

تأثير النشاط الزراعي والري في تلوث المياه الجوفية بالنترات

* م.صفاء محمود الديب ** د. إيهاب عبد الله *** د. عابر محمد

(الإيداع: 5 أيلول 2019، القبول: 9 شباط 2020)

الملخص:

تمت الدراسة في منطقة كفرعايا بريف حمص الغربي القريب من مدينة حمص، حيث يوجد تجمع سكاني يستخدم الآبار الجوفية المتوفرة في المنطقة للاستخدامات المنزلية والشرب، كما توجد أنشطة زراعية حول التجمعات السكانية لبعض المحاصيل أهمها: البطاطا والقمح واليانسون، ويستخدم سماد النترات (الأزوتي) بكميات كبيرة من قبل المزارعين دون اعتماد أسس علمية لتحديد العيار المطلوب في كل سقاية، مما يسبب انتقال النترات الزائد عن حاجة النبات، من التربة إلى المياه الجوفية تحت تأثير الري.

إنّ الغاية من هذا البحث وضع حلول للحد من تلوث المياه الجوفية بالنترات، وإعادة تأهيلها لتكون صالحة للشرب للتجمعات السكانية الموجودة في منطقة الدراسة.

بينت الدراسة أنه يتم استخدام عبارات تسميد دون الأخذ بعين الاعتبار كمية النترات الموجودة في التربة قبل الري، وبالتالي هناك ضرورة لمعرفة كمية سماد النترات الموجودة في التربة قبل تطبيق عيار سماد نترات جديد عن طريق تحليل التربة قبل وبعد الري. وأظهرت تجارب النفاذية أن التربة عالية النفاذية، مما يساعد على سرعة الصرف الشاقولي لمياه الري والمطر باتجاه المياه الجوفية، ناقلا معه السماد الأزوتي المحلول في التربة بمياه الصرف. بيّن هذا البحث أنّ تخفيض عيار السماد الأزوتي المعطى مع الري يخفف من تلوث مياه الآبار بالنترات بشكل ملحوظ. توصي هذه الدراسة باستخدام أسمدة أخرى غير النترات في الأنشطة الزراعية، وذلك للحد من تلوث مياه آبار الشرب الجوفية في منطقة الدراسة، لأنّ سماد النترات سريع الذوبان بالماء.

الكلمات المفتاحية: تلوث المياه الجوفية- النترات- النفاذية- السقاية.

* طالبة دكتوراه في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث-
** أستاذ في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص
*** أستاذ مساعد في قسم هندسة البيئة- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص

Agricultural Activity and Irrigation Impact on Pollution of Ground Water By Nitrates

Eng. Safaa Mahmoud Aldeeb* Dr. Ihab Abdullah** Dr. Aber Mohamad***

(Received: 5 September 2019 , Acepted:9 February 2020)

Abstract:

The study has been done in Kafaraya area of western Homs countryside, where area's inhabitants use the available underground wells for household and drinking, in addition to agricultural activities of some crops around the target area such as potatoes, wheat and anise, where nitrate fertilizer is used largely by farmers without scientific bases to determine the required fertilizer dose for per irrigation, which causes the spreading of extra nitrate from the soil to the underground water due to the irrigation affect. The purpose of this research is to find solutions to reduce groundwater pollution with nitrates, and to be drinkable.

The study showed that fertilizer dose used without determining the amount of nitrate in the soil before irrigation, therefore it is necessary to analyze the soil to determine the quantity of nitrate fertilizer in the soil before applying a new one. The experiments showed that the soil is high permeability, which helps to accelerate the vertical drainage of irrigation water and rain towards the groundwater, carrying the dissolved nitrogen fertilizer in the soil with wastewater. This study showed that reducing the given nitrogen fertilizer dose with irrigation significantly reduces the pollution of well water with nitrates. This study recommends the use of other fertilizers rather than nitrates in agricultural activities, in order to reduce the pollution of groundwater drinking wells in the study area, because of the high solubility of nitrate fertilizer in water.

key words: ground Water pollution – nitrate– permeability– irrigation

*PhD student in the Department of Water Resources Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Al-Baath University, Homs

**Professor, Department of Engineering and Management Water Resources Department– Engineering Facticality– AL– Baath University– Homs.

***Assistant Professor, Department of Engineering Environment Department– Engineering Facticality– AL– Baath University– Homs.

1- مقدمة:

عرفت مشكلة تلوث المياه منذ زمن بعيد، ومع ازدياد عدد السكان وزيادة النشاط الصناعي وتتنوع ازدياد تلوث مياه الأنهار والبحار والمحيطات، حتى وصل إلى درجة أن الكثير من الأنهار والبحيرات وشواطئ البحار لم تعد قادرة على التنقية الذاتية. ويقال إن الماء ملوث إذا ما تغير تركيب عناصره، أو تغيرت حالته بطريقة مباشرة بفعل نشاط الإنسان، بحيث يصبح الماء أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة له أو بعضها. كما يمكن تعريف تلوث الماء بطريقة أخرى: يقال إن الماء ملوث إذا ما احتوى على مواد غريبة، كأن تكون مواد صلبة، أو عالقة أو مواد عضوية أو غير عضوية ذائبة، أو كائنات دقيقة مثل البكتيريا، أو الطحالب أو الطفيليات، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية للمياه. وبذلك تصبح غير مناسبة للشرب أو للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

2- الهدف من البحث:

يهدف البحث إيجاد حلول ومقترحات وتوصيات لتخفيف تلوث المياه الجوفية بسماد النتترات في المنطقة المدروسة، لكي تبقى آبار المياه في هذه المنطقة صالحة للشرب والاستخدامات المنزلية... الخ، والحد من الآثار الضارة للزراعة المروية على البيئة.

