

Contribution to the Study of Nitrates Leaching in Soil Sites Surrounding Al-Sin Lake and the Factors Affecting the Leaching Process

Dr. Haitham Shaheen*
Dr. Muhammad Ghaffar**
Dr. Maher Dais***
Dia Mahalla****

(Received 10 / 4 / 2022. Accepted 21 / 6 / 2022)

□ ABSTRACT □

In this study, the process of leaching of nitrate (N leaching) 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 nitrate leaching in the soil horizons were studied. Over a wide range of sites, a variance in N leaching has been observed between the studied sites and soil horizons of the same sites. The sites of Beit Aana, Al-Qutaibiya and Al-Waha Spring were characterized by high levels of leaching, where the highest concentration values of N leaching were in the months of November and April YEAR, which ranged (56-72) mg/l and the lowest had been in the months of January and February YEAR ranged (32-40) mg/l. Lower levels of N leaching were observed in the sites of Bastweer, Beit Al-Aloni, Gebul and Al-Rahbeya. The highest concentration values of N leaching were found during the months of November and April (YEAR), ranged between (34-41) mg/l while the lowest values were found in the months of January and February YEAR ranged between (16-24) mg/l.

It has also been found that the levels of N leaching increased with depth. Therefore, the highest concentration values of nitrate anions leached in the third horizon of the studied sites due to the negative charge of nitrate.

The statistical study showed a general correlation between N-Leaching, the organic matter (OM) and the saturated hydraulic conductivity (SHC) for the studied sites and horizons. Regression equations have been obtained representing N leaching in the three soil horizons. To conclude, a multiple regression analysis is needed for interpreting soil, groundwater and nitrate time series at a restricted length.

Keywords: leaching of nitrate, properties of soil, saturated hydraulic conductivity (SHC), Organic Matter (OM), Al-Sin Lake.

* Professor, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. shahinhier@gmail.com

**Associate Professor, Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria. Muhammadghaffar@gmail.com

***Researcher , Agricultural and Scientific Research Center- Alhennadi, Lattakia, Syria. maherdais@gmail.com

****Postgraduate Student (Ph.D), Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria. dia.mhlla@tishreen.edu.sy

مساهمة في دراسة انغسال النترات في الترب المحيطة لبحيرة السن ودراسة العوامل المؤثرة عليه

د. هيثم شاهين*
د. محمد غفر**
د. ماهر دعيس***
ضياء محلا****

(تاريخ الإيداع 10 / 4 / 2022. قُبِلَ للنشر في 21 / 6 / 2022)

□ ملخص □

تم في هذه الدراسة تقييم عملية الرشح وانغسال لأيون النترات، من خلال دراسة العوامل المناخية والطبوغرافية لمنطقة السن، وكذلك تقييم دور خصائص التربة للمناطق المدروسة على عملية انتقال أيون النترات في آفاق التربة. وجدت الدراسة تبايناً في انغسال أيون النترات بين المواقع المدروسة وبين آفاق التربة، حيث بينت الدراسة بأن مواقع بيت عانا، القطيلية، ونبع الواحة تميزت تربها وآفاقها بسويات مرتفعة لانغسال، حيث تم الحصول على أعلى تركيز لانغسال النترات في شهري تشرين الثاني ونيسان حيث تراوحت التراكيز ضمن المجال (56-72)mg/l، وسجل أخفض تركيز في شهري كانون الثاني وشباط، حيث تراوحت التراكيز ضمن المجال (32-40)mg/l، بينما كانت في مواقع: بسطوير، بيت العلوني، جيبول، قرفيص، والراهبية، ذات سويات انغسال أخفض مقارنة بالمواقع السابقة، وسجل أعلى تركيز لانغسال أيون النترات في شهري تشرين الثاني ونيسان، حيث تراوحت التراكيز ضمن المجال (34-41)mg/l، وسجل أخفض تركيز في شهري كانون الثاني وشباط، وتراوحت التراكيز ضمن المجال (16-24)mg/l. وكانت سويات انغسال أيون النترات تزداد مع العمق حيث سجّل التركيز الأعلى لأيون النترات المنغسل في الأفق الثالث للمواقع المدروسة.

بينت الدراسة الاحصائية أن انغسال أيون النترات N-Leaching للمواقع المدروسة، وضمن الآفاق، ارتبط بمعنوية عالية مع المتغيرين: المادة العضوية (Organic Matter (OM)، والتوصيل الهيدروليكي المشبع (Saturated Hydraulic Conductivity (SHC)).

تم من خلال هذه الدراسة استنباط معادلات الانحدار التي تعطي المعادلة الممثلة لانغسال أيون النترات في الآفاق الثلاثة، ودورها في تقييم انغسال أيون النترات في آفاق التربة.

الكلمات المفتاحية: انغسال النترات، خصائص التربة، التوصيل هيدروليكي، المادة عضوية، بحيرة السن.

*أستاذ-قسم الهندسة البيئية-كلية الهندسة المدنية-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية. shahinhier@gmail.com

**أستاذ مساعد-قسم الكيمياء البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية. Muhammadghafar@gmail.com

***باحث-مركز البحوث العلمية الزراعية-الهنادي-اللاذقية- سورية. maherdais@gmail.com

****طالب دكتوراه- قسم الكيمياء البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية. dia.mhlla@tishreen.edu.sy

مقدمة:

يعد عنصر الآزوت (N) من المغذيات الرئيسية التي تؤثر على خصوبة التربة وإنتاج المحاصيل (Dong et al., 2022). إن ما يحتاجه النبات من عنصر الآزوت يفوق بكميات كبيرة احتياجه للعناصر الأساسية الأخرى في التربة (BOYER, D. G; ALLOUSH, A.G., 2001).

أدى تطبيق الأسمدة الكيماوية إلى زيادة إنتاجية الزراعة الحديثة من جهة. كما أدى الاستخدام المفرط لها إلى تراكم الفائض من الآزوت في التربة على شكل أيون نترات (NO_3^-)، ويمكن عندئذ أن يصبح مصدراً محتملاً لتلوث المياه الجوفية بأيون النترات. (Bremner, et al. 1996., Dong and et al 2022). إن تلوث المياه الجوفية والمياه السطحية بأيون النترات هو قضية زراعية وبيئية وعالمية (Huang and al, 2017). وقد أفاد باحثون آخرون بأن استخدام الأسمدة في المحاصيل المرورية، هو السبب الأوسع نطاقاً لتلوث المياه الجوفية بأيون النترات، لأن النترات عالية الحركة في التربة، ويمكن أن تتحرك بسهولة إلى أسفل مقطع التربة وصولاً إلى المياه الجوفية (Jabloun and Schelde et al, 2015).

