

## تطبيق نماذج مختلفة من الأيزوثيرمات على ادمصاص الفوسفور في عدة ترب بمحافظة حمص

سمير شمشم<sup>(1)</sup> وريم نصرا\*<sup>(2)</sup> وروعة عيوش<sup>(2)</sup>

(1). قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

(2). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

(\*للمراسلة: د. ريم نصرا. البريد الإلكتروني: rimannn411@gmail.com).

تاريخ القبول: 2018/06/10

تاريخ الاستلام: 2018/02/28

### الملخص

تمت دراسة ادمصاص الفوسفور على ترب من محافظة حمص، وذلك بتطبيق الايزوثيرمات المختلفة، ولتحليل هذه النتائج تم تطبيق كل من ايزوثيرم لانجمير، وفرندليش وتمكين. وتم حساب معامل التحديد  $R^2$  لتحديد ملاءمة هذه الايزوثيرمات لدراسة ادمصاص، ولقد أظهرت النتائج مقدر نموذج فرندليش على التنبؤ أكثر بادمصاص الفوسفور مقارنةً بنموذج لانجمير وتمكين. كما أظهر نموذج لانجمير أن للترب المدروسة ساعات امتزازية قصوى  $q_{max}$  حيث بلغت أقصاها في تربة المستورة (0.529 مغ/ غ). وتراوحت قيم  $n$  بين 1.056-2.725 حسب نموذج فرندليش وهذا يدل على أن الامتزاز من المفضل. وتراوحت حرارة الامتصاص بين (0.058 و 0.212) J/ MOL حسب نموذج تمكين. كما أظهرت علاقات الارتباط بين سعة ادمصاص العظمى وخصائص التربة، وجود علاقة ارتباط إيجابية معنوية بين سعة ادمصاص العظمى، وكل من سعة التبادل الكاتيوني، ومحتوى الترب من الطين.

**الكلمات المفتاحية:** ادمصاص، ايزوثيرم، فوسفور، لانجمير، فرندليش، تمكين.

### المقدمة:

يعرف ادمصاص بأنه تفاعل فيزيوكيميائي بوساطته تصبح أيونات الفوسفات مرتبطة مع السطوح الخارجية والداخلية لدقائق التربة، وبذلك تصبح أقل جاهزية للنبات وتقل الاستفادة منه (Robbins *et al.*, 1999). ويعد الفوسفور أحد العناصر المغذية الأساسية للنبات، إذ يحتاج إليه بتركيز تتراوح بين 0.003-3 (ppm) في محلول التربة (Mengel and Kirby, 1987)، تختلف النباتات في حاجتها للفوسفور تبعاً لنوع المحصول ومرحلة النمو، وإن أعراض نقصه لا تشير إلى عدم وجوده بكمية كافية في التربة، بل قد يرجع السبب أحياناً إلى عدم توافره بشكل قابل للامتصاص بسبب تعرضه للتثبيت باليتي الترسيب والادمصاص، أي تحوله من الشكل الذائب والمتاح للنبات إلى الشكل المعقد الأقل ذوباناً وإتاحةً. وتؤثر خواص التربة الفيزيائية والكيميائية على عملية ادمصاص الفوسفور، ومن هذه الخصائص، القوام (Leclerc *et al.*, 2001)، والمادة العضوية (Daly *et al.*, 2006)، وحموضة التربة (Barrow, 1984) حيث تزداد سعة التبادل الأنيوني على سطوح الأكاسيد ومعادن الطين بانخفاض pH، وسعة التبادل الكاتيوني (Muindi *et al.*, 2015) والمحتوى من الكربونات (Bertrand *et al.*, 2003)، ومحتوى الترب من الطين ونوع معدن الطين (Amelidris and Ahmed, 2012)، فضلاً

عن زمن التلامس بين أيونات الفوسفات ومكونات التربة (عودة وشمشم، 2008)، ويظهر ذلك جلياً في الترب الكلسية حيث يرتبط مع الكالسيوم، التي لايزال سلوك الفوسفور فيها محط اهتمام الباحثين. للفوسفور قدرة عالية على الانجذاب إلى مكونات التربة مما يبسط من حركته في التربة (Eghball *et al.*, 1990; Sims *et al.*, 1998)، كما أن زيادة محتوى الترب من الفوسفور بشكل كبير يؤدي إلى تسرب الفوسفور في المياه ونشوء ظاهرة الإثراء الغذائي (Ahmed *et al.*, 2008).

وجد (Ahmed *et al.*, 2008) أن المحصول يستفيد من 15-20% من الفوسفور المضاف إلى التربة وهذا دلالة على أن الجزء الأكبر من الفوسفور يدمص على مواقع الامصاص المختلفة في التربة، لذلك فإن إضافة الأسمدة الفوسفاتية بشكل مستمر يمكن أن يخفف من عملية ادمصاصه (في حالة تسميد التربة بالفوسفور سنة بعد أخرى بجرعات عالية فائضة عن حاجة النبات تتشبع التربة بالفوسفور المحتفظ أو المثبت بذلك تستنفذ كل العوامل التي تساعد على الاحتفاظ وتثبيت الفوسفور (Abedin and Salaque, 1998).

تمت دراسة ادمصاص الفوسفور على نطاق واسع من قبل العديد من الباحثين (Barrow, 1983; Beck *et al.*, 1999; Maguire *et al.*, 2001; Novak and Watts 2004; Barrow, 1978)، حيث درسوا تأثير خواص الترب كالpH وجهد الأكسدة والاختزال ومحتوى الترب من الطين وأكاسيد الحديد والألمنيوم على الامصاص، حيث وجد (Maguire *et al.*, 2001) أن الفوسفور يدمص على أكاسيد الحديد والألمنيوم في الترب الحامضية، كما أظهر Beck *et al.*, (1999) أن ادمصاص الفوسفور في التربة يزداد بازدياد محتوى الترب من معادن الطين.

تعد ايزوثيرمات الامصاص أحد المعايير المهمة التي استخدمت لتحديد كل من تركيز الفوسفور في محلول التربة، وطاقة ادمصاص الفوسفور على سطوح التربة، والكمية العظمى للفوسفور التي يمكن للتربة ادمصاصها بالإضافة إلى العلاقة بين الفوسفور المدمص والموجود في محلول التربة (Olsen and Watanabe, 1957; Onweremadu, 2007). هناك العديد من الأبحاث التي تؤكد بأن سلوك الامصاص يتغير بتغير خواص التربة بالإضافة إلى وجود علاقات ارتباط معنوية بين ثوابت لانجيمر وخصائص التربة مثل نسبة الطين ومحتواها من المادة العضوية ومحتواها من أكاسيد الحديد والألمنيوم (Agbenin and Tiessen, 1994).

