الاسمدة وخصوبة التربة

قسم المحاصيل الحقلية

المرحلة الثالثة

استاذ المادة

أ.د.عبد المهدي صالح الانصاري

تثبيت الفسفور P – Fixation

يتعرض الفسفور المضاف للتربة إلى سلسلة من التفاعلات تؤدي إلى تحوله إلى صورة غير جاهزة للاستعمال من قبل النبات يطلق عليها بالصور المثبتة وتشمل عملية التثبيت التفاعلات التالية :

١- امدصاص الفسفور Phosphorus adsorption

حركة العنصر من محلول التربة إلى السطوح معادن او معقدات التربة ودون التفاعل المباشر معها وبدون اختراق لسطحة ويمدص الفسفور نوعيا specific adsorption اي ان الكمية الممدصة لا يمكن اعادتها إلى محلول التربة وفقا لاسس التبادل اليوني بل تخضع لحالات خاصة ومن خلال عملية الانطلاق desorption وتشمل تفاعلات الامدصاص

ا- الامدصاص النوعي بومسطة كاربونات الكالسيوم

وتشمل تفاعلات الامدصاص

ا- الامدصاص النوعي بواسطة كاربونات الكالسيو ($CaCO_3$)

ويتم هذا التفاعل من خلال احلال ايون $H_2\ PO_4$ محل CO_3

مكونا طبقة سطحية ويكون هذا النوع من التفاعل مهما بالترب الكلسية

وعند التراكيز الواطئة من الفسفور والفترة اللازمه للتفاعل تكون بحدود ساعة

ب- امدصاص الازدواج اليوني للفسفور مع الكالسيوم $CaH_2\ PO_4^-$ او المغنيسيوم $MgH_2\ PO_4$ على سطح كاربونات الكالسيوم

ج- الامدصاص الوعي بواسطة اكاسيد الحديد والالمنيوفي الحامضية ليكون مركبات معقدة غير ذائبة بالماء

د- الامدصاص بواسطة معادن الطين

معادن الطين ١:١ اكثر قدرة على التثنيت من معادن٢:١

يمكن وصف تفاعلات الامدصاص

- احلال P محل Si في طبقة Tertrahydral

- احلال p محل OH الموجودة في الهيكل البنائي لمعادن الطين

لنوع ال cations السائد على سطح معادن الطين تاثير كبيرا على كمية الفسفور الممدصة Ca> Mg > K > Na

تتم عملية انطلاق الفسفور الممدص (desorption) من خلال احلال ايونات سالبة لها القدرة على الامدصاص الايوني محل الفسفور الممدص

٢ـ تفاعلات الترسيب

ينظر لها كخطوة تالية لعملية الامدصاص ويمكن وصفها :

ا- تفاعلات الترسيب بالترب الكلسية

يتفاعل الفسفور المضاف مع كاربونات الكالسيوم او الكالسيوم الذائب او المتبادل على سطح معادن الطين مكونا مركبات مختلفة

$H_2PO_4^-$ (ايون الاورثوفوسفات الذائب في محلول التربة

↓ يتفاعل مع ايون الكالسيوم

$Ca(H_2PO_4)_2H_2O$ فوسفات احادي الكالسيوم 1 : 2

monocalcium phosphate

↓ مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم وثبات تركيز الفوسفات

$CaHPO_4 .2H_2O$ فوسفات ثنائي الكالسيوم 1 : 1

Diaalcium phosphate

↓ مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم

$Ca_3(PO_4)_2$ فوسفات ثلاثي الكالسيوم 3 : 2

Tricalcium phosphate

↓ مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم

$Ca_8H_2(PO_4)_6$ فوسفات ثماني الكالسيوم 4 : 3

Octacalcium phosphate

↓ مع توفر مزيد من ايونات الكالسيوم

$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ هايدروكسي ابتايت 5 : 3

Hydroxyapatite

↓ مع توفر تركيز من ايون الفلورايد

$Ca_{10}(PO_4)_6(F)_2$ فلورو ابتايت

Florapatite

ب- تفاعلات الترسيب في الترب الحامضية

يتفاعل الفسفور المضاف للترب الحامضية مع اكاسيد الحديد والألمنيوم والمنغنيز ويتحول إلى مركبات معقدة غير ذائبة بالماء مثل الفرسيكايت والسترنكايت

