

حركات امتزاز الفسفور في ترب ذات محتوى مختلف من الجبس

عبد الكريم عريبي سبع

باسم شاكر عبيد

سامي حمد سلطان

كلية الزراعة/جامعة تكريت

كلية الزراعة/جامعة تكريت

كلية الزراعة/جامعة تكريت

• تاريخ إستلام البحث 2021/9/2 وتاريخ قبوله 2021 /10 /21

• البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الأول .

الخلاصة

أجريت تجربة مختبرية لدراسة امتزاز الفسفور باستعمال معادلات الحركيات ، تضمنت الدراسة اخذت ثلاث نماذج تربة غير مستتارة مختلفة في محتواها من الجبس (67، 138، 243) غم كغم⁻¹ ومختلفة في صفاتها الفيزيائية والكيميائية ، اضيف لها الفسفور على شكل فوسفات احادي البوتاسيوم KH₂PO₄ وبثمانى مستويات (80,70,60,50,40,30,20,10) ملغم p لتر⁻¹ تم حساب كمية الفسفور الممتز عند الفترات الزمنية 1 و 2 و 4 و 8 و 24 ساعة و 2 و 4 و 8 و 16 يوماً أظهرت نتائج الدراسة بان كمية الفسفور الممتز تتناسب مع زيادة كل من الفسفور المضاف ومحتوى التربة من الجبس اذ بلغت اعلى كمية من الفسفور الممتز قدرها 256 ملغم p كغم⁻¹ للعينة G3 (243 غم كغم⁻¹ من الجبس) عند مستوى 80 ملغم p لتر⁻¹ بينما اقل كمية من الفسفور الممتز قدرها 51.37 ملغم p كغم⁻¹ للعينة G1 (67 غم كغم⁻¹ من الجبس) عند المستوى 10 ملغم p لتر⁻¹ ولأجل الحصول على افضل معادلة لوصف حركات الامتزاز الفسفور في ترب مختلفة بمحتواها من الجبس استعملت معادلات الحركيات (الرتبة صفر، الرتبة الأولى، الانتشار ، دالة القوى، ايلوفيج) وكانت افضل معادلة للوصف ولجميع الترب معادلة الرتبة صفر

الكلمات المفتاحية: امتزاز ، المعادلات الحركية .

Kinetic of phosphorus adsorption in soils with different content gypsiferous

Sami hamed sult

Basim Shakir Obaid

Abdul Kareem Eraibi Sabaa

College of Agriculture
Tikrit UniversityCollege of Agriculture
Tikrit UniversityCollege of Agriculture
Tikrit University

- Date of research received 2021/9/2 and accepted 21/10/2021 .
- Part of PhD dissertation for the first author.

Abstract

A laboratory experiment was conducted to study the adsorption of phosphorous using kinetics equations. The study included three different unstimulated soil samples in their content of gypsum (67, 138, 243) g kg⁻¹ and different in their physical and chemical properties. Phosphorous was added to it in the form of mono potassium phosphate KH₂PO₄. With eight levels (80,70,60,50,40,30,20,10) mg pL⁻¹ The amount of adsorbed phosphorous was calculated at the time periods 1, 2, 4, 8, and 24 hours, 2, 4, 8 and 16 days. The results of the study showed The amount of phosphorous adsorbed is proportional to the increase in both the added phosphorous and the soil content of gypsum, as it reached the highest amount of adsorbed phosphorus of 256 mg p kg⁻¹ for sample G3 (243 g kg⁻¹ of gypsum) at a level of 80 mg p L⁻¹, while the minimum amount of phosphorous adsorbed was 51.37 mg p kg⁻¹ for sample G1 (67 gm kg⁻¹ of gypsum)

at a level of 10 mg p L⁻¹ In order to get the best equation to describe the kinetics of phosphorus adsorption in different soils with their gypsum content, the kinetics equations (rank zero, first order, diffusion, force function, elovig) were used. And the best equation for the description and for all soils was the zero-rank equation.

key words; adsorption, kinetics equations

المقدمة Introduction

تعد التربة أحد أهم الموارد الطبيعية ، لأنها الركيزة الاولى التي تتوقف عليها الزراعة، وتزداد أهمية هذا المورد مع الزمن لازدياد أعداد السكان مع زيادة حاجة الانسان الى المنتجات الزراعية في العالم، ومن أجل ذلك بحث الانسان عن سبيل لتلبية حاجته المتزايدة الى الغذاء .

