

## مساهمة في دراسة انغسال أيون الفوسفور في الترب المحيطة لبحيرة السن ودراسة العوامل المؤثرة عليه

أ.د. هيثم شاهين،<sup>1</sup> أ.م.د. محمد غفر،<sup>2</sup> د. ماهر دعيس،<sup>3</sup> ضياء محلا<sup>4</sup>

### ملخص

تم في هذه الدراسة تقييم عملية الرشغ والانغسال لأيون الفوسفور، من خلال دراسة العوامل المناخية والطبوغرافية لمنطقة السن، وكذلك تقييم دور خصائص التربة للمناطق المدروسة على عملية انتقال أيون الفوسفور في آفاق التربة. وجدت الدراسة تبايناً في انغسال أيون الفوسفور بين آفاق التربة، حيث أظهرت الدراسة بأن سويات انغسال أيون الفوسفور تتخفف مع العمق بسبب ادمصاص أيون الفوسفور على المادة العضوية وفلزات الطين، وتم تسجيل أعلى تراكيز لانغسال أيون الفوسفور في الآفاق التالية: الأفق الأول (10.76) mg/l، الأفق الثاني (5.98) mg/l، والأفق الثالث (5.96) mg/l. تميزت ترب وآفاق مواقع بيت عانا، القطيلبية، قرفيص، ونبع الواحة بسويات مرتفعة للانغسال، حيث تم الحصول على أعلى تركيز لانغسال أيون الفوسفور في شهر كانون الثاني، حيث بلغ أعلى تركيز القيمة (10.76) mg/l، بينما المواقع بسطوير، بيت العلوني، جيبول، والراهبية، ذات سويات انغسال أخفض مقارنة بالمواقع السابقة، وسجلت أعلى قيمة لانغسال أيون الفوسفور في شهر كانون الثاني أيضاً، حيث بلغ أعلى تركيز القيمة (5.71) mg/l.

<sup>1</sup> - أستاذ-قسم الهندسة البيئية-كلية الهندسة المدنية-جامعة تشرين.

<sup>2</sup> - أستاذ مساعد-قسم الكيمياء البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة-جامعة تشرين.

<sup>3</sup> - باحث -مركز البحوث العلمية الزراعية في الهنادي-اللاذقية.

<sup>4</sup> - طالب دكتوراه- قسم الكيمياء البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة-جامعة تشرين.

أوضحت الدراسة الاحصائية أن انغسال أيون الفوسفور  $PO_4^{3-}$  Leaching للمواقع المدروسة، وضمن الآفاق، ارتبط بمعنوية عالية مع المتغيرات: المادة العضوية (OM) Organic Matter والتوصيل الهيدروليكي المائي المشبع Saturated Hydraulic Conductivity (SHC)، والأس الهيدروجيني الـ pH. ومن خلال الدراسة تم استنباط معادلات الانحدار، التي يمكن استخدامها كنموذج رياضي إحصائي ممثل لانغسال أيون الفوسفور في الآفاق الثلاثة، ودورها في تقييم انغسال أيون الفوسفور في آفاق التربة.

**كلمات مفتاحية:** انغسال الفوسفور، خصائص التربة، التوصيل الهيدروليكي، المادة العضوية، بحيرة السن.

# Contribution to the study the phosphor leaching in the soil surrounding Lake Al-Sin and the factors affecting leaching of phosphor

<sup>5</sup>Dr. Haytham Shahin, <sup>6</sup>Dr. Muhammad Ghaffar, <sup>7</sup> Dr. Maher Dais, <sup>8</sup>Dia Mahalla

## Abstract

In this study, the process of leaching of phosphor ( $PO_4^{3-}$ ) was evaluated. The climatic and topographical factors of the Al-Sin area, and the role of soil properties of the studied sites in the Al-Sin area on the process of phosphor leaching in the soil horizons were studied. A variance in ( $PO_4^{3-}$ ) Leaching has been observed among the studied sites and soil horizons of the same sites, where the study showed that the levels of ( $PO_4^{3-}$ ) Leaching decrease with depth due to the adsorption of the phosphorous ion on the organic matter and clay minerals. The highest concentrations of phosphorous ion washout were recorded in the horizons as follows: the first horizon (10.76) mg/l, the second horizon (5.98) mg/l, and the third horizon (5.96) mg/l.

The sites of Beit Aana, Al-Qutaibiya, Qarfis, and Al-Waha Spring were characterized by high levels of leaching, where the highest concentration values of ( $PO_4^{3-}$ ) leaching were in the months of January, where the highest concentration of the value reached (10.76) mg/l. while the sites in Bastweer, Beit Al-Alwani, Gebul And Al-Rahbia, which has lower levels of leaching compared to the previous sites, and the highest value of

<sup>5</sup> - Professor, Graduate, faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

<sup>6</sup> -Assistant Professor, Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria.

<sup>7</sup> - Researcher at research center- Alhennadi, Lattakia, Syria.

<sup>8</sup> - Postgraduate Student (Ph.D. Student), Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria.

( $PO_4^{3-}$ ) leaching was recorded in January as well, where the highest concentration value was (5.71) mg/l.

The statistical study showed the correlation between the variable ( $PO_4^{3-}$ ) Leaching with the variables, the organic matter (OM) and the Saturated Hydraulic Conductivity (SHC), pH.

In the study, we obtained the regression equations that represent the leaching of phosphor in the three horizons and its role in evaluating ammonium ion leaching in soil horizons.

**Key word:** leaching phosphor, Soil properties, Saturated Hydraulic Conductivity, Organic Matter, Lake Al-Sin.

## مقدمه:

ساهم استخدام المركبات الفوسفورية في الأنشطة البشرية المتعددة بشكل مستمر ومنتزاد كالأسمدة، وفي المنظفات والصناعات الغذائية، وارتفاع نسبته في مياه الصرف الصحي والصناعي، إلى زيادة تراكيز الفوسفور ومركباته في البيئة، وبالتالي زيادة إمكانية وصوله إلى المسطحات المائية ومصادر المياه العذبة، مما يؤثر سلباً على جودة المياه من خلال حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي، مما يكسب المياه صفات غير مرغوبة بها، وبالتالي يؤدي إلى خروجها من نظم الاستخدام. [6, 3]. إن الاستخدام المنتزاد للأسمدة الفوسفورية بكميات تفوق حاجة المحاصيل أدت إلى تراكم مرتفع للمركبات الفوسفورية في التربة، وزيادة إمكانية انتقال أيون الفوسفور للمياه الجوفية والمياه السطحية، مما يسبب تدهور حاد في نوعية المياه. [5, 18].

بينت الدراسات الدور الهام لمحتوى التربة من أيون الفوسفور، ومدى قدرة التربة على ادمصاص أيون الفوسفور، ومقدار أيون الفوسفور المرتشح من التربة إلى مصادر المياه، حيث تبين من الدراسات بأن الأراضي الصالحة للزراعة تعد مصدراً رئيسياً لأيون الفوسفور في البيئة [6, 14].

وأوضحت دراسة أخرى بأن تركيز أيون الفوسفور يبلغ أقصى مداه، ثم ينحدر تدريجياً كلما ابتعدنا عن زمن الإضافة، والسبب يعود إلى تحول الشكل الذائب المتحرر من السماد إلى أشكال كيميائية أخرى. [22].

وفي دراسة أخرى بينت دور كميات وأشكال انتقال وانغسال الفوسفور باستخدام الليزمترات في الترب المروية، حيث أن نسبة أكبر من الفوسفور المنغسل ضمن آفاق التربة، كان بشكل عضوي بنسبة أكبر مقارنة مع أشكال الفوسفور غير العضوي. [14].

بينت دراسة أخرى دور المادة العضوية على ادمصاص أيون الفوسفور، حيث وجد أن زيادة محتوى التربة بالذبال يزيد من ادمصاص أيون الفوسفور، مما يزيد من نسبة الفوسفور المتاح في المحلول، وأن هناك تنافساً قائماً بين أيونات الفوسفور وبين أيونات الجزيئات العضوية على سطوح معقدات الادمصاص. [7, 13].

