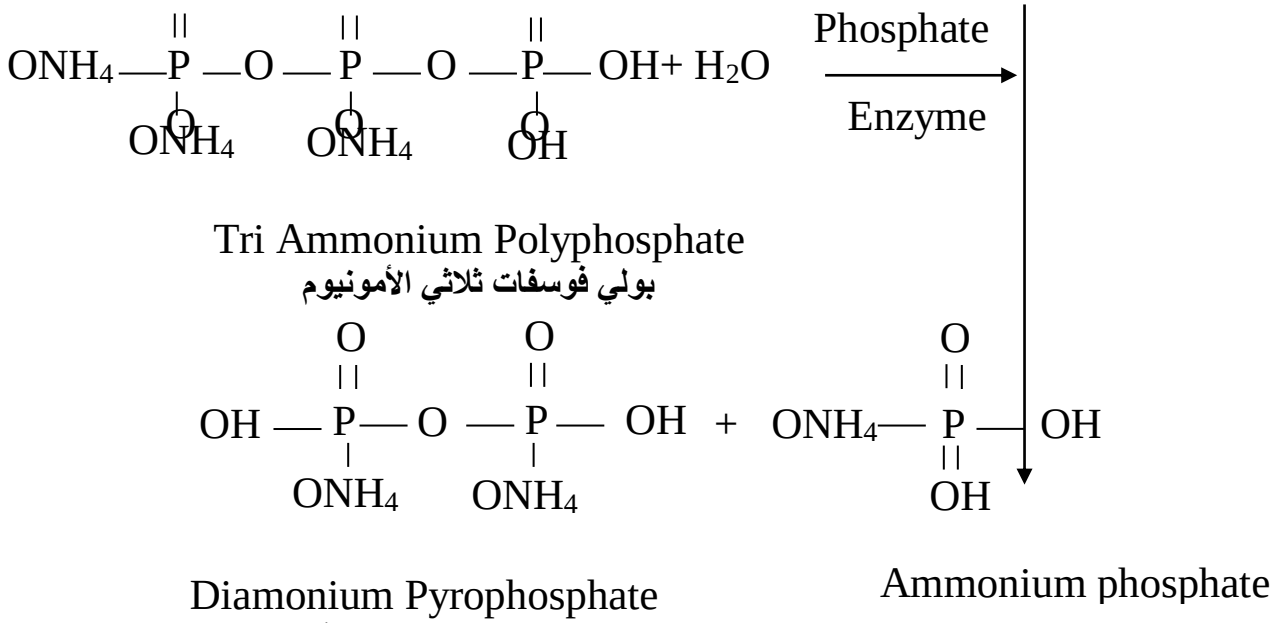
إن الحرارة من أكثر العوامل البيئية أهمية من حيث تأثيرها في معدل تحلل البولي فوسفات في التربة لذا قام Dick و Tabatabai (1986) بدراسة تأثير درجة الحرارة في تحلل البولي فوسفات لترب في ولاية أيوا الأمريكية وأوضحا أن رفع

درجة حرارة الحضن من 50 فهرنهايت إلى 68 فهرنهايت أدّت إلى زيادة سرعة تحلل البولي فوسفات . ودرس Hones و Hossner، (1986) تأثير بعض العوامل في تحلل البولي فوسفات فوجدا أن رفع درجة الحرارة من 5 م° إلى 50 م° أدّت إلى زيادة سرعة تحلل البولي فوسفات في التربة .

وأشارSutton وآخرون (1966) في دراساتهم إلى أن درجة الحرارة مابين 30 فهرنهايت إلى 35 فهرنهايت هي درجة الحرارة المثلى لتحلل البولي فوسفات . وذكر السليفاني ، 1993 أن رفع درجة حرارة الحضن من 5 م° إلى 35 م° رافقها زيادة في تحلل البايروفوسفات في بعض ترب شمال العراق الكلسية . وذكر Vitosh (1997) أن 50% من البولي فوسفات تتحلل إلى الأورثوفوسفيت في أسبوعين ولكن الانخفاض بدرجة الحرارة يؤدي إلى قلة تحلل البولي فوسفات . وأخيراً توصل إلهيتي (2007) أن رفع درجة حرارة الحضن من 15 م° إلى 50 م° أدّت إلى زيادة سرعة تحلل البولي فوسفات في بعض الترب الكلسية من محافظة الأنبار .

2. 7. 2 النشاط الأنزيمي

إن العوامل الرئيسة المتحكمة في تحلل البولي فوسفات في التربة هو المستوى العام للنشاط الحيوي في التربة إذ أن زيادة النشاط الأنزيمي في التربة تؤدّي إلى زيادة تحلل البولي فوسفات في التربة من خلال زيادة نشاط إنزيم الفوسفاتيز والذي يمكن أن يتواجد في خلايا الكائنات الحية أو بصورة حرة في التربة قرب جذور النباتات وأن هذا التحلل يمكن أن يعبر عنه بالتفاعل الآتي الذي أشار إليه Subbarao وآخرون (1977).



إن تجفيف التربة أو تعقيمها يؤدّي إلى انخفاض تركيز إنزيم الفوسفاتيز ومن ثم انخفاض تحلل الفوسفات المكثفة .(Subbarao وآخرون، 1977 ;Khasawneh وآخرون، 1979) وأشار كل من Dick و Tabatabai، (1986) أن غالبية التحلل للفوسفات المكثفة عبارة عن تحلل إنزيمي ويحددها النشاط البيولوجي في

التربـة وهـذا يتفـق مـع مـا توصـل إليـه Al- Kanani (1985) والـذي أكـد بـأن 67- 75 % من تحلل الفوسفات المكثفة هو تحلل إنزيمي.

وأشـار عـدد مـن البـاحثين (Sutton و Larsen ، Juo;1964 و Moduakor، 1973) إلـى أن العامـل الـرئيس المـتحكم بسـرعة تحلـل البـولي فوسفات في التربة هو المستوى العام للنشاط الحيوي في التربـة وأن الزمن اللازم لتحلل الفوسفات المكثفة يزداد مع انخفاض النشاط الإنزيمي عند درجات الحرارة الواطئة مما يؤثر على جاهزية الفسفور للنبات.

2. 7. 3 درجة تفاعل التربة (pH):

لقد وجـد Dick و Tabatabai ، (1986) علاقة ارتباط موجبة بين تحلل البولي فوسفات و pH .وكذلك بين كل من Sutton و Larson ،(1997) أن تحلل البولي فوسفات يتأثر بشكل كبير بصفات التربة الكيمائية وأهمها (pH) إذ ذكرا أنـه عند درجة pH = 4 يحدث تحلل 50% من الفوسفات المكثفة في مدة 100 يوماً بينما في الترب ذات pH المتعادل (pH = 7) فإن هذا التحلل يحتـاج إلـى مـدة 30 يومـاً فقط من الإضافة.

2. 7. 4 طول سلسلة المركب

إن سـرعة التحلـل المـائي للفوسـفات المكثفـة تقـل بزيـادة طـول سلسـلة المركـب المكثف (Dick و Tabatabai ، 1986) واشار عدد من الباحثين(Blanchar و Hossner ، 1969 و Busman و Tabatabai ، 1985) إلى أن تحلل مركب تـراي ميتـا فوسـفيت TMP أقل من تحلل مركب ثنـائي ميتـا فوسـفيت DMP بسـبب اخـتلاف فـي طـول سلسـلة المركـب وأن مركـب TMP يحتـاج إلـى إنـزيم أو إلـى خطـوة إضـافية لكـي يتحـول إلـى مركـب TPP تـراي بـايرو فوسـفيت ثـم إلـى البايروفوسفيت (PP) ثم إلى الأورثوفوسفيت لكي يمكن للنبات من امتصاصه.

وأشـار Hashimoto ، (1974) و Dick وTabatabai (1978) إلـى أن انخفاض سرعة تحلل الفوسفات المكثفة بزيادة طول سلسلة المركب يعود إلـى حاجتـه إلى طاقة تنشيط أكبر.

2. 7. 5 نسجة التربة

لقد أشار Hossner و Philips ، (1971) و Hons وآخرون(1986) إلـى أن الترب الخشنة تمتلك طاقة ربط قليلة للفوسفات المكثفة وهذا يقلل من التداخل بين المحلول والطور الصلب للتربـة من حيث تأثيرها فـي تحلل الفوسفات المكثفة لأن انخفاض طاقة الربط تزيد من تركيز الفوسفات المكثفة في محلول التربـة ومن ثم سهولة تحللها كيميائياً.

وذكر Al-Kanani (1985) إلى أن انخفاض تحلل الفوسفات المكثفة في نمـاذج عينات الدقائق الناعمة للتربة نظراً لزيادة امتزازها علـى سطوحها مقارنـة بـالامتزاز الحاصل على سطوح الدقائق الخشنة. وتوصل السليفاني،(1993) إلـى زيـادة تحلل الفوسفات المكثفة في عينات الترب الخشنة مقارنة بالترب الناعمة في شمال العراق

الكلسية وعزى السبب في ذلك إلى انخفاض امتزاز الترب الخشنة للفوسفات المكثفة مقارنة بالترب الناعمة. وحديثاً توصل إلهيتي ،(2007) إلى زيادة نسبة تحلل الفوسفات المكثفة في عينات الترب الخشنة مقارنة بالترب الناعمة من ترب محافظة الأنبار الكلسية وعزى السبب في ذلك إلى قلة امتزاز هذه المركبات في الترب الخشنة مقارنة بامتزازها في الترب ذات المحتوى الطيني العالي .

2. 8 تفاعلات الفوسفات المكثفة في التربة

2. 8. 1 تفاعلات الترسيب

إن مركبات الفوسفات المكثفة عند إضافتها إلى التربة فإنها تتفاعل مع مكونات التربة المعدنية والعضوية وخصوصاً مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم ويمكن أن تنتج مركبات فوسفاتية غير ذائبة وكذلك غير جاهزة نسبياً وقد درس Sabbarao و Ellis ،(1975) طبيعة هذه المركبات باستخدام المجهر الالكتروني من خلال الصور المأخوذة على أوقات مختلفة لنواتج تفاعلات الفوسفات المكثفة بالترب القلوية إذ أظهرت هذه الصور تحول هذه المركبات إلى مركبات قليلة الذوبان مثل بايروفوسفات الكالسيوم- أمونيوم ($Ca(NH_4)_2\ P_2O_7.H_2O$) بينما كانت نواتج تفاعلات الفوسفات المكثفة في الترب قليلة الحموضة ما هو إلاّ فوسفات أحادي الأمونيوم ($NH_4H_2PO_4$) وقد لوحظت هذه المركبات أيضاً في كل من الحقل والمختبر. وتبين أن الأمونيوم في المركبات الفوسفاتية المكثفة يجري إحلاله أو استبداله بالكالسيوم الموجود في التربة مما يؤدي إلى ترسب هذه المركبات بصيغ وأشكال مختلفة مثل تكون مركب بايروفوسفيت الكالسيوم ($Ca_2P_2O_7.2H_2O$) . (Lindsay و Taylor ، 1960 ;Sample و Racz ، 1980)

وفي هذا أشار Lindsay (1977) إلى تكون مركب $B\text{-}Ca_2P_2O_7$ ، بينما أشار Emmanuel وآخرون، (2004) إلى ترسب الفوسفات المكثفة على هيئة $Ca(NH_4)_2P_2P_7$ و $Ca_3(NH_4)2P_2O_7$ ، أما عن تفاعل الفوسفات المكثفة في الترب الحامضية فعند إضافتها إلى هذه الترب فإنها تتفاعل مع مكونات الحديد مكونة مركبات صعبة التحلل (Armbrusker و Flowerday، 1975 ; Subbarao وآخرون ، 1975).

2. 8. 2 تفاعلات الامتزاز

تعتبر تفاعلات الامتزاز من الظواهر المهمة في كيمياء الفسفور في الترب وتعد أحد الآليات التي تحدد التركيز في محلول التربة حيث تمتز الترب الفسفور المضاف إليها بكميات متباينة اعتمادا على فعالية معادن الكربونات في التربة وطبيعتها وعلى درجة التفاعل والألمنيوم المتبادل وكميات أكاسيد الحديد والألمنيوم الحرة والمادة العضوية وكذلك محتوى التربة من معادن الطين (Hemwall ، 1957 و Larsen و Widdowsen ، 1970).

إن ميكانيكية امتزاز الفوسفات المكثفة لم تدرس لحد الآن بصورة كاملة وإن كانت الدراسات حول امتزاز الأورثوفوسفيت قد نالت الجزء الأكبر في الأهمية من

الباحثين بوصفه المكون الرئيس في أكثر الأسمدة الفوسفاتية المستخدمة.إلاّ أن بعض الدراسات الأولية في هذا المجال أشارت إلى أن معدلات تفاعل الفوسفات المكثفة مع غرويات التربة هي أبطأ من الأورثوفوسفيت حيث أشار Hashimoto وآخرون (1969) أن لكل من معدني الكاؤلونايت والمونتمورولونايت قدرة مماثلة على امتزاز الفوسفات المكثفة.

إن تحلل الفوسفات المكثفة يتأثر بشكل فعال بطاقة التربة للامتزاز إذ أن معدل تحللها وتكوين المعقدات الذائبة وغير الذائبة يعتمد على تفاعلها مع كاتيونات التربة (Frazier وآخرون،1966 و Hossner و Meiton ، 1970 وHossner و Philips ، 1971)

وأشارت العديد من الأبحاث إلى أن امتزاز الفوسفات المكثفة على سطوح معادن الكربونات وسطوح الأطيان يقلل من تحللها. (Pavel و Toma ، 1971).

كما أن زيادة محتوى التربة من المادة العضوية يزيد من نسبة تحلل الفوسفات المكثفة في التربة ويعود ذلك إلى أن الفوسفات المكثفة ترتبط بقوة ضعيفة مع المواد العضوية. (Parent و Machenzie ، 1988) أو أنها لا تميل للارتباط مع الغرويات لعضوية (Fox و Kamprath ، 1970).