تعرف ظاهرة الامتزاز بانها تفاعل فيزيوكيميائي بواسطته تصبح ايونات الفوسفات مرتبطة مع السطوح الخارجية والداخلية لدقائق التربة وبذلك تصبح اقل جاهزية للنبات (Robbins ، 1999) ،توجد الترب الجبسية في العراق ولاسيما في محافظة صلاح الدين التي تمتاز بمحتوى عالٍ من الجبس لذا فان جميع الايونات تكون عرضة لتفاعلات الترسيب والتثبيت اذ يتحول الفسفور من الشكل الجاهز الى صيغ اقل جاهزية وهذا يؤدي الى عدم الافادة من الفسفور بصورة كاملة (العبدلي، 2005) لذلك بات استعمال مفهوم الحركيات ضروري جداً لمعرفة سلوك التفاعل المستمر بين الجزء الصلب والايونات في محلول التربة خلال الزمن وأن استعمال مفاهيم الترمودايناميكية والحركية قادرة على اعطاء صورة واضحة لعملية امتزاز وتحرر الفسفور في التربة وأشار داود (2011) عند إضافته لسماد السوبر فوسفات الثلاثي إلى ترب تكريت الجبسية بالمستويات 86 و 172 و 258 كغم P ه⁻¹ الى ان الفسفور الجاهز بعد الزراعة قد انخفض الى النصف تقريباً وان نسبة احتجازه تراوحت بين (36 – 56 %) ودرس (سلامة، 2008) سلوك الفسفور المضاف لنماذج مختلفة من الترب وتوصل بان تثبيت الفسفور يزداد مع الزمن للترب الجبسية بكميات اكبر مقارنة مع الترب الكلسية .

المواد وطرائق العمل Materials and methods

تم اختيار ثلاث مواقع مختلفة في محافظة صلاح الدين على اساس التباين في محتواها من الجبس وهي موقع العلم G3 (243 غم كغم⁻¹ جبس) موقع جامعة تكريت خلف المجمع السك (G2) (138 غم كغم⁻¹ جبس) وموقع حقول كلية الزراعة G1 (67 غم كغم⁻¹ جبس) وأخذت العينات عشوائياً من الترب ولعمق 0-30 سم ممثلة لترب التجربة وجففت هوائياً وطحنت بمطرفة خشبية ، ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم، قدرت بعض الخواص الفيزيائية والخواص الكيميائية قدرت الايونات الموجبة والسالبة الذائبة في مستخلص التربة 1:1، قدر الكالسيوم والمغنسيوم بطريقة التسحيح مع الفرنسيت (EDTA). أما البوتاسيوم والصوديوم فقدرنا باستخدام جهاز اللهب (Flame photometer). وقدر الكلورايد بالتسحيح مع محلول نترات الفضة (1N). وقدرت الكبريتات بطريقة الترسيب بشكل كبريتات الباريوم، أما الكربونات فقدرت بطريقة التسحيح مع حامض الكبريتك (Richards ، 1954) الواردة في جدول (1) بحسب الطرائق الواردة في (page واخرون، 1982)

جدول 1 بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لترب الدراسة

العلم G3	تكرت 2 G2	تكرت 1 G1	الوحدة	الصفة
7.85	7.75	7.62		pH
2.32	2.37	2.49	ديسي سيمنز م ⁻¹	EC
243	138	67	غم كغم ⁻¹	CaSO4.2H2O
101	219	243		CaCO3
8	9	11		O.M
10.82	12.13	13.17	سنتمول كغم تربة ⁻¹	CEC
742	593	652	غم كغم ⁻¹	Sand
68	180	70		Silt
190	227	278		Clay
S.L	S.C.L	S.C.L		Textury
				العناصر الجاهزة
12.5	17.3	18.1	ملغم كغم ⁻¹	N
1.3	3.12	5.10		P
65.76	82.36	121.54		K
				الايونات الذائبة
2.19	1.42	1.36	مليمول لتر ⁻¹	Na
12.81	8.95	5.32		Ca
3.16	4.32	6.72		Mg
1.50	1.80	2.51		Cl
Nil	Nil	Nil		CO ₃
2.31	1.43	1.29		HCO ₃
15.42	12.39	9.85		SO ₄

قدر الفسفور الممتز بأخذ أعمدة بطول 35 سم وعرزها في التربة للحصول على تربة غير مستثارة بطول 30 سم وإضافة مستويات من الفسفور (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) ملغم p لتر⁻¹ وبارتفاع 5 سم من محلول فوسفات احادي البوتاسيوم KH₂PO₄ للمدد الزمنية 1، 2، 4، 8، 24 ساعة 2، 4، 8، 16 يوم، تم حساب كمية الفسفور الممتز بطرح كمية الفسفور في محلول الاتزان من الكمية المضافة ثم وصفت باستخدام المعادلات الحركية الآتية:
معادلة الرتبة صفر Zero order equation

$$C_t = C_0 - K_1 t \dots\dots\dots(1)$$

معادلة الرتبة الاولى First order equation
تكون معادلة بالصيغة الآتية:-

$$\ln C_t = \ln C_0 - K_1 t \dots\dots\dots(2)$$

K_1 = معامل السرعة

معادلة الانتشار Diffusion equation
وتكتب بالصيغة الآتية:-

$$C_t = C_0 + K_1 t^{1/2} \dots\dots\dots(3)$$

معادلة أيلوفيج Elovich equation

$$C_t = C_0 + K_1 \ln t \dots\dots\dots(4)$$

معادلة دالة القوة Power Function equation

$$\ln C_t = \ln C_0 + K_1 \ln t \dots\dots\dots(5)$$

اذ ان :