- العوامل التي على ترسيب الفسفور

١- محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم

- ترفع درجة تفاعل التربة
- تملك سطح فعال
- مصدر لايونات الكالسيوم

٢- محتوى التربة من الاكاسيد والهيدروكسيدات الحرة

اكاسيد الحديد والالمنيوم (تم توضيحه سابقا)

٣- PH التربة

تؤثر من خلال التحول السريع للمركبات العالية الذوبان إلى مركبات قليلة الذوبان

٤- نوع المعدن السائد

- معادن ١:١ اكثر قابلية على التثبيت من معادن ٢:١
- نوع ال cations السائد على سطح المعدن

٥- المادة العضوية

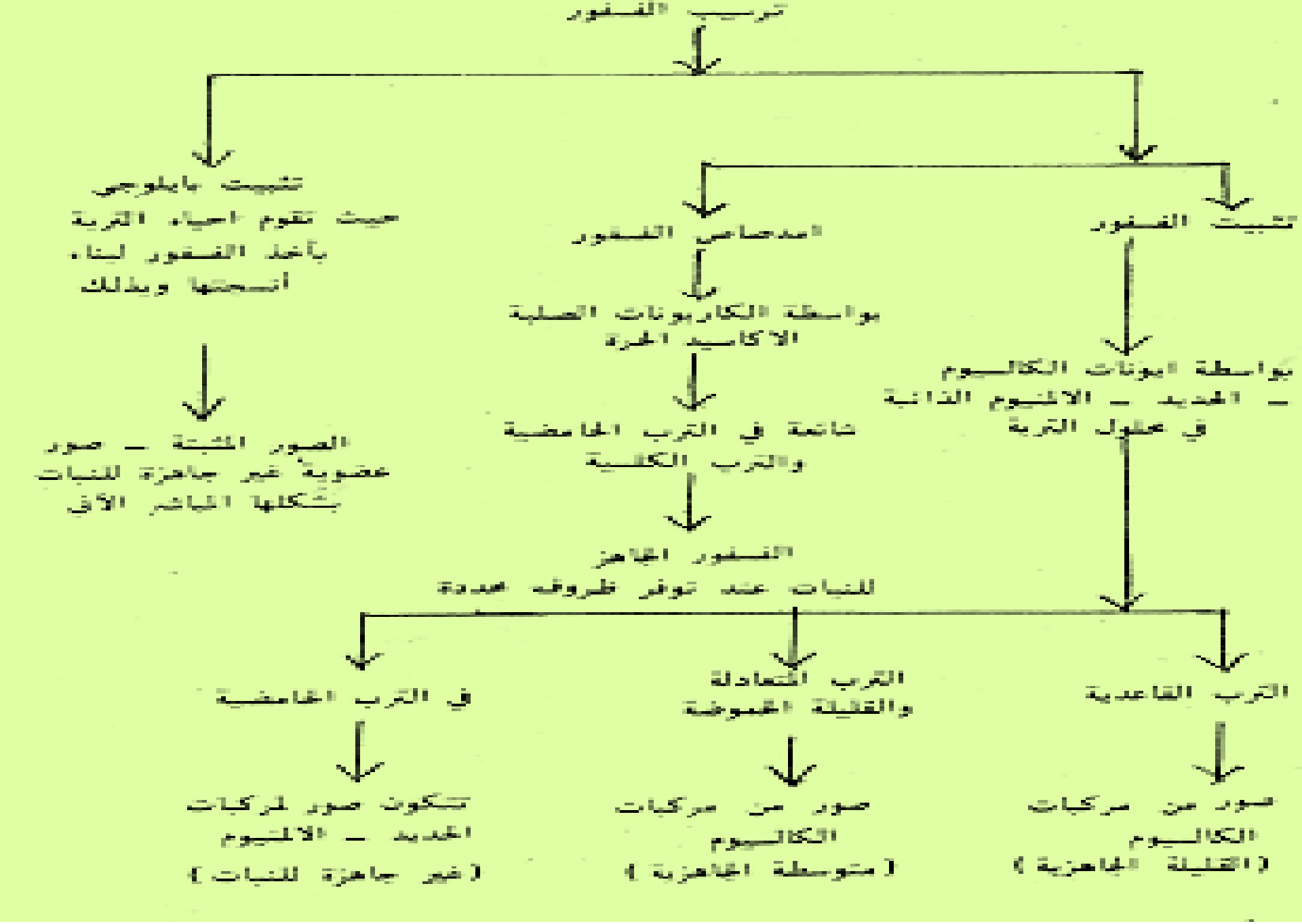
- تخلب Ca, Fe, Al تاركة الفسفور حر في المحلول
- عند تحللها تطلق CO_2 الذي يؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة
- مصدر للفسفور العضوي الذي يمتاز بقلة تثبيتة مقارنة بالفسفور المعدني