كما بين(Samadi و Gilkess ،1999) أن الامتزاز السطحي والترسيب للفسفور في الترب الكلسية هو العامل الأساس لخفض محتوى الفسفور الجاهز في هذه الترب عن طريق تكوين ايونات معقدة من الفسفور والكالسايت أو عن طريق تكوين فوسفات الكالسيوم الثنائية (DCP). وأشار Lindsay ،(1979) إلى أن ذوبانية مركبات الفسفور في التربة أو المضافة كأسمدة للسنوات السابقة تقع ضمن التسلسل الآتي :

FA < HA < B.TCP < OCP < DCP < DCPD < MCP

1- المقدمة

يُعدُّ الفسفور من العناصر الضرورية التي يحتاجها النبات لإكمال دورة حياته وذلك لدوره الفعّال بالعمليات الحيوية التي تجري داخل جسم النبات (Tisdal و Nelson ، 1975). ونظراً لأهمية هذا العنصر للنبات وانخفاض الكمية الذائبة منه في محلول التربة بسبب تفاعله مع مركبات التربة المعدنية والعضوية وتحوله بمرور الزمن إلى صيغ وأشكال غير جاهزة للنبات لذلك أصبحت مشكلة جاهزية هذا العنصر للنبات من أبرز المشاكل التي تعاني منها الترب الكلسية Hooker ، (1980). إنّ الفوسفات عند إضافتها إلى التربة فإنها سرعان ما تتحول إلى صور وأشكال أقل ذوباناً بسبب تعرضها إلى الكثير من التفاعلات الكيميائية والبيولوجية المختلفة، تعد ظاهرة امتزاز أو الترسيب أو كليهما من أهم هذه التفاعلات مما يؤدّي إلى تحديد تركيز الفوسفات في محلول التربة (Al-khateeb،1985). إن ظاهرة حجز الفوسفات التي تجري في معظم الترب تختلف في مداها وتأثيرها تبعاً لصفات التربة المختلفة وطبيعة السماد الفوسفاتي المضاف . وتُعدّ الترب الكلسية من بين الترب الرئيسة التي تعاني فيها الفوسفات المضافة للحجز والتثبيت. إن ظاهرة الامتزاز و مدى إسهام الفوسفات المحجوزة في تجهيز الفسفور للنبات لاحقاً لا يزال يحتاج إلى المزيد من البحث والتحرّي، وأن التحري الدقيق عن مصير الأسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية يتطلب دراسة طبيعة التفاعلات الجارية بين السماد المضاف ومكونات التربة. (Lindsay، 1979 ; Sposito، (1989). وتعد ثوابت معادلات امتزاز للفوسفات في التربة من المعايير التي تستخدم في التنبؤ بمصير الأسمدة الفوسفاتية المضافة إلى التربة (Fox و Kampaith 1970 ; Halford، 1975 ; السليفاني، 1993)، الأمر الذي يجب أن يلتفت إليه عند وضع برامج التسميد.وبالرغم من وجود العديد من الدراسات ذات العلاقة بامتزاز الفوسفات المضافة إلى التربة بشكل أسمدة لعدد من الترب العراقية إلاّ أن الموضوع لازال يحتاج إلى المزيد من البحث لاستكمال الصورة لاسيما بالنسبة لسلوكية الأسمدة الفوسفاتية المكثفة المضافة إلى الترب الكلسية للكشف عن مدى تعرض هذه المركبات المضافة إلى امتزاز أو الترسيب في مثل هذه الترب.

وقد تركزت البحوث سابقاً حول السلوك الفيزيوكيميائي للأورثوفوسفات ولسنوات عدة كونها المركب الشائع الاستعمال. ومع تقدم الزمن استخدمت الفوسفات المكثفة (Condensed Phosphates) أو الفوسفات المتعدّدة (Polyphosphate) في الكثير من بلدان العالم و بشكليها الصلب والسائل وعلى نطاق واسع وذلك لاحتوائها على كميات كبيرة من الفسفور إضافة إلى عناصر أخرى مثل؛ النتروجين ولتحللها البطيء في التربة مما يقلل من مجال تثبيتها في التربة (Vitosh، 1997) .

لم تستخدم الفوسفات المكثفة في العراق إلا على نطاق ضيق جداً مع معرفة قليلة ومحدودة بطبيعة تحولاتها وتفاعلاتها في التربة وبالأخص في الترب الكلسية وكذلك تأثيراتها في نمو النبات، الأمر الذي يحتاج إلى المزيد من البحث والتحري لاستكمال الصورة حول مصير الأسمدة الفوسفاتية المكثفة المضافة إلى التربة وطبيعة تحولاتها وكذلك عن معرفة تأثيراتها في نمو النبات .

لذلك أجريت هذه الدراسة التي هدفت إلى ما يأتي :-

1. دراسة امتزاز الفوسفات المكثفة (المتعددة) في بعض الترب الكلسية ومقارنتها بامتزاز الفوسفات الأحادية (الأورثوفوسفيت).
2. مقارنة تأثير كل من الفوسفات المكثفة والفوسفات الأحادية في نمو النبات.

3- طرائق و مواد العمل

3. 1 تهيئة عينات التربة:

جمعت عينات ترب من مواقع مختلفة في محافظة الأنبار، ومن الأفق السطحي بعمق 0 – 30 سم لتمثل طبقة الجذور الفعالة مع استبعاد أخذ العينات من المناطق المسمدة . تركت العينات لتجف هوائياً ثم طحنت ونخلت بمنخل سعة ثقوبه 2 ملم ثم أجريت عليها تجربة امتزاز أولية حسب طريقة Olsen و Watanabe ،(1957) لمعرفة خطوطها الامتزازية وتم اختيار أربع عينات تختلف في خصائصها الفيزيائية والكيميائية الأساس وخاصة محتوى الطين ومعادن الكربونات وقيمة السعة التبادلية الكاتيونية ونسبة المادة العضوية وتركيز الكالسيوم وتمثل العينات المواقع الآتية:-

1- هيت ـ المحمدي (12 كم شرق مدينة هيت).
2- هيت ـ البسطامية (15 كم غرب مدينة هيت) .
3- هيت – البغدادي (40 كم غرب مدينة هيت)
4- الرمادي ـ الجزيرة. البو ذياب. والجدول 1 يبين بعض خصائص الترب المدروسة.

3. 2 تحاليل التربة

أجريت كافة التحاليل الكيميائية والفيزيائية بأخذ مكررين من عينات الترب المدروسة إذ:

قدرت نسجة التربة بطريقة الهيدروميتر المقترحة من Bouyoucos ، (1936) الواردة في Black ، (1965) وقدرت نسبة الرطوبة عند 3/1 بار وعند 15 بار باستخدام جهاز Pressure membrane واستخرجت نسبة الماء الجاهز بحساب الفرق بينها.

جدول 1. بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لترب الدراسة

الصفة	وحدة القياس	ترب الدراسة			
		تربة 1	تربة 2	تربة 3	تربة 4
درجة التفاعل		7.00	7.20	7.80	7.60
التوصيل الكهربائي	ديسيسيمنز.م$^{-1}$	2.5	3.7	2.8	3.3
معادن الكربونات	غم .كغم$^{-1}$	450	235	130	90
الجبس	غم .كغم$^{-1}$	7.00	9.5	11	16
المادة العضوية	غم. كغم$^{-1}$	18.2	14.6	12.8	10
السعة التبادلية الكاتيونية	سنتي مول شحنة .كغم$^{-1}$	19	15	11	9
الفسفور الجاهز	ملغم .كغم$^{-1}$	7.2	6.4	5.2	3.5
الأيونات الذائبة الموجبة والسالبة ملي مول . لتر$^{-1}$					
كالسيوم		16	20	10	10
مغنيسيوم		4	4	4	5
صوديوم		5	13	14	18
كلور		11.8	15	12	14
كبريتات		10	19	14	17
بيكربونات		3.2	3	2.7	2.25
مفصولات التربة التوزيع الحجمي لدقائق التربة غم . كغم$^{-1}$					
الطين		460	220	280	100
الغرين		390	330	540	80
الرمل		150	450	180	820
صنف النسجة		CL	L	SiL	C

وقدر في مستخلص العجينة المشبعة كل من EC باستخدام جهاز Electrical Conductivity و pH باستخدام جهاز pH meter وقدر كل من الكالسيوم والمغنيسيوم بالتسحيح مع Na_2- EDTA والكربونات والبيكربونات بالتسحيح مع حامض الكبريتيك. وقدرت الكبريتات بالترسيب مع كلوريد البار يوم والصوديوم والبوتاسيوم بوساطة جهازFlame photometer وقدرت السعة التبادلية الكتيونية CEC وفق طريقة Savant (1994) بتشبيع العينة باستعمال 1% Na_2CO_3 والتسحيح الرجعي مع 4% Mathylene blue وقدرت معادن الكربونات باستخدام (*3N*) حامض الهيدروكلوريك. وقدر الجبس بطريقة الترسيب بالأسيتون والواردة في Richard ، (1954) . وقدرت المادة العضوية بإتباع طريقة Walkley و Black ، (1934) الواردة في كتاب Jackson ، (1958).

3. 3 تجربة امتزاز الأورثوفوسفيت والأمونيوم بولي فوسفيت:

بهدف دراسة امتزاز الأورثوفوسفات والبولي فوسفات ومعرفة سلوكيهما في الترب المدروسة فقد تم اختبار مركب فوسفات البوتاسيوم KH_2PO_4 كمصدر للفوسفات الأحادية والبولي فوسفات (APP) كمصدر للفوسفات المكثفة محضر حسب طريقة AL-Khateeb وآخرون (2001) والجدول يبين بعض خصائص البولي فوسفات المستخدمة في الدراسة .

و تم تحضير محاليل قياسية للأورثوفوسفات والبولي فوسفات بإذابة كل من هذين المركبين بالماء المقطر مع ضبط الدالة الحامضية لجميع المحاليل عند pH = 7.00 .

و أخذت 2غم من الترب المطحونة الناعمة وأضيف لكل تربة 20 ملم من محاليل الأورثوفوسفات والبولي فوسفات وبالتراكيز الآتية: 0 و 2.5 و 5 و 10 و 20 و 40 و 80 ملغم p . لتر$^{-1}$ و أضيفت لها قطرتان من مادة التلوين لضمان تثبيط النشاط الميكروبي في المعلقات. بعد ذلك رجت العينات لمدة أربع وعشرين ساعة وبصورة مستمرة وبعد انتهاء مدة الرج أجريت عملية الطرد المركزي لفصل المحلول المتزن عن التربة في جهاز الطرد المركزي وأعقبتها عملية الترشيح لضمان الحصول على محلول رائق . ثم قدرت الفوسفات في محاليل الاتزان بالطريقة اللونية في نظام حامض الأسكوربك وحسب طريقة Murphy و Riley (1962)، والواردة في Page. 1982 . وحسبت الكمية الممتزة من الفوسفات المضافة بطرح كمية الفوسفات المتبقية في محلول الاتزان من الكمية الأصلية في المحاليل القياسية المضافة .

وتم وصف العلاقة بين الفوسفات الممتزة والفوسفات في محلول الاتزان طبقاً لمعادلة لنجمير البسيطة:

$$\frac{C}{x/m} = \frac{1}{kb} + \frac{C}{b}$$

إذ أن:

X/m = كمية الفوسفات الممتزة لكل وحدة وزن تربة (ميكروغرام p/ غرام تربة)
C= تركيز الفوسفات في محلول الاتزان (ميكروغرام p/ مل)
k = ثابت المعادلة ويعبر عن طاقة الربط (bonding energy) بين الفسفور ونظام التربة (مل . ميكروغرام$^{-1}$ p) .
b = الامتزاز الأعظم (ميكروغرامp/ غرام تربة)

ومن رسم العلاقة بين C/x/m على المحور الصادي وبين قيم الفوسفات في محلول الاتزان (C) فإنه يمكن الحصول على معادلة خط مستقيم وبذلك يمكن استخراج قيم الثوابت k,b في المعادلة المذكورة أعلاه.

الجدول 2. يبين بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للبولي فوسفيت المستخدم في الدراسة

الصفة	APP
الذوبانية مطلقة غم /100 مل عند درجة حرارة298	25
درجة الانصهار مطلقة	200
درجة التفاعل 10 : 1 (ماء : سماد)	7.87
التوصيل الكهربائي ديسيسيمنز .م$^{-1}$ 1:10 (ماء : سماد)	6.5
النسبة المئوية للفسفور p%	28.1
النسبة المئوية للنيتروجين NH_4	19.1
الوزن الجزيئي	440
التركيب الكيميائي	$(NH_4)_6P_4O_{13}$

3. 4 التجربة البيولوجية

بهدف دراسة تأثير كل من الأورثوفوسفيت والأمونيوم بولي فوسفيت في نمو النبات فقد أجريت تجربة عامليه باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة باستخدام أصص بلاستيكية سعة 10 كغم قطرها الأعلى 30 سم والأسفل 25 سم وبارتفاع 30 سم عبئت الأصص بالترب وحسب المواقع المشار إليها سابقاً وبواقع (10) كغم لكل أصيص وأضيف السماد الفوسفاتي من مصدريه ممزوجاً مع التربة قبل الزراعة بالمستويات الآتية 0 و 100 و 200 و 400 ملغم P . كغم$^{-1}$ كما أضيف السماد البوتاسي (كبريتات البوتاسيوم) بمقدار 25 كغم .دونم$^{-1}$ ولجميع الأصص. وزرعت في كل أصيص 10 بذور من بذور نبات الذرة الصفراء ***Zea mays*** صنف (2018) بتاريخ 24 / 3 / 2010 وبعد خمسة عشر يوماً من الزراعة خفت النباتات إلى خمسة نباتات في كل أصيص بعد ذلك تم إضافة الدفعة الأولى من السماد النتروجيني اليوريا (N %46) بواقع 20 كغم N . دونم$^{-1}$

وبالتساوي لجميع الأصص وأضيفت الدفعة الثانية من السماد النتروجيني بعد أربعين يوماً من الدفعة الأولى. وتم إضافة الأسمدة حسب التوصية السمادية التي أشار إليها ألنعيمي (1999).