C_t = التركيز المقاس عند الزمن t

C_0 = التركيز عند الزمن صفر

K = ثابت

t = الزمن

لتحديد أفضل معادلة رياضية

تم اختيار المعادلات الحركية لتحديد افضل معادلة في وصف حركات امتزاز الفسفور اعتماداً على اعلى معامل التحديد (R^2) واقل خطأ قياسي (SE) وتمت الحسابات على وفق برنامج REM المذكور في سعد الله، (1996) وأن الصيغة العامة لمعادلة الخطأ القياسي Stander Error SE هي:

$$SE = [\sum (C_t - C_t^*)^2 / n - 2]^{1/2} \dots \dots \dots (6)$$

C_t = التركيز المقاس عند الزمن t

C_t^* = التركيز المحسوب عند الزمن n = عدد مرات القياس

اشكال التركيز التجميعي للفسفور الممتز (حساب تراكيز الاتزان عند الزمن صفر)

يتم رسم النتائج بيانياً بين الفسفور المتحرر تجميعياً مقابل الزمن في تجارب الاستخلاص والحصول على تركيز الاتزان عند الزمن صفر C_0 باستخدام المعادلة المقترحة من قبل Chahal و Smmiei، (1986) وذلك باعتماد مقلوب التراكيز التجميعية للفسفور المتحرر كدالة خطية لمقلوب الزمن و كالآتي:

$$1/C_t = 1/C_0 + b.1/t$$

إذ أن:

C_t = التركيز عند زمن الاستخلاص t

C_0 = التركيز عند الزمن صفر وتم حسابه من مقلوب تقاطع الخط المستقيم مع المحور الصادي.

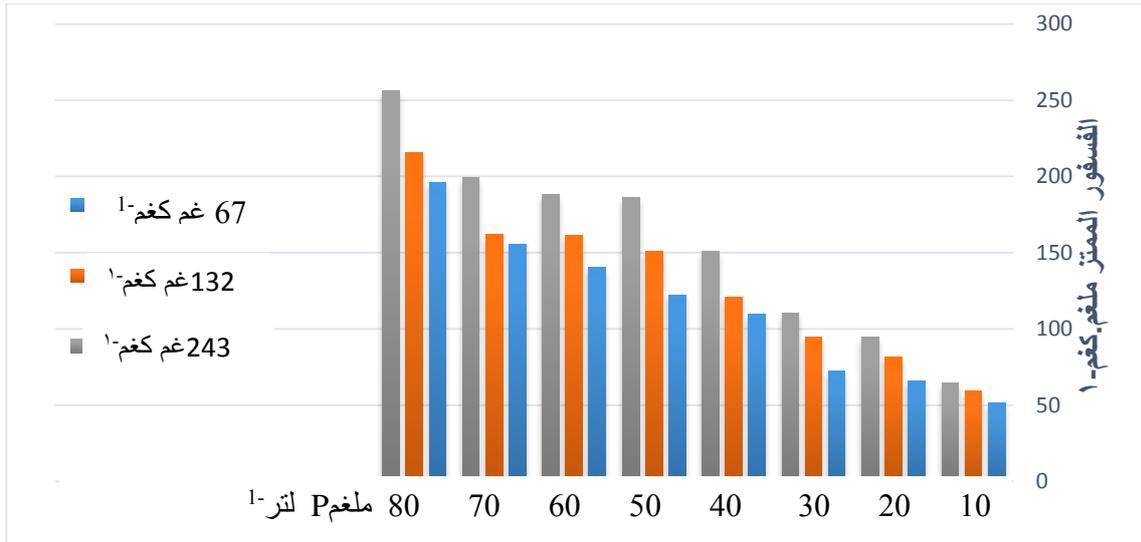
b = انحدار الخط المستقيم

t = الزمن

النتائج والمناقشة

امتزاز الفسفور في محلول الاتزان

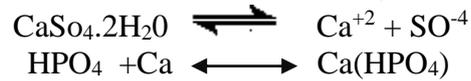
يبين الشكل (1) الى كمية الفسفور الممتز في ترب الدراسة عند اضافة مستويات مختلفة من الفسفور (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) ملغم p لتر⁻¹ ولمعرفة كمية الفسفور الممتز استخدم الفرق بين التركيز المضاف من الفسفور وتركيزه في الراشح ويلاحظ من خلال معطيات الشكل (1) ان هناك توافقاً بين كمية الفسفور الممتز ومحتوى الترب قيد الدراسة من الجبس حيث يزداد امتزاز الفسفور بزيادة كمية الجبس والمستويات المضافة وهذه النتيجة جاءت متوافقة مع ما وجدته السلامة (2008)، كما ويلاحظ من الشكل ان هناك علاقة طردية بين مستويات الاضافة للفسفور وكمية الفسفور الممتز من قبل التربة، اظهرت النتائج بان اعلى كمية من الفسفور الممتز كان للعيينة G3 عند المستوى 80 ملغم p لتر⁻¹ وقدرها 256.0 ملغم p كغم⁻¹ مقارنة مع المعاملة G2، G3 بنسبة زيادة (30.7، 18.5) % على التوالي اما اقل كمية من الفسفور الممتز كان عند المستوى 10 ملغم p لتر⁻¹ وكان للعيينة G3 قدرها 64.4 ملغم p كغم⁻¹ مقارنة مع المعاملة G1، G2 بنسبة زيادة (38.8، 32.5) % على التوالي، ونستنتج من دراسة كمية الفسفور الممتز ان العينة G3 ذات المحتوى العالي من الجبس 243 غم كغم⁻¹ اعطت اعلى القيم للفسفور الممتز تليها العينة G2 ذات المحتوى المتوسط من الجبس 138 غم كغم⁻¹ ثم العينة G1 ذات المحتوى الواطئ من الجبس 67 غم كغم⁻¹ ولكل المستويات وهذا يتفق مع ما وجدته Hussain وآخرون (2003).