٦- ملوحة التربة

زيادة ملوحة التربة تؤدي إلى زيادة عملية ترسيب الفسفور

٧- عوامل اخرى

مثل الزمن و الرطوبة و الحرارة و نوع وكمية السماد المضاف


ترسيب الفسفور
تثبيت الفسفور
امتصاص الفسفور
تثبيت بايولوجي
حيث تقوم احياء التربة
بأخذ الفسفور لبناء
أنسجتها وبذلك
بواسطة ايونات الكالسيوم
ـ الحديد ـ الالمنيوم الذائبة
في محلول التربة
بواسطة الكاربونات الصلبة
الاكاسيد الحرة
الصور المثبتة ـ صور
عضوية غير جاهزة للنبات
بشكلها المباشر الآني
شائعة في الترب الحامضية
والترب الكلسية
الفسفور الجاهز
للنبات عند توفر ظروفه عدة
الترب القاعدية
الترب المتعادلة
والقليلة الحموضة
في الترب الحامضة
صور من مركبات
الكالسيوم
(القليلة الجاهزية)
صور من مركبات
الكالسيوم
(متوسطة الجاهزية)
تتكون صور لمركبات
الحديد ـ الالمنيوم
(غير جاهزة للنبات)

➢ امتصاص الفسفور L8

يمتص النبات الفسفور بهيئة H_2PO_4 و HPO_4 والصورة الاولى هي الصورة المفضلة للامتصاص . لايختزل الفسفور في النبات بل يمثل بالشكل التي يمتصها النبات . يدخل في تركيب عدد من المركبات العضوية . نسبة الفسفور العضوي إلى المعدني تختلف حسب نوع النبات وعمره

جدول (4) محتوى اجزاء بعض النباتات من صور الفسفور العضوي والمعدني (استل من Sauchelli, 1965) .

المحصول	اجزاء النبات	محتوى النبات الكلي من الفسفور (٪) العضوي	المعدني
الذرة الصفراء	بذور	95	5
الذرة الصفراء	السيقان	60	40
الحنطة	بذور	96	4
الحنطة	التبن	28	72
فول الصويا	بذور	95	5
البطاطا	الدرنات	55	45
القطن	الألياف	55	45

- يدخل الفسفور في تركيب phtin, phosphlipid , nucleo protein
nucleic acid, ATP , وغيرها من المركبات العضوية
- يلعب الفسفور دورا مهما في عملية نقل الطاقة من خلال تكوين مركبات ATP وتحت الظروف الهوائية