واستخدم ماء الحنفية في عملية الري إذ تم اعتماد الطريقة الوزنية لإيصال الماء إلى السعة الحقلية إذ يتم وزن الأصيص يومياً بعد استنفاذ 50% من الماء الجاهز. وبعد ظهور التفرعات تم قياس ارتفاع النباتات في جميع الأصص وأخذ معدلها، ثم قطعت النباتات ووضعت في أكياس ورقية مثقبة وجففت في فرن كهربائي على درجة حرارة 60 – 70 م^{o} لحين ثبوت الوزن تم حساب الوزن الجاف ثم طحنت العينات وحسب المعاملات وعبئت في قناني بلاستيكية لأجراء التحاليل الكيميائية عليها . وقد أجريت تجربة عاملية بأربعة مستويات من السماد الفوسفاتي هي 0 و 100 و 200 و 400 ملغم P . كغم$^{-1}$ ومن مصدرين هما الأورثوفوسفيت KH_2PO_4 والبولي فوسفيت $(NH_4)_6P_4O_{13}$). وقد أجريت الدراسة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات والمخطط الآتي يوضح توزيع معاملات التجربة

3. 5 تحليل النبات

تم استخدام طريقة الهضم الرطب في تقدير الفسفور في الأجزاء الخضرية للنبات إذ تم وزن 0.5 غم من المادة النباتية ولجميع المعاملات وهضمت كل على انفراد باستعمال خليط من حامض الكبريتيك المركز وبيرو كسيد الهيدروجين بتركيز 30% وبعد تبريد محلول الهضم تم ترشيحه ووضعه في قنينة حجمية سعة 50 مل وإكمال الحجم لحد العلامة بالماء المقطر. ووفق الطريقة المتبعة عند Agiza وآخرون (1957) إذ قدر الفسفور في هذه العينات بطريقة مولبيدات الأمونيوم وتم القياس بجهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) على طول موجي 820 نانوميتر كما ورد في Page (1982).

مخطط توزيع المعاملات حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

القطاع الأول	القطاع الثاني	القطاع الثالث

S_1PF_0	S_1OF_2	S_2OF_3
S_4PF_2	S_2OF_2	S_4OF_0
S_1PF_2	S_4PF_3	S_2PF_0
S_3PF_3	S_2PF_0	S_3PF_2
S_4OF_2	S_4OF_2	S_1PF_0
S_1OF_2	S_1PF_3	S_1PF_3
S_1OF_3	S_3OF_2	S_2PF_4
S_2PF_2	S_2OF_3	S_2OF_0
S_3PF_2	S_3PF_4	S_3OF_0
S_1PF_4	S_4OF_0	S_3PF_0
S_4OF_3	S_3PF_0	S_4OF_3
S_3OF_2	S_2PF_3	S_2PF_2
S_4PF_3	S_2PF_4	S_3OF_3
S_1PF_0	S_4PF_0	S_1OF_3
S_4PF_0	S_3PF_2	S_1PF_4
S_2PF_0	S_1PF_2	S_4PF_3
S_3PF_0	S_4PF_2	S_4OF_2
S_3OF_4	S_1OF_3	S_4PF_2
S_2OF_3	S_1OF_4	S_3PF_4
S_1PF_3	S_4PF_4	S_4PF_4
S_1OF_4	S_4OF_4	S_1PF_2
S_4PF_4	S_3OF_0	S_1OF_0
S_2OF_0	S_1PF_4	S_2PF_3
S_3OF_0	S_3OF_4	S_2OF_4
S_2PF_3	S_3PF_3	S_3PF_3
S_4OF_4	S_2OF_0	S_2OF_2
S_4OF_0	S_1OF_0	S_1OF_2
S_2PF_4	S_2OF_4	S_1OF_4
S_3OF_3	S_1PF_0	S_3OF_2
S_2OF_2	S_3OF_3	S_3OF_4
S_2OF_4	S_4OF_3	S_4OF_4
S_3PF_4	S_2PF_2	S_4PF_0

إذ أن :

S1 = تربة المحمدي **S4** = تربة البغدادي **F** = مستويات الإضافة.

S2 = تربة البسطامية **S3** = تربة الجزيرة **P** = الأمونيوم بولي فوسفيت

O = الأورثوفوسفيت

3. 7 التحليل الإحصائي

حللت النتائج التي حصلنا عليها إحصائياً معتمدين طريقة الراوي وخلف الله ، 1980 وتم حساب L.S.D حسب برنامج التحليل الإحصائي Genstate 32 .

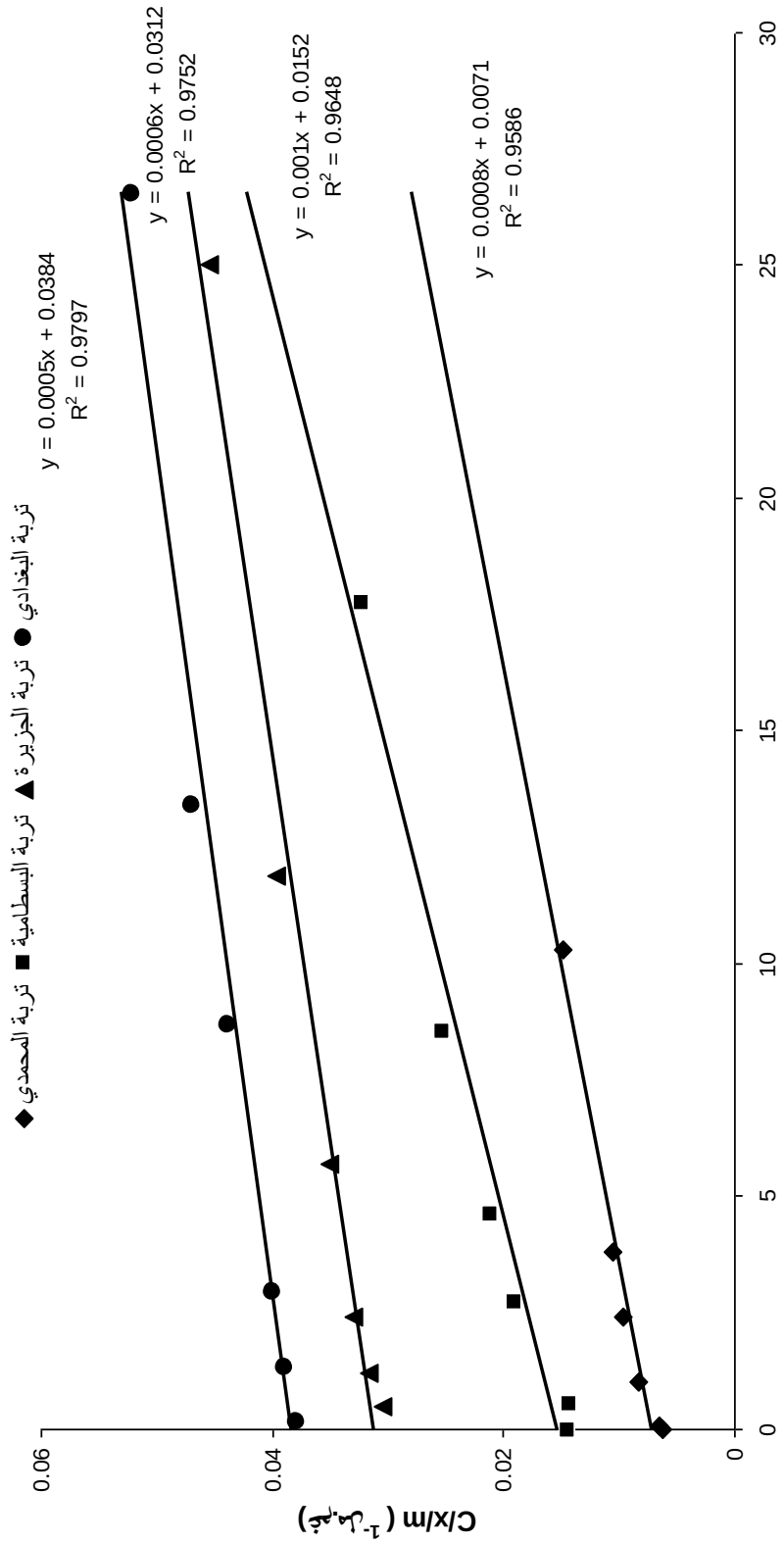
4- النتائج والمناقشة

4. 1. تجربة الإمتزاز

4. 1. 1. إمتزاز الأورثوفوسفيت

يبين الشكل 1 منحنيات الإمتزاز لمركب الأورثوفوسفيت المحسوب من تطبيق معادلة لانكمير لنماذج ترب الدراسة . إذ يتضح من الشكل أن أعلى قيم الإمتزاز الأعظم (xm) كان في نموذج تربة البغدادي إذ بلغت القيمة 2000 مايكروغرام p غم$^{-1}$ تربة وأقل قيم الإمتزاز الأعظم (xm) كان في نموذج تربة البسطامية إذ بلغت القيمة 1000 مايكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة وربما يعود السبب في ذلك إلى ارتفاع محتوى تربة المحمدي من الطين إذ يعتبر الطين الجزء الرئيس المسؤول عن إمتزاز الأورثوفوسفيت (Razaq و Fahad، 1985) إضافة إلى قلة محتوى تربة البغدادي من المادة العضوية والتي لها دوراً مهماً في تقليل الامتزاز إذ تشير النتائج الواردة في جدول 4 أن هناك علاقة ارتباط سالبة بين قيم الامتزاز الأعظم ومحتوى التربة من المادة العضوية إذ بلغت القيمة 0.996 – وربما يعود السبب في انخفاض قيمة الامتزاز الأعظم لنموذج تربة البسطامية إلى قلة محتواها من الطين إذ تبين نتائج جدول 4 أن هناك علاقة ارتباط موجبة عالية المعنوية بين نسبة الطين وقيم الامتزاز الأعظم إضافة إلى زيادة محتوى تربة البسطامية من المادة العضوية والتي بدورها تقلل من الامتزاز الأعظم، ويمكن استخدام قيم الامتزاز الأعظم كدليل لمدى استجابة التربة للتسميد الفوسفاتي .

وفيما يتعلق بالثابت k وهو مقياس لقوى الربط بين أيون الفسفور ودقائق التربة فتشير النتائج الواردة في جدول 3 أن قيم k بصورة عامة قليلة مشيرة بذلك إلى أن قوى ربط أيونات الفوسفات مع دقائق التربة ضعيفة نوعاً ما في الترب العراقية الكلسية وهذا يتفق مع Pavel و Toma (1971) الذين أشاروا إلى أن الترب العراقية تمتاز بسعة إمتزاز عالية للأورثوفوسفيت ولكن طاقة الربط ضعيفة.



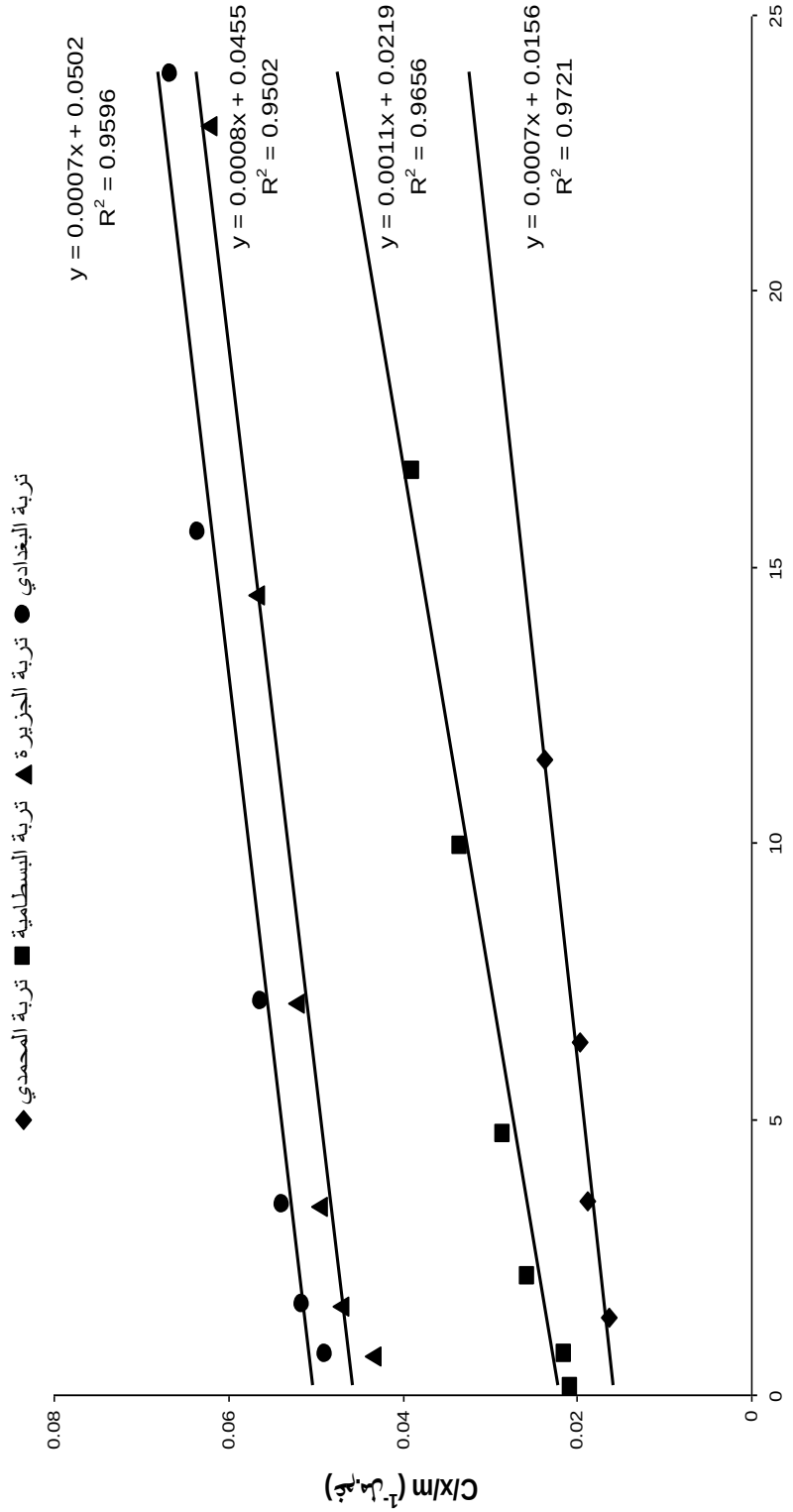
شكل 1 منحنيات امتزاز التماثل الحراري للأورثوفوسفيت طبقاً لمعادلة لانكمير في ترب الدراسة