وفي دراسة أخرى أظهرت أهمية دراسة الخصائص الادمصاصية للترب المدروسة للفوسفور في التفاعلات التي يخضع لها أيون الفوسفور بعد إضافته للتربة، على قدرة التربة على الربط والاحتفاظ بأيون الفوسفور من جهة، وعلى إمكانية تحرره ثانية من جهة أخرى، ويكون في هذه

الحالة أكثر عرضة للانغسال، وتزداد عملية تحرر أيون الفوسفور من التربة كلما زاد تراكم أيون الفوسفور المدمص فيها. [24].

وأظهرت دراسة أخرى أنه كلما زاد محتوى التربة من كربونات الكالسيوم في ظروف الترب الكلسية، ازدادت سعة التربة لادمصاص أيون الفوسفور، إذ تعتبر دقائق كربونات الكالسيوم الشكل المسيطر على سطوح معقدات الادمصاص، مما ينقص من انغسال أيون الفوسفور. [23].

بينت العديد من الدراسات العوامل المؤثرة في حركة الفوسفور في آفاق التربة ومنها:

- يخضع الفوسفور لعمليات جيوكيميائية مختلفة في التربة مثل الانحلال، وتشكيل معقدات، والامتزاز، والترسيب الذي يؤثر على حركة الفوسفور ومصيره. [5, 13].
- إن المادة العضوية للتربة تسهم في تحسين امتزاز الفوسفور والحد من انغسال أيون الفوسفور وامكانية استفادة النبات منه. [5, 20, 24].
- إن لقيمة الأس الهيدروجيني الـ pH عامل رئيسي يؤثر على الخصائص المذكورة أعلاه، لأنها تؤثر على الاحتفاظ بأيون الفوسفور وتحرره. ففي التربة الحمضية، يتم امتزاز وتثبيت أيون الفوسفور من خلال الادمصاص والارتباط بأكاسيد وهيدروكسيدات الحديد، وذلك بتشكيل معقدات غير قابلة للذوبان وترسيبه على شكل فوسفات الحديد. أما في ظروف التربة القلوية، فتسبب قابلية الانحلال المنخفضة للفوسفور نتيجة ترسيبه على شكل فوسفات الكالسيوم والمغنيزيوم انخفاض في الرشح والانغسال. [5].

## أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من مساهمته في التقييم البيئي الناتج عن التسميد والنشاطات البشرية، وفي بيان دور خواص التربة والعوامل المناخية، وأثرها على انغسال أيون الفوسفور ضمن آفاق التربة. يهدف البحث إلى تقدير الفاقد بالغسل لأيون الفوسفور، لترب مختلفة من حيث البناء الفيزيائي والمادة العضوية ومحتواها من الطين، واستخدام الطرق الإحصائية (الارتباط والانحدار) في تطوير وتقييم أدوات لتقييم مخاطر فقدان أيون الفوسفور، وتطبيق استراتيجيات الإدارة للحد من خسائر أيون الفوسفور.

## طرائق ومواد العمل:

أولاً: خصائص منطقة الدراسة:

### (1) الموقع والصفات العامة:

تقع منطقة الدراسة ضمن الإحداثيات التالية:

خط طول: ( $36^{\circ} 14' 59.41''$  –  $35^{\circ} 54' 57.40''$ )، خط عرض: ( $35^{\circ} 22' 49.5''$  –  $35^{\circ} 13' 55.54''$ ) وتشكل جزءاً من المنطقة الوسطى من الجبال الساحلية.

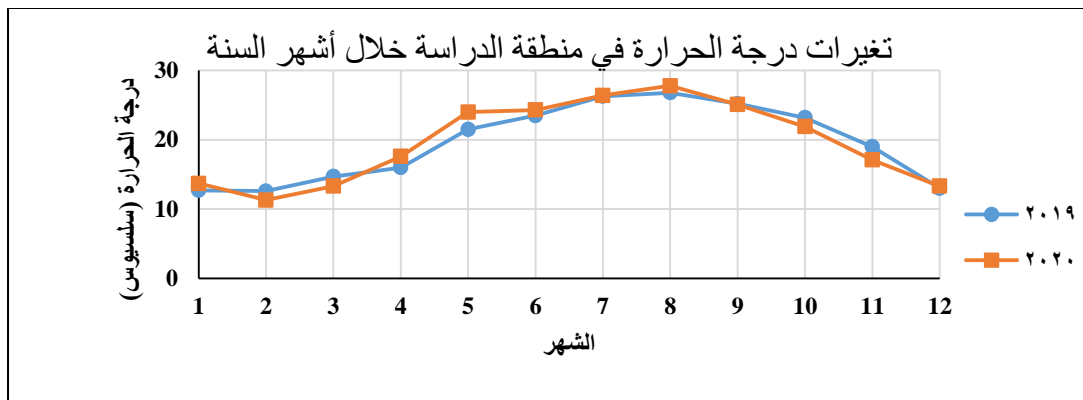
يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى قسمين:

**القسم الأول:** تلال سطحية تتألف من منحدرات مائلة نسبياً مؤلفة من المارل، والصخور الكلسية المارلية، يتراوح ارتفاعها بين (250-700) m وتقطعها وديان عرضانية إضافة إلى المسيلات الرئيسية المنحدرة من أعلى السلسلة [1].

**القسم الثاني:** تتألف من السهل الساحلي ومصاطب شبه مستوية، تميل قليلاً نحو الغرب، ويمكن أن نضيف إليها سهول الوديان الفيضية، والمسيلات المائية المقطعة جزئياً بأخاديد صغيرة [1].

### (2) المناخ:

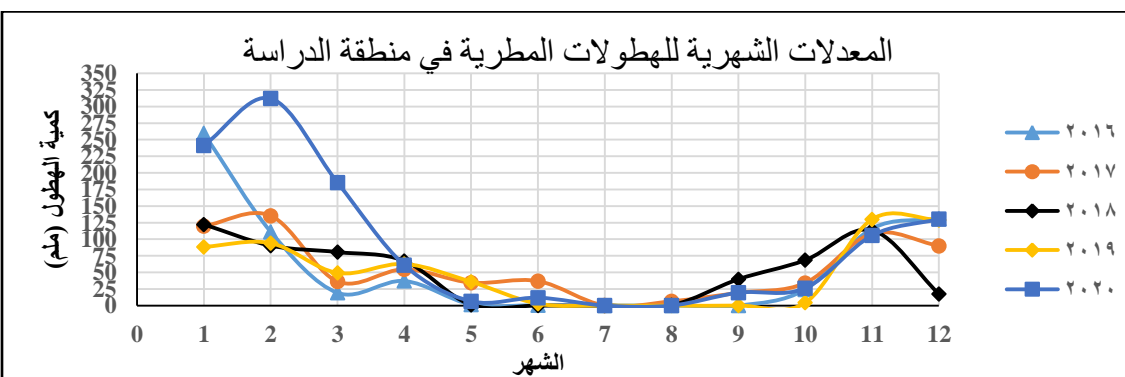
إن درجة الحرارة الوسطية الأعظمية الشهرية في المنطقة تكون خلال شهري تموز وأب، أما الدنيا فتلاحظ خلال شهر كانون الثاني. ومن جهة أخرى، يلعب تغير درجة الحرارة دوراً هاماً ورئيسياً في تحديد نسبة انتشار الرطوبة ما بين الغلاف الجوي والتربة، وكذلك في نشاط عمليات التجوية الفيزيائية وتفكك المادة العضوية أو تراكمها. يوضح الشكل (1) تغيرات درجة الحرارة الشهرية والسنتوية في بعض محطات الرصد المجاورة للمنطقة المدروسة لعامي (2019-2020). [8].



الشكل (1): المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة للعامين (2020- 2019) م

### (3) الأمطار

تتميز المنطقة بغزارة الهطولات المطرية، حيث تتوزع شتاءً بدءاً من شهر تشرين الثاني إلى شهر نيسان بمعدلات متباينة، يهطل معظمها في الفترة ما بين شهري كانون الأول وشباط، والقليل منها خلال شهري تشرين الأول، وتشرين الثاني، وشهري آذار ونيسان، يتراوح معدل الهاطل المطري ما بين (600 - 1099) ملم سنوياً، ومن النادر أن تحصل هطولات في أشهر الصيف، يبين الشكل (2) الهطولات المطرية الشهرية والسنوية في منطقة الدراسة خلال السنوات الخمس الأخيرة. [8].