هناك عدة عوامل تؤثر على انغسال وانتقال أيون النترات في التربة، وأهمها:

- (1) تأثير المخصبات الزراعية المضافة، وطبيعة الزراعات المطبقة مما يساهم في زيادة انغسال أيون النترات في التربة. (Sieling and Kage 2006., Chen et al, 2007).
- (2) تأثير المخلفات البشرية البلدية والزراعية والصناعية، وممارسات إدارة النشاطات البشرية والتسميد، ودورها في تراكم المادة العضوية وأيون النترات في التربة، وانغسالها إلى الآفاق تحت السطحية ووصولها في النهاية إلى مصادر المياه المختلفة (Buczko, et al. 2010., Dong and et al, 2022).
- (3) تأثير الشروط الجغرافية والمناخية وطبيعة الترب في انتقال وانغسال النترات (Jabloun and Schelde at el, 2015). قدم باحثون العديد من الدراسات حول مصادر النترات في البيئة والمشكلات الناتجة عن فرط استخدام الأسمدة، ودراسة العوامل المؤثرة في هذا الانتقال.

ففي دراسة منجزة من قبل Jalali حول تراكم أيون النترات في الخضراوات والتربة في همدان-غرب إيران، تبين بأن الاستمرار بزراعة الخضراوات قد تسبب بتراكم النترات في التربة، حيث بلغ تراكم الآزوت N بمقدار 81 mg/Kg (Jalali, 2008).

بينت دراسة أخرى دور عمق التربة في الاختلاف الكبير في تراكيز أيون النترات، فتراوحت الكمية المتراكمة في التربة ضمن المجال 17-457 mg/Kg، وتركيز أيون النترات في المحلول الليزمترى 152-347 mg/Kg وذلك لعمق متر واحد من التربة في الدراسات الحقلية، مع الممارسات الزراعية التقليدية (Song et al., 2009).

تمكن Angelopoulos وآخرون من دراسة تأثير إضافة الأسمدة الأزوتية على تلوث المياه الجوفية بالنترات الناتج عن الأسمدة في أوروبا، حيث تجاوزت تراكيز النترات الحدود التي أوصت بها منظمة الصحة العالمية لعام (1993) الخاصة بمياه الشرب والبالغة 50 mg/l في المياه الجوفية، وذلك تحت 22% من الأراضي المزروعة. (Angelopoulos et al., 2009).

وفي دراسة قام بها Poch- Masegu وآخرون تبين أن استخدام التقنية الزراعية المكثفة الحديثة بغية زيادة الإنتاج، مثل إضافة الأسمدة الذوابة مع عمليات الري نتج عن هذه المداخلات أعباء بيئية خطيرة، ومن ضمنها انتقال الآزوت على شكل أيون النترات ($NO_3 - N$) من منطقة الجذور بالانغسال عن طريق مياه الري والأمطار إلى المياه الجوفية.

قُدرت تلك الكمية ضمن المجال $2-100 \text{ Kg N h}^{-1}$ كيلوغرام من أيون النترات لكل هكتار من الأرض خلال السنة، وتعلقت تلك الكمية بعدة عوامل أهمها: الخصائص التكتونية للمنطقة، ميزات نمو المحاصيل، الممارسات الإدارية لإضافة الأسمدة (Poch- Masegu et al., 2014).

لدى دراسة تأثير الاستخدام الزائد للأسمدة الآزوتية في تحسين وفرة المحاصيل المتنوعة، التي تستخدم المياه المالحة في الري جنوب إيطاليا، تبين أن ذلك يؤدي إلى زيادة كمية أيون النترات المنقل إلى المياه الجوفية نتيجة انغسال أيون النترات المتبقي في التربة والفائض عن حاجة النباتات. أكدت الدراسة أن كمية السماد الوسطية المتبقية في التربة قدرت بـ 156 Kg N h^{-1} خلال الموسم الواحد، وأن الفاقد منها والذي وصل إلى المياه الجوفية تراوح من % (28-72) من القيمة الوسطية المتبقية، وذلك بين فصلي الربيع والصيف وفصلي الخريف والشتاء، وقد عزى ذلك أساساً إلى وفرة الآزوت المتبقي في التربة بعد موسم الربيع والصيف من جهة، وارتفاع معدلات هطول الأمطار في موسم الخريف والشتاء من جهة أخرى، بالإضافة للحركية العالية لأيون النترات ضمن طبقات التربة، مما يسبب حدوث الإثراء الغذائي في المياه الجوفية (Libutti, Monteleone, 2017).

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 النترات ضمن آفاق التربة. يهدف البحث إلى تقدير الفاقد بالغسل لأيون النترات، لترتب مختلفة من حيث البناء الفيزيائي والمادة العضوية ومحتواها من الطين، واستخدام الطرق الإحصائية (الارتباط والانحدار).

طرائق البحث ومواده:

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:

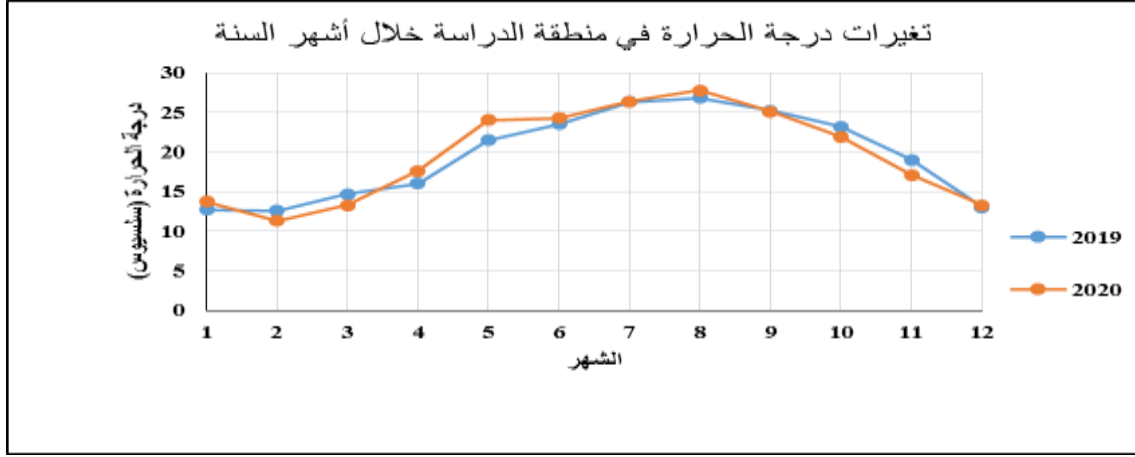
القسم الأول: تلال سطحية تتألف من منحدرات مائلة نسبياً مؤلفة من المارل، والصخور الكلسية المارلية يتراوح ارتفاعها بين (250-700) m وتقطعها وديان عرضانية إضافة إلى المسيلات الرئيسية المنحدرة من أعلى السلسلة. (الهيئة العامة للاستشعار عن بعد وآخرون، 2008).