.1
.4
.2

تجربة إمتزاز الأمونيوم بولي فوسفيت

يبين الشكل 2 منحنيات الامتزاز لمركب الأمونيوم بولي فوسفيت المحسوب من معادلة لنجمير لنماذج ترب الدراسة إذ أظهرت كل من تربة البغدادي و المحمدي أعلى

قيم الإمتزاز الأعظم (xm) مقارنة ببقية ترب الدراسة إذ بلغت قيم الإمتزاز الأعظم 1428 مايكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة بينما أظهرت تربة البسطامية أقل قيم الإمتزاز الأعظم إذ بلغت القيمة 909 مايكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة تليها تربة الجزيرة حيث بلغت 1250 مايكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة وأن سبب اختلاف الترب في قيم الامتزاز الأعظم ربما يعود إلى اختلافها في النسجة (محتوى الطين) حيث تميزت كل من تربة البغدادي والمحمدي بزيادة محتواها من الطين والذي له دوراً كبيراً في امتزاز أيونات الفوسفات المكثفة في التربة ويعتبر الجزء الرئيس عن الامتزاز كما أن لدقائق الكلس النشط (active lime) تأثيراً مباشراً في عملية امتزاز أيونات الفوسفات حيث وجد عدد من الباحثين علاقة ارتباط موجبة بين محتوى التربة من الكلس وامتزاز أيونات الفوسفات المكثفة على سطوحها (Motta ، 1981 ; Xie و Machenzie ، 1990) ويشير جدول 3 أن طاقة الربط k لمركب الأمونيوم بولي فوسفيت مع دقائق التربة أقل من طاقة ربط أيونات الأورثوفوسفيت مع دقائق التربة وربما يعود السبب إلى أن مركب الأمونيوم بولي فوسفيت أقل تفاعلاً مع مكونات التربة المختلفة وكذلك بطء تحلله وامتزازه وهذا يتفق مع Marshall و Nancolls ، 1969 .ويمكن القول أن امتزاز أيونات الأمونيوم بولي فوسفيت كان أقل من امتزاز ايونات الأورثوفوسفيت (Joy ،2003).



شكل 2 منحنيات امتزاز الثمائل الحراري للبولي فوسفيت طبقاً لمعادلة لانكمير في ترب الدراسة

جدول 3. الثوابت المشتـقة من معادلة لنجمير لترب الدراسة

موقع العينة	الإمتزاز الأعظم (b)		طاقة الربط (k)	
	Ortho	Poly	Ortho	Poly

تربة البغدادي	2000	1428	0.01	0.04
تربة البسطامية	1000	909	0.07	0.05
تربة الجزيرة	1666	1250	0.02	0.02
تربة المحمدي	1250	1428	0.11	0.01

جدول 4. معامل الارتباط البسيط (r) بين الإمتزاز الأعظم المحسوب وبعض خصائص التربة

بعض خصائص التربة	معامل الارتباط البسيط (r)
المادة العضوية	- 0.996*
كربونات الكالسيوم	+ 0.994*
نسبة الطين	+ 0.882*
الفسفور الجاهز	- 0.981*
الإمتزاز الأعظم المحسوب	- 0.952*
كفاءة النبات	- 0.940*

تعني وجود فروقات معنوية على مستوى= 0.05 *

4 . 2 التجربة البيولوجية

4 . 2 . 1 ارتفاع النبات

يبين الجدول 5 أن للمصدر الفوسفاتي دور في معدل ارتفاع النبات إذ أدّى استخدام مركب أمونيوم بولي فوسفيت إلى حصول زيادة معنوية في ارتفاع النبات إذ بلغ معدل ارتفاعه 77.7 سم مقارنة بـ 71.9سم عند إضافة سماد الاورثوفوسفيت وهذا يشير إلى أن سماد APP أفضل تجهيزاً لعنصر الفسفور من سماد OP تحت ظروف التجربة وقد يعزى السبب في ذلك إلى بطء تحلل وامتزاز وتفاعل هذا المركب مع مكونات التربة المختلفة وكذلك زيادة امتصاص العناصر Ca ، Mg ، Cu ، Zn الضرورية لنمو النبات. وهذا يتفق مع عدد من الباحثين (Marshall و Nancolls ، 1969 ؛ Jonchin وآخرون ، 1971 ؛ Subbarao وآخرون ، 1975).

و يبين الجدول 5 أن لمستوى إضافة المصدر الفوسفاتي دور مهم ومؤثر في ارتفاع النبات إذ أدّت زيادة مستويات الفسفور المضاف إلى الترب المختلفة إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات إذ بلغ معدل ارتفاع النبات 57.7 سم عند عدم إضافة المصدر الفوسفاتي (0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$) هذا عند استعمال سماد (OP) مقارنة بـ 76.3، 77.2 ، 80.2 سم للمستويات 100 ، 200 ، 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ على

التتابع مما يبين حصول زيادة بنسبة 31 ، 33 ، 38% على التتابع، في حين بلغ معدل ارتفاع النبات عند استعمال سماد (APP) 60.3عند عدم إضافة المصدر الفوسفاتي (0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$) مقارنة بـ 80.3 ،80.5، 85.7 سم عند المستويات 100 ، 200 ، 400 0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ مما يبين حصول زيادة بنسبة 33 ، 34 ، 42% على التتابع، وربما يعود السبب في ذلك إلى زيادة جاهزية الفسفور في التربة مما أدّى إلى زيادة معدل ارتفاع النبات نتيجة لتأثير الفسفور في نمو النبات كونه أحد العناصر الغذائية الرئيسة للنبات وهذا يتفق مع (المعيني ، 2004) الذي حصل على علاقة معنوية موجبة بين قيم الفسفور الجاهز ومحتوى التربة من المادة العضوية ويتفق أيضاً مع السليفاني ،(1981) الذي حصل على زيادة ملحوظة في معدل ارتفاع النبات عند زيادة مستوى الفسفور الجاهر ويتفق أيضاً مع ما أشار إليه الموسوي (2004) والتميمي (2003).

كما يبين الجدول 5 أن ترب الدراسة الأربعة تختلف في معدل ارتفاع النبات إذ يلاحظ من نتائج الجدول أن أعلى ارتفاع وصل إليه نبات الذرة الصفراء في تربة المحمدي إذ بلغ الارتفاع 87 سم مقارنة بـ 82 ، 66 ، 64.7 سم لكل من تربة البسطامية والجزيرة والبغدادي على التتابع . وربما يعود السبب في هذا الاختلاف إلى تأثير الفسفور في نمو الجذور وعدد تفراعاتها فضلاً عن مشلركته في تكوين الطاقة وتسريع النمو، وهذا يتفق مع ما توصل إليه التميمي (2003) ; الموسوي (2004) وقد يرجع السبب في تفوق تربة المحمدي على بقية الترب هو ارتفاع محتوى هذه التربة من المادة العضوية والتي تلعب دوراً مهماً في تجهيز النبات بالعناصر الغذائية اللازمة لنمه إضافة إلى مساهمتها في انطلاق الفسفور إذ عند تحللها تنتج مجاميع تحمل شحنة سالبة تعمل على تقليل امتزاز الفسفور في التربة عن طريق التنافس على مواقع الامتزاز.

و تبين نتائج الجدول 5 وجود فروق معنوية بالنسبة للتداخل بين المصدر السمادي ومستواه إذ بلغ أعلى معدل لارتفاع النبات 85.7 سم عند استعمال سماد APP مصدراً للفسفور وبمستوى إضافة مقداره 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ يليه سماد OP مصدراً للفسفور عند نفس مستوى الإضافة بمعدل ارتفاع مقداره 80.2 سم مقارنة بأقل معدل ارتفاع عند عدم إضافة السماد الفوسفاتي (معاملة المقارنة) بلغ 57.6 سم.

و تبين نتائج الجدول 5 وجود فروق معنوية لتأثير التداخلات بين العوامل الثلاثة المدروسة في ارتفاع النبات إذ أعطت تربة المحمدي وإضافة سماد الأمونيوم بولي فوسفيت مصدراً للفسفور بمستوى 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ أعلى ارتفاع للنبات بلغ 95.3سم مقارنة بأقل ارتفاع 41 سم عند تربة البغدادي وبمستوى إضافة مقداره 0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ واستعمال سماد الأورثوفوسفيت.

جدول 5. تأثير مصدر ومستوى السماد الفوسفاتي في ارتفاع نبات الذرة الصفراء (سم)

مصدر الفسفور	مستوى الفسفور كغم .هـ$^{-1}$	مواقع عينات التربة				مصدر الفسفور × مستوى الفسفور
		البغدادي	الجزيرة	البسطامية	المحمدي	
Ortho	0	41.0	52.5	73.1	63.7	57.7
	100	64.4	65.2	91.4	84.2	76.3
	200	59.8	74.3	91.7	83.1	77.2
	400	68.3	72.0	94.3	86.2	80.2
Poly	0	46.0	50.9	81.0	63.3	60.3
	100	75.6	67.5	89.1	88.7	80.3
	200	77.9	69.3	85.9	88.9	80.5
	400	84.8	72.7	89.9	95.3	85.7
معدل المصدر						
موقع العينات ×مصدر الفسفور	Ortho	58.4	66.0	79.3	84.0	71.9
	Poly	71.0	65.1	86.4	87.7	77.7
معدل المستوى						
موقع العينات × مستوى الفسفور	0	43.5	51.7	63.5	77.1	58.9
	100	70	66.4	86.5	90.3	78.3
	200	73.0	70.7	86.0	88.8	79.6
	400	72.3	73.5	91.9	90.8	82.1
معدل موقع عينات التربة		64.7	65.6	82	87	

أقل فرق معنوي عند مستوى 0.05						
موقع العينات	مستوى الفسفور	مصدر الفسفور	موقع× مستوى	موقع×مصدر الفسفور	المستوى × المصدر	التداخل الثلاثي
1.5	1.3	1.0	2.9	2.0	2.9	4.1

4. 2. 2 الوزن الجاف للجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء

يلاحظ من الجدول 6 أن استخدام سماد الأمونيوم بولي فوسفيت أدّى إلى حصول زيادة معنوية في الوزن الجاف للجزء الخضري للنبات إذ بلغ معدل الوزن الجاف للنبات للنباتات 15.6 غم . اصيص$^{-1}$ عند استعمال سماد [illegible] نة بـ 12.9 غم . اصيص$^{-1}$ عند استعمال سماد OP وقد [illegible] كون سماد APP أفضل تجهيزاً لعنصر الفسفور من سماد OI بسبب بطء تحببه وقلة تفاعله مع مكونات التربة

المختلفة وبالتالي قلة تثبيته إضافة إلى احتواءه على نسبة 19% نتروجين وهذا يتفق مع عدد من الباحثين (Elsokkary و Amer ، 1981 ، Dick و Tabatabai ، 1987).

و يتضح من الجدول 6 أن زيادة مستوى السماد الفوسفاتي ولكلا المصدرين السماديين أدّت إلى حصول زيادة معنوية في معدل الوزن الجاف للنبات إذ بلغ معدل الوزن الجاف للجزء الخضري للنبات أعلى قيمة له 18.6 غم . اصيص$^{-1}$ عند مستوى تسميد 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ مقارنة بـ 15.9 ، 15.7 5.6 غم . اصيص$^{-1}$ عند المستويات 200 ، 100 ، 0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ على التتابع وقد يعود السبب في ذلك إلى أن زيادة مستويات إضافة المصدر الفوسفاتي أدّت إلى تعديل التوازن الغذائي مما ساعد في زيادة امتصاص العناصر الغذائية الرئيسة وهي الفسفور والنتروجين وهذا يتفق مع ما أورده Finck (1976) و Finck (1977).

و يتضح من الجدول 6 أن اختلاف نوع التربة أدّى إلى حصول فروق معنوية في الوزن الجاف للنبات إذ بلغ أعلى معدل للوزن الجاف عند عينة تربة المحمدي 16.0 غم . اصيص$^{-1}$ مقارنة بـ 15.1 ، 10.9 ، 13.9 غم . اصيص$^{-1}$ في كل من تربة البسطامية والجزيرة والبغدادي على التتابع وهذا يبين حصول انخفاض في معدل الوزن الجاف للنبات في هذه الترب مقارنة بتربة المحمدي وقد يعود السبب في هذا الاختلاف إلى اختلاف الترب في نسبة الطين وهذا يتفق مع ما توصل إليه الكبيسي (1984) حيث أن التسميد الفوسفاتي أدّى إلى زيادة الوزن الجاف للنبات وبين أن النباتات في الترب الطينية أعطت أعلى القيم في حاصل المادة الجافة مقارنة بالتربة المزيجية وهذه أعلى من الترب الرملية.