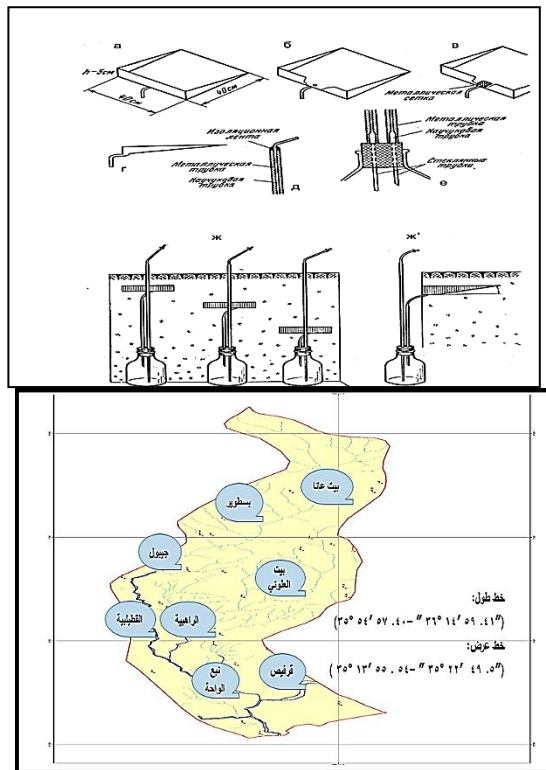


الشكل (2): المعدلات الشهرية للهطولات المطرية (ملم) في منطقة الدراسة من عام (2020- 2016)م.



#### 4) تركيب الليزمترات:

لتقييم عملية تراكم وانغسال أيون الفوسفور ضمن مقاطع التربة، أجريت تجارب حقلية من خلال تركيب ليزيمترات في ثمانية مواقع وفي ثلاثة آفاق موزعة على كامل منطقة الدراسة، وهي بالترتيب: بيت عانا، بسطوير، بيت العلوني، جيبول، قرفيص، القطيبية، الراهبية، نبغ الواحة. والتي تمثل ترب مختلفة بالخواص الفيزيائية والكيميائية، وبالنشاطات البشرية والزراعية، بالإضافة لوقوعها على الحامل الرئيس لنهر السن وروافده المغذية، كما هو موضح بالشكل (3).



الشكل (3): مواقع الدراسة وآلية تركيب الليزمترات في مواقع الدراسة

## ثانياً: التجارب والقياسات:

تم إجراء جميع التجارب والقياسات في مخابر المعهد العالي لبحوث البيئة في جامعة تشرين، ومركز البحوث العلمية الزراعية في الهادي / اللاذقية.

### 1- التربة:

أجريت مجموعة من التحاليل الفيزيائية والكيميائية تتلخص بما يلي:

#### • التحاليل الفيزيائية

- (1) تحليل ميكانيكي للتربة بطريقة الهيدرومتر. [10].
- (2) تقدير التوصيل الهيدروليكي المشبع للتربة (SHC) في المخبر وذلك بتطبيق قانون دارسي (Darcy's law) (4).

#### • التحاليل الكيميائية

- (1) قياس قيمة الأس الهيدروجيني الـ pH ويتم ذلك بنسبة (1: 2.5) (تربة/ماء) باستخدام جهاز pH حقلي (Metrohm 744 pH Meter). [16].
- (2) قياس الناقلية الكهربائية (EC) باستخدام جهاز (Thermo Orion model 420A) في مستخلص تربة مائي (5:1) تربة/ماء. [15].
- (3) تقدير كربونات الكالسيوم في التربة باستخدام المعايرة الحجمية بمحلول حمض كلور الماء (1N). [12].
- (4) تقدير تركيز الكالسيوم والمغنيزيوم بطريقة المعايرة بوجود مشعر الفري سيانات. [9].
- (5) قياس كمية المادة العضوية (OM) بطريقة أكسدة الكربون العضوي بمحلول دي كرومات البوتاسيوم في وسط حامضي، ثم معايرة الزائد من دي كرومات بواسطة سلفات الحديدي (ملح مور) بوجود دليل الفيروئين. [19].
- (6) تقدير تركيز الفوسفور المتاح في التربة باستخدام طريقة أولسن باستخلاص ببيكربونات الصوديوم وتفاعل مع الموليبيدات عند طول موجة 886 . [21].

## 2-المياه:

تم جمع محلول التربة الراشح باستخدام ليزمترات (Lysimeters) توضع في آفاق التربة بمواقع الاعتيان، وإجراء التحاليل التالية:

- 1) فيزيائية: كقياس الناقلية الكهربائية (EC) للعينة المائية، وذلك باستخدام جهاز (Thermo Electrical conductivity meter (Orion model 420A [2].
- 2) كيميائية: كقياس قيمة الأس الهيدروجيني (pH)، ويتم ذلك باستخدام جهاز pH حقلي (Metrohm 744 pH Meter)، حيث تمت هذه العملية مباشرة في الطبيعة بعد قطف العينات من الموقع. [17].
- 3) تقدير تركيز أيون الفوسفور في المحلول الليزمترى باستخدام جهاز Spectrophotometer عند طول موجة nm (442). [11].

## النتائج والمناقشة:

### 1-دراسة انغسال أيون الفوسفور تبعاً لآفاق التربة للمواقع المدروسة

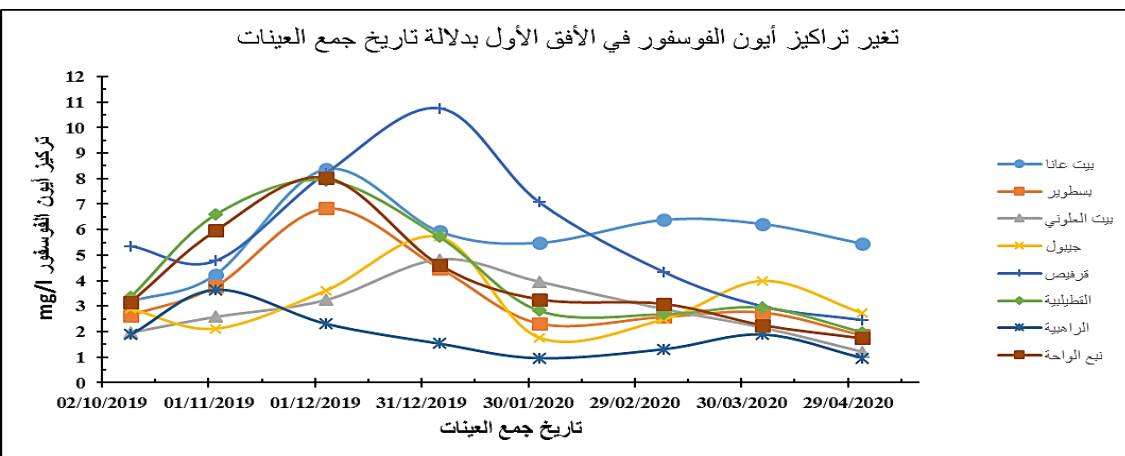
بناء على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية لآفاق الترب المدروسة تم التوصل إلى ما يلي:

تميز الأفق الأول بأنه ذو حموضة معتدلة تميل قليلاً للقلوية، وذو محتوى عالٍ من كربونات الكالسيوم ومن المادة العضوية. وتميزت ترب الأفق الأول بأنها طينية بنسبة عالية، ثم لومية طينية، وبنسبة أقل الترب اللومية. وذات توصيل هيدروليكي مائي مشبع يتراوح بين cm/min (0.85-1.88). يوضح الجدول (1) نتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب الأفق الأول للمواقع المدروسة.