مصادر تلوث المياه الجوفية:

تتلوث المياه الجوفية من مصادر متعددة تتوقف على نوعية ومواقع الخزانات المائية، ومن مصادر تلوث المياه ما يلي:

- التلوث الطبيعي:

ينتج التلوث الطبيعي للمياه الجوفية من وجود مخلفات نباتية أو حيوانية، وتشمل هذه المخلفات على المواد العضوية الناجمة عن الكائنات الحية وغير ذلك من المصادر، ومما يساعد على انتشار هذا النوع من التلوث، الدمار الذي لحق بالغطاء النباتي مثل أشجار الغابات والأحراش بسبب نشاط الإنسان، علماً أن الغطاء النباتي يقوم بدور فعال في درء هذا النوع من التلوث.

- التلوث بالأمطار الحمضية:

تعتبر أمحاض الكبريتيك والنيتريك والمكونان الرئيسيان للأمطار الحمضية، والتي تعمل على تغيير الرقم الهيدروجيني للمسطحات المائية، مما يؤثر على الكائنات الحية المائية. وقد تؤدي إلى موتها أحياناً، وتعتبر الأمطار حمضية إذا انخفض رقمها الهيدروجيني إلى ما دون 7 (PH<7). كما أن هناك ما يعرف بالأمطار القاعدية التي يصل الرقم الهيدروجيني لها إلى ثمانية فما فوق، وعادة ما تكون غنية بالكالسيوم وغيرها من المواد كالكربونات المذابة، وينحصر سقوطها في المناطق الجافة وشبه الجافة، ولا تشكل خطراً مقارنة بالأمطار الحمضية، [8].

- تلوث المياه بالمخلفات الصناعية:

تعتبر المخلفات الصناعية من أخطر ملوثات المياه، ويتربط على صرف هذه المخلفات في البحيرات والأنهار والمحيطات والبحار نتائج سيئة جداً على الكائنات الحية فيها أو المرتبطة بها.

تقل قابلية المياه الجوفية للتلوث في حالة وجود طبقة طينية سطحية تعلو الخزان الجوفي، ووجود المياه في الخزان تحت ضغط هيدروليكي، وتزداد قابلية المياه الجوفية للتلوث في حال الخزانات الحرة، المتميزة بقرب مستوى المياه من سطح الأرض، بعكس ما يحدث في حالة وجودها على عمق كبير، حيث يعمل الجزء من التربة غير المشبع بالمياه على الإقلال من تركيز وقدرة الملوثات. كما تزداد قابلية المياه الجوفية للتلوث في حالة وجودها بمكونات رملية حصوية منتظمة الحبيبات (ذات نفاذية عالية) أو بالصخور المتشققة. [8]

ومن العوامل الأساسية لتلوث المياه الجوفية:

- التوسع في الزراعة والحاجة المستمرة إلى مشاريع مروية من مياه المخزون الجوفي، ويمثل النشاط الأساسي المتسبب في نضوب وإنهاك هذا المخزون، كما أن النشاط الزراعي مسؤول عن تلوث المياه الجوفية، بسبب زيادة النتراة الناتجة عن استعمال الأسمدة.
 - تعتبر النشاطات الصناعية عاملاً أساسياً في تلوث المياه الجوفية والسطحية على السواء، ويختلف نمط تلوث المياه الجوفية باختلاف المصدر الملوث.
 - كما تعتبر النشاطات المنزلية من أسباب تلوث المياه الجوفية أيضاً، ويرجع سبب التلوث إلى التركيز المرتفع للكبريتات والكلوريدات والنتراة في المخلفات المنزلية... الخ.
- يتعرض نهر العاصي الذي يمر بمنطقة الدراسة إلى التلوث من مياه الصرف الصحي، التي تنتج عن التجمعات السكانية المختلفة المحيطة بالنهر، وتصب فيه دون معالجة، مما يسبب تلوث المياه الجوفية والسطحية بشكل أساسي من مخلفات نهر العاصي، ذلك لأن تغذية مياه بعض الآبار الجوفية تكون من حوض العاصي، مما يسبب تلوث مياه هذه الآبار مع الزمن، وتسبب هذه المياه بإحداث تلوث كيميائي وجراثومي في البيئة المحيطة، إضافة إلى مياه الصرف لمدينة حمص.
- دراسات مرجعية سابقة:

أجريت دراسة من قبل أحمد وزان وآخرون في منطقة نبع (الديفة) في محافظة اللاذقية، [4]، لتقييم قابلية المياه الجوفية للتلوث باستخدام طريقة DRASTIC، ووضع خريطة قابلية المياه الجوفية للتلوث باستخدام GIS. بينت نتائج البحث أن معظم المياه المغذية لنبع (ديفة) لديها قابلية عالية للتلوث، وتشكل حوالي (48%) من المساحة الكلية لمنطقة البحث. أما المياه الجوفية ذات القابلية المعتدلة للتلوث فتشكل حوالي فقط (23%) من المساحة الكلية لمنطقة البحث. وبالتالي لابد من اتخاذ إجراءات كفيلة لحماية المياه من التلوث، وذلك من خلال الإدارة المتكاملة لموارد المياه الجوفية. ومن أهم التوصيات التي توصلت إليها الدراسة:

- ضرورة الاستخدام المنظم للأسمدة الكيميائية وخصوصاً الأسمدة الآزوتية في أراضي المنطقة، لما تشكله من خطورة على المياه الجوفية، حيث يجب أن تقتصر الكميات على حاجة النبات فقط.
 - ضرورة المراقبة الدورية لمياه النبع، بإجراء التحاليل الكيميائية اللازمة لرصد أي ظاهرة تلوث ومعالجتها في الوقت المناسب، والالتزام بالموصفات القياسية السورية لمياه الشرب.
- تمت دراسة من قبل أحمد الجردى وآخرون حول بحيرة سد الباسل المقام على نهر الأبرش في منطقة صافيتا بمحافظة طرطوس [1]، حيث تم أخذ عينات ترابية من كل موقع ولعمق واحد (0-30) Cm، وتم إجراء تحليل للعناصر الثقيلة لدراسة تأثير مياه الأمطار الراشحة من الترب الزراعية، وكذلك إجراء تحاليل كيميائية للنتراة، ورسم خرائط التلوث للموقع. وتبين من البحث أن تركيز النتراة منخفض (5.4) mg/L، وبالتالي لا تعاني المنطقة من مشاكل التلوث بالنتراة، بينما تعاني من تدهور نوعية المياه والتربة، بسبب مياه الصرف الصحي المصروفة من التجمعات السكنية والرمي العشوائي لمياه عصر الزيتون.

وجدت دراسة أجراها Komosa وآخرون في كاليفورنيا، [6]، من خلال النمذجة لرشح النتراة عن طريق برنامج (HYDRUS-2D)، أن استخدام الأسمدة النيتروجينية عن طريق الري مسؤولاً عن زيادة تركيز النتراة في المياه الجوفية، في المناطق التي تهيم عليها الزراعة المروية، وكان الهدف من البحث تقييم تأثير التخفيف ونوع التربة على إمكانية رشح النتراة لعدة طرق ري مختلفة. أظهرت نتائج البحث أهمية أن تتضمن النظم الزراعية طرق الري السليمة بيئياً، للحد من الآثار الضارة للزراعة المروية على البيئة، كما بينت الدراسة أن الري بالتنقيط يوفر درجة كبيرة من السيطرة على متطلبات مياه المحاصيل، وبالتالي تقليل الرشح. إضافة إلى ذلك، يسمح التسميد مع مياه الري بالتنقيط بوضع المواد المغذية بالقرب

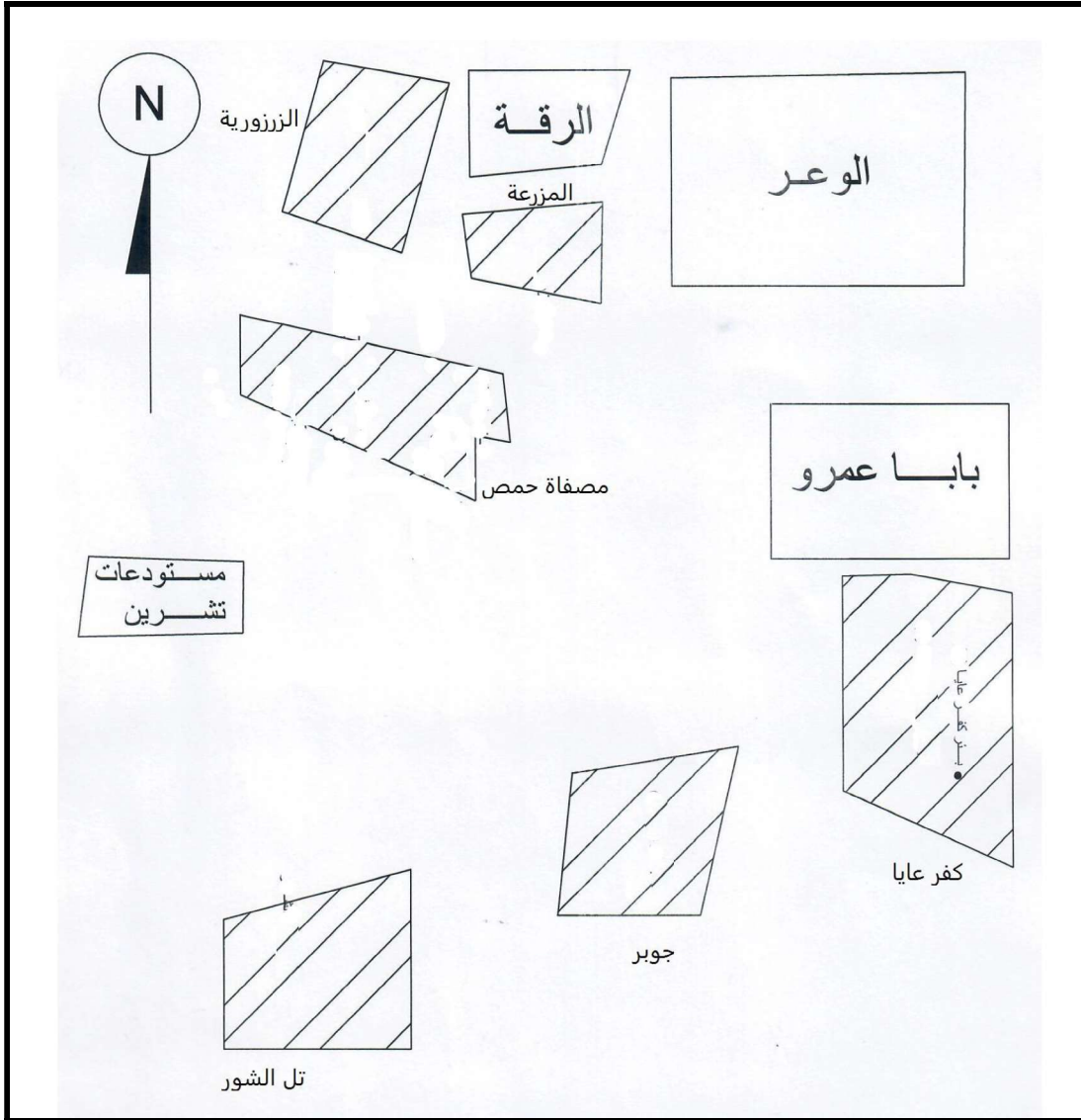
من جذور النباتات، مما يقلل من خسائر الأسمدة التي تذهب بالرشح إلى المياه الجوفية. وتوفر النمذجة المعلومات لتحسين ممارسات التسميد، كما بينت نتائج البحث أن رشح النترات كان الأعلى بالنسبة للتربة الخشنة، وأن التسميد في بداية دورة الري يسبب زيادة نترات المياه الجوفية، بينما التسميد في نهاية دورة الري يحد من إمكانية رشح النترات إلى المياه الجوفية. تمت نمذجة انتقال المياه والنترات في التربة من قبل الباحث Siviero في منطقة صوفيا في بلغاريا، [7]، بتطبيق نوعين من الري بالأخاديد (الري المتواصل والري المتناوب)، وذلك باستخدام برنامج (HYDRUS-2D)، الذي يدرس تطبيقات الري والتسميد، ويعتمد على البيانات المأخوذة من التربة. وعلى بيانات المياه والنترات على طول الأخاديد، والترسبات في قاعه، وتصريف المياه والنترات، والماء المستهلك من قبل النبات. أما المواصفات الهيدرولوجية للتربة فتؤخذ من تحاليل المخبر وهي رطوبة سعة الاحتفاظ، وكان الهدف من البحث التأكد من صلاحية طريقة الري المستمر بالأخاديد، بما يتلاءم مع طبيعة التربة في الحقل، وإعادة تطبيق الري والتسميد باستخدام الري بالأخاديد (المتناوب)، ومن ثم التحقق من النموذج. إن تطبيق الطريقتين للري بالأخاديد، من أجل نمذجة انتقال النترات تحت تأثير تطبيقات الأسمدة، يسمح بمعرفة تأثير طريقة الري، والتوزيع المتجانس في تدفق المياه، ووصول النترات إلى التربة في ظروف هذه الدراسة. وتوصل هذا البحث إلى مايلي:

- انتقال النترات من التربة إلى المياه الجوفية بطريقة الري المستمر بالأخاديد يكون أعلى من انتقال النترات من التربة إلى المياه الجوفية بطريقة الري المتناوب بالأخاديد.
- كمية النترات الواصلة إلى عمق (200 cm) تحت سطح التربة قليلة، وتشكل % (1-3) من النترات المعطى، وذلك عند تطبيق طريقتي الري المتواصل والمتناوب.
- يفيد استخدام برنامج (HYDRUS-2D) للتنبؤ بمصير النترات المعطى بالتسميد، مما يساعد في أخذ الاحتياطات لحماية المياه الجوفية من التلوث.

3- مواد وطرائق البحث:

تقع منطقة الدراسة غرب مدينة حمص وتبعد عنها حوالي 12km، وتتميز بأراضيها السهلة، وتتصف هذه المنطقة بشتاء متوسط البرودة وصيف حار، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة حوالي 15° خلال فصل الشتاء، في حين تبلغ أكثر من 30° خلال فصل الصيف، وتقع في منطقة الاستقرار المطري الثانية حيث يبلغ معدل الهطول المطري 445mm/y، وتبلغ الرطوبة النسبية 73%، وتسود في المنطقة الرياح الغربية والجنوبية الغربية، وتبلغ سرعة الرياح الوسطية السنوية 4) m/s (2)، [5]، ويبين الشكل (1) كروكي منطقة الدراسة.

تم الاستقصاء عن طرق الري المستخدمة وأهم المحاصيل المزروعة في المنطقة، وبينت النتائج أن طرق الري المستخدمة حالياً من قبل المزارعين في منطقة (كفرعايا) هي الري بالريذاذ والري بالتقيط، وتم استبعاد طرق الري التقليدية مثل الري بالمسالك والري بالأخاديد، وذلك بسبب الهدر في مياه الري بهذه الطرق، إضافة إلى أن الطرق التقليدية تتطلب عيارات ري أعلى من طرق الري الحديثة، وهدر بالسماذ.



الشكل رقم (1): كروكي يبين منطقة الدراسة (كفرعايا)

يستمر الري من بداية شهر أيار حتى نهاية شهر أيلول بالنسبة للمحاصيل الزراعية في المنطقة المدروسة، وبينت الجولات الميدانية واستقصاء المزارعين أنه يتم تطبيق عبارات سقاية أعلى من الموصى بها من قبل الوحدات الإرشادية، مما يسبب صرفاً شاقولياً ضمن التربة الزراعية ناقلاً معه الأزوت إلى البساط المائي. ويبين الجدول (1) أهم المحاصيل المزروعة في منطقة الدراسة وطرق الري المستخدمة لكل محصول مع عبارات السماد الأزوتي الموصى استخدامه [3].