شكل (1) يبين كمية الفسفور الممتاز في ترب ذات محتوى جبسي مختلف

ويمكن ان يعزى السبب في زيادة الامتزاز الى تواجد كمية من اكاسيد الحديد والالمنيوم في الترب الجبسية تسبب الامتزاز العالي وهذا ما أكده داوود ، (2016) كلك وأشار اليه الجبوري ،(2019) بان اكاسيد الحديد وايونات CO₃ وفرت اسطحاً فعالة لامتزاز الفسفور في ترب الدراسة، ونلاحظ أيضا اختلاف الكميات الممتازة من الفسفور بين أنواع الترب بسبب اختلاف نسب المكونات (طين، غرين، رمل) و المادة العضوية ومع توفر ايونات CaSO₄ في التربة يزداد الامتزاز والتثبيت للفسفور وهذا يفسر زيادة الامتزاز للترب الحاوية على كمية كبيرة من الجبس مقارنة بالترب ذات كمية الجبس القليلة وهذا يدل على تأثير محتوى الجبس في عملية الامتزاز وتفاعلات الترسيب للأيونات وخاصة الفسفور في الترب عن طريق تفاعل الفسفور مع السطوح الفعالة وتحويلها الى صيغة اكثر ثباتاً وهذه النتائج متوافقة مع ما توصل اليه العبدلي (2005).

كما ان هذه النتائج جاءت متوافقة مع كمية محتوى الجبس حيث بزيادة كميته تزداد كمية الفسفور الممتاز، ولقد اكد ذلك (Grubb et al ..2012) وكما هو معلوم فانه يزداد التحول باتجاه الترسيب للفسفور كلما زادت كمية الجبس كما في المعادلة الاتية.



المقارنة بين المعادلات المختلفة لدراسة حركيات امتزاز الفسفور في الترب الجبسية بطريقة الاعددة

لغرض المقارنة بين المعادلات المختلفة في وصف امتزاز الفسفور، أستخدم معياري الإحصاء، معامل التحديد (R²)، وقيم الخطأ المعياري SE للمعادلات الخمسة لترب الدراسة، وقد وضحت نتائج التحليل المختبرية المتمثلة بقياس كمية الفسفور وبفترات زمنية مختلفة باستعمال كل معاملة على انفراد ولجميع ترب الدراسة، ومثلت في الأشكال البيانية المرقمة 2، 3، 4 لمعاملات التراكيز المختلفة، باستعمال المعادلات الخمس السابقة الذكر على التتابع، و تمثل الجداول 2 و 3 و 4 ملخص نتائج التحليل الإحصائي باستخدام المعادلات الخمسة والمعاملات المختلفة لجميع الترب كما يلي:

جدول 2 قيم معامل التحديد والخطأ القياسي لامتناز الفسفور للعيينة G1 ذات محتوى جبسي منخفض

معادلة أيلوفيج		معادلة دالة القوى		معادلة الانتشار		معادلة الرتبة الاولى		معادلة الرتبة صفر		المعادلات تركيز الفسفور المضاف ppm
SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	
35.73	0.684	35.73	0.999	72.05	0.997	20.76	0.651	0.871	0.998	10
49.27	0.765	23.18	0.993	90.85	0.972	28.26	0.597	4.183	0.968	20
60.12	0.799	29.31	0.993	107.61	0.986	34.19	0.595	6.561	0.944	30
75.09	0.689	40.95	0.997	149.42	0.995	45.88	0.658	1.782	0.997	40
94.15	0.769	50.27	0.994	175.02	0.938	55.39	0.610	7.288	0.974	50
103.31	0.737	56.90	0.998	197.77	0.971	62.06	0.630	5.608	0.988	60
110.08	0.723	62.13	0.997	212.01	0.961	67.15	0.624	4.499	0.993	70
138.1	0.719	79.92	0.997	268.82	0.959	85.08	0.627	6.301	0.991	80

