" بسم الله الرحمن الرحيم "

الملخص العربي

التفاعلات التي تحكم انطلاق واحتجاز الفوسفور في بعض اراضي مصر :

ان سلوك عنصر الفوسفور في الاراضي يمثل مشكلة متعددة الجوانب حيث ان هذا العنصر يتحول في غالب الاحيان لدى اضافته للتربة ـ للعديد من التفاعلات التي تؤدي في النهاية الى تحول الصور الذائبة الى أخرى أقل ذوبانـــا .

ولذلك فان الغرض من هذا البحث هو دراسة بعض التفاعلات التي تدخل في عمليات انطلاق واحتجاز الفوسفور في بعض أراضي مصر مقارنة بأراضي اخرى من جمهورية المانيـــا الاتحاديـــة .

اشتملت الدراسة على ثمانية عينات سطحية ستة منها تمثل اراضي مصر وجمعت مـــن مناطق النوبارية ـ أبو المطامير ـ التحرير (كأراضي جيريه) ومشتهر وميت كنانه ـ الديـــر (كأراضي رسوبيـة) بينما مثلت الاراضي الالمانية عينتين هما Grüningen ، Wolfsheim وهما ذات رقم pH يميل الى الحموضة الطفيفة . ثم أجريـــت التقديرات التمهيدية والتي أشتملت على التحليل الميكانيكي والصفات الطبيعية والكيماويـة وكذلك الميزالوجية وذلك بهدف التعرف على خواص هذه الاراضي .

ولقد أجريت تجربتين رئيسيتين استخدم فيها الفوسفور المرقم فو ٣٢ .

التجربـة الاولـــى : أجريت هذه التجربة بغرض دراسة احتجاز وانطلاق الفوسفـــور ودور تفاعلات الادمصاص في هذا السلوك . وتمت دراسة احتجاز الفوسفور في عينـــات الارض التي سبق ذكرها باستخدام مدى واسع من تركيزات الفوسفور (تدرجت من ١٠ الى ١٨٦٠ ميكروجرام فو / جم أرض تحت تأثير درجتي حرارة (٢٠، ٣٧ م°) حيث تركـــت الارض للاتزان مع المحاليل الفوسفاتية المختلفة التركيز وذلك لمدة يوم ، ٣٠ ، ٦٠ يوم علـــى التوالـــي .

ولتوضيح قدرة انطلاق الفوسفور من الارض انتخبت أربعة عينات من المجموعة السابـــق الاشارة اليها والتي تم تحضينها لمدة ٣٠ يوم في محاليل فوسفاتية مختلفة التركيز مـــن ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠، ١٥٠ ثم ١٨٠ ميكروجرام فو / جم أرض وذلك عند درجـــة

حرارة ٢٠°م ثم اعيد استخلاص الفوسفور من التربة مرتين متواليتين باستخدام الماء المقطر ثم بواسطة محلول بيكربونات الصوديوم pH ٨ر٥ .

وبخصوص ادمصاص الفوسفور في الاراضي عولجت النتائج المتحصل عليها بعد ٢٤ ساعة طبقا لمعادلة لانجمير ثم بعد ذلك بالصور المعدلة لها والتي اقترحها كلا من Gunary (1970) and Muljadi et al. (1966) وكذلك طبقا لمعادلة فرويندلش .

التجربة الثانية : لقد هدفت هذه التجربة الى دراسة انتشار الفوسفور المشع فو ٣٢ واشتملت الدراسة على خمسة عينات من مناطق النوبارية ـ أبو المطامير ـ مشتهر ـ ميت كنانة وكذلك الدير حيث قدرت قيم معامل انتشار الفوسفور تحت مستويات من الرطوبة تعادل ٤٠ ، ٦٠ ، ٨٠ ٪ من السعة التشبعية العظمى وتركيزات مختلفة من الفوسفور هي ٦٦ ، ١٣٣ ، ٢٠٠ جزء في المليون فو وكذلك درست علاقة معامل انتشار الفوسفور بمحتوى الارض من حبيبات الطين .