يصف الايزوثيرم العلاقة بين الفوسفور المدمص والفوسفور الذائب وذلك تحت درجات حرارة ثابتة، وهناك العديد من الايزوثيرمات التي تصف عملية ادمصاص وأهمها: لانجيمر وفرندليش وتمكين وغيرها، وتختلف قدرة كل ايزوثيرم على ملاءمتها لظاهرة ادمصاص. بشكل عام أثبتت العديد من الأبحاث أن ايزوثيرم فرندليش ملائم للعديد من المناطق في العالم (Niang *et al.*, 2002).

تمثل الايزوثيرمات العلاقة بين كمية المادة المدمصة على سطح ما و تركيز المادة المدمصة عند التوازن وعند درجة حرارة معينة. صنف العالم جيلز Giles ايزوثيرمات الامصاص وذلك بالاعتماد على المقاطع الابتدائية للايزوثيرمات وأعطى لهذا التصنيف الرموز S, L, H, C. وتوجد العديد من الايزوثيرمات التي تستخدم في وصف عمليات الامصاص، وتفسير منحى الامصاص متساوي درجة الحرارة وتشمل ايزوثيرم فرندليش ولانجيمر وتمكين وديبونين وغيرها. ويعد الامصاص من أكثر العمليات الكيميائية التي تضبط سلوك وإتاحة الفوسفور في التربة، وكنتيجة للادمصاص ينخفض تركيز الفوسفور من محلول التربة وتحتفظ بها غرويات التربة وتقلل من إتاحتها.

يهدف البحث إلى تطبيق ايزوثيرمات كل من فرندليش ولانجيمر وتمكين وبيان قدرتها على التنبؤ بادمصاص الفوسفور عند مستويات مختلفة منه على مواقع الامصاص لعشرة ترب من محافظة حمص مختلفة بخواصها الفيزيائية والكيميائية، كما يهدف أيضاً الى دراسة علاقات الارتباط بين ثوابت هذه الايزوثيرمات وخواص الترب المدروسة.

## مواد البحث وطرائقه:

3-1: **الموقع وجمع العينات:** تم جمع عشر عينات من التربة مختلفة بخواصها الفيزيائية والكيميائية من العمق (0-25) سم وتم نقل عينات التربة إلى المخبر وجرى تحفيها هوائياً وتفتيتها من الحصى والجذور العالقة، وبعد جفاف العينات تم حفظها في عبوات بلاستيكية مناسبة ثبت عليها من الخارج بطاقة تتضمن المعلومات الضرورية عن العينة.

3-2 **تحضير المحاليل:** تم تحضير خمسة تراكيز (0، 10، 25، 50، 100) mg/L من الفوسفور باستخدام  $KH_2PO_4$  في محلول 0.01 M من  $CaCl_2$  (حيث أن استخدام تراكيز أعلى من تلك المضافة سيؤدي إلى ترسيب الفوسفور).

3-3: **إجراء تجارب الامصاص:** نفذت تجارب الامصاص عن طريق عمل ائزان بين الفوسفور وبين الجسم الصلب الذي يحدث عليه الامصاص، وتم ذلك عن طريق إضافة 30 مل من التراكيز السابقة إلى 3 غ تربة وبعد خمسة أيام (حدوث التوازن) تم فصل المحلول عن التربة (Evan, 1973) بواسطة تثقيها بجهاز الطرد المركزي بسرعة 5000 دورة/ دقيقة لمدة عشر دقائق، وتم جمع الجزء الطافي من المحلول وتم قياس تركيز الفوسفور فيه (الفوسفور المتبقي) باستخدام طريقة (Murphy and Riley, 1962)، وتم حساب كمية الفوسفور المدمص انطلاقاً من أنها تساوي الفرق بين الكمية المضافة والكمية المتبقية (غير المدمصة) في محلول الاتزان Solution Equilibrium

وقد حسبت الكمية المدمصة للفوسفور بالعلاقة التالية (Fares, 1976):

$$M (\text{adsorbed mg/g}) = V (C_0 - C_{eq}) / Q$$

حيث أن: M: كمية الفوسفور المدمصة (mg/g)، V: الحجم النهائي للمستخلص (mL)،  $C_0$ : تركيز الفوسفور المضاف المضاف ( $mg/L$ ).  $C_{eq}$ : التركيز التوازني (في الرشاحة مقدراً بال ppm). Q: وزن العينة (mg).

وتم إجراء بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية على عينات الترب المدروسة ومنها:

التحليل الميكانيكي باستخدام الهيدرومتر نوع (Hydrometer Astm 152H (24-4640)) وبوجود المادة المفرفة هيكساميتا فوسفات الصوديوم، ثم تم تحديد قوام التربة عن طريق مثلث القوام الأمريكي (FAO, 1974; Bouyouco, 1962; Day, 1965). **تقدير pH التربة:** تم قياسه في معلق تربة: ماء 1:2.5 باستخدام جهاز قياس الـ pH meter (McKeague, 1987; Mclean, 1982). **قياس الموصلية الكهربائية (EC):** تم تقديرها في مستخلص مائي للتربة (5:1) بواسطة جهاز الموصلية الكهربائية (Richards, 1954). **تقدير الكربونات الكلية:** أجري القياس بطريقة الكالسيوم (Bascomb, 1961). **تقدير الكلس الفعال (active lime) بطريقة (Drouineau, 1942):** تقدير المادة العضوية (OM): بطريقة الأكسدة الرطبة بداي كرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkley and Black, 1934). **تقدير سعة التبادل الكاتيوني (CEC):** تم قياسها بطريقة كلور الكليسيوم (Chapman, 1965).

نماذج ايزوثيرمات الامصاص المدروسة:

1- نموذج ايزوثيرم فرنديش:

تعد نظرية فرنديش - بيدكر، والمعروفة بنظرية فرنديش في مقدمة نظريات الامصاص التي استخدمت لوصف ادمصاص الغازات والسوائل (Frendlich, 1906)، وهي تشير إلى أن الامصاص هو ظاهرة تخضع للعلاقة التجريبية (Empirical equation) الآتية:

$$q = k_f C_{eq}^{1/n}$$

q: كمية المادة المدمصة (mg/g). kf: ثابت فرنلدش (mg/ g)، وهو ثابت تجريبي يعبر عن درجة الشراهية بين طرفي الامصاص (طاقة الامصاص).