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. (الهيئة العامة للاستشعار عن بعد وآخرون، 2008).

(2) المناخ:

إن درجة الحرارة الوسطية الشهرية الأعظمية في المنطقة تكون خلال شهري تموز وأب، أما الدنيا فتلاحظ خلال شهر كانون الثاني. ومن جهة أخرى، يلعب تغير درجة الحرارة دوراً هاماً ورئيساً في تحديد نسبة انتشار الرطوبة ما بين

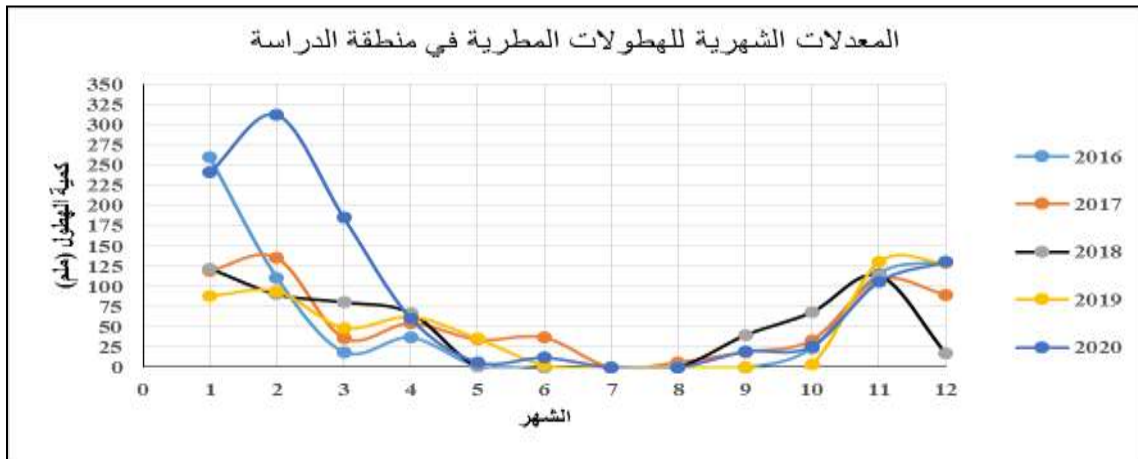
الغلاف الجوي والتربة، وكذلك في نشاط عمليات التجوية الفيزيائية وتفكك المادة العضوية أو تراكمها. يوضح الشكل (1) تغيرات درجة الحرارة الشهرية والسنوية في بعض محطات الرصد المجاورة للمنطقة المدروسة لعامي (2019-2020) (Directorate General of Meteorology., 2020).



الشكل (1): المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة للعامين (2019-2020) 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 الهطل 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. (Directorate General of Meteorology 2020).

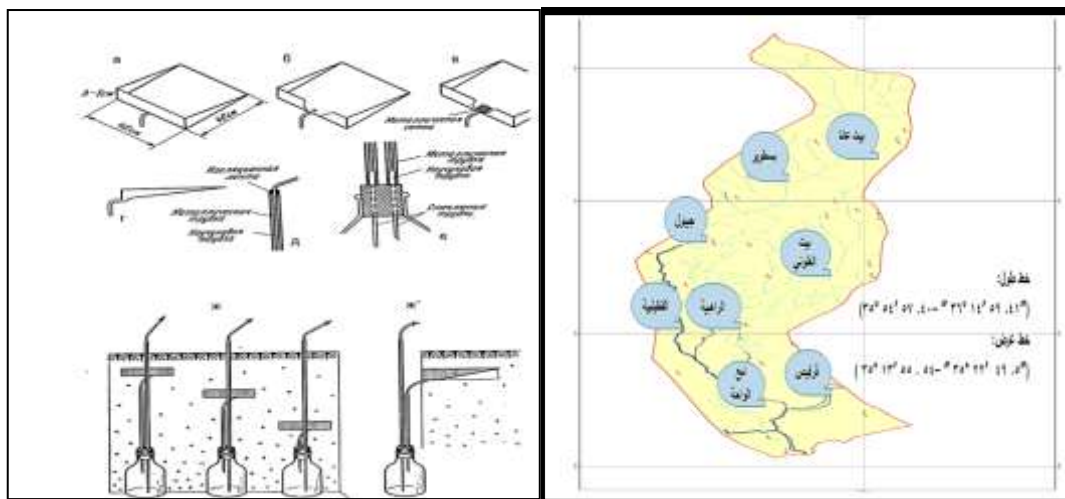


الشكل (2): المعدلات الشهرية للهطولات المطرية (ملم) في منطقة الدراسة من عام (2016-2020) م.

(4) تركيب الليزيمترات:

لتقييم عملية تراكم وانغسال أيون النترات 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،

جبول، قرفيص، القطيلية، الراهبية، نبع 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 الليزترات 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 تلخصت بما يلي:

- التحاليل الفيزيائية: تضمنت التحاليل الفيزيائية مايلي:
 - (1) تحليل ميكانيكي للتربة بطريقة الهيدرومتر (Gupta, 2000).
 - (2) تقدير التوصيل الهيدروليكي المشبع للتربة (SHC) في المخبر وذلك بتطبيق قانون دارسي (Darcy's law) (Carter, 1993).
- التحاليل الكيميائية: تم فيها قياس المتغيرات التالية:
 - (1) قياس قيمة الأس الهيدروجيني ال pH ويتم ذلك بنسبة (1: 2.5) (تربة/ماء) باستخدام جهاز pH حقلي (Metrohm 744 pH Meter) (Marx et al., 1999).
 - (2) قياس الناقلية الكهربائية (EC) باستخدام جهاز (Thermo Orion model 420A) في مستخلص تربة مائي (5:1) (تربة/ماء) (Jones, J.B., Jr. 2001).
 - (3) تقدير كربونات الكالسيوم في التربة باستخدام المعايرة الحجمية بمحلول حمض كلور الماء (1N) (Jackson, 1985).
 - (4) تقدير تركيز الكالسيوم والمغنيزيوم بطريقة المعايرة بوجود مشعر الفري سيانات (FAO, 2007).
 - (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 الحديد (ملح مور) بوجود دليل الفيرورين (Nelson and Sommers, 1982).

6) تقدير تركيز الأزوت الكلي في التربة باستخدام جهاز كداهل، وذلك بهضم العينات الترابية بحمض الكبريت المركز (Bremner, 1996).

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) للعيونة المائية، وذلك باستخدام جهاز (Thermo Orion model Electrical conductivity meter (420A (APHA, 1998).

(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 (Mhalla, 2011).