كما تبين نتائج الجدول 6 وجود فروق معنوية للتداخل بين نوع المصدر السمادي ومستوى السماد إذ بلغ معدل الوزن الجاف للنبات أعلى معدل له 21.4 غم . اصيص$^{-1}$ عند استخدام سماد APP مصدراً للفسفور بمستوى 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ يليه سماد OP عند نفس مستوى الإضافة بمعدل وزن جاف بلغ 17 غم . اصيص$^{-1}$ مقارنة بأقل وزن جاف عند مستوى 0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ بلغ 5.3 غم . اصيص$^{-1}$.

إن نتائج الجدول 6 تبين وجود فروق معنوية لتاثير التداخلات بين العوامل الثلاثة المدروسة من حيث تأثيرها في حاصل المادة الجافة للجزء الخضري للنبات إذ أعطت تربة المحمدي وإضافة سماد APP مصدراً للفسفور بمستوى 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ أعلى وزن جاف بلغ 28.9. اصيص$^{-1}$ مقارنة بأقل وزن 3.6غم . اصيص$^{-1}$ لتربة البغدادي ومستوى إضافة مقداره 0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ واستخدام سماد OP. ويمكن القول بأن اتجاه الاستجابة لمستوى السماد الفوسفاتي في هذه الدراسة هو بنفس اتجاه الاستجابة التي تم الحصول عليها من قبل Hassan وآخرون ،(1982) و Hassan وآخرون (1987) لترب كلسية ، مع اختلاف في نسب الزيادة .

جدول 6. تأثير مصدر ومستوى السماد الفوسفاتي في الوزن الجاف للجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء (غم . أصيص$^{-1}$)

مصدر الفسفور	مستوى الفسفور كغم .هـ$^{-1}$	مواقع عينات التربة				مصدر الفسفور× مستوى الفسفور
		البغدادي	الجزيرة	البسطامية	المحمدي	
Ortho	0	3.6	4.2	6.6	6.8	5.3
	100	11.6	11.6	16.2	15.9	13.8
	200	16.2	10.1	17.5	17.4	15.3
	400	18.1	12.3	18.9	18.9	17
Poly	0	5.2	4.3	7.0	7.2	5.9
	100	12.6	12.9	19.4	17.3	15.5
	200	13.1	14.1	18.4	24.2	17.5
	400	22.6	17.6	16.7	28.9	21.4
معدل المصدر						
موقع العينات ×مصدر الفسفور	Ortho	9.5	12.4	14.7	14.8	12.9
	Poly	15.4	12.2	15.5	19.4	15.6
معدل المستوى						
موقع العينات × مستوى الفسفور	0	4.2	4.4	6.8	7.0	5.6
	100	16.4	12.1	17.8	17.0	15.7
	200	14.7	12.1	18.0	19.0	15.9
	400	20.3	14.9	17.8	21.5	18.6
معدل موقع عينات التربة		13.9	10.9	15.1	16.0	

أقل فرق معنوي عند مستوى 0.05					
موقع العينات	مستوى الفسفور	مصدر الفسفور	موقع× مستوى	موقع×مصدر الفسفور	المستوى × المصدر	التداخل الثلاثي
0.6	0.5	0.4	1.1	0.8	0.7	1.3

4. 2. 3. الفسفور الممتص من قبل النبات

يبين الجدول 7 أن استخدام سماد APP مصدراً للفسفور زاد من الكمية الممتصة في الجزء الخضري للنبات وكانت الزيادة معنوية إذ بلغ معدل الفسفور الممتص 2.8 ملغم.أصيص$^{-1}$ مقارنة بـ 6.9 ملغم.أصيص$^{-1}$ عند استعمال سماد OP وربما يعود السبب إلى أن مركب APP يفقد الفسفور بشكل بطيء مما يقلل من مجال تثبيته في التربة وبذلك يزيد من كفاءتها التسميدية إذ تجهز النبات بالفسفور لمدة طويلة.

و يبين الجدول 7 أن زيادة مستويات الفسفور المضافة ولكلا المصدريين الأورثوفوسفيت والأمونيوم بولي فوسفيت أدّت إلى زيادة معدل الفسفور الممتص في الجزء الخضري للنبات إذ بلغت القيمة الممتصة أعلى معدل لها 10.8 ملغم.أصيص$^{-1}$ عند مستوى 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ مقارنة بـ 9.1 ، 8.6 ، 2.5 ملغم.أصيص$^{-1}$ عند المستويات 200 ، 100 ، 0 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ على التتابع إن سبب هذه الزيادة قد تعزى إلى زيادة مستويات الفسفور المضاف مما شجع على نمو النبات وفعالياته الحيوية مما أدّى زيادة قدرة النبات على امتصاص الفسفور المضاف.

إن نتائج الجدول 7 تبين أن ترب الدراسة الأربعة تختلف في معدل الفسفور الممتص في الجزء الخضري للنبات إذ بلغت أعلى قيمة للفسفور الممتص 9.2 ملغم.أصيص$^{-1}$ عند تربة المحمدي مقارنة بـ 8.2 ، 7.5 ، 6.3 ملغم.أصيص$^{-1}$ لكل من تربة البسطامية والجزيرة والبغدادي على التتابع وربما يرجع السبب في هذه الزيادة في تربة المحمدي إلى زيادة محتوى هذه التربة من المادة العضوية مقارنة بكا من تربة البسطامية والجزيرة والبغدادي التي تتميز بانخفاض محتواها من المادة العضوية وهذا يتفق مع الجاف وآخرون (1989) عند تقويمهم لطرائق استخلاص الفوسفات الجاهزة في بعض الترب الكلسية العراقية.

و تبين نتائج الجدول 7 وجود فروق معنوية بالنسبة للتداخل بين المصدر السمادي ومستوى الفسفور المضاف إذ بلغت أعلى قيمة للفسفور الممتص في الجزء الخضري للنبات 11.7 ملغم.أصيص$^{-1}$ عند استعمال سماد APP مصدراً للفسفور وبمستوى إضافة 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ يليه سماد OP بنفس مستوى الإضافة 10 ملغم.أصيص$^{-1}$ مقارنة بأقل قيمة للفسفور الممتص 2.4 ملغم.أصيص$^{-1}$ عند عدم إضافة الفسفور (مستوى إضافة 0).

إن نتائج الجدول 7 تبين وجود فروق معنوية لتأثير التداخلات بين العوامل الثلاثة المدروسة في كمية الفسفور الممتصة في الجزء الخضري للنبات إذ أعطت تربة المحمدي وإضافة سماد APP مصدراً للفسفور بمستوى 400 ملغم p . كغم تربة $^{-1}$ أعلى قيمة بلغت 15 ملغم.أصيص$^{-1}$ مقارنة بأقل قيمة 1.5 ملغم.أصيص$^{-1}$ لتربة البغدادي وعدم إضافة السماد الفوسفاتي (المقارنة) واستعمال سماد OP وبزيادة

قدرها 89% وقد يعزى السبب في ذلك إلى أن استعمال APP أدت إلى زيادة امتصاص الفسفور وعناصر أخرى مثل Ca ، Mg ، Mn ، Zn وهذه العناصر يحتاجها النبات لإكمال دورة حياته Rhue وآخرون، 1981 .وتتفق النتائج مع نتائج عدد من الباحثين (Adriano و Murphy ، 1970 ;El-Reweiny وآخرون، 1970 ; Amer و Mustapha ، 1981 ; Amer ، 1982).

جدول 7. تأثير مصدر ومستوى السماد الفوسفاتي في الفسفور الممتص في الجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء (ملغم.أصيص$^{-1}$)

مصدر الفسفور	مستوى الفسفور كغم .هـ$^{-1}$	مواقع عينات التربة				مصدر الفسفور× مستوى الفسفور
		البغدادي	الجزيرة	البسطامية	المحمدي	
Ortho	0	1.5	2.3	2.8	3.0	2.4
	100	5.0	6.2	8.9	7.5	6.9
	200	9.0	5.6	10.2	9.0	8.5
	400	10.8	7.2	11.0	10.8	10.0
Poly	0	2.2	1.8	3.2	3.7	2.7
	100	7.0	7.2	9.4	9.3	8.2
	200	9.8	6.4	9.7	15.3	10.3
	400	12.3	9.5	10.0	15	11.7
معدل المصدر						
موقع العينات ×مصدر الفسفور	Ortho	5.3	6.6	8.2	7.6	6.9
	Poly	7.8	6.2	8.0	10.8	8.2
معدل المستوى						
موقع العينات × مستوى الفسفور	0	2.0	1.9	3.0	3.3	2.5
	100	6.3	7.4	9.3	11.4	8.6
	200	8.4	8.9	9.8	9.2	9.1
	400	8.4	11.5	10.6	12.9	10.8

معدل موقع عينات التربة	6.3	7.5	8.2	9.2

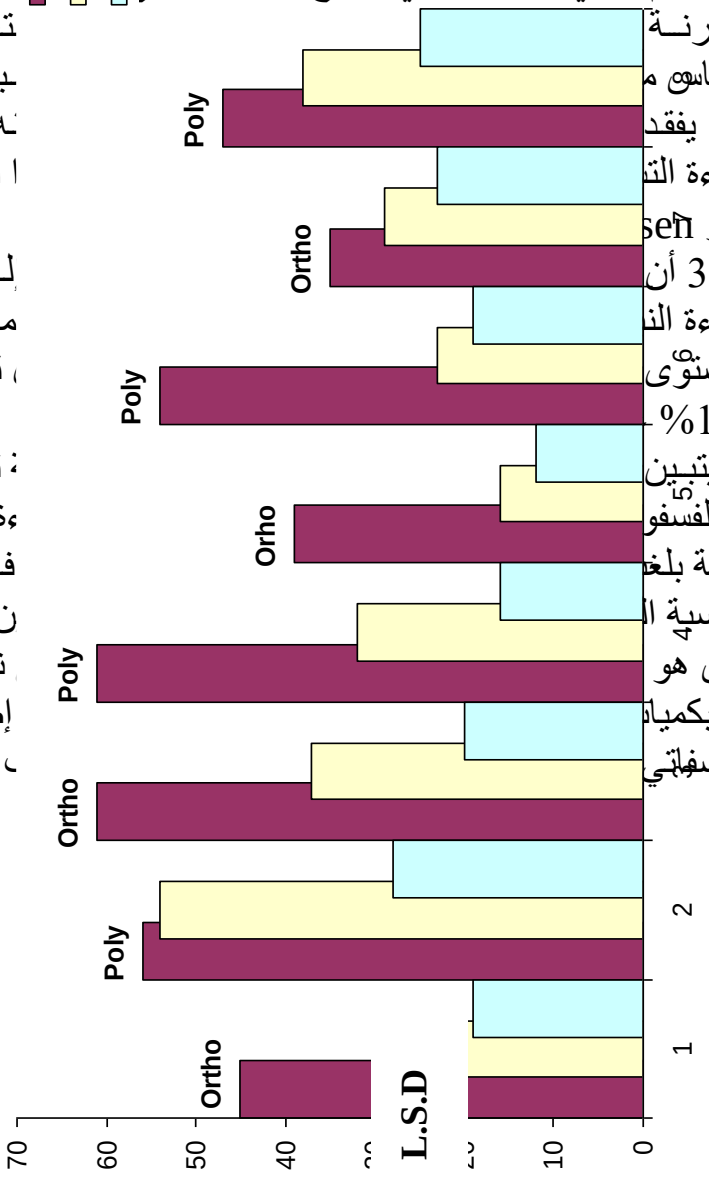
أقل فرق معنوي عند مستوى 0.05						
موقع العينات	مستوى الفسفور	مصدر الفسفور	موقع× مستوى	موقع×مصدر الفسفور	المستوى × المصدر	التداخل الثلاثي
0.5	0.5	0.3	0.9	0.6	0.7	1.3

4. 3. كفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف في نماذج الترب المدروسة

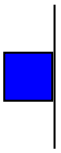
لغرض تقييم كفاءة النبات لامتصاص الفسفور في نماذج الترب المدروسة فقد حسبت الكفاءة بشكل نسبة مئوية على النحو الآتي:-

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الفسفور الممتص في المعاملة المسمدة – الفسفور الممتص في المعاملة غير المسمدة (ملغم)}}{\text{مستوى الفسفور المضاف (ملغم p. كغم تربة}^{-1}\text{)}} \times 100$$

يبين الشكل 3 أن للمصدر الفوسفاتي دوراً مهماً ومؤثراً في كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف حيث يتضح من الجدول زيادة 55% استعمال سماد الأمونيوم بولي فوسفيت في جميع الترب إذ بلغت قياساً بمعاملة المقارنة الأورثوفوسفيت بالقياس مع إلى أن سماد APP يفقد وبذلك يزيد من الكفاءة التي توصل إليه Core و sen ويتضح من الشكل 3 أن واضح في معدل كفاءة النبات 55% عند مستوى الامتصاص بلغت 19% p . كغم تربة$^{-1}$. ويتبين كفاءتها لامتصاص الفسفور كانت لتربة البسطامية بلغ اختلاف النسبة فبالرغم من أن الطين هو يعمل على الاحتفاظ بكميات أكبر من السماد الفوسفاتي تربة البسطامية).



الشكل 3. تأثير مستويات الفسفور المضاف ومصدر السماد الفوسفاتي (OP و APP) في كفاءة امتصاص الفسفور من نماذج الترب المدروسة



أما من حيث تأثير نسبة الطين على كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف فنلاحظ أن كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف تقل بزيادة نسبة الطين في التربة فبالرغم من أن الطين هو عامل مهم في تثبيت الفسفور في التربة فإنه في نفس الوقت يعمل على الاحتفاظ بكميات كبيرة من الفسفور كمخزون ، وبالتالي لابد من إضافة كمية أكبر من السماد الفوسفاتي إلى التربة ذات النسجة الطينية مقارنة بالترب المزيجية أو استعمال بعض الفوسفات المكثفة كأسمدة كونها تفقد الفسفور بشكل بطيء مما يقلل من مجال تثبيته في التربة وبذلك يزيد من كفاءتها التسميدية إذ تجهز النبات بالفسفور لمدة طويلة وهذا يعود إلى عمليات التثبيت التي يتعرض لها الفسفور المضاف إلى الترب الطينية وهذا يتفق مع ما توصل إليه Cole و Olsen (1959).