عند استخدام معادلة الرتبة صفر فان قيم (R^2) هي (0.998 ، 0.968 ، 0.944 ، 0.997 ، 0.974 ، 0.988 ، 0.991, 0.993) أما قيم (SE) (0.871 ، 4.183 ، 6.561 ، 1.782 ، 7.288 ، 5.608 ، 4.499 ، 6.301) للتركيز المضافة (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) ملغم p لتر⁻¹ على التتابع في العينة 67 غم كغم⁻¹ وهي افضل معادلة توصف امتزاز الفسفور، تليها معادلة الرتبة الاولى ثم معادلة دالة القوى ثم معادلة إيلوفيج واخيرا معادلة الانتشار. أما نتائج التحليل الإحصائي عند استخدام مستويات الفسفور المختلفة في تربة ذات 138 غم كغم⁻¹ جبس فهي موضحة في جدول 3¹

جدول 3 قيم معامل التحديد والخطأ القياسي لامتناز الفسفور للعيينة G2 ذات محتوى جبسي متوسط

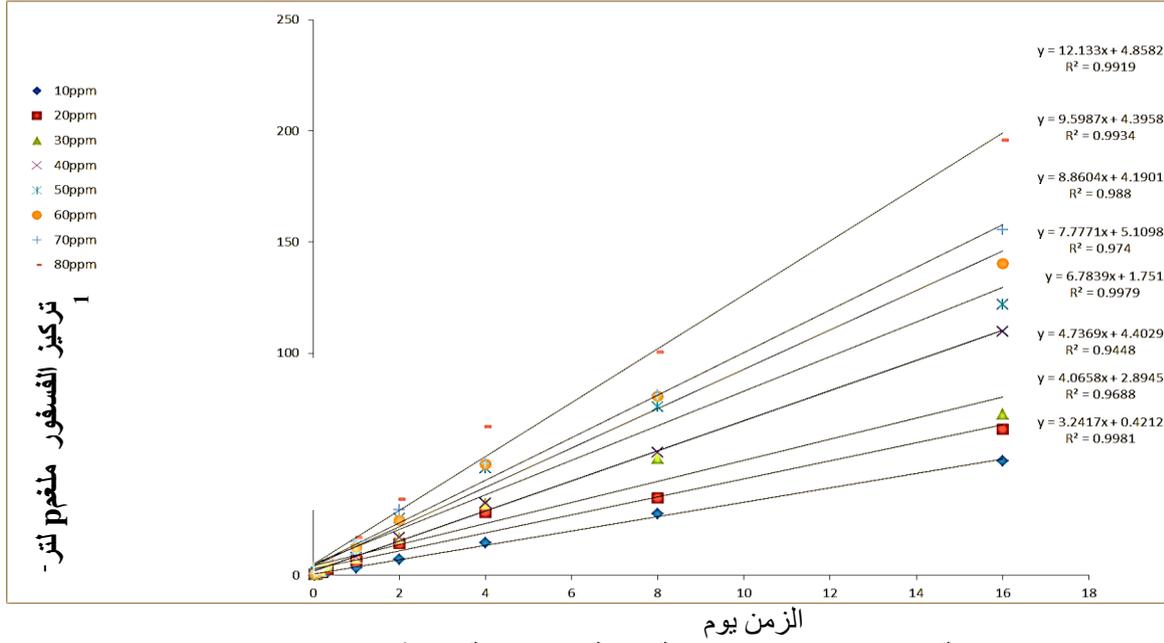
معادلة أيلوفيج		معادلة دالة القوى		معادلة الانتشار		معادلة الرتبة الاولى		معادلة الرتبة صفر		المعادلات تركيز الفسفور المضاف ppm
SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	
40.75	0.673	18.74	0.999	73.17	0.940	24.09	0.661	0.664	0.999	10
60.47	0.748	30.22	0.997	103.49	0.974	35.33	0.616	3.717	0.984	20
74.32	0.757	38.55	0.997	126.15	0.976	43.51	0.623	6.35	0.968	30
85.19	0.703	47.11	0.996	150.09	0.955	51.90	0.651	2.56	0.996	40
103.53	0.687	59.13	0.997	184.35	0.945	64.12	0.653	1.78	0.998	50
113.82	0.702	65.01	0.998	200.73	0.955	69.99	0.654	3.63	0.996	60
118.40	0.739	67.01	0.996	203.90	0.971	66.57	0.629	6.19	0.988	70
159.72	0.737	92.25	0.998	275.66	0.971	97.29	0.631	8.75	0.987	80

إذ يلاحظ أن قيم (R^2) عند تطبيق معادلة الرتبة صفر هي (0.999 ، 0.984 ، 0.968 ، 0.996 ، 0.998 ، 0.996، 0.988، 0.987) بينما كانت قيم (SE) (0.664، 3.717، 6.35، 2.56، 1.78، 3.63، 6.19، 8.75) للمستويات (10، 20، 30، 40، 50، 60، 70، 80) ملغم لتر⁻¹ على التتابع وهي افضل معادلة توصف امتزاز الفسفور في العينة G2 ذات جيس 138 غم كغم⁻¹ ، أما نتائج التحليل الإحصائي عند استخدام مستويات الفسفور في تربة ذات محتوى جبسي عالي فهي موضحة في جدول 4