(3) تقدير تركيز أيون النترات في المحلول الليزمترى باستخدام جهاز Spectrophotometer عند طول موجة (206) nm (Hadjidemetriou, 1982).

النتائج والمناقشة:

1-دراسة انغسال النترات تبعاً لآفاق التربة للمواقع المدروسة

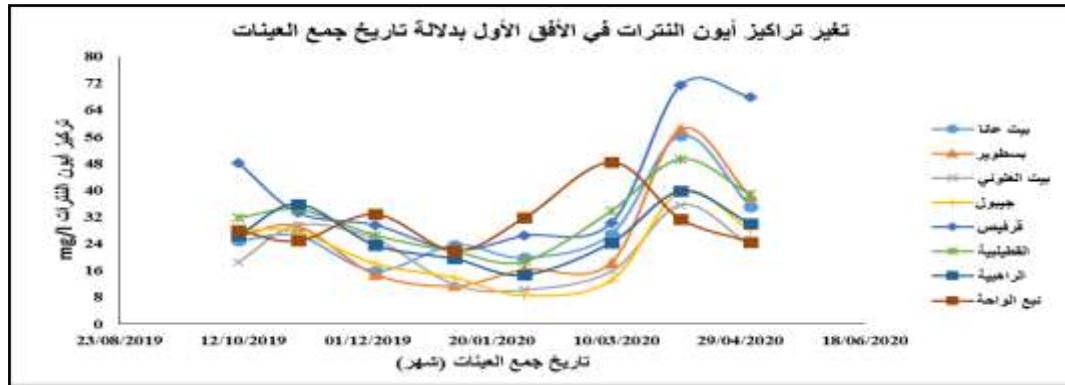
بناء على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية لآفاق الترب المدروسة تم التوصل إلى ما يلي:

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 (0.85-1.88) cm/min. 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	N (Total) %	CaCO ₃ %	OM %	EC ds/m	pH	المواقع المدروسة
28.626	1.30	43	30	27	2700	0.18	30	2.60	0.78	7.24	بيت عانا
26.544	1.09	47	31	22	2200	0.18	47	3.48	0.35	7.71	بسطوير
21.276	0.85	72	19	9	7020	0.48	29	4.66	0.34	7.28	بيت العلوني
22.084	1.10	39	36	25	1840	0.47	52	3.47	0.34	7.81	جيبول
41.129	1.88	64	22	14	6100	0.32	28	1.89	0.85	7.04	قرفيص
31.833	1.79	44	20	36	3210	0.64	43	1.99	0.45	7.26	القطليبية
26.750	0.87	54	39	7	5730	0.48	61	4.22	0.26	7.68	الراهبية
30.423	1.12	23	58	19	1560	0.51	33	2.89	0.17	7.21	نوع الواحة

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



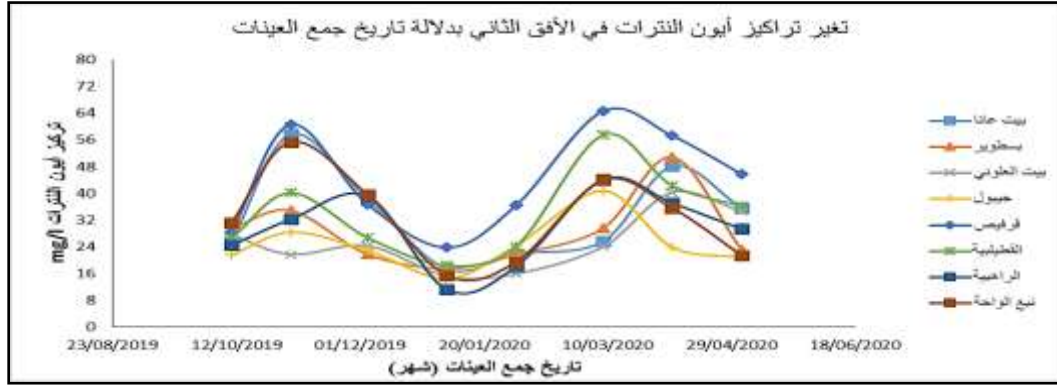
الشكل (4) تغير تراكيز أيون النترات في الأفق الأول بدلالة تاريخ جمع العينات

من الشكل رقم (4)، نجد أن تراكيز أيون النترات المنغسل في الماء الليزيمتري في الأفق الأول خلال فترة الدراسة، والتي استمرت على مدى موسم مطري كامل للمناطق المدروسة، تميزت بتراكيز انغسال للنترات مرتفعة في فترتين. الفترة الأولى كانت مرتفعة خلال شهر تشرين الثاني حيث سوية التراكيز فيها في المجال (24–36) mg/l وذلك نتيجة تأثير عاملين متعاكسين: العامل الأول بسبب تراكم أيون النترات في التربة نتيجة تمعدن المادة العضوية خلال فترة الصيف وضعف الهطول المطري خلال تلك الفترة وتحرر النترات في التربة نتيجة التسميد الخريفي، والعامل الثاني عامل التمديد الناتج عن الهطول المطري، أما الفترة الثانية هي فترة شهر نيسان، بعد التسميد الأزوتي الربيعي في بداية آذار، وكانت سوية التراكيز فيها ضمن المجال (31- 72) mg/l نتيجة عاملين متأزرين، العامل الأول نتيجة ازدياد تركيز أيون النترات المتراكم في التربة بفعل التسميد، والعامل الثاني ضعف الهطول المطري، واللذان يؤديان إلى ارتفاع تركيز أيون النترات المنغسل وانخفاض حجم الماء الليزيمتري الراشح عبر مقطع التربة في الأفق الأول. تميز الأفق الثاني بأنه ذو حموضة معتدلة مقارنة بالأفق الأول، وذو محتوى عالٍ من كربونات الكالسيوم ومن المادة العضوية. وترب 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 لترب الأفق الثاني للمواقع المدروسة.