الجدول رقم (1): أهم المحاصيل المزروعة في منطقة الدراسة وطريقة الري المستخدمة وعبارات التسميد

نوع المحصول	طريقة الري المستخدمة	عيار السماد الأزوتي الموصى به (kg/hac)
قمح	ري بالرذاذ	270-200
بطاطا	ري بالتنقيط	440-330
يانسون	ري بالرذاذ	250-150

نلاحظ أن عيارات التسميد المذكورة في الجدول السابق موضوعة بحدود دنيا وعليا حسب الحاجة الفعلية للنبات، وتستخدم من قبل المزارعين بشكل غير مدروس في المنطقة. تم الاعتماد على نتائج تحليل مياه الشرب لبئر منطقة كفرعايا المدروسة من قبل المؤسسة العامة لمياه الشرب في محافظة حمص 2019 ، من أجل الحصول على تركيز النترات في مياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة.

تم أخذ سبور على كامل عمق التربة المستغل من قبل الجذور والبالغ 90cm، وذلك في ثلاث مواقع وثلاثة أعماق، cm (60-90) - (30-60) cm - (0-30)، ويتكرر ثلاث مرات للعمق الواحد، ومن ثم إجراء التحاليل الخاصة بالتربة لمعرفة الخصائص الفيزيائية وقوام التربة (التركيب الحبيبي، المسامية). وتوضح الجداول (2)، (3)، (4)، الخصائص الفيزيائية للتربة على الأعماق المدروسة.

الجدول رقم (2): بعض الخصائص الفيزيائية للعينات المدروسة على العمق الأول

(0-30)cm

قوام التربة	التركيب الحبيبي%			المسامية الكلية%
	رمل	سلت	طين	
لومية	26.9	56	17.1	64.9
لومية	44.4	38.5	17.1	59.3
لومية- طينية	26.9	43.5	29.6	63.7

الجدول رقم (3): بعض الخصائص الفيزيائية للعينات المدروسة على العمق الثاني

(30-60)cm

قوام التربة	التركيب الحبيبي%			المسامية الكلية%
	رمل	سلت	طين	
لومية	24	55	21	64.3
لومية	41.7	40	18.3	56.8
لومية- طينية	25.9	43	31.1	56.8

الجدول رقم (4): بعض الخصائص الفيزيائية للعينات المدروسة على العمق الثالث

(60-90)cm

قوام التربة	التركيب الحبيبي%			المسامية الكلية%
	رمل	سلت	طين	
لومية	25.5	56	18.5	64.8
لومية	44.2	38.5	17.3	57.8
لومية- طينية	25.9	43.5	30.6	62.6

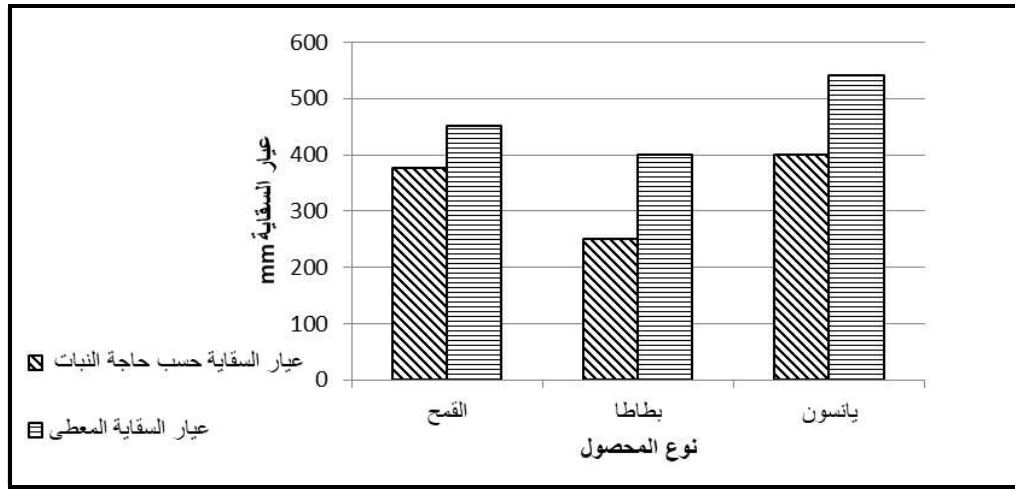
نلاحظ من الجداول (2)، (3)، (4) أن قوام التربة الزراعية في منطقة الدراسة هي لومية ولومية- طينية وبالتالي تعتبر تربة عالية المسامية.

4- النتائج:

تم القيام بعدة جولات ميدانية لمنطقة البحث، وأخذ استقصاءات من المزارعين في المكان عن عيار الري المطبق لكل محصول. يبين في الشكل (2) والجدول (5) نتائج هذه الاستقصاءات.

الجدول رقم (5): عيار الري حسب حاجة النبات والعيار المعطى من قبل المزارعين في منطقة الدراسة

نوع المحصول	فترة الري	عيار السقاية الكلي المطلوب mm	عيار السقاية الكلي المطبق mm	نسبة الزيادة بمياه الري %
القمح	أذار- نيسان	375	450	20%
بطاطا	أيار- آب	250	400	60%
يانسون	نيسان- أيلول	400	540	35%



الشكل رقم (2): عيار السقاية المطلوب والمعطى للمحاصيل المزروعة

يعطي الجدول (6) نتائج استقصاءات حقلية بعدد السقايات لكل محصول مع عيار السقاية إضافة إلى أشهر السقاية وطرق الري المستخدمة، والملاحظ من الجدول أن عيار السقاية الكلي للمحاصيل (القمح والبطاطا واليانسون) هو (450، 400، 540) على الترتيب، بعدد 3 سقايات للقمح و 4 سقايات للبطاطا و 6 سقايات لليانسون. ويظهر الجدول (7) كمية السماد الأزوتي المعطى للتربة من قبل المزارعين (نتائج استقصاءات حقلية) في الموقع، حيث يتبين من الجدول أن المزارعين يستخدمون الحد الأقصى المسموح في التسميد (انظر جدول 1)، بعدد مرات التسميد (4) مرات في الموسم الزراعي الواحد، دون الأخذ بعين الاعتبار كمية السماد المحلولة في التربة قبل الري.