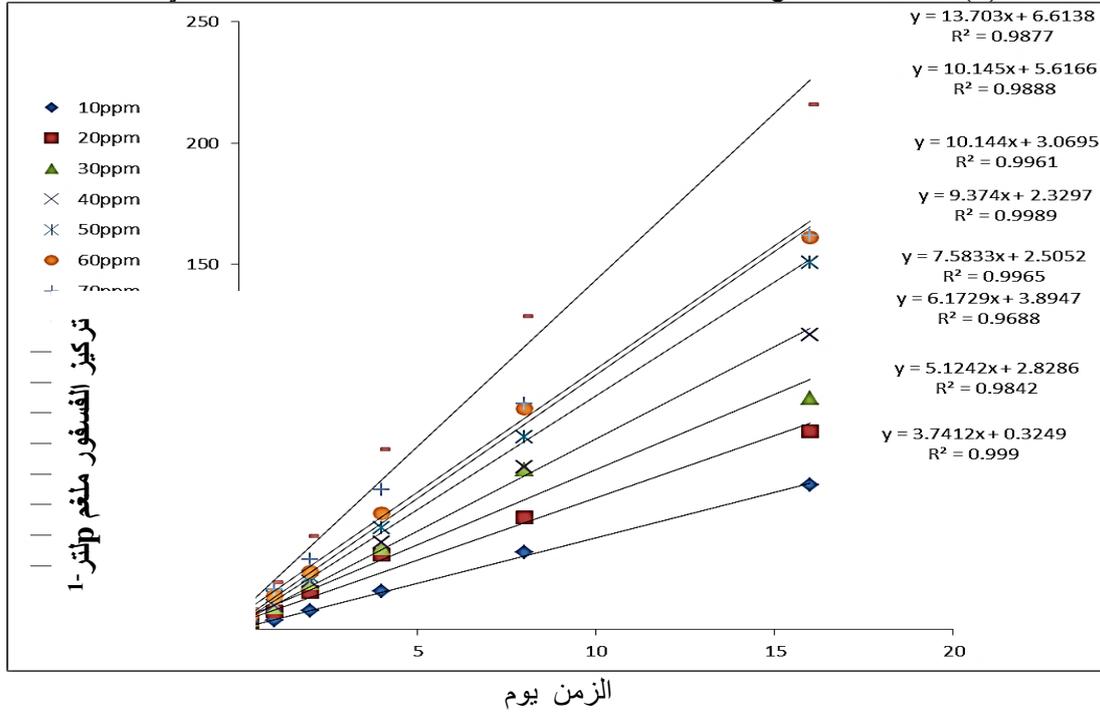
جدول 4 قيم معامل التحديد والخطأ القياسي لامتزاز الفسفور للعينة G3 ذات محتوى جبسي عالي

معادلة أيلوفيج		معادلة دالة القوى		معادلة الانتشار		معادلة الرتبة الاولى		معادلة الرتبة صفر		المعادلات تركيز الفسفور المضاف ppm
SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	SE	R ²	
43.21	0.659	20.59	0.999	78.21	0.931	25.88	0.676	0.17	0.999	10
69.76	0.728	36.14	0.998	121.09	0.968	41.28	0.641	3.73	0.988	20
83.48	0.730	44.78	0.998	144.43	0.967	49.72	0.651	5.90	0.979	30
102.43	0.677	58.766	0.998	183.20	0.940	63.66	0.67	1.12	0.999	40
129.07	0.685	75.046	0.999	229.98	0.940	80.16	0.664	2.67	0.998	50
132.61	0.698	76.946	0.999	234.50	0.953	81.94	0.663	4.18	0.996	60
137.90	0.689	81.224	0.998	244.02	0.947	86.05	0.669	3.02	0.998	70
174.92	0.681	105.02	0.998	312.12	0.943	109.99	0.673	2.95	0.999	80