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

N(leaching) Average mg/l	Hyd-Cond cm/min	Clay%	Silt %	Sand%	Ca mg/kg	N (Total)%	CaCO ₃ %	OM %	EC ds/m	pH	المواقع المدروسة
33.8013	1.10	64	20	16	3900	0.14	28	2.38	0.71	7.11	بيت عانا
28.6388	0.88	52	28	20	2440	0.14	42	2.73	0.31	7.29	بسطوير
25.5025	0.74	74	15	11	6420	0.30	21	3.49	0.29	7.06	بيت العلوني
24.6725	0.92	37	36	27	1820	0.14	43	2.86	0.27	7.48	جيبول
44.2025	1.70	70	17	13	6280	0.38	27	1.72	0.73	7.10	قر فيص
34.0313	1.58	40	23	37	2340	0.24	39	1.65	0.39	7.26	القطيبية
29.5063	0.76	42	39	19	2410	0.30	60	3.67	0.27	7.64	الراهبية
32.7825	1.35	46	35	19	2890	0.38	33	2.64	0.19	7.13	نبع الواحة

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



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

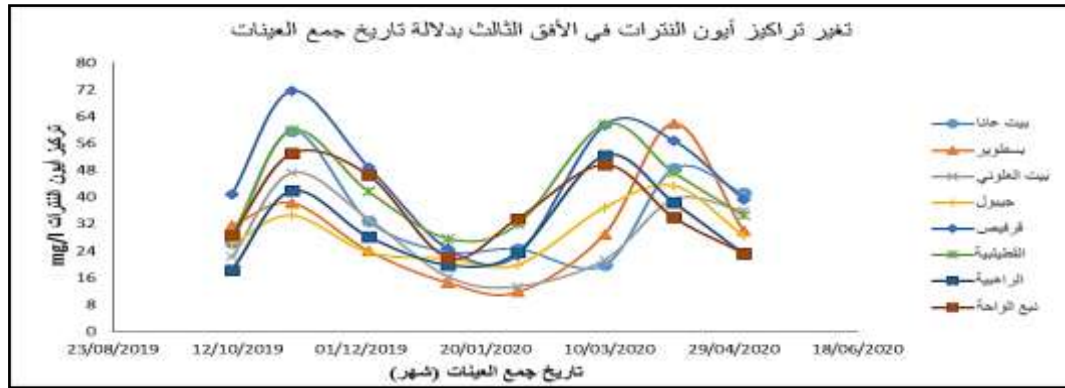
وجد من الشكل رقم (5)، أن تراكيز النترات المنغسل في الماء الليزيمتري من الأفق الثاني خلال فترة الدراسة، والتي استمرت على مدى عام كامل للمناطق المدروسة، تميزت بتراكيز انغسال للنترات مرتفعة في فترتين أيضاً أكثر وضوحاً مقارنة بالأفق الأول حيث يزداد الانغسال بالأفق الثاني نتيجة شحنة أيون النترات السالبة، والتي لا تدمص على غرويات التربة المماثلة لها بالشحنة السالبة (Kirsten et al, 2019)، وبالتالي لا ترتبط معها، حيث أن الفترة الأولى تكون مرتفعة خلال شهر تشرين الثاني، وبلغت التراكيز فيها ضمن المجال (22-61) mg/l. أما الفترة الثانية هي فترة شهري آذار ونيسان، وكانت سوية التراكيز فيها ضمن المجال (24-65) mg/l نتيجة تراكم وانتقال أيون النترات من الأفق الأول إلى الماء الليزيمتري المنغسل إلى المقطع الثاني.

تميز الأفق الثالث بأنه ذو طبيعة تميل للقلوية مقارنة بالأفق الأول والثاني، وذو محتوى عالٍ 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) cm/min. لوحظ 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	N (Total)%	CaCO ₃ %	OM %	EC ds/m	pH	المواقع المدروسة
34.60	0.88	62	16.	22	3680	0.43	31	1.78	0.73	7.38	بيت عانا
30.0825	0.65	47	28	25	2080	0.17	47	1.96	0.29	7.65	بسطوير
28.6313	0.71	76	15	9	5280	0.11	26	2.39	0.44	7.43	بيت العلوني
29.3063	0.84	37	47	16	1820	0.09	51	2.16	0.31	7.72	جيبول
45.7263	1.21	62	23	15	3700	0.48	27	1.44	0.75	7.48	قرفيص
41.6075	1.04	24	24	52	1580	0.15	45	1.55	0.37	7.71	القطيبيبة
30.6938	0.54	47	41	12	2215	0.32	69	3.17	0.20	7.96	الراهبية
36.3075	1.11	46	35	19	1985	0.56	35	1.99	0.18	7.45	نبع الواحة

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



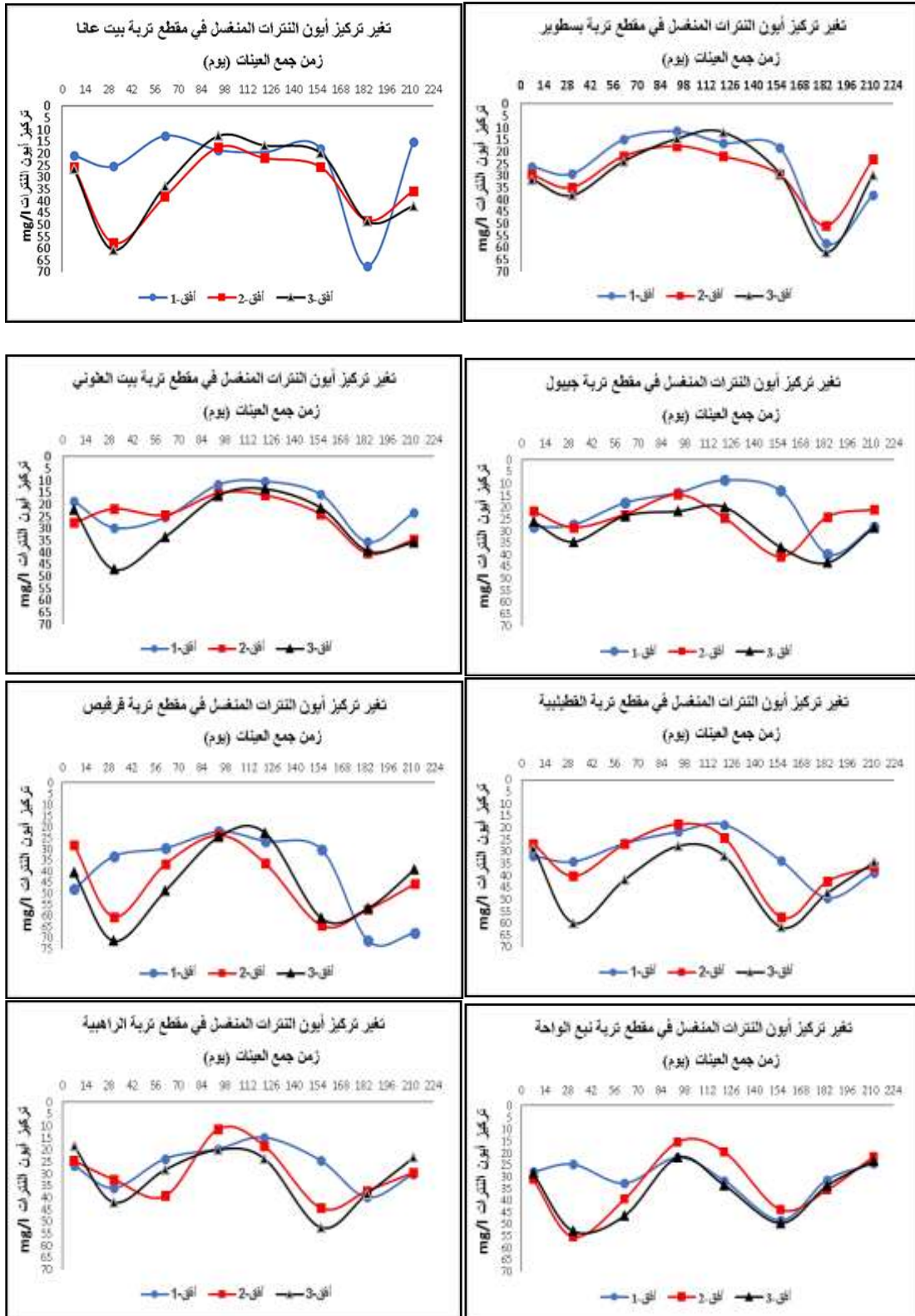
الشكل (6) تغير تراكيز أيون النترات في الأفق الثالث بدلالة تاريخ جمع العينات