الجدول رقم (6): عدد السقايات لكل محصول مع عيار كل سقاية

نوع المحصول	العيار الكلي للسقاية mm	عدد السقايات	عيار كل سقاية mm	فترة الري	طريقة الري المستخدمة
قمح	450	3	150	آذار- نيسان	رذاذ
بطاطا	400	4	100	أيار- تموز- آب	تنقيط
يانسون	540	6	90	نيسان- أيار- حزيران	رذاذ

الجدول رقم (7): كمية السماد الأزوتي المعطى للتربة أثناء زراعة المحصول

نوع المحصول	كمية السماد الكلية المعطاة Kg/ha	عدد مرات التسميد	عيار السماد المعطى Kg/ha
قمح	260	4	65
بطاطا	400	4	100
يانسون	240	4	60

نتائج تجربة نفاذية التربة:

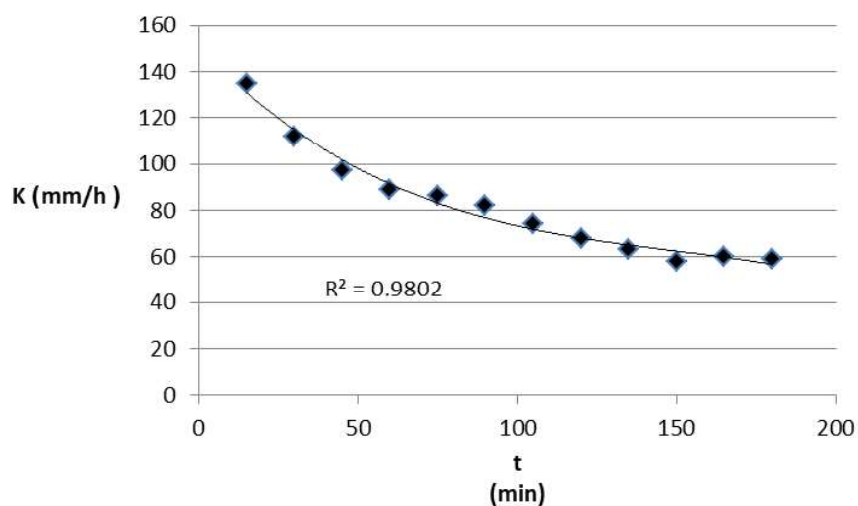
يساهم التصريف الجيد للترب الزراعية في الانتقال السريع للعناصر المغذية للنبات من منطقة الجذور داخل التربة إلى طبقة المياه الجوفية تحت تأثير الري والمطر، مما يؤدي إلى سرعة تلوثها. تم قياس نفاذية التربة بالحقل باستخدام تجربة الاسطوانة المضاعفة لمعرفة تصريف التربة، في عدة مواقع من منطقة الدراسة. بينت النتائج جدول (9) والأشكال (3،4،5)، أن التربة الزراعية في موقع البحث هي معتدلة إلى عالية النفاذية، مقارنة بجدول تصنيف الترب العالمي حسب النفاذية جدول(8)، [9].

الجدول رقم (8): تصنيف الترب الزراعية حسب نفاذية التربة

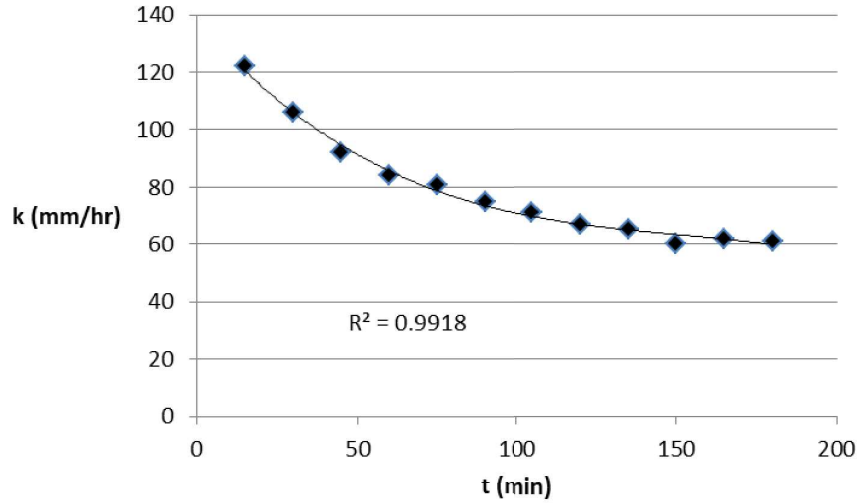
درجة التصريف	توصيف تصريف التربة	النفاذية (mm/h)
1	بطيئة جداً	<2
2	بطيئة التصريف	2-5
3	بطيئة إلى معتدلة	5-20
4	معتدلة التصريف	20-60
5	معتدلة إلى سريعة التصريف	60-120
6	سريعة التصريف	120-240
7	سريعة جداً بالتصريف	>240