الجدول (1): نتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب الأفق الأول للمواقع المدروسة

N(leaching) Average mg/l	Hyd – Cond Cm/min	Clay %	Silt %	Sand %	Ca mg/Kg	P (المتاح) mg/Kg	CaCO 3%	OM %	EC ds/m	pH	المواقع المدروسة
28.626	1.30	43	30	27	2700	100<	30	2.60	0.78	7.24	بيت عانا
26.544	1.09	47	31	22	2200	37	47	3.48	0.35	7.71	بسطوير
21.276	0.85	72	19	9	7020	51	29	4.66	0.34	7.28	بيت العلوني
22.084	1.10	39	36	25	1840	56	52	3.47	0.34	7.81	جيبول
41.129	1.88	64	22	14	6100	100<	28	1.89	0.85	7.04	قرفيص
31.833	1.79	44	20	36	3210	100<	43	1.99	0.45	7.26	القطيلية
26.750	0.87	54	39	7	5730	86	61	4.22	0.26	7.68	الراهبية
30.423	1.12	23	58	19	1560	51	33	2.89	0.17	7.21	نوع الواحة

وعند تمثيل تغير تراكيز أيون الفوسفور في الأفق الأول بدلالة تاريخ جمع العينات، تم الحصول على المخطط البياني الموضح بالشكل (4):



الشكل (4): تغير تراكيز أيون الفوسفور في الأفق الأول بدلالة تاريخ جمع العينات

يُلاحظ من الشكل رقم (4)، أن تراكيز أيون الفوسفور المنغسل في الماء الليزيمتري في الأفق الأول خلال فترة الدراسة، والتي استمرت على مدى موسم مطري كامل للمناطق المدروسة، تميزت بتراكيز انغسال للفوسفور مرتفعة خلال شهر كانون الثاني حيث بلغت سوية أعلى التراكيز فيها (10.76) mg/l وذلك نتيجة تراكم أيون الفوسفور في التربة بفعل التسميد المعدني والعضوي، وازدياد انغساله نتيجة الهطول المطري.

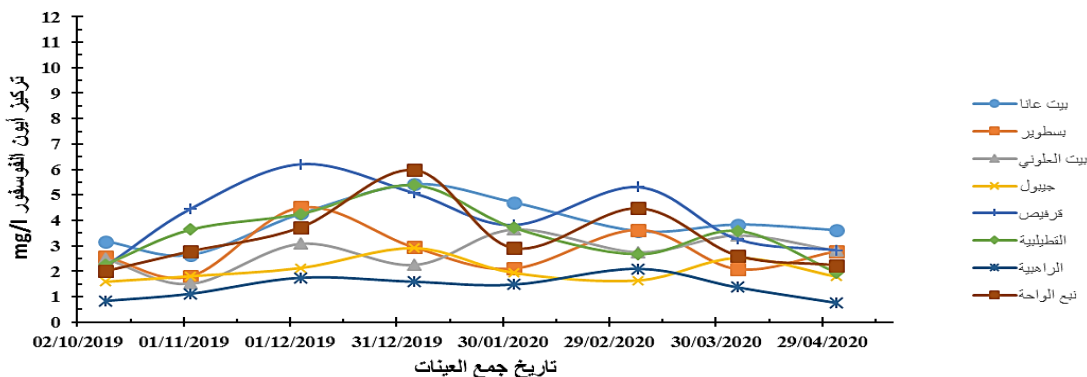
تميز الأفق الثاني بأنه ذو حموضة معتدلة مقارنة بالأفق الأول، وذو محتوى عالي من كربونات الكالسيوم ومن المادة العضوية. وترتبط المنطقة فيه، ذات محتوى للطين الفيزيائي أخفض بقليل مقارنة بالأفق الأول وقوامه طيني بنسبة عالية ثم طيني لومي، ونلاحظ انخفاض في قيمة التوصيل الهيدروليكي المائي مقارنة بالأفق الأول، حيث تراوحت قيمته بين  $(0.74 - 1.70)$  cm/min. يوضح الجدول (2) نتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية لترتب الأفق الثاني للمواقع المدروسة.

جدول (2): نتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية لترتب الأفق الثاني للمواقع المدروسة

N(leaching) Average mg/l	Hyd-Cond Cm/min	Clay%	Silt %	Sand%	Ca mg/Kg	P(المتاح) mg/Kg	CaCO <sub>3</sub> %	OM %	Ec ds/m	pH	المواقع المدروسة
33.8013	1.10	64	20	16	3900	86	28	2.38	0.71	7.11	بيت عانا
28.6388	0.88	52	28	20	2440	54	42	2.73	0.31	7.29	بسطوير
25.5025	0.74	74	15	11	6420	73	21	3.49	0.29	7.06	بيت العلوني
24.6725	0.92	37	36	27	1820	52	43	2.86	0.27	7.48	جيبول
44.2025	1.70	70	17	13	6280	81	27	1.72	0.73	7.10	قرقيص
34.0313	1.58	40	23	37	2340	68	39	1.65	0.39	7.26	القطيبية
29.5063	0.76	42	39	19	2410	37	60	3.67	0.27	7.64	الراهبية
32.7825	1.35	46	35	19	2890	42	33	2.64	0.19	7.13	ننع الواحة

ويوضح الشكل (5) التمثيل البياني لتغير تراكيز أيون الفوسفور في الأفق الثاني بدلالة تاريخ جمع العينات

تغير تراكيز أيون الفوسفور في الأفق الثاني بدلالة تاريخ جمع العينات



الشكل (5): تغير تراكيز أيون الفوسفور في الأفق الثاني بدلالة تاريخ جمع العينات

يُلاحظ من الشكل رقم (5)، أن تراكيز أيون الفوسفور المنغسل في الماء اللبني من الأفق الثاني خلال فترة الدراسة، والتي استمرت على مدى عام كامل للمناطق المدروسة، كانت قيمها أخفض من الأفق الأول بسبب ادمصاص جزء من أيون الفوسفور على المادة العضوية وفلزات الطين ضمن الأفق الأول.

وكانت تراكيز أيون الفوسفور الراشحة مرتفعة خلال فترتين، حيث أن الفترة الأولى تكون مرتفعة خلال شهر كانون الثاني، حيث بلغت أعلى قيمة لتراكيز أيون الفوسفور  $5.98 \text{ mg/l}$ ، وذلك نتيجة تراكم أيون الفوسفور في التربة بفعل التسميد المعدني والعضوي، وازدياد انغساله من الأفق الأول نتيجة الهطول المطري، أما الفترة الثانية هي فترة شهر آذار، حيث بلغت أعلى قيمة لتراكيز أيون الفوسفور  $5.31 \text{ mg/l}$  نتيجة عاملين متأثرين أيضاً، العامل الأول نتيجة ازدياد تراكيز أيون الفوسفور المتحرر من الأفق الأول في التربة، والعامل الثاني انخفاض حجم الماء اللبني الراشح عبر مقطع التربة في الأفق الثاني والذان يؤديان إلى ارتفاع تراكيز أيون الفوسفور المنغسل.

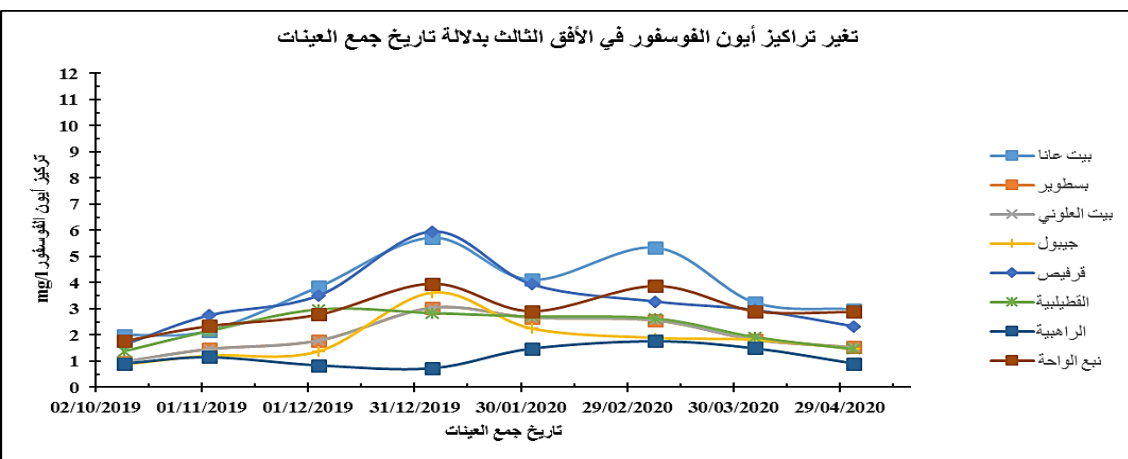
تميز الأفق الثالث بأنه ذو طبيعة تميل للقلوية مقارنة بالأفق الأول والثاني، وذو محتوى عالي من كربونات الكالسيوم ومن المادة العضوية. وترب المنطقة فيه ذات محتوى عالٍ للطين الفيزيائي، مقارنة بالأفق الأول والثاني، وقوامه طيني إلى طيني لومي، وذو توصيل هيدروليكي مائي مشبع يتراوح بين  $(0.54 - 1.21) \text{ cm/min}$ ، يُلاحظ انخفاض قيمة التوصيل الهيدروليكي المائي المشبع للأفق الثالث مقارنة بالأفق الأول والثاني. يمكن أن يعزى ذلك إلى زيادة كمية

الطين الفيزيائي فيه. يوضح الجدول (3) نتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب الأفق الثالث للمواقع المدروسة.