Ceq: تركيز المحلول عند التوازن (mg/ L). n: عامل التصحيح يدل على سعة الامصاص (عدد مواقع الامصاص). وتختبر عادة كفاءتها في التنبؤ بالمعطيات التجريبية بتحويلها إلى الشكل اللوغاريتمي الخطي:

$$\text{Log } q = \text{log } K_f + 1/n \text{ Log } C_{eq}$$

فإذا وقعنا Log q على محور (Y)، و Log Ceq على محور (X) يكون الناتج خط مستقيم ميله 1/n ويكون تقاطع الخط مع المحور (Y) هو LogKf (Fares, 1974).

فإذا كانت n=1 فإن التوزيع بين الطور السائل والصلب يعتمد على التراكيز (الايزوثيرم خطي)، وإذا كانت قيمة 1/n أقل من 1 فهذا يعني ان الامصاص طبيعي وإذا كانت قيمة 1/n أكبر من 1 فهذا يدل على ادمصاص مشترك cooperative، وإذا كانت قيمة 1/n من 1 - 1/10 فإن الامصاص من النوع المفضل (Mohan and Karthikeyan, 1997; Goldberg, 2005) ومن عيوب هذه المعادلة عدم كفاءتها في التنبؤ بقيمة الامصاص العظمى adsorption maxima.

### 2- نموذج ايزوثيرم لانجمير:

استخدمت هذه المعادلة أساساً لوصف ادمصاص الغازات على السطوح المتجانسة، التي وضعت من قبل ارفنغ لانجمير في العام 1916 (Langmuir, 1916)، وتم استخدامها في كيمياء التربة منذ عام 1956 واعتباراً من عام 1970 بدأ الباحثون يعترضون على استخدام هذه المعادلة في كيمياء التربة، ويعبر عن معادلة لانجمير كالتالي:

$$q = k_L \cdot C_{eq} \cdot q_{max} / (1 + k_L C_{eq})$$

$$C_{eq} / q = 1 / q_{max} \cdot k_L + C_{eq} / q_{max}$$

حيث أن q: كمية المادة المدمصة (mg/g). Ceq: تركيز المحلول عند التوازن (mg/L). kL: ثابت لانجمير له علاقة بقوة الارتباط binding strength أو طاقة الرابطة (L\ mg). qmax: ثابت يتعلق بسعة الامصاص العظمى.

ويمكن تمثيلها بيانياً بعد توقيع Ceq على محور (X) و Ceq / q على محور (Y) حيث يمثل 1/ qmax ميل المستقيم و 1/ qmax.kL القاطع (Fares, 1976). ومن ميزات معادلة لانجمير أنها يمكن أن تعبر عن عملية الامصاص كميّاً وذلك بحساب قيم الامصاص القصوى adsorption maxima ولعدد من الأراضي ومقارنتها كميّاً. أما استخدام kL في هذه المعادلة لحساب قوى الارتباط فهو أمر مشكوك فيه.

### 3- نموذج ايزوترم تمكين:

يفترض تمكين بأن حرارة الامصاص للجزيئات على السطح تتناقص بشكل خطي أكثر من اللوغاريتمي مع زيادة التغطية على سطح المدمصات (Aharoni and Ungarish, 1977; Tempkin and Pyzhev, 1940)، ويطبق هذا النموذج عند التراكيز المتوسطة (Kinniburgh, 1985). لتحديد حرارة الامصاص ولعدم فرضية الطبقة الوحيدة للامصاص على سطح التربة تعطى معادلة تمكين بالعلاقة التالية (Shiue et al., 2012):

$$q_e = B_T \ln(A_T) + B_T \ln(C_e)$$

$$B_T = \frac{RT}{b_T}$$

حيث  $q_e$  سعة الامتصاص عند التوازن وتقدر بـ:  $mg/g$ .  $T$ : درجة الحرارة المطلقة (K).  $C_e$ : تركيز المدمص عند التوازن وتقدر بـ:  $mg/L$ .  $A_T$ : ثابت التوازن (L/g) ويقابل طاقة الرابطة العظمى.  $R$ : ثابت الغازات العام ويقدر (8.314 kJ/kmol K).  $b_T$ : ثابت ايزوثيرم تمكين (J/mol K).  $B_T$ : ثابت يتعلق بحرارة الامتصاص (J/mol). إذا رسمنا المنحني  $q_e$  بدلالة  $\ln C_e$ ، نحصل على مستقيمات يمكن استنتاج قيم  $A_T, B_T$ .

**3-5: التحليل الإحصائي:** تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Excel، لإيجاد قيمة معامل التحديد ( $R^2$ )، وبرنامج SPSS لدراسة علاقات الارتباط بين ثوابت ايزوثيرمات وخصائص الترب المدروسة وذلك عند مستوى معنوية 5%.  
الخصائص الأساسية للترب المدروسة:

يتبين من معطيات الجدول (1) بأن معظم العينات ذات pH قلوي خفيف، كما يبين الجدول (1) أن تركيز الكربونات الكلية والكلس الفعال (Active Lime) اختلف اختلافاً كبيراً حيث كان محتوى العينات منخفضاً (المشرفة، والمستورة)، في حين وصل تركيز الكربونات الكلية الى 51.34% (صدد)، كما يُلاحظ بأن الترب المدروسة كانت عموماً غير مالحة إلى خفيفة الملوحة، كما تراوحت قيم سعة التبادل الكاتيوني (CEC) بين 16 و 49 meq/ 100g (الجدول 1). وتظهر نتائج تحليل المادة العضوية (OM) اختلافاً واضحاً بين العينات حيث أنها لم ترتفع عن 1% في بعض العينات، ولكنها وصلت الى 6% في تربة الجديدة الشرقية وكانت معظم العينات متوسطة المحتوى من المادة العضوية. كما يُلاحظ من الجدول (1) أن قوام التربة المدروسة قد تراوح بين المتوسط والثقيل.