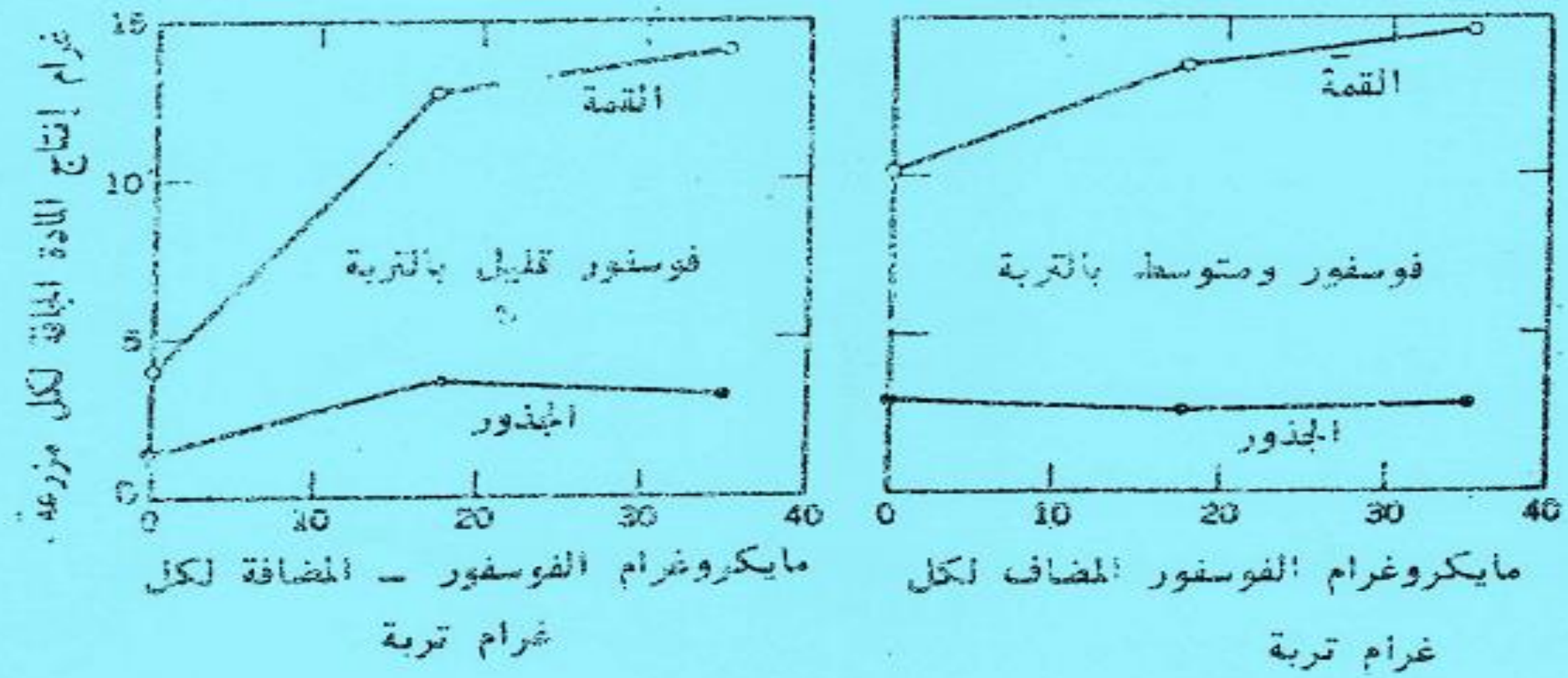
$$ATP \longrightarrow ADP + P_I + energy$$

لذا يلعب الفسفور دور رئيسيا في عملية امتصاص العناصر الغذائية التي تحتاج إلى طاقة

- يعتبر من العناصر المتحركة : ينتقل من الاجزاء القديمة إلى النموات الحديثة عند حصول نقص في كمية الفسفور الممتص في النبات
- تركيزه في النبات يتراوح مابين ٠,٢ إلى ٠,٥%

➢ الفسفور ونمو النبات L8

- ان امتصاص الفسفور يساهم في زيادة نمو جميع اجزاء النبات
- استجابة الجزء العلوي من النبات للفسفور اعلى من الجزء الجذري ويرجع ذلك إلى الاستهلاك المستمر له في الجزء العلوي



الشكل (9) انتاج الجزء العلوي وجذور الشعير المزروع في ترب رملية مزيجية عوملت بمستويات مختلفة من سماد السوبر فوسفات المركز.