ويمكن ايجاز أهم النتائج التي تم الحصول عليها فيما يلي :

١ـ تزايدت قيم الفوسفات المحتجزة باضطرت بتزايد تركيز محلول الفوسفات المضاف ودرجة الحرارة وأيضا يتزايد وقت أو مدة التفاعل وفي هذا الصدد زاد متوسط القيم المقدرة لعنصر الفوسفور المحتجز بالتربة من ٥٥ر٧ ، ٨٦ر٩ الى ١ر١١ ، ٣ر٢٠٠ ميكروجرام فو / جم أرض وذلك بارتفاع معدل اضافة الفوسفور من ١٠ الى ١٨٦٠ ميكروجرام فو / جم أرض .

وكذلك اتضح من النتائج ان أعلى الاراضي قدرة على احتجاز الفوسفور هي : Wolfsheim يليها النوبارية ثم مشتهر بينما كانت أقلها قدرة هي أرض ميت كنانة والدير وتتميز الاراضي ذات القدرة العالية بانها ذات رقم pH يميل الى الحموضة الطفيفة Wolfsheim او ذات محتوى عالي من الطين (مشتهر) او انها ذات محتوى مرتفع نسبيا من كربونات الكالسيوم (النوبارية) .

وطبقا لهذه النتائج فانه من الممكن استنتاج ان الظروف الحامضية التي سادت في ارض Wolfsheim والتي تؤدي الى وجود تركيزات مرتفعة نسبيا من الاكاسيد الحرة للحديد والالمنيوم والمنجنيز وهذا بجانب معادن الطين السائدة ومحتوى الارض من كربونات الكالسيوم تعتبر جميعها عوامل مؤثرة في قدرة الاراضي على احتجاز الفوسفور .

٢ــ تناقصت قيم الفوسفات المحتجزة معبرا عنها كنسبة مئوية من قيم الفوسفات المضافة وذلك مع الزيادة المضطردة في معدل اضافة الفوسفور الى الارض. فعند اضافة الفوسفور بمعدل ١٠ ميكروجرام فو/ جم ارض فان هذه القيم كانت ١ر٨٧، ١ر٩٣، ١ر٩٣٪ ولكنها نقصت الى ٢٤ر٢٢، ٣٧ر٣٦، ٤٥ر٤١٪ عند المعدل ١٨٦٠ ميكروجرام فو/ جم أرض وذلك بعد يوم، ٣٠، ٦٠ يوم على التوالي وقد أعزى هذا الاتجاه الى الازدياد المتدرج في شغل المواقع المختلفة المسئولة عن احتجاز او ادمصاص الفوسفور على غرويات التربة وذلك بزيادة وقت التلامس بين حبيبات الارض ومحاليل الفوسفات وكذلك بازدياد معدل اضافة الفوسفات للتربة.

٣ــ أدت زيادة درجة حرارة التفاعل من ٢٠ الى ٣٧°م بوجه عام الى زيادة الفوسفات المحتجزة بالاراضي خاصة عند المعدلات العالية من الفوسفات المضافة فقد نتج عن تحضين الاراضي عند ٢٠°م مع محاليل الفوسفات ذات التركيز ١٠ جزء في المليون فوسفور الى قيم تردت للفوسفات المحتجزة في المتوسط بين ٣٩ر٧ (ميت كنانة) ٨٧ر٩ ميكروجرام فو / جم أرض (Wolfsheim) ومن ٠٧ر٩ (ابو المطامير) الى ٨٨ر٩ ميكروجرام فو/ جم أرض (النوبارية) عند ٣٧°م وبزيادة تركيز الفوسفور المضاف الى ١٨٦٠ ميكروجرام فو/ جم أرض زادت هذه القيم الى ٨٤ر٢٣٦ (ابو المطامير) و٤٢ر١٣١ ميكروجرام فو /جم أرض (Wolfsheim) عند ٢٠°م والى ٢٢ر٣٦٠ (ميت كنانة) و ٦ر١٤٤٩ ميكروجرام فو/ جم أرض (النوبارية) عند ٣٧°م ولقد ازدات قدرة الاراضي الجيرية ممثلة في ابو المطامير والتحرير والنوبارية على احتجاز الفوسفور مع زيادة الحرارة من ٢٠ الى ٣٧°م وربما يرجع هذا الى زيادة معدل ذوبان كربونات الكالسيوم ومن ثم ارتفاع درجة نشاط ايونات الكالسيوم المسئولة بدورها عن خفض درجة نشاط الفوسفور في محلول التربة.