الجدول 1. بعض الخصائص الأساسية المدروسة

الموقع	pH	EC (1:5) dS/m	الكربونات الكلية %	الكلس الفعال %	CEC (meq/100g)	OM %	التحليل الميكانيكي %		
							الطين	السلت	الرمل
الإشرفية	8.3	0.148	4.98	4.41	49.38	1.21	23.14	26.47	50.4
المرانة	7.87	0.072	5.11	3.92	32.88	0.88	27.31	36.82	35.87
المختارية	8.34	0.146	23.71	15.19	32.5	0.95	29.46	33.42	37.12
الرغاما	8.35	0.127	15.51	7.84	27	1.6	26.45	40.8	32.74
السنكري	8.6	0.3	36.9	14.95	20.88	1.91	22.04	55.97	21.98
المستورة	7.97	0.146	2	1.47	37.38	1.09	19.44	41.53	39.04
صدد	8.36	0.709	51.34	12.01	17.75	1.81	35.51	38.02	26.46
عرقايا	7.63	0.287	8.25	2.94	25.13	6.55	44.77	31.5	23.73
الجديدة	8.39	0.260	9.28	5.15	25.38	4.31	58.47	15.34	26.18
الصايد	8.5	0.136	47.06	12.25	16	3.17	29.02	40.5	30.48

النتائج والمناقشة:

#### 1- منحنيات الامتصاص (ايزوثيرمات الامتصاص):

تصف منحنيات الامتصاص العلاقة بين تركيز المادة المدمصة عند الاتزان وكمية المادة المدمصة على السطح عند درجة حرارة ثابتة. ويجب ألا يغيب عن التفكير أن منحنيات الامتصاص ما هي إلا وصف لعملية الامتصاص ولا تثبت بالتأكد ميكانيكية الامتصاص.

لذلك فإن تطابق النتائج لمنحني معين لا يدل على الميكانيكية وإنما يدل على حدوث الادمصاص، ولذلك لا نستطيع أن نفرق بين الادمصاص والترسيب باستخدام منحنيات الادمصاص.

يبين الشكل (1) منحنيات ادمصاص الفوسفور متساوية درجة الحرارة على ترب المدروسة، حيث يلاحظ من الشكل (1) أن لكل تربة سعة ادمصاص مختلفة من الفوسفور، ويتضح من الشكل (1) وجود علاقة طردية بين كمية الفوسفور المدمص والتركيز التوازني، ويشير اختبار  $R^2$  إلى وجود علاقة ارتباط إيجابية بين الكمية المدمصة من الفوسفور والتركيز التوازني في جميع الترب المدروسة. كما يلاحظ بأن المنحنيات الناتجة جميعها من الشكل L-curve (المختارية، والسنكري، والرغاما، والأشرفية) أو S-curve (عرقايا، وصدد، والصايد، والجديدة)، حيث يدل المنحني S-curve على أن سطح الادمصاص عند التركيزات المنخفضة تكون قابليته للادمصاص قليلة وتزيد بزيادة تركيز المحلول. ويدل المنحني L-curve على أن سطح الادمصاص له قابلية كبيرة لادمصاص أيونات المحلول عند التراكيز المنخفضة ثم تقل قابليته للادمصاص بزيادة التركيز وذلك نتيجة ملء أغلب مواقع الادمصاص الخالية عند إضافة التراكيز المنخفضة.

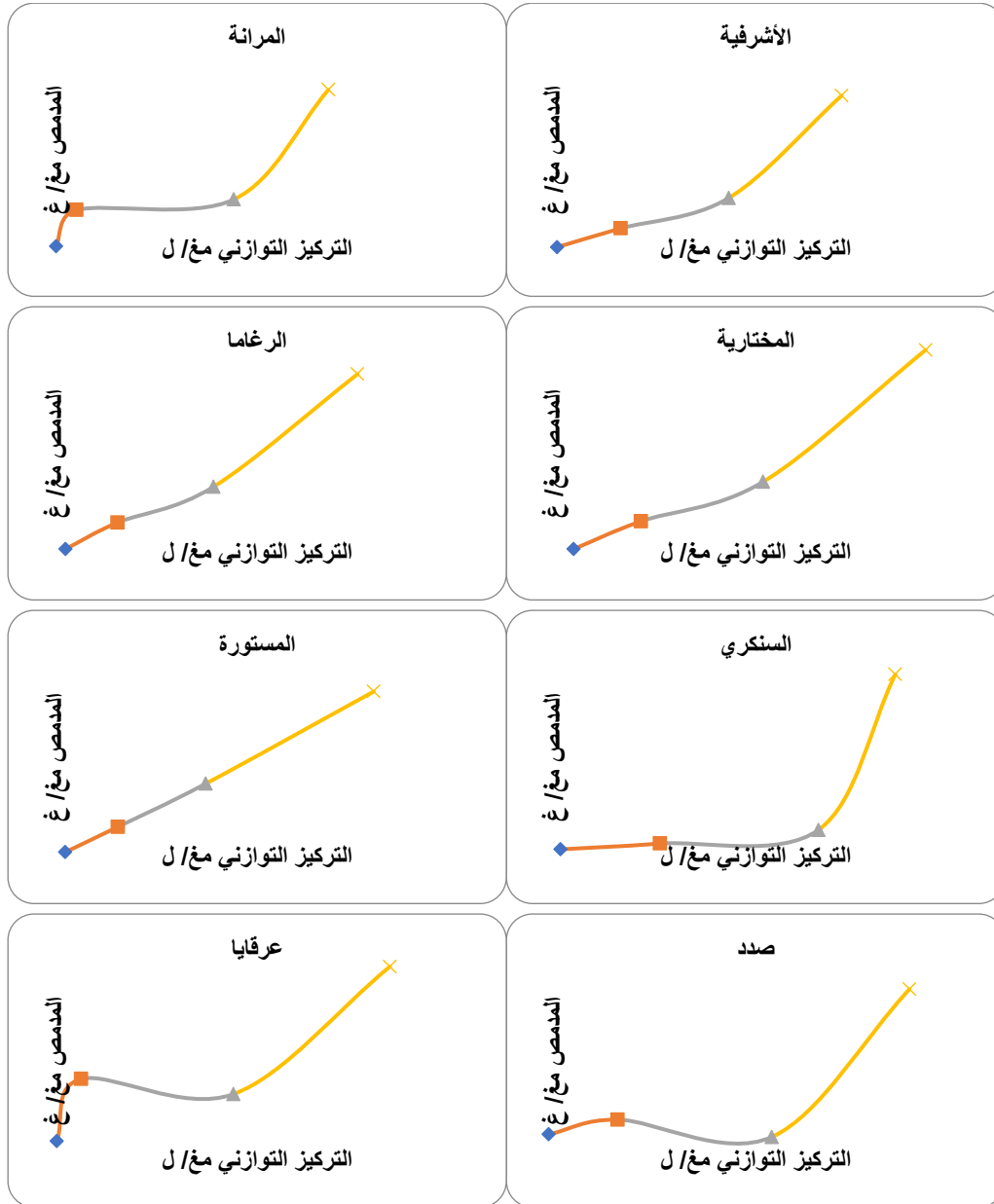
يبين الجدول (2) كمية الفوسفور المدمصة في الترب المدروسة وذلك عند تطبيق تراكيز مختلفة من الفوسفور، كما يبين نسبة الادمصاص عند كل تركيز مضاف، حيث تبين النتائج بأن كمية الفوسفور المدمصة اختلفت حسب اختلاف تركيز الفوسفور المضاف وخصائص الترب المدروسة، وبشكل عام فإن كمية الفوسفور المدمصة ازدادت مع زيادة كمية الفوسفور المضاف، وكان للتباين في خصائص الترب أثراً واضحاً في تحديد الكمية المدمصة على التربة وعلى الفوسفور المتبقي في محلول الاتزان.