جدول (3): نتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب الأفق الثالث للمواقع المدروسة

N(leaching) Average mg/l	Hyd –Cond Cm/min	Clay%	Silt %	Sand%	Ca mg/Kg	P (المتاح) mg/Kg	CaCO3%	OM %	Ec ds/m	pH	المواقع المدروسة
34.60	0.88	62	16.	22	3680	96	31	1.78	0.73	7.38	بيت عانا
30.0825	0.65	47	28	25	2080	76	47	1.96	0.29	7.65	بسطوير
28.6313	0.71	76	15	9	5280	55	26	2.39	0.44	7.43	بيت العلوني
29.3063	0.84	37	47	16	1820	53	51	2.16	0.31	7.72	جيبول
45.7263	1.21	62	23	15	3700	43	27	1.44	0.75	7.48	قرفيص
41.6075	1.04	24	24	52	1580	21	45	1.55	0.37	7.71	القطيلبية
30.6938	0.54	47	41	12	2215	44	69	3.17	0.20	7.96	الراهبية
36.3075	1.11	46	35	19	1985	12	35	1.99	0.18	7.45	نع الواحة

ويوضح الشكل (6) التمثيل البياني لتغير تراكيز أيون الفوسفور في الأفق الثالث بدلالة تاريخ جمع العينات.



الشكل (6): تغير تراكيز أيون الفوسفور في الأفق الثالث بدلالة تاريخ جمع العينات

يُلاحظ من الشكل رقم (6) انخفاض تراكيز أيون الفوسفور المنغسل في الماء الليزيمتري من الأفق الثالث مقارنة بالأفاق الأعلى خلال فترة الدراسة، والتي استمرت على مدى عام كامل

للمناطق المدروسة، ويمكن أن يُعزى ذلك إلى ادمصاص أيون الفوسفور على المادة العضوية وفلزات الطين ضمن الأفق الأول والثاني.

إن تراكيز انغسال أيون الفوسفور خلال فترة الدراسة كانت مرتفعة في فترتين أيضاً، الفترة الأولى تكون مرتفعة خلال شهر كانون الثاني، حيث بلغت أعلى قيمة لتركيز أيون الفوسفور  $5.96 \text{ mg/l}$ . أما الفترة الثانية هي فترة شهر آذار، وكانت سوية التراكيز فيها ضمن المجال  $3.87 \text{ mg/l}$  نتيجة تراكم وانتقال أيون الفوسفور من الأفق الأول والثاني إلى الماء الليزيمتري المنغسل إلى المقطع الثالث.

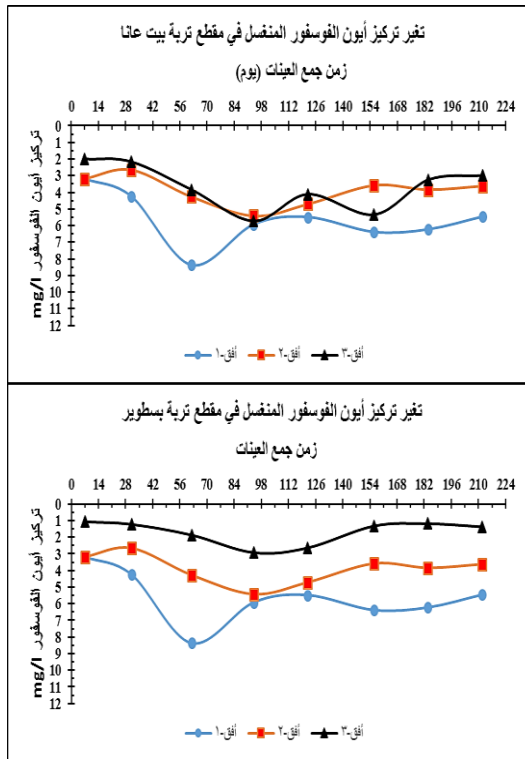
## 2-دراسة انغسال أيون الفوسفور تبعاً للمنطقة المدروسة

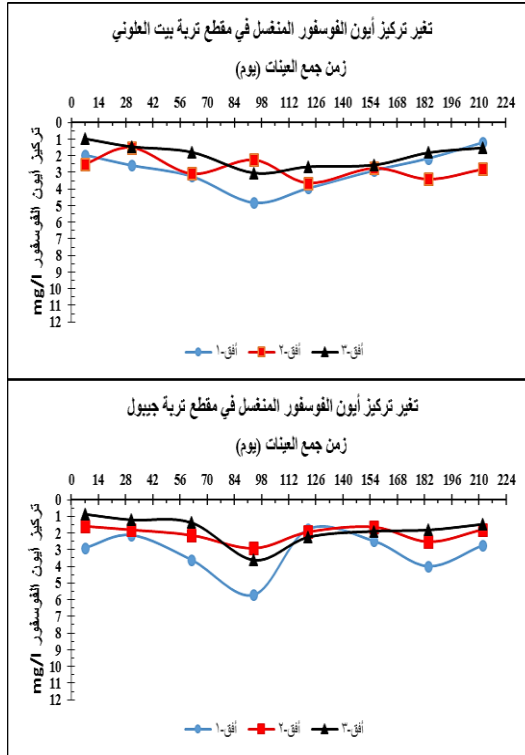
يمكن تقسيم ترب مناطق الدراسة حسب تراكيز أيون الفوسفور المنغسل إلى قسمين:

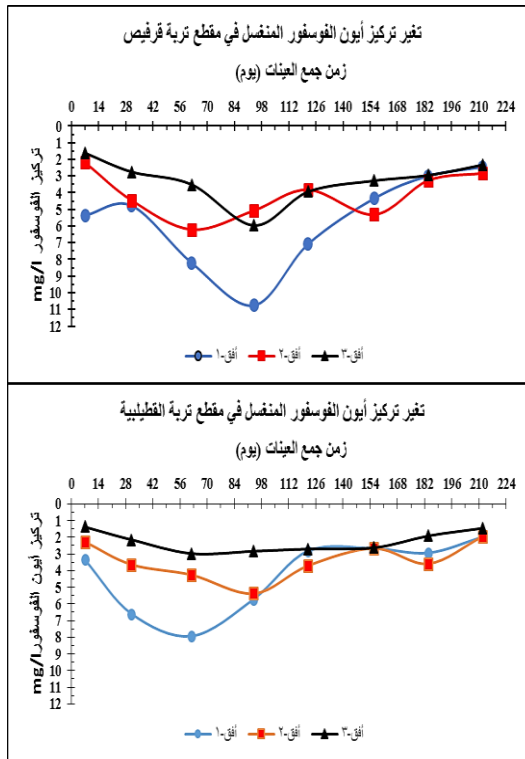
أ- ترب المناطق ذات السوية المرتفعة التراكيز لانغسال أيون الفوسفور وهي مواقع: بيت عانا، القطيلية، قرفيص، ونبع الواحة، حيث تتميز هذه المناطق بالنشاطات البشرية المتعددة سواء الزراعية منها نتيجة تنوع الزراعات وخاصة المحمية منها، وتربية المواشي والأبقار، بالإضافة لكثرة المناطق السياحية. مما ينتج عنها تراكيز عالية لأيون الفوسفور في الترب المحيطة والمياه، وسجلت أعلى قيمة لتركيز أيون الفوسفور المنغسل في شهر كانون الثاني.