وذكر كل من Olsen و Watanabe (1957) أن معدل الامتصاص في الترب الطينية أعلى منه في الترب الرملية وذكرا أن ذلك يكون صحيحاً في حالة تسابق تركيز الفسفور في محلول التربة المستخدمة ولكن الوصول إلى نفس التركيز من الفسفور في محلول التربة لابد من إضافة كميات أكبر من السماد الفوسفاتي إلى التربة الطينية مقارنة بالتربة الرملية وذكرا أن ذلك يعود إلى ما يعانيه السماد الفوسفاتي من مشاكل تثبيت وتفاعلات تحوله إلى مركبات قليلة الذوبان في الترب الطينية .

وتشير نتائج التحليل الإحصائي أن قيمة معامل الارتباط البسيط (r) بين كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف ومحتوى التربة من الطين 0.992 - (جدول 8) ومن هنا يتضح الدور الذي يمكن أن يلعبه الطين في عمليات التثبيت وتقليل استفادة النبات من الفسفور المضاف . ولابد من الإشارة هنا إلى أن نسبة الطين ليست هي التي تؤثر على كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف وإنما نوع المعدن الطيني السائد.

جدول 8. معامل الارتباط البسيط بين كفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف وبعض خصائص التربة

بعض خصائص التربة	معامل الارتباط البسيط (r)
المادة العضوية	- 0.971
كربونات الكالسيوم	- 0.940
نسبة الطين	- 0.992
الفسفور الجاهز	- 0.984
الإمتزاز الأعظم المحسوب	- 0.941

أما من حيث العلاقة بين كربونات الكالسيوم وكفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف فتشير نتائج التحليل الإحصائي أن قيمة معامل الارتباط البسيط (r) بين كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف ومحتوى التربة من كربونات الكالسيوم (0.940 -) (جدول 8) وهذا يظهر الدور الذي يمكن أن تسهم به كربونات الكالسيوم بالتقليل من جاهزية الفسفور المضاف وبالتالي فإن كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف تقل بزيادة نسبة كربونات الكالسيوم في التربة وهذا يتفق مع ما توصل إليه إلهيتي (1985) الذي وجد انخفاض في قيم الإمتزاز الأعظم المحسوب (b) لأربع ترب مختلفة بعد إزالة الكلس منها .

وعن العلاقة بين كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف ومحتوى التربة من المادة العضوية فتشير النتائج إلى وجود علاقة عكسية بين محتوى التربة من المادة العضوية وكفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف إذ بلغت قيمة معامل الارتباط البسيط (r) (0.970 -) (جدول8) مشيرة بذلك إلى أن وجود المادة العضوية في التربة يمكن أن يطلق جزء من الفسفور الذي يحتاجه النبات مما يقلل من نسبة الممتص من السماد المضاف. وهذا يتفق مع ما أشار إليه كل من Tisdale و Nelson (1975) إلى أن المادة العضوية عند تحللها تنتج أحماضاً وهذه الأحماض تعمل على إذابة بعض المعادن الأولية والمركبات الفوسفاتية فيتحرر الفسفور منها وبذلك تستفيد منه النباتات وكذلك عند تحلل المادة العضوية تنتج فسفور عضوي يمكن أن يتحول بعد معدنته إلى فسفور معدني تستفيد منه النباتات وبذلك تقل النسبة المئوية المستعملة من السماد المضاف.

وعن العلاقة بين كفاءة النبات لامتصاص الفسفور المضاف والإمتزاز الأعظم (b) فتشير نتائج التحليل الإحصائي على وجود علاقة سلبية إذ بلغت قيمة (r) (0.941 -) (جدول8) مشيرة بذلك أن التربة التي تمتاز بطاقة إمتزاز عالية فإن النسبة المئوية للفسفور الممتص (الكفاءة) تكون قليلة .

5- الاستنتاجات والتوصيات

1- نستنتج أن امتزاز الأورثوفوسفيت كان أعلى من امتزاز أمونيوم بولي فوسفيت.
2- تأثير سماد الأمونيوم بولي فوسفيت في نمو النبات كان أكثر من تأثير سماد الأورثوفوسفيت.

وبناءً على الاستنتاجات أعلاه نوصي بالآتي:-

1- نوصي بإجراء دراسات أكثر تفصيلاً حول تأثير المركبات الفوسفاتية المكثفة في نمو النبات وامتصاص العناصر الغذائية الأخرى.
2- نوصي باستخدام مركب الأمونيوم بولي فوسفيت كسماد للنبات لأنها مصدر جيد للفسفور والعناصر الغذائية الأخرى وكذلك لأنه أقل تثبيتاً في التربة من الأورثوفوسفيت وهذا يعطي مجال أكثر للنبات للاستفادة من هذا المصدر الفوسفاتي وبذلك تكون له أهمية بيولوجية واقتصادية أكثر من الأورثوفوسفيت.

6- المصادر

6. 1 المصادر العربية

- ابو ضاحي، يوسف محمد و مؤيد احمد اليونس. 1988. دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي. جامعة بغداد.
- البكري، صالح عبد الرضا.1997. تأثير التركيب المعدني لمفصول الطين في تثبيت الفسفور وعلاقته بمحتوى الكلس والأكاسيد الحرة في ترب مشروع المسيب الكبير. رسالة ماجستير.كلية الزراعة .جامعة بغداد.
- التميمي، محمد صلال. 2003. تأثير خلط الكبريت الزراعي مع بعض المصادر الفوسفاتية في جاهزية الفسفور وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة . جامعة بغداد.
- الجاف، مي ابراهيم ؛ ومحمد صالح ؛ وبرزان ابراهيم محمد وسهاد حسن باقر . 1989. تقييم طرق استخلاص الفسفور الجاهز في ترب كلسية من العراق . المؤتمر العلمي الخامس لمجلس البحث العلمي . مجلد (1) . بغداد ـ العراق.

- الراوي ، خاشع محمود وعبد العزيز خلف الله.1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية .جامعة الموصل.
- السليفاني، سعيد إسماعيل عبو.1993. دراسة السلوك الفيزيوكيميائي لسمادي الأورثوفوسفات والبايروفوسفات.أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة . جامعة الموصل.
- السليفاني، سعيد إسماعيل عبو.1981. دراسة بعض العوامل المؤثرة على جاهزية عنصر الفسفور في الترب الرسوبية والبنية .رسالة ماجستير، كلية الزراعة .الموصل.
- الشوك، أركان محمود.1988. تشخيص وسلوك فوسفات الكالسيوم المتكونة بإضافة الفسفور إلى التربة . وقائع المؤتمر الأول للتعليم التقني. مؤسسة المعاهد الفنية .
- ألطوقي، أحمد علي عبد.1999. سلوكية الفسفور في بعض الترب اليمنية.أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة . جامعة بغداد.
- ألعبيدي، باسم شاكر عبيد.2001. تأثير الكلس في تحلل المادة العضوية والأجزاء الهيوميكية في التربة . رسالة ماجستير، كلية الزراعة . جامعة بغداد.
- القيسي، شفيق جلاب.1999 . الصفات الكيميائية والفيزيائية لمعادن الكربونات لبعض الترب العراقية وقابليتها على إمتزاز الفسفور.(مجلة العلوم الزراعية ، المجلد 30 العدد2).
- الكبيسي، جمال صالح حمود. 1984. تقييم طرق إضافة المادة العضوية على جاهزية الفسفور لنبات الطماطة رسالة ماجستير. كلية الزراعة . جامعة بغداد.

- الكوراني، بيان .2000. دراسة تأثير إضافة الإسفلت في امتزاز وتحرر الفوسفات في الترب الكلسية.رسالة ماجستير.كلية الزراعة.جامعة بغداد.
- الموسوي، أحمد نجم.2004. تأثير بعض أنواع الأسمدة الفوسفاتية ومستوياتها وتجزئة إضافتها في الفسفور الجاهز في التربة وحاصل الذرة الصفراء.رسالة ماجستير.كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- المعيني، عبد المجيد تركي وإبراهيم لفته جياد و ناهض عبد الأمير.2004 .تأثير التداخل بين الفسفور والزنك في نمو وحاصل الذرة الصفراء. مجلة الزراعة العراقية.المجلد(9)العدد(1):29-23.
- ألنعيمي، سعد الله نجم عبد الله.1999 . الأسمدة وخصوبة التربة. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل.
- إلهيتي، طه ياسين نجرس.2007. دراسة التحلل المائي لبعض المركبات الفوسفاتية المكثفة في بعض الترب الكلسية .أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة . جامعة الأنبار.
- إلهيتي، طه ياسين نجرس.1985 . دراسة امتصاص الفسفور في بعض الترب العراقية . رسالة ماجستير. كلية الزراعة . جامعة بغداد.
- حسن، نوري عبد القادر و عزيز فائز و التميمي ، طالب وعسكر ، سيرين والهام ، ريان.1977 . تحديد جاهزية الفسفور في الترب العراقية.مجلة الثورة الزراعية.العدد1977/34.
- راهي، حمد الله سليمان و محمد علي جمال.1990. حالة الفسفور في بعض ترب أربيل واستجابة الذرة الصفراء لإضافة السماد الفوسفاتي. مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد21. العدد 2 ص:164-176.
- علي، نور الدين شوقي . 1997 . العلاقات المتداخلة بين حركيات الفسفور في التربة والفسفور الممتص من قبل النبات.أطروحة دكتوراه.كلية الزراعة.جامعة بغداد.
- علي، نور الدين شوقي وحسين عزيز محمد.2003.تأثير التسميد بالفسفور والبوتاسيوم في حاصل الذرة الصفراء وكفاءة استعمال المياه. مجلة العلوم الزراعية العراقية.المجلد(34)العدد(1):40-35.
- قهرمان، ليلى محمد .1989 . دراسة تحولات المركبات الفوسفاتية في الترب الجبسية والكلسية كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل.

6. 2 المصادر الاجنبية

- **Adriano , D . C ., and I. S. Murphy . 1970 .** Effect of Ammonium polyphosphate on xield and chemical composition of irrigated corn . Agron . J . 62:261- 265.
- **Agiza, A..H., M. I. B-Hineidy, M. E. Ibrahim.1957.** The determination of different fractions of phosphorus in plant and soils. Fac.Agr.Cairo Univ. bull.122.
- **Al- Kanani , T. S. 1985.** Adsorption – De sorption of Pyrophosphate a Orthophosphate and Pyrophosphate hydrolysis in soil . Geothite and silieate clay minerals . Ph.D. thesis . Ren Res Dept. McGill. Can. Univ.
- **Al- Khateeb , I . K . , S . Mohmoud , Y . A . Yosef , H . Hassan .** 2001. Synthsis and identification of new Polyphosphate fertilizer from Phosphoric acid . National Journal of chemistry. V2 . 203- 214.
- **Al-Maeni , A . T . 1978 .** studes on the phosphorus status of some Aski- Mosul soils . M.Sc.Thesis . Mosul univ.,Iraq.
- **Alzubadi , A., and . H .Chien . 1982.** Effect of small amount pyrophosphate on orthophosphate sorption by calcium carbonate and calcareous soils Soil Sci. Soc. Am.46:38-46.
- **Amer , F; Shams ,M . S; Awad , K . M and Khalil , M. A** . mmobilizatio of Diammonium phosphate and Monocalcium phosphate in calcareous soils . Soil.Sci.Soc.Am.J44:1147-1178.
- **Amer , F., and H. E. Mostapha . 1981.** Effect of Pyrophosphate on Orthophosphate reaction in calcareous Soils.Soil.Sci.Soc. Amer. J.45: 842- 847.

- **Amer , F. and A. Ramy.1971.** On the possibility of characterizing calicium phosphate in calcareous soils by isotopic exchang. J. Soil Sci. 22:267- 274.
- **Amer, F. M. Khalil, and G.S. Diab.1982.** Agronomic effeciveness of pyrophosphate as addition to monocalicium phosphate and dicalicium phosphate in calcareous soils. Soil Sci soc. Am.J.46:579-583.
- **Armbrusker , S. R., and A. D. Flowerday . 1975.** Fertilizers phosphoru interaction in alkaline soils. Soil sci. soc. Amer. Proc.
- **Awad , K. M. 1992.** Comparison and efficiency of applied phosphate fertilizers to some calcareous soils . Basrah J. Agric. Sci. 5(2):247- 256.
- **Barrow , N . J .1983 .** Amechanistic model for descrbing the sorption and desorption of phosphate by soil .
- **Barrow , N. J. 1974.** On the displacement of adsorption by arsenate. Soil Sci. 117: 23- 33.
- **Barrow , N. J.1987.** The effect of phosphate on Zinc sorption by soil . J. soil sci. 38: 453- 459.
- **Barrow , N. J.1992.** A brief discussion on the effect of temperature on reaction of inorganic ions with soil . J. Soil sci. 43: 37-45.
- **Blanchar , R. W, and L. R. Hossner. 1969.** Hydrolysis sorption of Ortho tripolyphosphate and trimetaphosphate in 32 mid western soil. Soil Sci. soc. Amer. Proc. 32:622:625.
- **Black, C. A. (Editor), 1965.** Methods of soil analysis. Part 1.Physical and mineralogical properties. Amer. Soc. of Agron. Madison,Wisconsin.