الجدول رقم (9): قياس نفاذية التربة بالحقل باستخدام الاسطوانة المضاعفة

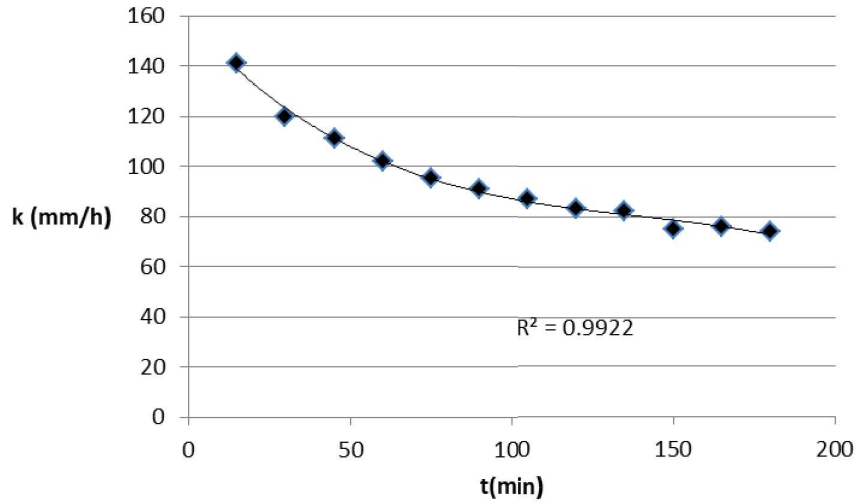
العينة (3) النفاذية (mm/h)	العينة (2) النفاذية (mm/h)	العينة (1) النفاذية (mm/h)	زمن بدء التجربة (min)
141	122	135	15
120	106	112	30
111	92	97	45
102	84	89	60
95	81	86	75
91	75	82	90
87	71	74	105
83	67	68	120
82	65	63	135
75	60	58	150
76	62	60	165
74	61	59	180



الشكل رقم (3): نتائج قياس نفاذية التربة في الحقل للعينة (1)



الشكل رقم (4): نتائج قياس نفاذية التربة في الحقل للعينة (2)



الشكل رقم (5): نتائج قياس نفاذية التربة في الحقل للعينة (3)

الطبيعة الجيولوجية لمنطقة البئر:

تبين من الاطلاع على مواصفات بئر (كفرعايا)، أن عمقه يصل حتى 200m، ويقسم المقطع الليتولوجي إلى أربع طبقات، الطبقة الأولى تربة زراعية وعمقها 2m، والطبقة الثانية عبارة عن مارل غضاري مع مستويات حصى ورمال وحجر كلسي غضاري، وذلك حتى العمق 50m، ثم تبدأ الطبقة الثالثة التي تتكون من بازلت وبازلت مثقب ومستويات غضارية رقيقة وذلك حتى العمق 130m، ثم الطبقة الأخيرة وهي عبارة عن مارل وحجر كلسي غضاري حتى العمق 200m. ويبلغ المنسوب الستاتيكي للبئر 73m، والمنسوب الديناميكي 79.32m، وعمق تركيب المضخة 100m، وغزارة البئر 36m³/h. يبين الجدول (10) نتائج تحليل مياه بئر كفرعايا من عام 2004 وحتى عام 2016 وذلك حسب البيانات المتوفرة من المؤسسة العامة لمياه الشرب بمحافظة حمص.

الجدول رقم (10): تراكيز النترات في بئر كفرعايا من عام 2004 وحتى عام 2016

ملاحظات	تركيز النترات	تاريخ تحليل العينة
تجاوزت الحد المسموح	128.2	2004
تجاوزت الحد المسموح	65.4	2005
تجاوزت الحد المسموح	60.9	2006
تجاوزت الحد المسموح	51.2	2008
لم تتجاوز الحد المسموح	35.8	2010
لم تتجاوز الحد المسموح	22.4	2011
لم تتجاوز الحد المسموح	45.4	2013
لم تتجاوز الحد المسموح	41.4	2016

نلاحظ من الجدول (10) أن تركيز النترات في مياه البئر تميل إلى الانخفاض من عام 2004 إلى عام 2016، حيث تجاوزت عينات المياه المأخوذة من البئر المخصص لمياه الشرب في منطقة البحث الحد الطبيعي المسموح به لمياه الشرب وهو (50mg/L)، وذلك من عام 2004 وحتى عام 2008 ويعود السبب إلى كثافة الأنشطة الزراعية التي تستخدم السماد الأزوتي في تلك الفترة، ثم انخفضت التراكيز إلى أقل من ذلك حتى عام 2016، نتيجة تخفيف النشاط الزراعي.

5- المناقشة:

بينت الاستقصاءات أن هناك نسبة زيادة في عيار الري بين حاجة النبات والمطبق على المحاصيل الزراعية، يتراوح 20% لمحصول القمح و35% لنبات اليانسون و60% لمحصول البطاطا (جدول 5). ويسبب هذا الفرق بين عيار الري المطلوب والعيار المعطى في الحقل هدراً بمياه الري في تربة ذات نفاذية عالية وجيدة الصرف، ناقلاً معه محلول النترات إلى المياه الجوفية. حيث زيادة عدد السقايات يمكن التقليل من عيار السقاية، وبالتالي الحد ما أمكن من الصرف الشاقولي ضمن التربة من منطقة الجذور باتجاه المياه الجوفية. حيث يمكن زيادة عدد سقايات القمح إلى 6 سقايات عيار 75mm بدلاً من 150mm، وزيادة عدد سقايات البطاطا إلى 8 سقايات بعيار 50mm بدلاً من 100mm، وزيادة عدد سقايات اليانسون إلى 9 سقايات بعيار 60mm بدلاً من 90mm، كما هو موضح في الجدول (11). تسبب عيارات الري الكبيرة زيادة الصرف الشاقولي وانتقال سريع لسماد النترات والمحلول مع مياه الري إلى المياه الجوفية مسبباً تلوثها، علماً أن القمح واليانسون يروى بالري، في حين أن البطاطا تروى بالتنقيط.