٤ــ ادى زيادة وقت التلامس (وقت التفاعل) الى زيادة النسبة المئوية للفوسفات المحتجزة من ١ر٨٧، ٢٤ر٢٢٪ بعد يوم تحضين الى ١ر٩٣، ٤٥ر٤١٪ عند ٦٠ يوم وذلك بزيادة معدلات الفوسفات المضافة من ١٠ الى ١٨٦٠ ميكروجرام فو/جم أرض. وتشير النتائج بصفة عامة الى احتمال وجود ثلاثة او اربعة مستويات صالحة لاحتجاز او ادمصاص الفوسفات بدرجات مختلفة ومن ثم فانه من المقترح وجود اكثر من ميكانيكية واحدة مسئولة عن احتجاز الفوسفات بالاراضي تحت الدراسة.

٥ــ قيمة الفوسفور الذائب في الماء والتي امكن استردادها من الاراضي التي سبق معاملتها بمحاليل الفوسفور كانت مرتبطة تماما مع معدل اضافة الفوسفور للتربة حيث كانت قيم معامل الارتباط ٩٧٥ر، ٩٨٩ر، ٩٤٨ر، ٩٥٩ر وذلك في أراضي الدير ومشتهر، Wolfsheim & Grüningen على التوالي وبزيادة معدل اضافة الفوسفات لهذه الاراضي تدريجيا من ٣٠ الى ١٨٠ ميكروجرام فو/جم أرض ازداد باستمرار مقدار الفوسفور المعاد استخلاصه بواسطة الماء من ١٩ر٥، ٤٦ر٥، ٤٨ر٤، ٦٤ر٣ الى ٩٩ر١٦، ٨٩ر١٥، ٢٣ر٧، ٨٧ر١٣ ميكروجرام فو/ جم أرض للاراضي المستخدمة في الدراسة على التوالي وعلى العكس عندما عبر عن هذا الجزء من المستخلص كنسبة مئوية من الفوسفور المضاف فان القيم تناقصت باضطراد حيث كانت هذه القيم ٣ر١٧، ٢ر١٨، ٩ر١٤، ١ر١٢ ٪ عند معدل اضافة ٣٠ ميكروجرام فو/ جم أرض ٩ر٤٤٩، ٨٦ر٨، ١٧ر١٣، ١ر٧ ٪ مع زيادة معدل اضافة الفوسفور الى ١٨٠ ميكروجرام فو/جم ارض للاراضي السابق ذكرها على التوالي ٠

٦ــ كانت قيم الفوسفور التي امكن استنفاذها او استعادتها من التربة بواسطة محلول بيكربونات الصوديوم من الاراضي المعاملة بالفوسفور والتي تلت عمليات الاستخلاص بالماء المقطر مرتبطة ايجابيا مع معدل اضافة الفوسفات لهذه الاراضي حيث كانت العلاقة هذه معنوية في جميع الاراضي ملعدا أرض Wolfsheim حيث لم ترقى الى المعنوية وكانت قيم معامل الارتباط هي ١٦٤ر، ٨٧٠ر، ٩٧٩، ٤٦١، على التوالي ٠

ولقد زادت كمية الفوسفات المستردة بواسطة محلول بيكربونات الصوديوم من ٨٧ر٩، ١ ٢ر٢٣ ميكروجرام فو/ جم أرض عند معدل اضافة ٣٠ ميكروجرام فو/جم أرض الى ٤٩ر٢٠، ٥٧ر٤٣ ميكروجرام فو/جم أرض وذلك بزيادة معدل الاضافة الى ١٨٠ ميكروجرام فو/ جم أرض ٠ وبالتعبير عن هذا الجزء كنسبة مئوية من الفوسفور المضاف ظهرا اتجاه مغاير حيث تناقصت هذه النسبة من ٩ر٣٢، ٧ر٦٥، ٢ر٦١، ٩ر٦٣ ٪ الى ٣٨ر١١، ١٦ر١٥، ١ ٢ر٢٤، ٨ر٢١ ٪ على الترتيب وذلك بزيادة معدل اضافة الفوسفات ٠

٧ــ اظهرت النتائج المتحصل عليها ان لجميع الاراضي درجة ملاءمة عالية لمعادلة

Table (9): cont.