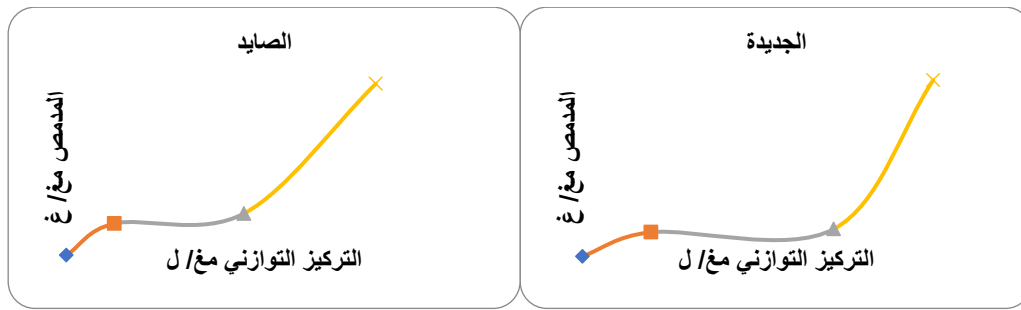
الجدول 2. كمية الفوسفور المدمصة ونسبة الادمصاص في الترب المدروسة

التركيز المضاف ppm	100	50	25	10	التربة
الكمية العظمى المكافئة لادمصاص 100%	1	0.5	0.25	0.1	
المدمص مغ/ كغ	0.583	0.236	0.133	0.070	الأشرفية
نسبة الادمصاص %	58.312	47.291	53.362	69.843	
المدمص مغ/ كغ	0.603	0.232	0.196	0.073	المرانة
نسبة الادمصاص %	60.308	46.314	78.253	73.028	
المدمص مغ/ كغ	0.469	0.190	0.106	0.047	المختارية
نسبة الادمصاص %	46.886	37.946	42.404	47.331	
المدمص مغ/ كغ	0.418	0.179	0.103	0.047	الرغاما
نسبة الادمصاص %	41.789	35.822	41.300	47.331	
المدمص مغ/ كغ	0.510	0.115	0.080	0.065	السنكري
نسبة الادمصاص %	51.000	22.910	31.992	65.171	
المدمص مغ/ كغ	0.389	0.193	0.102	0.048	المستورة
نسبة الادمصاص %	38.858	38.668	40.875	48.181	
المدمص مغ/ كغ	0.321	0.071	0.100	0.075	صدد
نسبة الادمصاص %	32.105	14.118	40.000	74.940	
المدمص مغ/ كغ	0.359	0.143	0.169	0.063	عرقايا
نسبة الادمصاص %	35.927	28.628	67.549	63.393	
المدمص مغ/ كغ	0.492	0.124	0.116	0.056	الجديدة
نسبة الادمصاص %	49.201	24.736	46.312	56.251	
المدمص مغ/ كغ	0.403	0.135	0.114	0.049	الصايد
نسبة الادمصاص %	40.273	27.057	45.771	48.952	

حيث يبين الجدول (2) أن أعلى كمية فوسفور مدمصة كانت في تربتي المرانة (0.603 مغ/كغ) والأشرفية (0.583 مغ/كغ)، وأخفضها كانت في تربة صدد (0.359 مغ/كغ) وربما يعود ذلك الى ارتفاع محتوى الترب من الطين في تربة الأشرفية ذات القوام الطيني، وانخفاض محتوى تربة صدد من الطين ذات القوام اللومي.

كما نلاحظ من الجدول السابق انخفاض نسبة الادمصاص أي أن ازاحة الفوسفور من المحلول تبدأ شديدة في مجال التراكيز التوازنية المتدنية، ثم تتباطأ في المراحل التالية، وتعود لترتفع عند الإضافة الأخيرة 100 ppm، ولذلك ربما لاختلاط عملية الادمصاص بالترسيب.





الشكل 1. منحنيات الامصاص للترب المدروسة

## 2-بارامترات نموذج فرنديش للترب المدروسة:

يبين الجدول (3) بارامترات نموذج فرنديش، ومن خلال المطالعة الأولية لقيم معاملات التحديد ( $R^2$ ) للجدول السابق (3)، يمكن القول بأن للنموذج في ظاهر الأمر مقدرة واضحة على التنبؤ بادمصاص الفوسفور في الترب المدروسة، إن قيم  $R^2$  كانت الأعلى في تربة المستورة (0.993) والأخفض في تربة السنكري (0.702). ويتبين من الجدول السابق أن قيم  $n$  تتراوح بين 1.056-2.725 وهذا يدل على أن الامصاص من النوع المفضل (Mohan and Karthikeyan, 1997; Goldberg, 2005). إن انخفاض  $R^2$  في بعض الترب بفرنديش توضح أن ادمصاص الفوسفور لا ينقص لوغاريتميا مع زيادة تشبع السطوح (Mead, 1981)

الجدول 3. بارامترات نموذج فرنديش

$R^2$	Kf	n	معادلة فرنديش	التربة
0.906	0.027	1.344	$y = 0.744x - 1.576$	الاشرفية
0.803	0.049	1.653	$y = 0.605x - 1.309$	المرانة
0.968	0.009	1.056	$y = 0.947x - 2.045$	المختارية
0.975	0.010	1.147	$y = 0.872x - 1.984$	الرغاما
0.702	0.022	1.515	$y = 0.660x - 1.661$	السنكري
0.993	0.011	1.189	$y = 0.841x - 1.943$	المستورة
0.832	0.052	2.725	$y = 0.367x - 1.281$	صدد
0.706	0.043	2.203	$y = 0.454x - 1.363$	عرقايا
0.716	0.019	1.449	$y = 0.690x - 1.721$	الجديدة
0.870	0.015	1.351	$y = 0.740x - 1.837$	الصايد