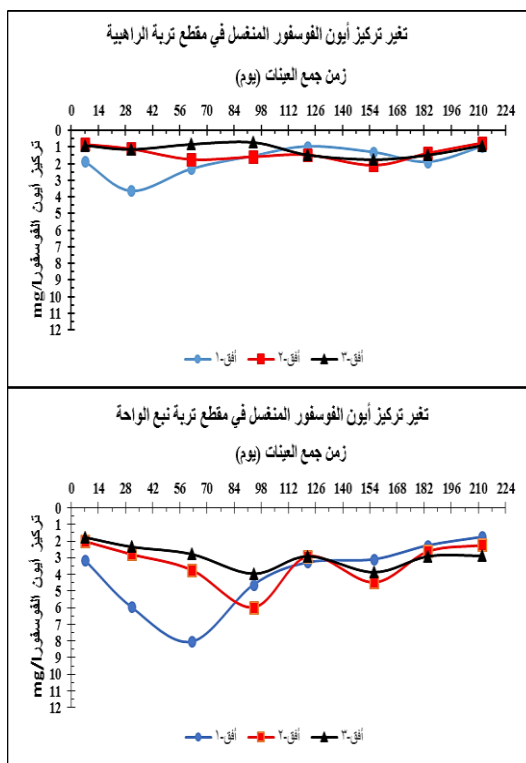
ب- ترب المناطق ذات السوية المنخفضة التراكيز لانغسال أيون الفوسفور، وهي مواقع بسطوير، بيت العلوني، جيبول، الراهبية، وسجل أعلى تركيز لانغسال أيون الفوسفور في شهر كانون الثاني أيضاً. يوضح الشكل (7) منحنيات تغير تراكيز أيون الفوسفور المنغسل للأفاق الثلاثة معاً في ترب المناطق المدروسة. حيث تم البدء بجمع العينات وتحليلها من تاريخ 10/10/2019 حتى تاريخ 3/5/2020 م.











الشكل (7): منحنيات تغير تراكيز أيون الفوسفور المنغسل لآفاق الثلاثة معاً في ترب المناطق المدروسة

### 3-دراسة احصائية لمعاملات الارتباط والانحدار لانغسال أيون الأمونيوم مع

#### خصائص آفاق التربة للمواقع المدروسة

يعد تحديد البارامترات الرئيسية لتلوث المياه بأيون الفوسفور أمراً بالغ الأهمية من أجل تحديد مؤشرات بيئية زراعية معقولة تدعم تصميم السياسات التنظيمية، وإنفاذها ومراقبتها، لذلك كان من المهم استخدام بيانات التحليل الإحصائي، لتحديد العوامل المؤثرة في انتقال أيون الفوسفور ضمن آفاق التربة، ووصولها في النهاية إلى مصادر المياه (Schweigert and et al, 2004) وتقسم هذه العوامل إلى:

- (1) خصائص التربة التي تؤثر على انغسال أيون الفوسفور ضمن مقطع التربة، وانتقاله الى المياه الجوفية.
- (2) العوامل المناخية كالهطول المطري، ودرجة الحرارة.
- (3) القدرة التنبؤية لانغسال أيون الفوسفور.

الأفق الأول: بوضح الجدول (4) قيم معاملات ارتباط البارامترات في الأفق الأول

جدول (4) مصفوفة ارتباط البارامترات في الأفق الأول

Correlations												
		P-leaching	P-avial	OM	CaCO <sub>3</sub>	SHC	Ec	pH	Clay	Silt	Sand	Ca
P-leaching	Pearson Correlation	1	.647	-.841 <sup>**</sup>	-.721 <sup>*</sup>	.766 <sup>*</sup>	.832 <sup>*</sup>	-.714 <sup>*</sup>	-.096-	-.219-	.441	-.162-
	Sig. (2-tailed)		.083	.009	.044	.027	.010	.047	.821	.602	.275	.702
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
OM	Pearson Correlation	-.841 <sup>**</sup>	-.628-	1	.362	-.931 <sup>**</sup>	-.617-	.557	.313	.108	-.633-	.317
	Sig. (2-tailed)	.009	.096		.379	.001	.103	.152	.450	.799	.092	.445
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CaCO <sub>3</sub>	Pearson Correlation	-.721 <sup>*</sup>	-.259-	.362	1	-.360-	-.520-	.862 <sup>**</sup>	-.178-	.229	-.025-	-.175-
	Sig. (2-tailed)	.044	.536	.379		.382	.186	.006	.673	.585	.954	.679
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SHC	Pearson Correlation	.766 <sup>*</sup>	.646	-.931 <sup>**</sup>	-.360-	1	.682	-.587-	.013	-.404-	.514	-.018-
	Sig. (2-tailed)	.027	.083	.001	.382		.062	.126	.975	.321	.192	.966
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Ec	Pearson Correlation	.832 <sup>*</sup>	.793 <sup>*</sup>	-.617-	-.520-	.682	1	-.533-	.350	-.554-	.187	.228
	Sig. (2-tailed)	.010	.019	.103	.186	.062		.174	.396	.154	.657	.587
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
pH	Pearson Correlation	-.714 <sup>*</sup>	-.523-	.557	.862 <sup>**</sup>	-.587-	-.533-	1	-.160-	.215	-.034-	-.301-
	Sig. (2-tailed)	.047	.184	.152	.006	.126	.174		.704	.609	.937	.469
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).												
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).												

يُلاحظ من مصفوفة الارتباط السابقة، بأن المتغير P-Leaching يرتبط مع المتغيرات: المادة العضوية (OM) Organic Matter، والتوصيل الهيدروليكي المائي المشبع (SHC) Saturated Hydraulic Conductivity، الأس الهيدروجيني (pH)، الناقلية الكهربائية (Ec)، وكربونات الكالسيوم (CaCO<sub>3</sub>)، بالقيم التالية على الترتيب: (-721, -0.841, 0.766, -0.714, 0.832). ويمثل الجدول (5) تطبيق الانحدار المتعدد وفق Enter لإيجاد المعادلة التي تربط بين المتغيرات.

جدول (5) مصفوفة الانحدار المتعدد في الأفق الأول

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	Constant	4.635	.416		11.136	.008
	OM	-1.260-	.018	-.926-	-71.475-	.000
	SHC	-1.536-	.053	-.441-	-29.209-	.001
	pH	.853	.056	.179	15.147	.004
	CaCO <sub>3</sub>	-.054-	.001	-.490-	-44.588-	.001
	Ec	2.232	.040	.402	55.145	.000

**a. Dependent Variable: P-leaching**

ويعبر عن ذلك بالمعادلة:

$$P_{(Leaching)} = 4.635 + 2.232(Ec) + 0.853(pH) - 1.536(SHC) - 1.260(OM) - 0.54(CaCO_3) \dots (1)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig** لكل من المتغيرات المستقلة أقل من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على أن المعادلة جيدة التمثيل والمتغيرات في مجموعها يمكن اعتمادها للتنبؤ بالتغيرات الحاصلة في انغسال الفوسفور كون البارامترات معنوية، وقيمة معامل الارتباط بينها (R=1) مما يدل على أن المتغيرات في المجموعة قادرة على تفسير عملية انغسال الفوسفور بشكل كامل.

الأفق الثاني: يوضح الجدول (6) قيم معاملات ارتباط البارامترات في الأفق الثاني.