يُلاحظ من الشكل رقم (6) أن تراكيز أيون النترات المنغسل في الماء الليزيمتري من الأفق الثالث خلال فترة الدراسة، والتي استمرت على مدى عام كامل للمناطق المدروسة، تميزت بتراكيز انغسال للنترات مرتفعة في فترتين أيضاً، وهي أكثر وضوحاً مقارنة بالأفقين الأول والثاني حيث يزداد الانغسال للأفق الثالث نتيجة شحنة أيون النترات السالبة والتي لا تدمص على غرويات التربة أيضاً (Kirsten et al, 2019).

كانت الفترة الأولى مرتفعة خلال شهر تشرين الثاني وكانون الأول حيث قيمة التراكيز فيها ضمن المجال (24-72)mg/l وذلك نتيجة تراكم وانتقال أيون النترات من الأفقين الأول والثاني وانتقالها الى الماء الليزيمتري المنغسل إلى المقطع الثالث. أما الفترة الثانية فهي فترة شهري آذار ونيسان كانت متقاربة مع الأفق الثاني وكانت قيمة التراكيز فيها ضمن المجال (20-62)mg/l.

2-دراسة انغسال النترات تبعاً للمنطقة المدروسة

يمكن تقسيم ترب مناطق الدراسة حسب تراكيز أيون النترات المنغسل إلى قسمين: ترب المناطق ذات السوية المرتفعة التراكيز لانغسال أيون النترات وهي المناطق بيت جانا، القطيبية، 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 النترات في الترب المحيطة والمياه، وسجلت أعلى قيمة لتركيز أيون النترات المنغسل في شهري تشرين الثاني ونيسان، وأخفضها في شهري كانون الثاني وشباط. أما ترب المناطق ذات السوية المنخفضة التراكيز لانغسال أيون النترات فهي مواقع بسطوير، بيت العلوني، جبول، القطيبية، الراهبية حيث سجل أعلى تركيز لانغسال أيون النترات في شهري تشرين الثاني ونيسان، وأخفضها في شهري كانون الثاني وشباط. يوضح الشكل (7) منحنيات تغير تراكيز أيون النترات المنغسل للأفاق الثلاثة معاً في ترب المناطق المدروسة، حيث بدء جمع العينات وتحليلها من تاريخ 10/10/2019 حتى تاريخ 3/5/2020 م.



الشكل (7) منحنيات تغير تراكيز أيون التترات المنغسل للأفاق الثلاثة معاً في ترب المناطق المدروسة

3-دراسة احصائية لمعاملات الارتباط والانحدار لانغسال النترات مع خصائص آفاق التربة للمواقع المدروسة
يعد تحديد البارامترات الرئيسية لتلوث المياه بأيون النترات 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 النترات ضمن آفاق التربة، ووصولها في النهاية إلى مصادر المياه (Schweigert et al., 2004., Katharina. W et al, 2012) ويمكن تقسيم هذه العوامل إلى:

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

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

جدول (4) مصفوفة ارتباط البارامترات في الأفق الأول

Correlations												
		N.Leaching	N.total	SHC	OM	pH	EC	CaCO ₃	Ca	Sand	Silt	Clay
N-Leaching	Pearson Correlation	1	-.111-	.841**	-.821*	-.662-	.616	-.380-	.124	.101	-.104-	.024
	Sig. (2-tailed)		.793	.009	.013	.074	.104	.353	.770	.813	.807	.956
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SHC	Pearson Correlation	.841**	.030	1	-.931**	-.587-	.682	-.360-	-.018-	.514	-.404-	.013
	Sig. (2-tailed)	.009	.944		.001	.126	.062	.382	.966	.192	.321	.975
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
OM	Pearson Correlation	-.821*	.069	-.931**	1	.557	-.617-	.362	.317	-.633-	.108	.313
	Sig. (2-tailed)	.013	.871	.001		.152	.103	.379	.445	.092	.799	.450
	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 بأن المتغير N-Leaching يرتبط مع المتغيرين المادة العضوية (OM) Organic Matter والتوصيل الهيدروليكي المائي (SHC) Saturated Hydraulic Conductivity بالقيمتين التاليتين على الترتيب (-0.821, 0.841). ويمثل الجدول (5) تطبيق الانحدار المتعدد وفق Enter لإيجاد المعادلة التي تربط بين المتغيرات.

جدول (5) مصفوفة الانحدار المتعدد في الأفق الأول

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	22.740	25.559	.890	.414
	SHC	9.225	10.468	.573	.419
	OM	-1.806-	4.092	-.287-	-.441-

a. Dependent Variable: N-Leaching

ويعبر عن ذلك بالمعادلة (1):

$$N_{(Leaching)} = 22.740 + 9.225(SHC) - 1.806(OM).....(1)$$

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 يُعلل ذلك بأن المتغيرين: المادة العضوية والتوصيل الهيدروليكي مرتبطان ببعضهما بقوة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما القيمة $R = 0.931$ وهي قيمة كبيرة، وهذا يعني أن تأثير التوصيل الهيدروليكي المشبع أكبر من تأثير المادة العضوية في عملية الانغسال.

لحل المشكلة وتحديد العامل الرئيس المؤثر في عملية انغسال أيون النترات، كان لا بد من تطبيق اختبار الانحدار المتعدد Regression بطريقة Stepwise كما هو موضح في الجدول (6).

جدول (6) مصفوفة الانحدار حسب Stepwise في الأفق الأول

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	11.676	4.631		2.521	.045
SHC	13.525	3.557	.841	3.802	.009

ويعبر عن ذلك بالمعادلة (2):

$$N_{(Leaching)} = 11.676 + 13.525(Hyd.Cond).....(2)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات رقم (6) بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig=0.009** لمتغير التوصيل الهيدروليكي المشبع أصغر من مستوى دلالة (0.05) مما يدل على أن المعادلة جيدة التمثيل لدراسة التنبؤ لعملية الانغسال الحاصل، حيث يمكن اعتماد هذه المعادلة في تقييم المنغسل من أيون النترات من الأفق الأول في منطقة الدراسة.