## 3-بارامترات نموذج لانجمير للترب المدروسة:

يبين الجدول (4) بارامترات نموذج لانجمير، حيث تم تطبيق نموذج لانجمير لوصف عملية ادمصاص الفوسفور في الترب المدروسة على التراكيز الثلاثة المضافة (10، 25، 50) مغ/ ل وذلك لأنه عندما زاد تركيز الفوسفور المضاف عن 50 مغ/ ل لوحظ عدم ملائمة نموذج لانجمير لوصف عملية ادمصاص الفوسفور (حيث كانت قيمة  $R^2$  أقل من 0.5 في معظم الترب) وذلك عائد الى عملية التداخل ما بين عملية ادمصاص وتفاعلات الترسيب وهذا يتوافق مع ما وجدته (Al-salama, 2008). يتبين من الجدول (4) أن قيم  $R^2$  كانت الأعلى في تربة صدد (0.999) والأخفض في تربة المستورة (0.848)، وكذلك قوة الرابطة كان أعلاها في تربة صدد (0.399) L/mg وأخفضها في تربة المستورة (0.018) L/mg، كما يبين الجدول (4)، أن لتربة المستورة أعلى سعة ادمصاص عظمى من الفوسفور (0.529 مغ/ غ)، بينما كانت أخفض سعة ادمصاص عظمى من الفوسفور في تربة السنكري (0.127 مغ/ غ) ويعود سبب الاختلاف في سعة ادمصاص العظمى للفوسفور الى التباين في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للترب المدروسة.



فتابت لانجمير وثابت فرنديش ثابتان يعكسان طاقة الرابطة ومتانتها ويدلان كل من ناحيته على درجة الألفة التي تقوم بين التربة والفوسفور المضاف، حيث أن الألفة بين هذين الطرفين تزداد كلما كان الثابتان كبيرين.

الجدول 4. بارامترات نموذج لانجمير

R <sup>2</sup>	Kl (L\ mg)	q max (mg/ g)	معادلة لانجمير	
0.902	0.066	0.359	y = 2.788x + 42.54	الإشرفية
0.961	0.196	0.278	y = 3.593x + 18.31	مرانة
0.982	0.019	0.504	y = 1.984x + 103.3	المختارية
0.986	0.025	0.403	y = 2.479x + 101.1	الرغامى
0.959	0.170	0.127	y = 7.859x + 46.2	السنكري
0.848	0.018	0.529	y = 1.889x + 105.0	المستورة
0.999	0.399	0.159	y = 6.286x + 15.76	صدد
0.970	0.394	0.155	y = 6.446x + 16.37	عرقايا
0.988	0.192	0.143	y = 7.010x + 36.45	الجديدة
0.965	0.089	0.180	y = 5.547x + 62.16	الصايد

#### 4- بارامترات نموذج تمكين للتربة المدروسة:

يبين الجدول (5) بارامترات نموذج تمكين، حيث يلاحظ بأن معامل التحديد جيد (حوالي 0.5) وبالتالي يمثل هذا النموذج علاقات الامصاص الحاصلة على التربة المدروسة باستثناء ادمصاص الفوسفور في تربة السنكري، ولكن قيم معامل التحديد في نموذج تمكين كانت أقل مقارنة بنموذجي لانجمير وفرنديش، وهذا يعني أن السعة الامصاصية للفوسفور في التربة المدروسة لا ينقص خطياً مع زيادة تشبع السطوح. وتراوحت حرارة ادمصاص الفوسفور على التربة المدروسة بين (0.058 و 0.212) J/MOL حسب نموذج تمكين. ومن المفيد الإشارة في هذا السياق إلى أن الظاهرة التي تعنيها تلك الدراسات ليست ظاهرة ادمصاص نقيه خالصة بل ظاهرة مختلطة ادمصاصية- ترسيبية (adsorption coprecipitation).

الجدول 5. بارامترات نموذج تمكين

R <sup>2</sup>	AT (L/g)	b (J/ mol k).	Bt (J/ mol)	معادلة تمكين	
0.671	0.300	11765.094	0.212	y = 0.212x - 0.255	الإشرفية
0.677	0.586	17083.562	0.146	y = 0.146x - 0.078	المرانة
0.771	0.194	15301.840	0.163	y = 0.163x - 0.276	المختارية
0.815	0.186	17320.833	0.144	y = 0.144x - 0.242	الرغامى
0.486	0.308	21137.288	0.118	y = 0.118x - 0.139	السنكري
0.848	0.199	18753.383	0.133	y = 0.133x - 0.215	المستورة
0.658	1.000	43003.448	0.058	y = 0.058x + 0.000	صدد
0.647	0.683	32818.421	0.076	y = 0.076x - 0.029	عرقايا
0.512	0.255	19485.938	0.128	y = 0.128x - 0.175	الجديدة
0.679	0.224	21317.949	0.117	y = 0.117x - 0.175	الصايد

#### علاقات الارتباط بين الامصاص وخصائص التربة المدروسة:

يبين الجدول (6) علاقات الارتباط بين السعة الامصاصية العظمى حسب نموذج لانجمير وخصائص التربة المدروسة.

الجدول 6. علاقات الارتباط بين السعة الامصاصية العظمى وخصائص التربة المدروسة

الطين	المادة العضوية	CEC	الكلس الفعال	الكربونات الكلية	EC	pH	R
0.719*	-0.607	0.654*	-0.175	-0.449	-0.5	-0.153	qmax

\* وجود علاقة معنوية عند مستوى 5%

يبين الجدول (6)، أن سعة الامصاص العظمى قد ارتبطت بعلاقة ايجابية مع سعة التبادل الكاتيوني ( $r = 0.654$ ) ، كما ارتبطت أيضاً بعلاقة ارتباط ايجابية مع محتوى الترب من الطين ( $r = 0.719$ ) وهذا يتوافق مع ( Muindi *et al.*, 2015; Hoseini and Taleshmikael, 2013; Hadgu *et al.*, 2014). وذلك بسبب ادمصاص أنيونات الفوسفات على سطوح فلزات الطين حيث يعتقد أنه هناك تبادلاً أنيونياً يحدث بين أنيون الفوسفات وأنيون هيدروكسيل أو أكثر موجود في الهيكل البنائي لفلز الطين، أو مكان أنيون السيليكات في شريحة رباعيات الوجوه (عودة وشمشم، 2008)، كما يمكن لشوارد الكالسيوم أن تشكل جسور تربط الأيونات الفوسفاتية بفلزات الطين وخاصة في الترب القاعدية والترب الخفيفة الحموضة، كما يلاحظ من الجدول (6)، عدم وجود علاقة ارتباط بين الفوسفور المدمص ومحتوى الترب من كربونات الكالسيوم وذلك لأن ادمصاص الفوسفات على كربونات الكالسيوم يحتاج الى زمن طويل (عودة وشمشم، 2008).