Soil location		Temperature 20°C					Temperature 37°C			
	P_1	c**	c/x/m	Log c x 10^2	Log x/m	P_1	c**	c/x/m	Log c x 10^2	Log x/m
Grüningen	10	0.10	0.011	1.0	0.952	10	0.13	0.014	1.114	0.961
	30	0.56	0.022	1.748	1.400	30	0.35	0.013	1.544	1.415
	60	0.89	0.019	1.949	1.673	60	0.80	0.016	1.903	1.690
	90	1.54	0.024	2.188	1.812	90	1.47	0.021	2.167	1.836
	120	2.38	0.029	2.377	1.908	120	2.18	0.025	2.338	1.938
	150	3.30	0.035	2.519	1.979	150	3.0	0.029	2.477	2.007
	180	4.35	0.04	2.638	2.035	180	3.95	0.034	2.597	2.066
	210	5.29	0.044	2.723	2.079	210	4.91	0.038	2.691	2.113
	620	22.94	0.1125	3.361	2.310	620	19.7	0.0748	3.294	2.421
	1240	49.75	0.1379	3.697	2.557	1240	49.37	0.1244	3.693	2.599
	1860	79.97	0.1734	3.903	2.664	1860	71.91	0.1432	3.857	2.701

Table (9): cont.

Soil Location		20°C Temperature				37°C			
	P_i	c**	c/x/m	Log c x 10^2	Log x/m	P_i	c**	c/x/m	Log c x 10^2	Log x/m
Wolfsheim	10	0.04	0.004	0.602	0.989	10	0.025	0.0026	0.398	0.990
	30	0.19	0.0066	1.279	1.461	30	0.09	0.0031	0.954	1.463
	60	0.32	0.0056	1.505	1.757	60	0.29	0.0051	1.462	1.759
	90	0.60	0.0071	1.778	1.926	90	0.46	0.0054	1.663	1.930
	120	0.88	0.0080	1.944	2.042	120	0.70	0.0063	1.845	2.046
	150	1.21	0.009	2.083	2.127	150	1.03	0.0075	2.013	2.137
	180	1.70	0.011	2.230	2.203	180	1.53	0.0095	2.185	2.207
	210	2.18	0.0121	2.338	2.257	210	1.90	0.0097	2.279	2.290
	620	12.61	0.0296	3.101	2.629	620	12.32	0.0286	3.091	2.635
	1240	37.44	0.0576	3.573	2.813	1240	37.36	0.0555	3.572	2.828
	1860	61.94	0.0776	3.792	2.902	1860	62.60	0.0715	3.797	2.943

الادمصاص التقليدية والتى اقترحها لانجمير وتم تطويعها بواسطة Olsen and Watanabe (1957) حيث كانت قيم معامل الارتباط مترددة بين ١٣٦ر، ١٩١ر، عند درجة ٢٠°م، ١٣٥ر، ١٨٦ر عند درجة ٣٧°م.

وبتوقيع قيم تركيزات الفوسفور فى محلول الاتزان على المحور السينى مقابل قيم C/x/m على المحور الصادى أظهرت النتائج امكانية وجود اكثر من موقع معين او اكثر من صورة من صور ادمصاص الفوسفور عبرا المدى المدروس من تركيزات الفوسفور كما لوحظ وجود انحناء طفيف تجاه المحور السينى عند التركيزات المرتفعة من الفوسفور فى محلول الاتزان .