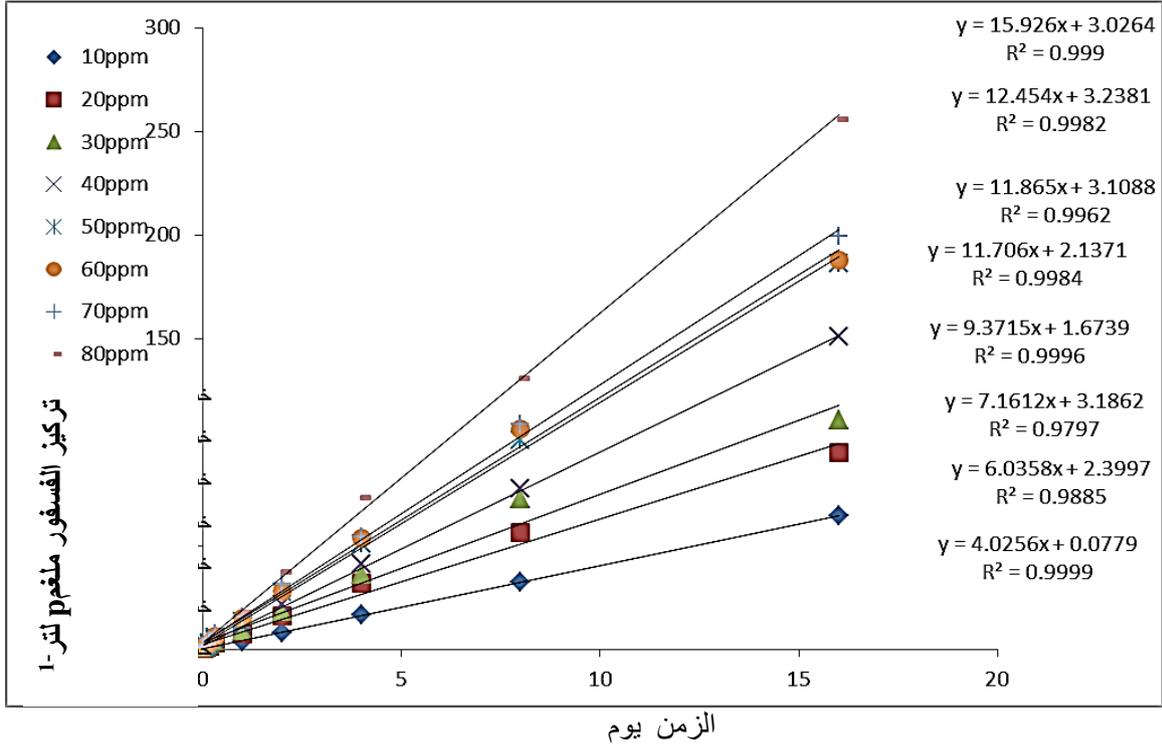
يلاحظ أن قيم (R^2) عند تطبيق معادلة الرتبة صفر هي (0.999 ، 0.988 ، 0.979 ، 0.998 ، 0.999 ، 0.996، 0.998، 0.999) وقيم (SE) (0.17، 3.73، 5.90، 1.12، 2.67، 4.18، 3.02، 2.95، 4.18، 3.02، 2.95، 4.18، 3.02، 2.95) للمستويات (10، 20، 30، 40، 50، 60، 70، 80) ملغم لتر⁻¹ على التتابع للعينة G3 ذات 243 غم كغم⁻¹ جيس ، وعلى نحو ما مبين في جدول 2 و 3 و 4 ومن خلال المقارنات (R^2 , SE) للعرض السابق ذكره أنفاً نلاحظ تفوق معادلة الرتبة صفر في جميع الترب في وصف امتزاز الفسفور في الترب الجبسية وقد يعزى السبب الى أن معادلة الرتبة صفر لا تتأثر سرعة التفاعل بتركيز المادة ثم تلتهها معادلة الرتبة الاولى ومعادلة الانتشار و معادلة دالة القوة ومعادلة ايلوفيج فكانت جميعها غير جيدة مقارنة بالرتبة صفر ولكل ترب الدراسة. ثانياً:- نلاحظ من الأشكال 2 ، 3 ، 4 التي تمثل استخدام معادلة الرتبة صفر لتربة ذات المحتوى الجبسي (منخفض G1، متوسط G2، عالي G3).



شكل (2) العلاقة بين C_t مع t حسب معادلة الرتبة صفر للعينة G1 ذات محتوى جبسي منخفض



شكل 3 العلاقة بين C_t مع t حسب معادلة الرتبة صفر للعينة G2 ذات محتوى جبسي متوسط



شكل 4 العلاقة بين C_t مع t حسب معادلة الرتبة صفر للعينة G3 ذات محتوى جبسي عالي

نلاحظ من هذه الأشكال تأثير كل المستويات المضافة من الفسفور (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) ملغم p لتر⁻¹ في امتزاز الفسفور، أن أقل كمية امتزاز للفسفور كان المستوى 10 ملغم p لتر⁻¹، يليها المستويات 20 ثم 30 ثم 40، وأعلى كمية ممتزة من الفسفور كانت عند المستوى 80 ملغم p لتر⁻¹ على التتابع ولجميع الترب، وهذا يتفق مع ما وجدته الزبيدي (1989).

إن امتزاز الفسفور يتأثر بدرجة كبيرة بكمية الجبس في التربة، إذ إن التربة التي تحتوي على نسبة جبس 67 غم كغم⁻¹ وإطى كانت كمية امتزاز الفسفور أقل من الترب التي تحتوي على نسبة جبس متوسط 138 غم كغم⁻¹ تليها التربة ذات المحتوى جبس عالي 243 غم كغم⁻¹ ويعود السبب إلى تشبع محلولها بأيونات الكالسيوم والكبريتات بسبب ذوبان الجبس ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)، أكثر من بقية الترب قيد الدراسة لأنها تختلف في احتوائها على أيونات الكالسيوم.