- **Brown, W. E. J. P. Smith. J. R. Lehr and A. W. Frazer.1962.** Crystallographic and Chemical reaction between octa calcium phosphate and hydroxy apatite . Nature.196: 1050- 1055.
- **Busman , L. M., and M. A. Tabatabai . 1985.** Hydrolysis of trimetaphosphate in soils . soil Sci. Soc. Amer. J. 49: 630-636.
- **Chang and Racz., G . J . 1977 .** Effect of temperature and phosphate concentration on rate of sodium pyrophosphate and sodium tripolyphosphate hydrolysis in soil . Can.J.Soil. Sci. 57:271-278.
- **Cole, C .V .and S .R. Olsen. 1959.** "Phosphorus Solubility in Calcareous Soils.2. Effect of Exchangeable Phosphorus and Soil texture on Phosphorus Solubility. ." Soil Sci.Soc.Amer. Proc.23:119-121.
- **Dawood, F.A., and N.S.Mustapha. 1985.** Application of new model of of phosphorus sorption isotherm to some Iraq soils. JAWRR. 4(1):15-26.
- **Dick , W . A . and Tabatabai , M . A . 1978 .** Inorganic Pyrophosphate of soil . Soil Biol. and Biochem. 10:59- 65 .
- **Emmanuel , F., M. Brossard , M. J. Hodley and R. Mctherell .2004**. Phosphorus in the Global Environment . chap. 7. Reaction controlling the cycle of P in the soil.
- **EL- Sokkary, F. H. H. A. EL- Atter and M. AA. Amer.1981.** Influence of P and Zn by corn plant grown in highly calcareous. Plant and Soil 59:227-237.

- **EL- Reweiny F . M ., K . Simpson, P. Crooks and S. Mcintosh(1970).** Effect Condensed phosphates on Plant growth and phosphorous Plant and Soil 44: 1- 14.
- **Finck , A. (1976) .** Soil Salinity and plant nutritional status. Proceeding of International Salinity Conference. Texas , PP:187- 198.
- **Finck , A. (1977) .** Soil Salinity and plant nutritional status. Proceeding of International Salinity Lubbock. Texas , PP:199- 210.
- **Fox, R.L., and E.J.J.Kamprath.1970.** Adsorption and Leaching of P in acid organic soils and high organic matter sand. Soil Sci.Soc.Am.Proc.35:154-156.
- **Fox, T. R. and Comeford, N. B. and Mcfee, W. W.1990.** Kinetics of phosphorus release from spodosols: Effect of oxalate and formate. Soil Sci. Soc.Am. J. 54(5):1441-1447.
- **Frazier , A. W., Smith, J. P., and J. R. Lehr. 1966.** Characterization of some ammonium Polyphosphate . J. Agric. Food Chem. 13: 316- 322.
- **George Rehm, Michael Schmitt, John Lamb, Gves Randall, and Lowell Busman (2002).** Regents of the University of Minnesota. All Rights reserved.
- **Gilliam, J. W., and Sample E.C.1968.** Hydrolysis of Pyrophosphate in soil: pH and biological effects. Soil Sci. 106:352-357.
- **Griffin , R. A., and Jurinak . 1974.** Kinetic of the phosphate interaction with calcite . Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 37: 75-79.

- **Gunary, D., and C.D.Sutton, 1967.** Soil factor affecting Plant uptake of Phosphate. J.Soil.Sci.18:167-172.
- **Hashimoto , I., Hughes . J. D. and O. D. philen. 1969.** Reaction of triaammonium Pyrophosphate with soils and soil minerals. Soil Sci. Soc. Amer. Proc.33: 401- 405.
- **Hashimoto , L., and Z. T. Wakefield . 1974.** Hydrolysis of Pyrophosphate in soils . Response of temperature and effect on heavy . metal uptake by plant . Soil Sci. 118: 90-94.
- **Hassan, N. A. K ; El Aggory , E.; Raban , S.; Aziz , F.; Hussien , T. and Asker , S. (1982).** A Comparative study on the effect on minerals and organic fertilization on the yield and chemical composition of Alfalfa. Agr. Research Review 60:160-176.
- **Hassan, N. A. K; Al kawaz, ch.M.; Al jida, J. A. and Al saad , T.M. (1987)**. Response of Berseem to nitrogen, phosphorus , and potassium fertilizer rates under different soil moisture. J Agric waer Reso. Res.(JAWRR) 6 (2) : 257- 274.
- **Hemwall, J. B. 1957.** The role of soil clay minerals in phosphorus fixation. Soil Sci. 83:101–108.
- **Holford.I.C.R. and G.E.G.Mattingly, 1975.** The high and Low energy phosphate adsorbing surfaces in calcareous soils.J.soil.26:407:417.
- **Hons , F . M . Stewart ,W.M and Hossner, L.R.1986.**Factor interactions and their influence on hydrolysis of condensed phosphates in soils. Soil.Sci.141:408-416.

- **Hooker , M . L . G . A . Paterson , D .H . sander , and L . A ., Daigger.1980.**phosphate fraction in calcareous soils as altered by time and amount of added phosphate .soil Sci.Soc.Am.J.44:369-377**.**

- **Hossner , L. R., and D. P. Philips. 1971.** Pyrophosphate hydrolysis in flooded soil . Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 379- 383.

- **Hossner , L. R., and J. R. Meiton. 1970.** Pyrophosphate hydrolysis of ammonium calcite and calcium ammonium pyrophosphate in selected Texas soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 801- 80.

- **Joy. N. 2003.** Field crop Advisory Team Albert. Michigan state university. 181.

- **Jonchin. J. Wagner , Moristown. N.J.1971.** Foliar fertilization with ammonium polyphosphate. Field Mar.14 No. 367-452.

- **Juo, A.S.R. and H.O. Moduakor, 1973.** Hydrolysis and availability of pyrophosphate in tropic soils. Soil Sci.Soc.Amer. Proc.37:240-242.

- **Jasim, K.K1979.** A study on some physio-chemical behavior of phosphate in some soils from Sulamaniyah Governorate M.Sc.Thesis. Sulamaniyah.univ.Iraq.

- **Khasawneh, F.E., I.Hashimoto and E.C.sample, 1979.** Reaction of Ammonium ortho-and polyphosphate fertilizer in soil. Hydrolysis and reaction with soil. Soil.Sci. Soc. Am.J.43:52-58.

- **Kuo, S.and E.G lotes. 1974.** Kinetics of phosphate adsorption and desorption by hematic and gibbsite. Soil Sci. 116:400-406.

- **Laraon , S ., and A . E ., Widdowson . 1966 .** Influence of Pyrophosphate on soil fertilizer reaction product in a calcareous soil. Industry London . 1302 .

- **Larsen, S., and A. E. Widdowson. 1970.** Evidence of dicalcium phosphate precipitation in calcareous soils. J. Soil Sci. 21:364–367.

- **Lehr , J. R., O. P. Egelsted and E. H. Brown. 1964.** Evaluation of calcium ammonium and potassium Pyrophosphate a fertilizers. Soil Sci.Soc. Amer. Proc.28: 296- 297.

- **Lindsay , W. L., 1974.** Chemical Equilibria in soil . John Wiley Newyork.USA.

- **Lindsay , W. L., and A. W. Taylor. 1960.** Phosphate reaction products in soil and their a viability by plants . Int. Conger. Soil Sci. Trans. 7^{th} V3: 580- 586.

- **Lindsay, W.L., A. W. Frazec, and M. F. Stephenson. 1962.** Identification of reaction products from phosphate fertilizer in soils. Soil Sci Soc. Am.Proc. 26:446- 452.

- **Lindsay, W.L. and F.H.Stephenson.1969.** Nature of reaction of MCPM in soil .I.The solution that reaction with the soil. Soil Sci. Soc.Am.Proc.23:12- 18.

- **Lohry , R . 2001 .** Ortho Vs Poly . Fluid Journal 9(4): 17- 19.

- **Mariakulandai, A. and Manickam, T.S.1975.**" Chemistry of fertilizer and manures, 3rd Ed. Asia Publishing house London",.

- **Marshall , R. W., and G. H. Nancollas , 1969.** Kinetics of crystal growth of di calcium phosphate di hydrate . J. Phys . Chem. Michael J . Ottman, Thomas L . Thompson b and Thomas.

- **Mengel, K. ; and E.A. Kirkby . 1982.** Principles of plant nutrition. International potash institute Bern , Switzerland .

- **Motta , C. J. B. 1981.** Anion and Ligand exchange . P. 179- 219. In. D. J. Greenland and M. H. B. Hayes . (ed) Chemistry of soil. Processes . John Wily and Sons. inc. New York., U.S.A.

- **Murphy .,J., and J.P. Riley. 1962.** Amodfied singly solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27:31-36.

- **Olsen , S . R . 1977.** Nutrient supply and availability in calcareous soils FAO Rome, 2nd Print pp 41-52. Ozanne , P. G ., and T.C.show.1967. Phosphate sorption by soils as measure of the phosphate requirement for pasture growth. Aust.J.Agric Res .18:601-612.

- **Olsen , S . R . and Watanbe . F . S . 1957 .** Amethod to determine a phosphorus adsorption maximum of soil as measure by Langmer isotherm . Soil Sci. Soc. Am. Proc.21:144- 149.

- **Olsen , S.R. and F.E. Khasawneh , 1980.** Use and limitation of physical chemical criteria for assessing the states of phosphorus in soil . in Khasawneh, F.E. etal (ed). The Role of phosphorus in agriculture . Amer.Soc. Agron. Madison Wis., USA.

- **Ozanne , P.G., and T.C. Shaw.1967.** Phosphate Sorption by soils as measure of the phosphate requirement for pasture growth. Ast.J.Agric.Res.8: 601- 612.

- **Page . A .L . (editor) . 1982.** Method of soil analysis. Part2.Agronomy.AsA Inc. Wisconsin. Madison U.S.A.

- **Parent , L. E., and A. F. Machenzie . 1985.** Rate of Pyrophosphate hydrolysis in organic soils. Can. J. Soil Sci. 65: 497- 506.

- **Pavel , L ., and G . Toma , 1971 .** Adsorption of phosphate anion in Iraq soils. Soil and Fert. Abst.35:505.

- **Razaq , I . R . and A . A . Fahad . 1985.** The effect of initial addition of phosphate to soil and incubation time on phosphate adsorption exchange and extract with time. JAWRR.V4. (4).P:21-37.

- **Richards L. A. 1954.** Diagnosis and improvement of saline and alkal soils. U.S. Salinity laboratory staff. Agr. Hand book No 60.

- **Rhue , D . R . Hensel , T. L. Yuan and W. K . Robertson[2] (1981)** Ammonium Orthophosphate and Polyphosphate as sources of phosphorous. Soil Science Society of America. 677S.Segoe Rd., Madison, 53711 USA. Published in Soil Sci Soc Am J 45: 1229-1233.

- **R . P. Dick and Tabatabai . 1987.** Department of Agronomy, Iowa State University, Ames, IA 50011, USA. Fertilizer Research 12:107-118.

- **Sample , E . G ., R . J., Sopper , and G . J ., Racz . 1980 .** Reaction of Phosphate fertilizers in soils . The Role of Phosphorus in Agriculture . Amer . Soc . Agron . Madison, U.S.A. PP: 263- 310 .

- **Samadi, A. and R.J. Gilkess. 1999.** Phosphorus transformation and their relation-ship with calcareous soil properties. Soil Sci. Soc. Am. J.63:809-815.

- **Sanchez , P. A ., and J . G . Salines 1981.** Low input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. Adv.Agron34:279:406.

- **Savant , N. K. 1994.** Simpilified mehtylene blue method rapid determination of cation exchange capacity of mineral soil common . Soil Sci. Plant Anal : 25 (19and 20):3357.

- **Sposito , G . 1984.** The surface chemistry of soil - Oxford univ. Press.Newyork., USA.

- **Sposito , G .1989.** The chemistry of soil. Oxford univ. press Newyork., USA.

- **Subbarao , Y . V ., R . Jr . Ellis .,1975 .** Reaction products of Polyphosphate and Orthophosphate with soil and influence uptake of phosphate by plants . Soil Sci.Soc.Amer. Proc.39:1085.

- **Subbarao , Y.V., R . Jr . Ellis , G . M .,Paulsen, and J.V.Paukstellis,1977.** Kinetics of Pyro-and tripolyphosphate hydrolysis in the presence of corn and soybean roots as determined by NMR spectroscopy. Soil Sci. Soc. Amer.Proc. 41:316-318.

- **Sutton, C. D., D. G.Junary and S. Larsen,S. 1966.** Pyrophosphate as a source of phosphorus for plant.11. Hydrolysis and initial uptake by abarely crops. Soil Sci. 101:199-204.

- **Sutton, C. D., and S. Larsen . 1964.** Pyrophosphate as a source of phosphorus for plant. Soil Sci. 97:196-202.

- **Tane, K.H.1982.**Principles of soil chemistry. Marcel Dakker, Newyork.,USA.

- **Talibdeen, O.1981.** Precipitation in chemistry of soil processes . Greenland D.J. and Hayes. M.H.B.Eds.John wiley and sons. New York.81.

- **Tisdal , S . L ., and Nelson . 1975.** soil fertility and fertilizer , Macmilla Newyork., USA.

- **Tisdal, S . L ., W . L . Nelson, J . D. Beaton and J. L. Havlin.1997.** Soi Fertility and Fertilizer prentice- Hall of India, New Delhi l.

- **Vitosh , M . L ., 1997.** Phosphate fertilizers. Michigan state university Extension. Soil and soil Management fertilizers.

- **Walkely, A. and T.A.Black.1934.** An examination of Degijareff method for determination soil organic matter and aproposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37:29-38.

- **Wild, A.(1950).** The retention of phosphate by soil. Are view. Soil Sci 2: 221-238.

- **Xie , R. J., and A. F. Machenzie . 1990.** Zinc sorption – de sorption and faction in three auto claved soils treated with Pyrophosphate. Soil Sci. Amer. J. 54: 71- 77.