أظهرت الدراسة أن نموذج فرنديش أكثر دقة بالتنبؤ بادمصاص الفوسفور في الترب المدروسة مقارنة مع نموذجي لانجمير وتمكين وهذا يتوافق مع ما وجدته (Khan *et al.*, 2010; Hoseini and Taleshmikael, 2013; Mehmood *et al.*, 2010; Hadgu *et al.*, 2015; Muindi *et al.*, 2015; Espenjo and Cox, 2008; Sanyal *et al.*, 1993; *al.*, 2014)، أما قيم ايزوثيرم تمكين فكانت قدرتها محدودة في تفسير ادمصاص الفوسفور وهذا يتوافق مع (Mehdi *et al.*, 2008)، فعلى الرغم من أن طاقة الامصاص تتخفض خطياً مع زيادة التغطية السطحية فإن العلاقة بين كمية الفوسفور المدمص ولوغاريم التراكم المضافة لم تعطي خط مستقيم ( Muindi *et al.*, 2015).

#### الاستنتاجات:

أظهرت النتائج وجود اختلافات بين الترب على مقدرتها على ادمصاص الفوسفور، حيث أثرت خصائص الترب المدروسة على السعة الامصاصية العظمى، ومن هنا يجب تكثيف الجهود والدراسات لفهم دور خصائص التربة بالتأثير على ادمصاص الفوسفور وبالتالي التأثير على إنتاجه.

#### المراجع:

عودة، محمود، وسمير شمشم. (2008). خصوبة التربة وتغذية النبات، منشورات جامعة البعث، حمص، سورية.

- Abedin, M. J.; and M.A. Saleque (1998). Effects of phosphorus fertilizer management on phosphorus sorption characteristics of lowland rice soil. *Thai J. Agric. Sci.*, 31: 122 – 129.
- Agbenin, J.O.; and H. Tiessen (1994). The effects of soil properties on differential phosphate sorption by semiarid soils from northern Brazil, *Soil Sci.*, 157:36-45.
- Aharoni, C.; and M. Ungarish (1977). Kinetics of activated chemisorption. Part 2. Theoretical models', *J. Chem. Soc. Far. Trans.*, 73: 456–464.
- Ahmed, M.; I. Kennedy; A. Choudhury; M. Kecskes; and R. Deaker (2008). Phosphorus adsorption in some Australian soils and influence of bacteria on the desorption of phosphorus. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 39: 1269-1294
- Al-salama, J.Y. (2008). Behavior of added phosphorus to different soil types in deir ezzor governorate – Syria. *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies-Biological Sciences Series*. 30(5).

- Amelidris; O.A. and H.S. Ahmed (2012). Phosphorus sorption capacity as a guide for phosphorus availability of selected Sudanese soil series. *African Crop Science Journal*. 20-65.
- Barrow, N.J. (1978). The description of phosphate adsorption curves. *J. Soil Sci.*, 29: 447– 462.
- Barrow, N.J. (1983). A mechanistic model for describing the sorption and desorption of phosphate by soil. *J. Soil Sci.*, 34:733– 750.
- Barrow, N.J. (1984). Modeling the effects of pH on phosphate sorption by soils. *J. Soil Sci.*, 35: 283-297.
- Bascomb, C.L. (1961). A calcimeter for routine use soil sample. *Chem. And indust.*, 45: 1826-1827.
- Beck, M.A. W.P. Robarge; and S.W. Buol (1999). Phosphorus retention and release of anions and organic carbon by two Andisols. *Europ. J. Soil Sci.*, 50:157 – 164.
- Bertrand, I.; R.E. Holloway; R.D. Armstrong; and M.J. McLaughlin (2003). Chemical characteristics of phosphorus in alkaline soils from Southern Australia. *Aust. J. Soil Res.*, 41: 61-76.
- Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agron. J.*, 53:464 – 465.
- Chapman, H.D. (1965). Cation exchange capacity. Black, C.A: Ed., American Society of Agronomy, Madison, Wis, pp 891-904.
- Daly, K.; D. Jeffrey and H. Tunney (2006). The effect of soil type on phosphorus sorption capacity and desorption dynamics in Irish grassland soils. *Soil Use Manage.* 17: 12-20.
- Day, P.R. (1965). Particle fractionation and particle size analysis. In: C.A. black (ed), method of soil analysis, Agron. NO.9, Part I: Physical and mineralogical properties. Am. Soc. Agron, Madison, WI, USA p.546-566.
- Drouineau, G.; (1942). Dosage rapide du calcaireactif des sol. Nouvelles donnees sur la reportation de la nature des fractions calcaires. *Ann. Agro.*, 12:411- 450.
- Eghball, B.; D.H.M. Sander; and J.M. Skopp (1990). Diffusion, adsorption, and predictive longevity of banded phosphorus fertilizer in three soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54: 1161-1165.
- Espenjo, R.; and F.R. Cox (2008). Factor's affecting phosphorus sorption in palexerults of western Spain. *Comm. Soil Sci. Plant anal.*, 23(3-4):389-398.
- Evans, R.L. (1973). A measure of the amount of phosphate adsorption and the rate of release of indigenous phosphate from a desert soil. *All Graduate Theses and Dissertations*. 3780.
- FAO. (1974). The Euphrates Pilot Irrigation Project .method of soil analysis. Gadeb soil laboratory. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Fares, F. (1976). These Doct .d Etat. I. N. P. L. France. No: CNRS 12649.
- Freundlich, H.M.F. (1906). Over the adsorption in solution. *J. Phys. Chem.*, 57: 385–470.
- Goldberg, S. (2005). Equations and models describing adsorption processes in soils. Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Road, Madison, WI 53711, USA. *Chemical Processes in Soils*. SSSA Book Series, no. 8.
- Hadgu, F. H. Gebrekidan; K. Kibret; and B. Yitaferu (2014). Study of Phosphorus adsorption and its relationship with soil Properties, analysed with Langmuir and Freundlich models. *Agric Fore. Fish.*, 3(1):40-51.
- Hoseini, Y. and R.D. Taleshmikael (2013). Comparison of phosphorus adsorption isotherms in soil and its relation to soil properties. *Intern. J. Agric: Res and Rev.*, 3(1):163-171.