وبخصوص ثوابت معادلة لانجمير فلقد اتضح من النتائج ان قيم الثابت "K" والخاص بطاقة ارتباط الفوسفور او او تآلفه مع السطح تدرجت من ٢٩٧ر٠ الى ١٥٤ر٠ ومن ٢٥٨ر٠ الى ١٧٥ر عند درجة حرارة ٢٠، ٣٧°م على التوالى . وهذه القيم كانت منخفضة نسبيا فى الاراضى القاعدية الخفيفة القوام عند مقارنتها بالاراضى الثقيلة القوام او الاراضى ذات الحموضة الطفيفة Wolfsheim والذى يمكن أن يعزى الى وجود طاقة مرتفعة نسبيا لارتباط الفوسفور فى مثل هذه الاراضى . هذه الطاقة ربما تنتج عن وفرة كربونات الكالسيوم اوحبيبات الطين الغروية اوالاكاسيد النشطة لايونات الحديد والالومنيوم والمنجنيز .

هذا وقدرت قيم الثابت الخاص بالسعة العظمى لادمصاص الفوسفات (P_{max}) بـ ١٢٠٤، ٣٣٣ر٨ بمتوسط ٤١٦ر٩ ميكروجرام فو / جم أرض عند ٢٠°م وبزيادة حرارة التفاعل الى ٣٧°م زادت هذه القيم بوضوح ولتردد من ٢٤٢ر٧٢ الى ١٠٩ر١ ميكروجرام فو/ جم أرض بمتوسط ٤٨٩ر٠ ميكروجرام فو / جم أرض . ولقد ارتبطت هذه القيم ايجابيا مع محتوى التربة من الطين بمعامل ارتباط معنوى ٨٥٦ر وعموما فان هذا الارتباط لوحظ فقط عند درجة الحرارة المنخفضة (٢٠°) .

٨- بتوقيع النتائج طبقا لمعادلة لانجمير المحتوية على موقعين للادمصاص والتى استنتجها Muljadi et al. (1966) تحسنت قيم المعنوية مع زيادة فى قيمة الثابت "K" طاقة التآلف او الارتباط مع السطح ونقص فى قيمة الثابت "P_{max}" الخاص بسعة الارض العظمى لادمصاص الفوسفور وذلك بالنسبة لموقع الادمصاص الاول (عند التركيزات المنخفضة من الفوسفور) وعلى العكس من ذلك فقد تناقصت قيمة الثابت " K " مع ازدياد فى قيمة الثابت " P_{max} " بالنسبة لمواقع الادمصاص التالية (عند التركيزات

المرتفعة من الفوسفور) ولقد ازداد قيم الثابت P_{max} بزيادة درجة الحرارة من ٢٠ ـ ٣٧°م وكانت قيم الثابت $P_{max\ 1}$ الخاص بموقع الادمصاص الاول P_{max2} الخاص بمواقع الادمصاص التالية وكذلك P_{max} وهو مجموع الثابتين معا من ١٤٤ر١٤ ، ٦٦٥ر٨٢ ، ٧٦ر٨١٠ عند درجة ٢٠°م بينما ازدادت هذه القيمة الى ١٥٥ر٨٥ ، ٧٥٨ر٥٧ ، ٩١٤ر١٥ ميكروجرام فو / جم أرض على التوالي عند درجة ٣٧°م .

٩ـ تمت المحاولة الثابتة لتصحيح الانحناء الذى اظهرته معادلة لانجمير التقليدية بادخال الجذر التربيعي للتركيز فى معادلة لانجمير وفقا للمعادلة $C/x/m = A+Bc+D\sqrt{c}$ والتى اقترحها Gunary (1970) وكان من نتيجة ذلك تحسن فى درجة معنوية موائمة النتائج للمعادلة فى جميع الحالات مع ازدياد قيم السعة العظمى لادمصاص الفوسفات P_{max} عند درجتى الحرارة ٢٠، ٣٧°م فى بعض الحالات .

هذا وأظهرت النتائج معنوية عالية مع ارتباطا موجبا عند تمثيل النتائج بمعادلة فروينديلش $Log\ x = Log\ a + b\ log\ c$ وتدرجت قيم معامل الارتباط من ٩٨٢ر الى ٩٩٩ر ومن ٩٦٢ر الى ٩٩٩ر عند ٢٠، ٣٧°م على التوالى .

١٠ـ تغيرت قيم معامل انتشار الفوسفور المقدرة بين ٢ر٧ × ١٠ـ٨ و ١٢ر٩٨ × ١٠ـ٨ سم ٢ / ث تحت ظروف هذه التجربة وكانت القيم المنخفضة لهذا المعامل مرتبطة بالمحتوى المنخفض نسبيا من الرطوبة وكذلك مع القوام الخفيف .