كما بينت التجارب التي أجريت على تربة الموقع، أنها تربة لومية طينية عالية المسامية وأنها معتدلة إلى عالية النفاذية، مما يساهم في سرعة انتقال الملوثات في التربة إلى المياه الجوفية، وتحديد النترات بسبب قدرته العالية على الانتشار والذوبان السريع فضلاً عن بقية الملوثات، لا سيما أن السماد المعتمد من قبل المزارعين هو السماد الأزوتي. حيث أن انخفاض تركيز النترات في المنطقة في الفترة الممتدة من (2010 وحتى 2016) كانت بسبب توقف النشاطات الزراعية، وبالتالي انعدام التلوث الناتج عن السماد.

الجدول رقم (11): عدد السقايات و عيارات الري المقترحة للحد من الصرف الشاقولي

نوع المحصول	العيار الكلي للسقاية mm	عدد السقايات المقترحة	عيار السقاية الواحدة mm
قمح	450	6	75
بطاطا	400	8	50
يانسون	540	9	60

6- الاستنتاجات:

- أظهرت نتائج متابعة تحليل مياه بئر الشرب الجوفي في موقع الدراسة، أن زيادة النترات في المياه الجوفية ناتجة عن مصدر زراعي بسبب تطبيق عيارات خاطئة في التسميد والري.
- بينت نتائج البحث أن التربة عالية النفاذية في الموقع المدروس، ويسبب الصرف الشاقولي الناتج عن إعطاء كمية كبيرة من عيار الري، هدراً في المياه، وينتج عنه انتقال محلول الأزوت من التربة الزراعية إلى المياه الجوفية.
- إن تطبيق ري متكرر مع عيارات سقاية صغيرة، يحد من الصرف الشاقولي، وبالتالي من غسل التربة وتلوث المياه الجوفية.

7- التوصيات:

- يحتاج تقدير كمية الأزوت الراشحة من التربة الزراعية إلى البساط المائي إلى تطبيق أحد البرامج الإحصائية على الحاسوب، مثل برنامج CREAMS، (HYDRUS- 2D) وغيره.
- يستخدم المزارعون في منطقة الدراسة عيارات تسميد مقترحة من قبل مختصين بالموضوع، بدون معرفة كمية السماد الموجودة في التربة قبل البدء بالري، لذلك هناك ضرورة لمراقبة كمية النترات في التربة قبل إعطاء السماد الأزوتي والري.
- إن نتائج هذا البحث تخص منطقة الدراسة، ويجب إنجاز أبحاث أخرى إضافية في مواقع أخرى، من أجل الحصول على نتائج كاملة تسمح بالحفاظ على نوعية المياه الجوفية، لتبقى الآبار الجوفية صالحة للشرب وللاستخدامات الأخرى زراعية، صناعية... الخ.
- توصي هذه الدراسة إلى ضرورة الاستخدام المنظم للأسمدة الكيماوية وخصوصاً الأسمدة الأزوتية، في أراضي المنطقة، لما تشكله من خطورة على المياه الجوفية، حيث يجب أن تقتصر الكميات على حاجة النبات فقط.
- يوصي هذا البحث باستخدام طرق الري الحديثة (الري بالريذاذ والري بالتنقيط) مع عيارات ري صغيرة، وتطبيق الأسمدة مع الري بعيارات صحيحة، لتقليل الرشح والحد من انتقال النترات من التربة الزراعية إلى المياه الجوفية إضافة إلى التقليل من خسائر الأسمدة

8- قائمة المراجع:
المراجع العربية:

- 1- الجردى أحمد، الصالح خزامي، إعداد خرائط الخصائص الأساسية للتربة المحيطة ببحيرة الباسل (منطقة صافيتا) وتحديد مصادر التلوث باستخدام تقنية GIS، 2016، كلية الهندسة الزراعية، جامعة البعث، 70-94
- 2- بيانات داخلية من المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي، 2019، في محافظة حمص.
- 3- عودة محمود ، شمش سمير ، 2007 ، خصوبة التربة وتغذية النبات، الجزء العملي، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة البعث.
- 4- وزان أحمد، حسن رشا، 2016، "تقييم قابلية المياه الجوفية للتلوث حالة الدراسة: نبع ديفة"، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38)، العدد (3)
- 5- بيانات داخلية من مديرية الموارد المائية، 2019، في محافظة حمص.

المراجع الأجنبية: References

- [6] Komosa,A,Pacholack, E, Stafecka A, and Treder,W,1999 a," Changes in nutrient distribution in apple or chard soil as the effect of fertigation and irrigation". I. Anmoniumanl nitrates. J.Fruit and ornamental plant Res 7:27-40.
- [7] Siviero,p.,1999," Fertigation of tomatoes with the mobile bench irrigation system". Informatore Agrario 55: 79-82
- [8] Rushton, K. R (2003). Groundwater hydrogeology conceptual & computational models. Antony Rowe Ltd, Great Britain, 2003, 408.
- [9] Melissa, D. (14-5-2018), "Water Pollution: Everything You Need to Know" ،nrdc, Retrieved 16-9-2018. Edited.
- [10] Arslan Afzal, determination of permeability of given sand sample using permeability tester, Published on Dec 25, 2009