جدول (6) مصفوفة ارتباط البارامترات في الأفق الثاني

Correlations												
		P-leaching	P-avail	OM	CaCO <sub>3</sub>	SHC	Ec	pH	Clay	Silt	Sand	Ca
P-leaching	Pearson Correlation	1	.747*	-.804-*	-.753-*	.759*	.708*	-.850-**	.526	-.697-	-.135-	.477
	Sig. (2-tailed)		.033	.016	.031	.029	.049	.008	.181	.055	.751	.232
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
OM	Pearson Correlation	-.804-*	-.531-	1	.343	-.915-**	-.599-	.434	-.037-	.407	-.387-	-.067-
	Sig. (2-tailed)	.016	.176		.406	.001	.116	.282	.931	.317	.343	.876
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CaCO <sub>3</sub>	Pearson Correlation	-.753-*	-.755-*	.343	1	-.320-	-.435-	.955**	-.778-*	.821*	.432	-.759-*
	Sig. (2-tailed)	.031	.030	.406		.440	.281	.000	.023	.013	.285	.029
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SHC	Pearson Correlation	.759*	.371	-.915-**	-.320-	1	.494	-.430-	.039	-.308-	.275	.168
	Sig. (2-tailed)	.029	.366	.001	.440		.213	.288	.927	.457	.510	.691
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Ec	Pearson Correlation	.708*	.832*	-.599-	-.435-	.494	1	-.435-	.570	-.641-	-.273-	.497
	Sig. (2-tailed)	.049	.010	.116	.281	.213		.282	.140	.087	.514	.210
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
pH	Pearson Correlation	-.850-**	-.697-	.434	.955**	-.430-	-.435-	1	-.740-*	.791*	.400	-.693-

	<b>Sig. (2-tailed)</b>	.008	.055	.282	.000	.288	.282		.036	.019	.327	.057
	<b>N</b>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>P-available</b>	<b>Pearson Correlation</b>	.747*	1	-.531-	-.755-*	.371	.832*	-.697-	.728*	-.919- **	-.238-	.662
	<b>Sig. (2-tailed)</b>	.033		.176	.030	.366	.010	.055	.040	.001	.571	.074
	<b>N</b>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).												
* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).												

يُلاحظ من مصفوفة الارتباط السابقة، بأن المتغير P-Leaching يرتبط مع المتغيرات: المادة العضوية (OM) Organic Matter، والتوصيل الهيدروليكي المائي المشبع (SHC) Saturated Hydraulic Conductivity، الأس الهيدروجيني (pH)، الناقلية الكهربائية (Ec)، وكربونات الكالسيوم (CaCO<sub>3</sub>)، والفوسفور المتاح (P-available) بالقيم التالية على الترتيب: -0.850, 0.759, -0.747, 708, -753, 0.804، ويمثل الجدول (7) تطبيق الانحدار المتعدد وفق Enter لإيجاد المعادلة التي تربط بين المتغيرات.



جدول (7) مصفوفة الانحدار المتعدد في الأفق الثاني

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	Constant	32.845	7.319		4.487	.140
	P-avail	-.014-	.013	-.267-	-1.096-	.471
	pH	-3.904-	1.123	-.864-	-3.475-	.178
	OM	-.611-	.267	-.478-	-2.283-	.263
	SHC	-.217-	.499	-.087-	-.434-	.739
	CaCO <sub>3</sub>	.013	.023	.175	.581	.665
	Ec	1.739	.722	.388	2.410	.250

**a. Dependent Variable: P-leaching**

ويعبر عن ذلك بالمعادلة:

$$P_{(Leaching)} = 32.845 + 1.739(Ec) + 0.013(CaCO_3) - 3.904(pH) - 0.217(SHC) - 0.611(OM) - 0.014(P_{avail}) \dots (2)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig** لكل من المتغيرات المستقلة والثابت أكبر من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على أن المعادلة لا يمكن اعتمادها للتنبؤ بالتغيرات كون البارامترات غير معنوية.

يمكن أن نعلل ذلك بأن قيم معامل الارتباط بين المتغيرات كبيرة مما يسبب مشكلة في التنبؤ بعملية الانغسال، ولحل المشكلة يُطبق اختبار الانحدار المتعدد Regression بطريقة Stepwise وفق ما هو موضح الجدول (8):

جدول (8) مصفوفة الانحدار حسب Stepwise في الأفق الثاني

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	30.841	7.061		4.368	.005
	pH	-3.839-	.972	-.850-	-3.948-	.008
2	(Constant)	25.009	3.292		7.597	.001
	pH	-2.786-	.472	-.617-	-5.897-	.002
	OM	-.686-	.134	-.537-	-5.132-	.004

a. Dependent Variable: P-leaching

يُلاحظ من الجدول (8) بأنه يمكن الحصول على نموذجين خطيين مصححين:  
الأول: يعبر عنه بالمعادلة:

$$P_{(Leaching)} = 30.841 - 3.839(pH).....(3)$$

وبلغت قيمة معامل الارتباط  $R=0.850$ ، ومعامل التحديد  $R^2=72.2\%$ .

الثاني: يعبر عنه بالمعادلة:

$$P_{(Leaching)} = 25.009 - 2.786(pH) - 0.686(OM).....(4)$$

وبلغت قيمة معامل الارتباط  $R=0.978$ ، ومعامل التحديد  $R^2=95.6\%$ . ويُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig** للمتغيرات والثابت أصغر من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على أن المعادلتين جيدتي التمثيل لدراسة التنبؤ لعملية الانغسال الحاصل.

**الأفق الثالث:** يوضح الجدول (9) قيم معاملات ارتباط البارامترات في الأفق الثالث.

جدول (9) مصفوفة ارتباط البارامترات في الأفق الثالث

Correlations												
		P-leaching	P-avail	OM	CaCO <sub>3</sub>	SHC	Ec	pH	Clay	Silt	Sand	Ca
P-leaching	Pearson Correlation	1	.131	-.720 <sup>*</sup>	-.762 <sup>*</sup>	.751 <sup>*</sup>	.735 <sup>*</sup>	-.806 <sup>*</sup>	.486	-.519-	-.263-	.427
	Sig. (2-tailed)		.757	.044	.028	.032	.038	.016	.222	.188	.529	.291
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
OM	Pearson Correlation	-.720 <sup>*</sup>	.015	1	.652	-.799 <sup>*</sup>	-.574-	.584	-.241-	.560	-.204-	-.216-
	Sig. (2-tailed)	.044	.971		.080	.017	.137	.128	.565	.149	.627	.607
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CaCO <sub>3</sub>	Pearson Correlation	-.762 <sup>*</sup>	-.110-	.652	1	-.587-	-.655-	.960 <sup>**</sup>	-.781 <sup>*</sup>	.804 <sup>*</sup>	.456	-.760 <sup>*</sup>
	Sig. (2-tailed)	.028	.795	.080		.126	.078	.000	.022	.016	.256	.029
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SHC	Pearson Correlation	.751 <sup>*</sup>	-.460-	-.799 <sup>*</sup>	-.587-	1	.415	-.513-	.126	-.313-	.130	.261
	Sig. (2-tailed)	.032	.251	.017	.126		.307	.194	.767	.451	.758	.533
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Ec	Pearson Correlation	.735 <sup>*</sup>	.480	-.574-	-.655-	.415	1	-.589-	.723 <sup>*</sup>	-.785 <sup>*</sup>	-.378-	.664
	Sig. (2-tailed)	.038	.229	.137	.078	.307		.125	.042	.021	.356	.072
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
pH	Pearson Correlation	-.806 <sup>*</sup>	-.216-	.584	.960 <sup>**</sup>	-.513-	-.589-	1	-.722 <sup>*</sup>	.672	.500	-.636-

	<b>Sig. (2-tailed)</b>	.016	.608	.128	.000	.194	.125		.043	.068	.207	.090
	<b>N</b>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

يُلاحظ من مصفوفة الارتباط السابقة بأن المتغير P-Leaching يرتبط مع المتغيرات: المادة العضوية (OM) Organic Matter، والتوصيل الهيدروليكي المائي المشبع Saturated Hydraulic Conductivity (SHC)، الأس الهيدروجيني (pH)، الناقلية الكهربائية (Ec)، و كربونات الكالسيوم (CaCO<sub>3</sub>)، بالقيم التالية على الترتيب (-762, 735, -0.720, 0.806, 0.751, -0.720)، ويمثل الجدول (10) تطبيق الانحدار المتعدد وفق Enter لإيجاد المعادلة التي تربط بين المتغيرات.

جدول (10) مصفوفة الانحدار المتعدد في الأفق الثالث

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	47.716	10.131		4.710	.042
	OM	.094	.266	.060	.354	.757
	SHC	2.199	.568	.597	3.872	.061
	pH	-6.797-	1.451	-1.551-	-4.685-	.043
	Ec	1.973	.493	.504	4.002	.057
	CaCO <sub>3</sub>	.081	.022	1.368	3.681	.067

a. Dependent Variable: P-leaching

ويعبر عن ذلك بالمعادلة التالية:

$$P_{(Leaching)} = 47.716 + 1.973(Ec) + 2.199(SHC) + 0.094(OM) + 0.081(CaCO_3) - 6.797(pH) \dots (5)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية Sig لبعض من المتغيرات المستقلة من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على أن المعادلة لا يمكن اعتمادها للتنبؤ بالتغيرات كون البارامترات غير معنوية.