قيم معامل سرعة امتزاز الفسفور من الترب الجبسية بطريقة الاعمدة

لغرض تحديد معامل سرعة الامتزاز يتوجب في البداية تحديد أفضل معادلة تصف امتزاز الفسفور من التربة، ومن المقارنة بين المعادلات المستعملة تبين أن معادلة الرتبة صفر هي أفضل معادلة توصف امتزاز الفسفور. نلاحظ من جدول 5 أن قيم معامل سرعة الامتزاز لمعادلة الرتبة صفر كانت تتراوح بين (0.078) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (10 ملغم p كغم⁻¹) و (3.02) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (80 ملغم p كغم⁻¹)، بينما تراوحت قيم معامل سرعة الامتزاز لمعادلة الرتبة الأولى بين (0.22) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (10 ملغم p كغم⁻¹) و (1.7) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (80 ملغم p كغم⁻¹) بالنسبة للترب ذات المحتوى الجبسي عالي، إن قيم معامل سرعة الامتزاز لمعادلة الرتبة صفر تتراوح بين (0.32) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (10 ملغم p كغم⁻¹) و (6.6) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (80 ملغم p كغم⁻¹)، بينما تراوحت قيم معامل سرعة الامتزاز لمعادلة الرتبة الأولى بين (0.18) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (10 ملغم p كغم⁻¹) و (1.8) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (80 ملغم p كغم⁻¹) بالنسبة للترب ذات المحتوى الجبسي متوسط. إن قيم معامل سرعة الامتزاز لمعادلة الرتبة صفر تتراوح بين (0.42) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (10 ملغم p كغم⁻¹) و (4.85) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (80 ملغم p كغم⁻¹)، بينما تراوحت قيم معامل سرعة الامتزاز لمعادلة الرتبة الأولى بين (0.02) ملغم كغم يوم⁻¹ للمستوى (10 ملغم p كغم⁻¹) و (1.6) ملغم

كغم يوم⁻¹ للمستوى (80 ملغم p كغم⁻¹) بالنسبة للترب ذات المحتوى الجبسي واطئ. ونلاحظ من النتائج السابقة أن قيم معامل سرعة الامتزاز قليلة نسبيا مما يعكس بوضوح تأثير خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية والمعدنية

جدول 5 قيم معامل سرعة امتزاز الفسفور لترب الدراسة حسب معادلة الرتبة صفر (ملغم كغم يوم⁻¹)

المعاملة	نوع التربة	ترب ذات محتوى جبسي منخفض	ترب ذات محتوى جبسي متوسط	ترب ذات محتوى جبسي عالي
10		0.42	0.32	0.078
20		2.89	2.82	2.39
30		4.40	3.89	3.18
40		1.75	2.50	1.67
50		5.30	2.32	2.13
60		4.19	3.06	3.10
70		4.39	5.61	3.23
80		4.85	6.61	3.02

المصادر العربية

1. الجبوري .عدنان محمد حواس(2019) طبيعة وجود اكاسيد الحديد وعلاقتها بامتزاز الفسفور في بعض الترب الجبسية . اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة –جامعة تكريت.
2. العبدلي. رنا سعدالله عزيز(2005) تفاعلات بعض الاسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية وتأثيرها في نمو نبات الحنطة ،رسالة ماجستير،كلية الزراعة والغابات –جامعة الموصل.
3. الزبيدي. احمد حديد(1989) ملوحة التربة الأسس النظرية والتطبيقية _وزارة التعليم العالي والبحث العلمي _جامعة بغداد.
4. السلامة، ياسر جمعة (2008) سلوك الفسفور المضاف لنماذج ترب مختلفة في محافظة دير الزور –سوريا . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. المجلد(30) العدد (5) : 201-193
5. داود.محمد جارالله فرحان(2011) تأثير المستويات العالية من الفسفور المضاف في استجابة صنفين من الحنطة(*Triticum aestivum L.*) للرش بعنصري الحديد والزنك في تربة جبسية .رسالة ماجستير.كلية الزراعة- جامعة تكريت.
6. داود. محمد جارالله فرحان (2016) تقدير احتياجات الذرة الصفراء من الفسفور باستخدام منحنيات الامتزاز في تربة جبسية .اطروحة دكتوراه،كلية الزراعة –جامعة تكريت.
7. سعدالله. علي محمد (1996) العلاقة بين الملوحة وحركيات تحرر البوتاسيوم في الترب العراقية ،أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة –جامعة بغداد.

المصادر الاجنبية

1. **Grubb, Karen Li Joshue M.Mc Grath, Chad J. penn 3 and Ra Brgand (2012)** Effect of land Application of phosphorus- saturation Gypsum on soil phosphorus in a laboratory incubation. *Abd and Environmental soil science volume 2021, Atrical ID 506951, 7pages.*
2. **Hussein, M.A (2002)** Effect of phosphate on the yield, elemental, content and quality characteristics of wheat grown in calcareous soil amended with sulphur. *Alex.J. Agric Res. 47: 201-207.*
3. **Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (1982)** Methods of soil analysis. Part (2) 2nd chemical and Microbiological properties .ed. Agronomy series 9. Amer. Soc of Agron Madison.. Wisconsin. USA.
4. **Richards, L.A (1954)** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U.S.D.A. Handbook, No. 6, USA
5. **Robbins, C. W., D. T. Westermann, and L. L. Freeborn. (1999)** Phosphorus Forms and extractability from three source subsoil. *Soil. Sci. Soc. Am. J. 63. : 1717 – 1729.*