الأفق الثاني: يوضح الجدول (7) قيم معاملات ارتباط البارامترات في الأفق الثاني.

جدول (7) مصفوفة ارتباط البارامترات في الأفق الثاني

Correlations												
		N.Leaching	N.total	SHC	OM	pH	EC	CaCO3	Ca	Sand	Silt	Clay
N-Leaching	Pearson Correlation	1	.485	.854**	-.748*	-.411-	.739*	-.287-	.400	-.134-	-.396-	.332
	Sig. (2-tailed)		.223	.007	.033	.311	.036	.490	.327	.752	.332	.422
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SHC	Pearson Correlation	.854**	.416	1	-.915**	-.430-	.494	-.320-	.168	.275	-.308-	.039
	Sig. (2-tailed)	.007	.306		.001	.288	.213	.440	.691	.510	.457	.927
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
OM	Pearson Correlation	-.748*	-.033-	-.915**	1	.434	-.599-	.343	-.067-	-.387-	.407	-.037-
	Sig. (2-tailed)	.033	.938	.001		.282	.116	.406	.876	.343	.317	.931
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
EC	Pearson Correlation	.739*	-.042-	.494	-.599-	-.435-	1	-.435-	.497	-.273-	-.641-	.570
	Sig. (2-tailed)	.036	.922	.213	.116	.282		.281	.210	.514	.087	.140
	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 بأن المتغير N-Leaching يرتبط مع المتغيرات المادة العضوية (OM) والتوصيل الهيدروليكي المائي المشبع (SHC) والناقلية الكهربائية (Ec) بالقيم التالية على الترتيب (-0.748, 0.854, 0.739).
يمثل الجدول (8) تطبيق الانحدار المتعدد وفق Enter لإيجاد المعادلة التي تربط بين المتغيرات.

جدول (8) مصفوفة الانحدار المتعدد في الأفق الثاني

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	-13.947-	14.688		-.950-	.396
	SHC	20.447	5.523	1.229	3.702	.021
	OM	6.035	3.060	.711	1.972	.120
	EC	16.620	4.986	.558	3.333	.029

a. Dependent Variable: N-Leaching

ويعبر عن ذلك بالمعادلة:

$$N_{(Leaching)} = -13.947 + 20.447(SHC) + 6.035(OM) + 16.62(Ec).....(3)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية Sig للمتغير (OM) والثابت أكبر من مستوى الدلالة (0.05) مما يدل على أن المعادلة لا يمكن اعتمادها للتنبؤ بالتغيرات كون البارامترات غير معنوية.
لحل المشكلة كان لا بد من تطبيق اختبار الانحدار المتعدد Regression بطريقة Stepwise وفق ما هو موضح الجدول (9)

جدول (9) مصفوفة الانحدار حسب Stepwise في الأفق الثاني

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	15.598	4.175		3.736	.010
	SHC	14.214	3.534	.854	4.022	.007

a. Dependent Variable: N-Leaching

ويعبر عن ذلك بالمعادلة:

$$N_{(Leaching)} = 15.598 + 14.214(SHC).....(4)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية Sig=0.007 للمتغير (SHC) أصغر من مستوى الدلالة (0.05) مما يدل على أن المعادلة جيدة التمثيل لدراسة التنبؤ لعملية الانغسال الحاصل في الأفق الثاني، ويمكن اعتماد هذه المعادلة في تقييم التركيز المنغسل من أيون النترات من الأفق الثاني إلى المياه في منطقة الدراسة.

الأفق الثالث: يوضح الجدول (10) قيم معاملات ارتباط البارامترات في الأفق الثالث

جدول (10) مصفوفة ارتباط البارامترات في الأفق الثالث

Correlations												
		N.Leaching	N.total	Hyd.Cond	OM	pH	EC	CaCO3	Ca	Sand	Silt	Clay
N-Leaching	Pearson Correlation	1	.514	.852**	-.708*	-.239-	.497	-.371-	-.071-	.444	-.288-	-.164-
	Sig. (2-tailed)		.193	.007	.049	.568	.210	.365	.868	.270	.489	.698
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SHC	Pearson Correlation	.852**	.518	1	-.799*	-.513-	.415	-.587-	-.049-	.313	-.191-	-.124-
	Sig. (2-tailed)	.007	.188		.017	.194	.307	.126	.908	.451	.651	.770
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
OM	Pearson Correlation	-.708*	-.192-	-.799*	1	.584	-.574-	.652	.004	-.526-	.456	.113
	Sig. (2-tailed)	.049	.649	.017		.128	.137	.080	.993	.180	.257	.790
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

	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 بأن المتغير N-Leaching يرتبط مع المتغيرين المادة العضوية (OM) والتوصيل الهيدروليكي المائي (SHC) بقيمتين هما على الترتيب (0.852, -0.708). ويمثل الجدول (11) نتائج تطبيق الانحدار المتعدد وفق Enter لإيجاد المعادلة التي تربط بين المتغيرات.

جدول (11) مصفوفة الانحدار المتعدد في الأفق الثالث

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	17.979	17.283		1.040	.346
	SHC	21.128	10.347	.791	2.042	.097
	OM	-.873-	4.448	-.076-	-.196-	.852

a. Dependent Variable: N-Leaching

ويُعبّر عن ذلك بالمعادلة:

$$N_{(Leaching)} = 17.979 + 21.128(SHC) - 0.873(OM).....(5)$$

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. لحل المشكلة كان لابد من تطبيق اختبار الانحدار المتعدد Regression بطريقة Stepwise وفق ما هو موضح في الجدول (12).

جدول (12) مصفوفة الانحدار حسب Stepwise في الأفق الثالث

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	14.770	5.133		2.877	.028
	SHC	22.750	5.705	.852	3.988	.007

a. Dependent Variable: N-Leaching

ويُعبّر عن ذلك بالمعادلة:

$$N_{(Leaching)} = 14.77 + 22.750(SHC).....(6)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig=0.007** للمتغير (Hy.cond) أصغر من مستوى دلالة (0.05) مما يدل على أن المعادلة جيدة التمثيل لدراسة التنبؤ لعملية الانغسال الحاصل في الأفق الثالث.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

(1) عند دراسة انغسال أيون النترات تبعاً لآفاق التربة للمواقع المدروسة، كانت سويات الانغسال تزداد مع العمق، حيث كانت التراكيز الأعلى لأيون النترات المنغسل في الأفق الثالث، ويمكن أن يُعزى ذلك بسبب الشحنة السالبة للنترات.