- Khan, Q.U.; M.J. Khan; S. Rehman; and S. Ullah (2010). Comparison of different models for phosphate adsorption in saly inherent soil series of Dera Ismail Khan. *Soil and Environ.*, 29(1):11-14.
- Langmuir, I. (1916). The adsorption of gases on plane surface of glass, mica and platinum, *J. Am. Chem. Soc.*, 40: 1361–1368.
- Leclerc, M.L.; M.C. Nolin; D. Cluis; and R.R. Simard (2001). Grouping soils of the Montreal lowlands (Quebec) according to fertility and P sorption and desorption characteristics. *Can. J. Soil Sci.*, 81: 71-83.
- Maguire, R.O.; R.H. Foy; J.S. Baily; and J.T. Sims (2001). Estimation of the phosphorus sorption capacity of acidic soils in Ireland. *Europ. J. Soil Sci.*, 52:479 – 487.
- Mckeague, J.A. (ed). (1978). *Manual on soil sampling and methods of analysis*. Canadian society of soil Science. 66-68.
- Mclean, E.O. (1982). Soil pH and lime requirement. In A.L. Page *et al.* *Methods of soil analysis*. Part 2. 2<sup>nd</sup>ed, Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, Wis. p 199-224.
- Mead, J.A. (1981). A comparison of the Langmuir, Freundlich and Temkin equations to describe phosphate adsorption properties of soils. *Australian J. Soil Res.*, 19:333-342.
- Mehdi, S.M.; O. Rehaman; A.M. Ranjha; J. Akhtar (2008). Phosphorus fertilizer recommendations for fodder based cereal crops. *Soil and Env.*, 27:155-165.
- Mehmood, A.; M.S. Akhtar; R. Hayat; M. Memon (2010). Phosphorus adsorption parameters in relation to soil characteristics. *J. Chem. Soc. Pak.*, 32(2):129-139.
- Mengel, K.; and E.A. Kirkby (1987). *Principles of plant nutrition*. 4<sup>th</sup> Edi. Int. Potash Institute. Bern, Switzerland.
- Mohan, S.; and J. Karthikeyan (1997). Removal of lignin and tannin color from aqueous solution by adsorption on to activated carbon solution by adsorption on to activated charcoal. *Environ. Pollut.*, 97:183-187
- Muindi, E.M.; J.P. Mrema; E. Semu; P.W. Mtakwa; C.K. Gachene; and M.K. Njogu (2015). Phosphorus adsorption and its relation with soil properties in acid soils of Western Kenya. *Int. J. Plant Soil Sci.*, 4: 203-211.
- Murphy, T. and J.P. Riley (1962). A modified single solution method for determination of phosphate in natural water, *Anal – chemistry Acta.*, 27: 31 – 36.
- Niang, A.I.; B.A. Amadalo; J.D.E. Wolf; and D.M. Gathumbi (2002). Specials screening for short term planted fallows in the highlands of Western Kenya. *Agrof. Syst.* 56:145-154.
- Novak, J.M.; and D.W. Watts (2004). Increasing the phosphorus sorption capacity of southeastern coastal plain soils using water treatment residuals. *Soil Sci.*, 169: 206– 214.
- Olsen, S.R.; and F.S. Watanabe (1957). A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. *Soil Sci Soc. of Amer Proc.*, 21:144–149.
- Onweremadu, E.U. (2007). Predicting phosphorus sorption characteristics in highly weathered soil of South –Eastern Nigeria. *Res. J. Environ. Sci.*, 1(2):47-55.
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Agric Hanbook 60. Washington, D.C.
- Robbins, C.W.; D.T. Westermann; and L.L. Freeborn (1999). Phosphorus Forms and extractability from three source subsoil S. S. S. A. J., 63: 1717– 1729.

- Sanyal, S.K.; S.K. Datta; P.Y. and Chan (1993). Phosphate sorption–desorption behavior of some acidic soil of south and south-east Asia. *Soil Sci. Soc. Amer J.*, 25:937–945.
- Shiue, C.M.M.; R.T. Ruan; and C.T. Chang (2012). Adsorption kinetics and isotherms for the removal methyl orange from wastewaters using copper oxide catalyst prepared by the waste printed circuit boards sustain. *Environ. Res.*, 22(4): 209-215
- Sims, J.T.; R.R. Simard; and B.C. Joern (1998). Phosphorus loss in agricultural drainage: Historical perspective and current research. *J. Environ. Quality*. 27:193 – 277 .
- Tempkin, M.I. and V. Pyzhev (1940). Kinetics of ammonia synthesis on promoted iron catalyst, *Acta Phys. Chim., USSR*. 12: 327–356.
- Walkley, A.; and I.A. Black (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37:29-37.

## Application of Different Isotherm Models on Phosphorus Sorption in Selective Soils of Homs Governorate

Sameer Shamsham<sup>(1)</sup> Reem Nassra<sup>\*(1)</sup> and Rawaa Ayoush<sup>(1)</sup>

(1). Department of Soil Sciences and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Al-Baath University, Syria.

(\*Corresponding author: Dr. Reem Nassra. E- Mail: [rimannn411@gmail.com](mailto:rimannn411@gmail.com)).

Received: 28/02/2018

Accepted: 10/06/2018

### Abstract

Phosphorus adsorption from aqueous solution on soils of Homs governorate has been studied by adsorption isotherms applications. The experimental data have been analyzed using Langmuir, Freundlich and Temkin models. According to ( $R^2$ ) values, the results showed the ability of Freundlich model to predict phosphorus adsorption more than Langmuir and Temkin models. The maximum monolayer coverage ( $q_{max}$ ) calculated from Langmuir model was 0.529 mg/g in Al-Mastora. Adsorption intensity ( $n$ ) calculated from Freundlich model, was between (1.056-2.725) indicated favorable adsorption between phosphorus and adsorbent surface. Heat of adsorption process was estimated by Temkin model ranged between (0.058 and 0.212) J/mol. Analysis of correlation coefficient between adsorption maximum value and soil characteristics revealed that adsorption is positively correlated with clay content and cation exchange capacity.

**Key words:** Adsorption, Isotherm, Phosphorus, Langmuir, Freundlich, Temkin.