- الاضافات العالية للفسفور تعجل في انتاج النبات المبكر

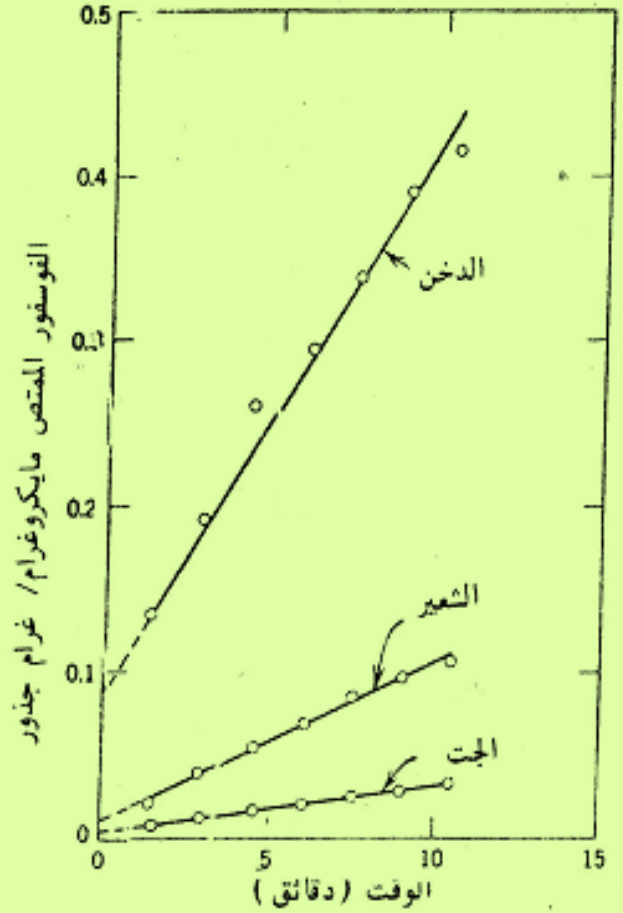
جدول (6) تأثير مستوى الفسفور المضاف على انتاجية الباقلاء وتعجيل فترة النضج (Black, 1968).

مستوى السماد الفوسفاتي المضاف كغم / هكتار	انتاج الباقلاء كغم / هكتار	معدل انتاج الباقلاء المبكر منسوباً للانتاج الكلي
0	20	25
20	227	40
39	400	47
59	388	48

- اشارت الكثير من المصادر إلى ان استجابة المحاصيل للفسفور تكون اعلى عند اضافتة في بداية موسم النمو (starter fertilizers)
- يؤثر نوع المحصول في استجابة النبات للفسفور المضاف وكلما زادت المساحة السطحية للجذر كلما زادت اتجابة النبات للفسفور المضاف

جدول (7) تأثير وقت التسميد على انتاجية محصول الشوفان من (المادة الجافة) بوحدة كغم/ هكتار (استل من Black, 1968).