(2) عند دراسة انغسال أيون النترات تبعاً للمنطقة المدروسة، تبين أن ترب المناطق ذات السوية المرتفعة التراكيز لانغسال أيون النترات وهي المناطق بيت عانا، القطيلبية، ونبع الواحة، حيث تتميز هذه المناطق بالنشاطات البشرية المتعددة. مما ينتج عنها كميات كبيرة من المياه الملوثة في الصرف الصحي حيث يلاحظ أعلى تركيز لانغسال أيون النترات في أشهر تشرين الثاني وآذار، وتراوحت ضمن المجال (56-72) mg/l وأخفضها في شهري كانون الثاني وشباط، وتراوحت ضمن المجال (32-40)mg/l.

(3) تبين الدراسة الإحصائية، أن تركيز النترات المنغسل هو مؤشر ذو دلالة إحصائية للتلوث بالنترات، والعامل الرئيسي لزيادة انتقال أيون النترات ضمن آفاق التربة، هو التوصيل الهيدروليكي المائي، 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 النترات من التربة إلى المياه الجوفية والمسطحات المائية.

(3) دراسة تأثير النشاطات البشرية والزراعات المحمية والحقلية والأشجار المثمرة على انغسال أيون النترات.

(4) دراسة تأثير المعطيات المناخية بشكل منفصل على انغسال أيون النترات من التربة إلى المياه الجوفية.

References:

1. Public Authority for Remote Sensing & Public Authority for Water Resources. Sensory-hydrogeological study to protect the Al-Sin spring from pollution. Damascus - Syria, 2008 AD.
2. ALMASRI, M.N. AND KALUARACHCHI, J.J. *Assessment and Management of Long-Term Nitrate Pollution of Ground Water in Agriculture-Dominated Watersheds*. Journal of Hydrology, 2004, 295, 225-245.
3. ANGELOPOULOS, K., SPILIOPOULOS, I. C., MANDOULAKI, A., THEODORAKOPOULOU, A., KOUVELAS, A. *Groundwater nitrate pollution in northern part of Achaia Prefecture*. Desalination, 2009, 248, 852-858.
4. APHA. *Standard methods for the examination of waters and wastewaters*. APHA/WWA-WEF, Washington, DC., 1998.
5. BOYER, D. G; ALLOUSH, A.G. Spacial distribution of nitrogen on grazed Karsts Land space. Optimizing nitrogen management in food and energy production and environment protection. Proceeding of the 2nd, International nitrogen conference on science and policy, The Scientific World Journal, 2001, 809-813.
6. BREMNER, J.M. *Nitrogen—total*. In: *Methods of Soils Analysis: Chemical Methods*. (Ed. Sparks, D. L.), American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI., 1996, 1085-1121.
7. BUCZKO, U., KUCHENBUCH, R.O., LENNARTZ, B. *Assessment of the predictive quality of simple indicator approaches for nitrate leaching from agricultural fields*. Journal of Environmental Management 91, 2010, 1305-1315.
8. CARTER, M.R. *Soil sampling and method of analysis*. Ed. Can. Soc. Soil Sci., Ottawa, Ontario, Canada, 1993.

9. CHEN, X., WU, H., WO, F. *Nitrate vertical transport in the main paddy soils of Tai Lake region, China*. Geoderma, 2007, 142, 136–141.
10. Directorate General of Meteorology, *Climatic Data*, Lattakia, Syria, 2020.
11. Dong, Y., Yang, J.-L., Zhao, X.-R., Yang, S.-H., Mulder, J., Dörsch, P., Zhang, G.-L. (2022) *Nitrate leaching and N accumulation in a typical subtropical red soil with N fertilization*. Geoderma, 407: 115559.
12. FAO. *Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 2007.
13. GUPTA, P.K. *Soil, plant, water and fertilizer analysis*. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India, 2000, 438.
14. 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.
15. HUANG J., XU C-C, RIDOUTT BG., WANG X-C, REN P-A. *Nitrogen and phosphorus losses and eutrophication potential associated with fertilizer application to cropland in China*. Journal of Cleaner Production, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.05.008.
16. JABLOUN, MOHAMED AND SCHELDE, KIRSTEN AND TAO, FULU AND OLESEN, JØRGEN. *Effect of temperature and precipitation on nitrate leaching from organic cereal cropping systems in Denmark* .European Journal of Agronomy, 2015, 10.1016/j.eja.2014.09.007
17. JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis - advanced course*. 2nd ed., Madison, WI, USA, 1985.
18. JALALI, M. *Nitrate concentrations in some vegetables and soils in Hamedan, western Iran*. Archives of Agronomy and Soil Science, 2008, 54(5), 569–583.
19. Jones, J.B., Jr. 2001. *Laboratory guide for conducting soils tests and plant analysis*. CRC, Press, Boca Raton Florida, USA.
20. Katharina Wick, Christine Heumesser, and Erwin Schmid., *Groundwater nitrate contamination: Factors and indicators*, J Environ Manage. 2012 Nov 30; 111(3): 178–186.
21. Kirsten N. Grant, Merrin L. Macrae, Fereidoun Rezanezhad, W. Vito Lam. *Nutrient Leaching in Soil Affected by Fertilizer Application and Frozen Ground*. Vadose Zone journal 2019. <https://doi.org/10.2136/vzj2018.08.0150>.
22. LIBUTTI, A., MONTELEONE, M. *Soil vs. groundwater: The quality dilemma. Managing nitrogen leaching and salinity control under irrigated agriculture in Mediterranean conditions*. ELSEVIER B.V, H. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license, Agricultural Water Management 186, 2017, 40–50.
23. MARX E.S., J. M. HART, AND R.G. STEVENS. *Soil Test Interpretation Guide*. EC 1478, Oregon State University, USA., 1999.
24. 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.
25. 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.
26. POCH-MASSEGUÉ. *Irrigation return flow and nitrate leaching under different crops and irrigation methods in Western Mediterranean weather conditions*. March 2014, Agricultural Water Management, 2014, 134:1–13.
27. Schweigert P., Pinter N., van der Ploeg R. *Regression analyses of weather effects on the annual concentrations of nitrate in soil and groundwater*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2004;167(3):309–318.

- 28.** SIELING, K., KAGE, H.N. *balance as an indicator of N leaching in an oilseed rape e winter wheat e winter barley rotation.* Agriculture, Ecosystems and Environment 115, 2006, 261-269.
- 29.** SONG, X. Z., ZHAO, C.X., WANG, X. L., & LI, J. *Study of nitrate leaching and nitrogen fate under intensive vegetable production pattern in northern China.* Comptes Rendus –Biologies, 2009, 332(4), 385–392.