ملحق (1) جدول تحليل التباين للفسفور الممتص من قبل النبـــات

v.r.F pr.	m.s	s.s	d.f	مصدر التباين
81.42*	50.4880	151.4639	3	نوع التربة
65.41*	40.5600	40.5600	1	المصدر الفوسفاتي
19.48*	12.0774	36.2321	3	نوع التربة والمصدر الفوسفاتي
		39.6867	64	Residual
		1323.1931	95	Total

تعني وجود فروقات معنوية على مستوى= 5% *

ملحق (2) جدول تحليل التباين للوزن الجـــاف للنبـــات

v.r.F pr.	m.s	s.s	d.f	مصدر التباين
162.18*	162.0321	486.0964	3	نوع التربة
185.04*	184.8705	184.8705	1	المصدر الفوسفاتي
17.1804*	17.1804	51.5411	3	نوع التربة والمصدر الفوسفاتي
		63.9417	64	Residual
		3787.9659	95	Total

تعني وجود فروقات معنوية على مستوى= 5% *

ملحق (3) جدول تحلـيل التبـــاين لارتـــفاع النبـــات

470.59*	3074.892	9224.676	3	نوع التربة
54.03*	353.050	353.050	1	المصدر الفوسفاتي
38.90*	254.209	762.627	3	نوع التربة والمصدر الفوسفاتي
v.r.F pr.	m.s	s.s	d.f	مصدر التباين
470.59*	3074.892	9224.676	3	نوع التربة
54.03*	353.050	353.050	1	المصدر الفوسفاتي
38.90*	254.209	762.627	3	نوع التربة والمصدر الفوسفاتي

Residual 64 418.187 6.534
Total 95 20247.319

تعني وجود فروقات معنوية على مستوى= 5%*

ملحق (4) جدول تحلـيل التبـــاين لكفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف في نماذج الترب المدروسة

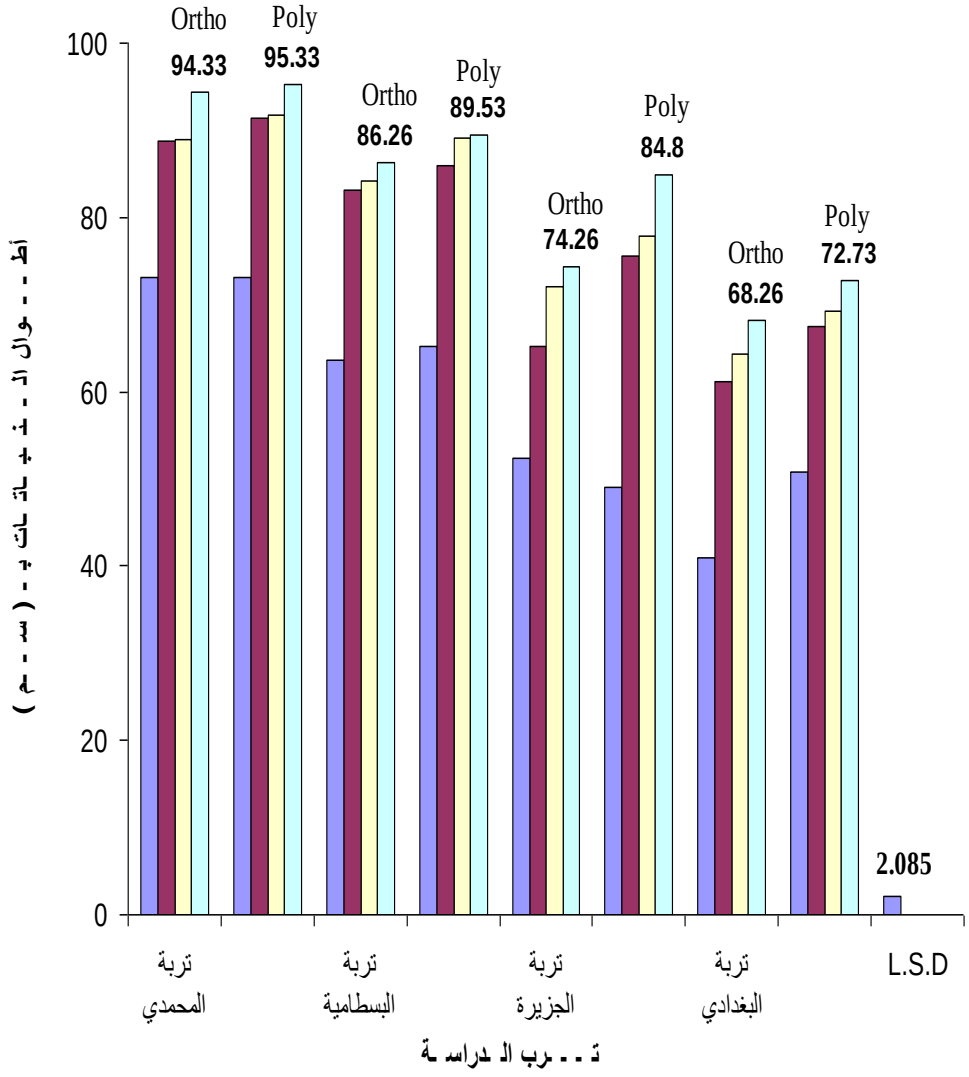
v.r.F pr.	m.s	s.s	d.f	مصدر التباين
162.18*	784.541	2353.623	3	نوع التربة
185.04*	458.209	1374.628	3	المصدر الفوسفاتي
17.1804*	4.330	38.925	9	نوع التربة والمصدر الفوسفاتي
		3832.772	63	Total

تعني وجود فروقات معنوية على مستوى= 5%

ملحق 5 يوضح كفاءة النبات في امتصاص الفسفور المضاف في ترب مختلفة (%)

المعدل	البغدادي	الجزيرة	البسطامية	المحمدي	نوع المصدر	المستوى
45	35	39	61	45	Orho	

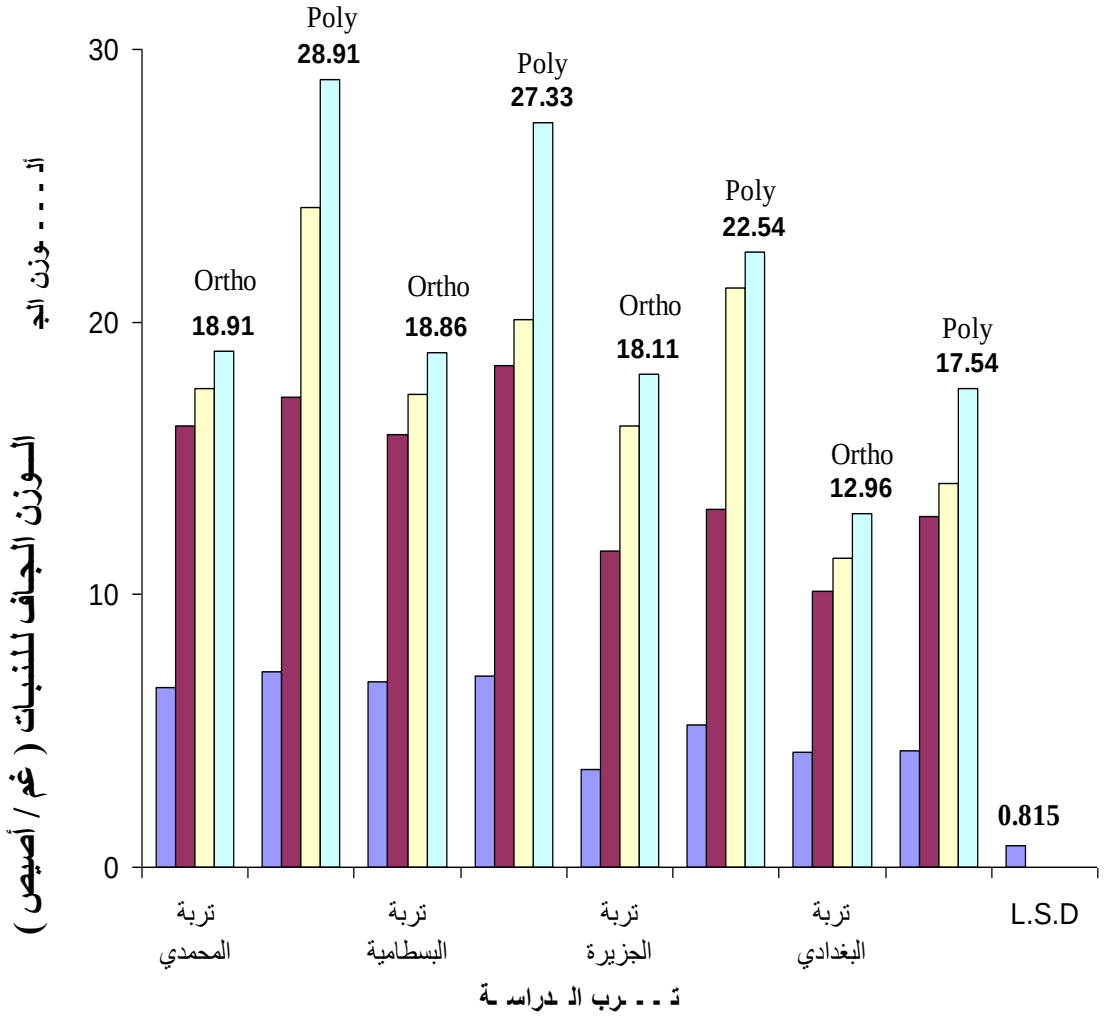
55	47	54	61	56	Poly	100
28	29	16	37	30	Orho	200
37	38	23	32	54	Poly	
19	23	12	20	19	Orho	400
22	25	19	16	28	Poly	



شكل (3) تأثير مصدر الفوسفاتي (OAP) و (APP) على أطوال النباتات ولترب الدراسة الأربعة

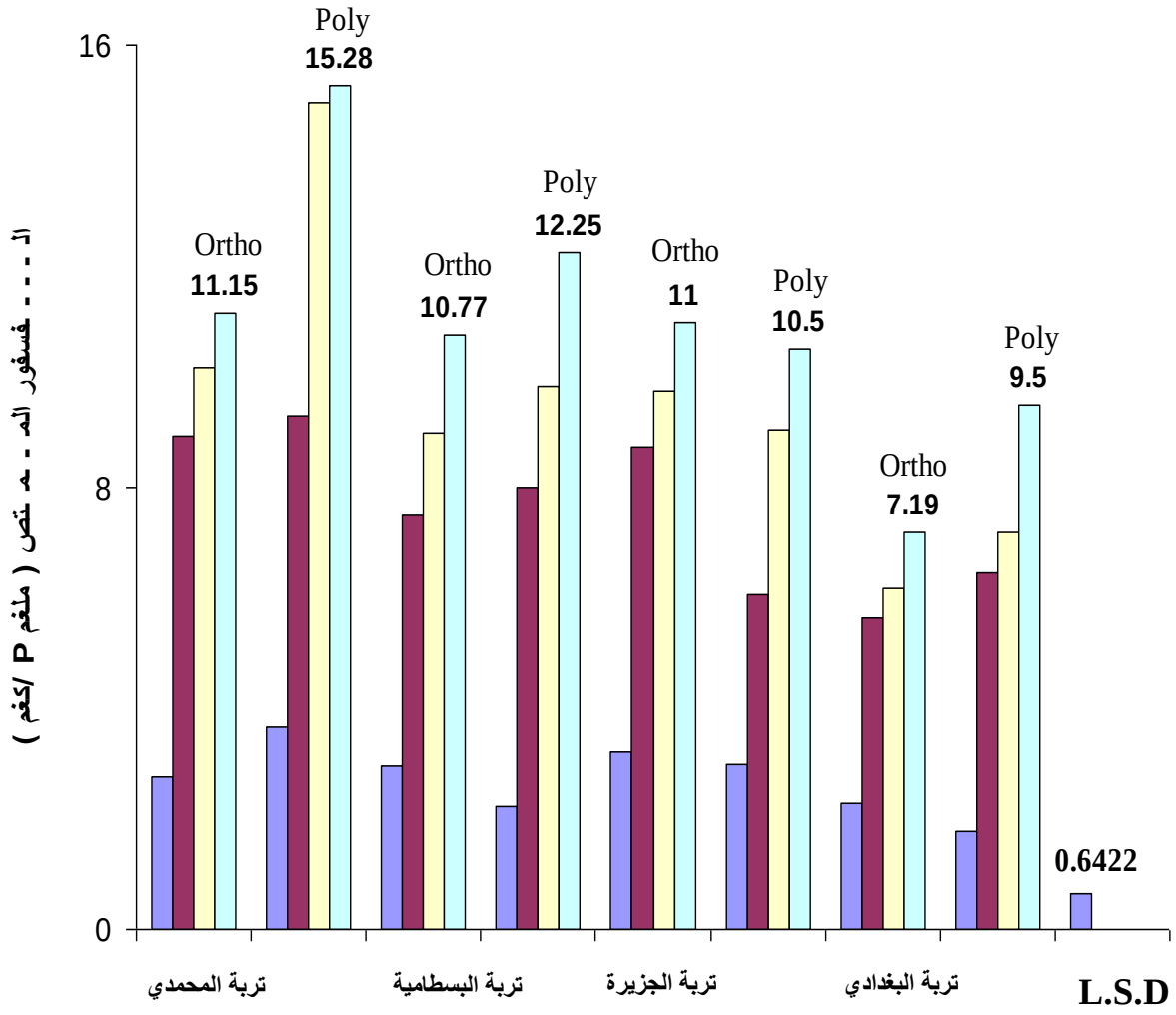
تربـ **L.S.D**

ملحق 6 تأثير



شـ كـ ـل (4) تـ ـ ـأثـ ـير الـ مـ صـ در الفـ وسـ فـ ـاتي (OAP) و (APP) على ألوزن الجاف للنبات ولـ ـترب الدراسـ ـة الأربـ ـعة

ملحق 7 تأثير المصدر الفوسفاتي APP و OP في الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء



ملحق 8 تأثير المصدر الفوسفاتي APP و OP في الفسفور الممتص من قبل نبات الذرة الصفراء

Study on Condensed Phosphate adsorption in some Calcareous soils

A Thesis
Submitted to the Council of the College of Agriculture at the University of Al-Anbar in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science in Agriculture (Soil and Water)

BY

Kamal Hameed A . Al-Dulamy

2011