١١ـ ادت زيادة المحتوى الرطوبى للارض بوضوح وفى جميع الحالات الى زيادة فى قيمة معامل انتشار الفوسفور فى جميع الاراضى تحت الدراسة وذلك تحت مستويات الرطوبة المختلفة للفوسفور المضاف حيث كانت القيم المتحصل عليها لهذا المعامل عند محتويات مختلفة من الرطوبة الارضية تعادل ٤ر ، ٦ر ، ٨ر من السعة التشبعية العظمى هى ٣ر٦٧، ٥ر٢٦١ ٪ للنوبارية ، ٥ر١٠٩ و ٥ر١٧٨ ٪ لابوالمطامير و ٨ر١٠٥ ، ٤ر٢٩٦ ٪ لمشتهر ، ٣ر١٢٨ ـ ٣٨٤ ٪ لميت كنانة ، ٢ر١٠١، ٢٨١ ٪ لارض الدير وأكدت النتائج بوضوح ان النقص فى المحتوى الرطوبى للاراضى ذات القوام الطينى كان أقل أثرا على معامل الانتشار منه فى حالة الاراضى الخفيفة القوام

وربما كان ذلك بسبب ان حبيبات الطين الموجودة في الارض تحتفظ بكميات كبيرة من الماء الامر الذى يؤدى الى ارتفاع معدل انتشار الفوسفات واكثر من ذلك فان الاراضى الطينية غالبا ماتحتوى على رطوبة كافية للاحتفاظ بمعدل مناسب لانتشار الفوسفور .

١٢ــ اظهرت النتائج ايضا وجود علاقة ارتباط معنوية بين قيم معامل انتشار الفوسفور والفوسفور المضاف حيث لم تقل قيم معامل الارتباط فى اية حالة عن ٩٣ر٠ ولقد زادت القيم المتوسطة لمعامل الانتشار والتى تم الحصول عليها عند المعدلات المختلفة للفوسفور المضاف ومستويات الرطوبة المختلفة " θ " طرديا بزيادة معدل الفوسفور المضاف من ٦٦ ، ١٣٣ الى ٢٠٠ جزء فى المليون وطبقا لهذا فانه تم استنتاج العلاقة الخطية التى تربط بين قيم هذا المعامل ومعدل اضافة الفوسفور . ولقد تم الحصول ايضا على العلاقة الخطية بين معامل انتشار الفوسفور ومحتوى الارض من الطين وامكن تمثيل هذه العلاقة بالمعادلة :

$$D = 7.28 + 8.17 \text{ clay fraction}$$

والتى اظهرت معنوية مرتفعة بمعامل ارتباط قيمته ١٤٩ر٠

١٣ــ كانت القيم المتوسطة لمعامل الانتشار عند المعدلات المختلفة لاضافة الفوسفور ومستويات الرطوبة المختلفة ١ ٥ر٧ × ١٠ــ٨ سم ٢ / ث ، ٧٣ر٨ × ١٠ــ٨ سم ٢/ث ، ٢٧ر١٠ × ١٠ــ٨ سم ٢/ ث ، ١١ر١٠ × ١٠ــ٨ سم ٢/ث ، ٣ ٥ر١٢ × ١٠ــ٨ سم ٢ / ث فى اراضى ميت كنانة ، ابوالنمامير ، الدير ، النوبارية ، مشتهر ، والتى تحتوى على ٦ر١٣ ، ١٧ر٤٣ ، ٠٣ر٢٧ ، ١٥ر٣١ ، ٨ر٦٧ ٪ طين على التوالى . ويمكن ارجاع هذا السلوك الى القدرة المرتفعة للاراضى ثقيلة القوام على الاحتفاظ بالرطوبة الامر الذى يؤدى ازدياد مساحة سطح المقطع العرضى الميسر لانتشار الفوسفور وكذا المحتوى الحجمى الرطوبى فى التربة ومن ثم ارتفاع قيمة معامل انتشار الفوسفور .

الحمد لله رب العالمين ""