وقت التسميد	بدون اضافة فسفور/ كغم	اضافة 39 كغم فسفور/ هكتار	معدل الزيادة من الفسفور المضاف%
2/ حزيران	570	760	33
22/ حزيران	3000	3400	13
8/ تموز	4200	4700	12



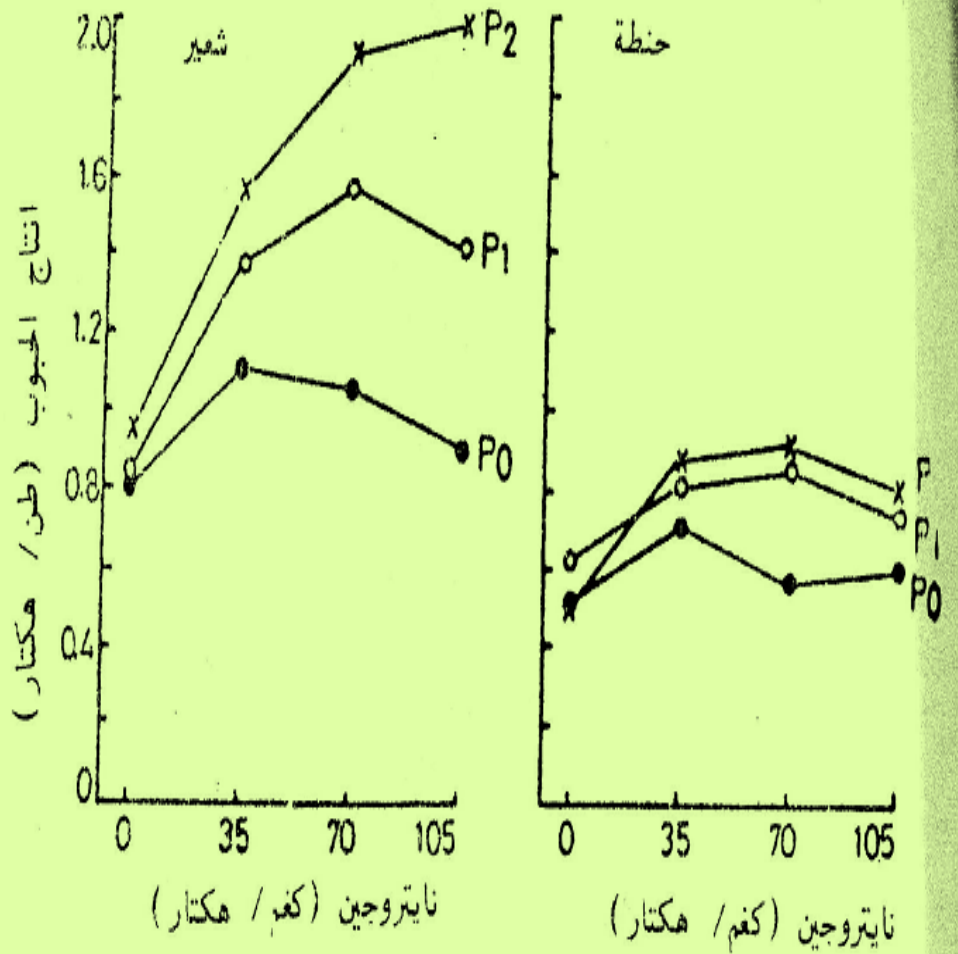
الشكل (10) مقارنة امتصاص الفسفور من قبل محصول الدخن ـ الشعير والجت من محلول غذائي يحتوي على 15.5 ملغم فسفور بهيئة P^{32} لكل مليلتر .

- تقلل ملوحة التربة من استجابة النبات للفسفور المضاف (جدول٩)
- إضافة النتروجين تزيد من استجابة النبات للفسفور المضاف (شكل ١١)

جدول (9) تأثير الملوحة على استجابة الذرة الصفراء للتسميد الفوسفاتي

(Nieman & Clark, 1979)

المعاملة	الوزن الطري/ 2 نبات	تركيز الفسفور المعدني [Pi] مايكرومول/ 100غرام وزن طري
المعاملة القياسية/ المستوى الواطيء من الفسفور	1101	4.7
المستوى العالي من الفسفور	2259	13.6
المعاملة الملحية/ المستوى الواطيء من الفسفور	549	28.4
المستوى العالي من الفسفور	252	37.5



الشكل (11) تأثير اضافة النايتروجين على استجابة محصولي الحنطة والشعير للفسفور (Orphanos, 1983).