يمكن أن نعلل ذلك بأن قيم معامل الارتباط بين المتغيرات كبيرة مما يسبب مشكلة في التنبؤ بعملية الانغسال، لحل المشكلة نطبق اختبار الانحدار المتعدد Regression بطريقة Stepwise وفق ما هو موضح الجدول (11):

جدول (11) مصفوفة الانحدار حسب Stepwise في الأفق الثالث

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	29.193	8.045		3.629	.011
	pH	-3.533-	1.059	-.806-	-3.337-	.016

a. Dependent Variable: P-leaching

ويعبر عن ذلك بالمعادلة:

$$P_{(Leaching)} = 3.629 - 3.337(pH) \dots\dots(5)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig** لكل من الثابت والمتغير المستقل (pH) أقل من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على أن المعادلة جيدة التمثيل ويمكن اعتمادها للتنبؤ بالتغيرات الحاصلة في انغسال الفوسفور كون البارامترات معنوية.

### الاستنتاجات:

- 1) عند دراسة انغسال أيون الفوسفور تبعاً لآفاق التربة للمواقع المدروسة، كانت سويات الانغسال تتناقص مع العمق، حيث كان التراكيز الأعلى لأيون الفوسفور المنغسل في الأفق الأول، ونعل ذلك بسبب ادمصاص أيون الفوسفور على المادة العضوية وقلزات الطين.
- 2) أن ترب المناطق ذات السوية المرتفعة التراكيز لانغسال أيون الفوسفور هي المواقع (بيت عانا، قرفيص، نبع الواحة، القطيلية)، بسبب انتشار النشاطات الزراعية المكثفة.
- 3) يلاحظ أعلى تركيز لانغسال أيون الفوسفور في شهر كانون الثاني، بعد عملية إضافة الأسمدة الفوسفاتية.
- 4) تبين الدراسة الإحصائية، أن تركيز أيون الفوسفور المنغسل هو مؤشر ذو دلالة إحصائية ومهم لتقدير أيون الفوسفور المتحرر في كل أفق، والعامل الرئيسي لازدياد انتقال أيون الفوسفور ضمن آفاق التربة هو المادة العضوية، والأس الهيدروجيني الـ pH ويمكن تحسين القدرة التنبؤية إذا أخذ في الاعتبار متوسط هطول الأمطار.

### التوصيات:

- 1) متابعة إجراء التجارب المخبرية لوضع نماذج رياضية، من أجل تحديد المؤشرات البيئية الزراعية، التي تدعم تصميم سياسات الإدارة والمراقبة.
- 2) دراسة سويات التسميد المختلفة وتأثيرها، بالارتباط مع عوامل التربة على عملية انتقال وانغسال الفوسفات من التربة إلى المياه الجوفية والمسطحات المائية.
- 3) دراسة تأثير النشاطات البشرية والزراعات المحمية والحقلية والأشجار المثمرة على انغسال أيون الفوسفات.
- 4) دراسة تأثير المعطيات المناخية بشكل منفصل على انغسال أيون الفوسفات من التربة إلى المياه الجوفية.

### المراجع

- 1) الهيئة العامة للاستشعار عن بعد & الهيئة العامة للموارد المائية. دراسة استشعارية – هيدروجيولوجية لحماية نبع السن من التلوث. دمشق-سورية، 2008م.
- 2) APHA. *Standard methods for the examination of waters and wastewaters*. APHA/WWA- WEF, Washington, DC., 1998.
- 3) Bennett, E ، Carpenter, S ، CARACO, N. (2009). Human Impact on Erodable Phosphorus and Eutrophication: A Global Perspective. *BioScience*. 51. 227-234.
- 4) CARTER, M.R. *Soil sampling and method of analysis*. Ed. Can. Soc. Soil Sci., Ottawa, Ontario, Canada, 1993.
- 5) Chintala R., Schumacher T.E., McDonald L.M., Clay D.E., Malo D.D., Papiernik S.K., Clay S.A., Julson J.L. (2013): Phosphorus sorption and availability from biochars and soil/biochar mixtures. *Clean – Soil, Air, Water*, 42: 626–634
- 6) D. Pizzeghello, A. Berti, S. Nardi, F. Morari Relationship between soil test phosphorus and phosphorus release to solution in three soils after long-term mineral and manure application *Agric. Ecosyst. Environ.*, 233 (2016), pp. 214-223
- 7) Demiraj, Erdona & Brahusi, Ferdi & Malltezi, Jamarbër & Sulejman, Sulce. (2017). Evaluation of Phosphorus Leaching in an Agricultural Soil under Different Soil Amendments. *Albanian Journal of Agricultural Science*. 16. 91-100.
- 8) Directorate General of Meteorology, *Climatic Data*, Lattakia, Syria, 2020.
- 9) FAO. *Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 2007.
- 10) GUPTA, P.K. *Soil, plant, water and fertilizer analysis*. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India, 2000, 438.
- 11) HADJIDEMETRIOU, D.G. *Comparative study of the determination of nitrates in calcareous soils by the ion-selective electrode, chromotropic acid and phenoldisulphonic acid methods*. *Analyst*. Issue 1270, 1982.
- 12) JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis - advanced course*. 2nd ed., Madison, WI, USA, 1985.
- 13) Jalali M, Farahani EA, Jalali M. Simulating phosphorus leaching from two agricultural soils as affected by different rates of phosphorus application based on the geochemical model PHREEQC. *Environ Monit Assess*. 2022 Feb 9;194(3):164. doi: 10.1007/s10661-022-09828-6.

- 14) Jalali, Mahdi & Jalali, Mohsen. (2020). Effect of organic and inorganic phosphorus fertilizers on phosphorus availability and its leaching over incubation time. *Environmental Science and Pollution Research*. 27. 10.1007/s11356-020-10281-6.
- 15) Jones, J.B., Jr. 2001. Laboratory guide for conducting soils tests and plant analysis. CRC, Press, Boca Raton Florida, USA.
- 16) MARX E.S., J. M. HART, AND R.G. STEVENS. *Soil Test Interpretation Guide*. EC 1478, Oregon State University, USA., 1999.
- 17) Mhlla, D, *Contribution to establish a water quality assessment database for the lake of 16 Tishreen*. Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria, 2011.
- 18) Muhammad T S . James S R . Brian J. A, Phosphorus Reactions and Leaching Potential in Soils Amended with Sewage Sludge November 2000 *Journal of Environmental Quality* 29(6) DOI:10.2134/jeq2000.00472425002900060028x
- 19) NELSON, D.W., SOMMERS L.E. "Total carbon, organic carbon, and organic matter", In: Page, A. L., MILLER, R. H. AND KEENEY, D. R. (Editors), *Methods of soil analysis*, Part II (2nd Edition). Madison, WI, 1982, 1159.
- 20) Nongye G X, 2014 Effects of different organic wastes on phosphorus sorption capacity and availability in soils *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 30(22):236-244 DOI:10.3969/j.issn.1002-6819.2014.22.029
- 21) Olsen S.R., Cole C.V., Watanbe F.S., Dean L.A. (1954) Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate United States Department of Agriculture. Circular No. 939. U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C
- 22) Svanback, A. & Ulén, Barbro & Bergstrom, L. & Kleinman, Peter. (2015). Long-term trends in phosphorus leaching and changes in soil phosphorus with phytomining. *Journal of Soil and Water Conservation*. 70. 121-132. 10.2489/jswc.70.2.121.
- 23) Von Wandruszka 2006) Phosphorus retention in calcareous soils and the effect of organic matter on its mobility *Geochem. Trans.*, 7.
- 24) Wang, S. Guo, N. Li, R. Li, Y. Zhang, J. Jiang, Z. Wang, Q. Liu, D. Wu, Q. Sun, L. Du, M. Zhao Phosphorus accumulation and sorption in calcareous soil under long-term fertilization *PLoS One*, 10 (8) (2015), Article e0135160.