

Assessment the Quantity and Quality of Un confined Aquifer Resources Located Between Al-Sanawbar and Al-Kabir Al-Shimali Rivers

Dr. Houssam Sabbouh*

Dr. Raed Jafar**

Dr. Adel Awad***

Hadia Motawej****

(Received 22 / 4 / 2020. Accepted 13 / 8 / 2020)

□ ABSTRACT □

Water is one of the most valuable natural resources, and as a result of increased depletion of those resources with the development of human society, it has become necessary to monitor the quantity and quality of this water, and manage it in a good way.

The research aims to study the groundwater system in the area located between Al-Sanawbar and Al-Kabir Al-Shimali rivers, and to evaluate the groundwater resources in terms of quantity and quality, through conducting periodic measurements of the depths of the groundwater, and concentrations of nitrate and phosphate ions, in a monitoring network consisting of 30 wells distributed throughout the research area.

The results of the study showed a fluctuating in the depths of groundwater ranging between 0.35 and 17.6 m, and that groundwater generally drains towards river valleys and the sea. The results indicated that the values of the monthly average of nitrate ion exceeded the permissible standards for drinking water in 43% of the studied wells, and 17% of wells exceeded the required standards for irrigation water according to the Syrian standard specification. As for the phosphate anion, it exceeded the permissible standards for drinking water in 40% of the wells, while all wells achieved the required standards for irrigation water.

Keywords: groundwater, nitrate, phosphate, Al-Sanawbar river, Al-Kabir Al-Shimali River.

*Associate Professor - Department of Environmental Engineering - Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria. houssamsabbouh@yahoo.com.

**Associate Professor - Department of Environmental Engineering - Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria. raedjafar@yahoo.fr.

***Professor - Department of Environmental Engineering at the Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria. adelrawad49@yahoo.com.

****Postgraduate Student (Phd)- Department of Environmental Engineering at the Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria. hadia3m@yahoo.com.

تقييم موارد المياه الجوفية الحرة الواقعة بين نهري الصنوبر والكبير الشمالي كماً ونوعاً

د. حسام صبوح*

د. رائد جعفر**

د. عادل عوض***

هاديا متوج****

(تاريخ الإيداع 22 / 4 / 2020. قُبِلَ للنشر في 13 / 8 / 2020)

□ ملخص □

تعد المياه من أئمن الموارد الطبيعية، ونتيجة الاستنزاف المتزايد لمواردها المتاحة مع تطور المجتمعات البشرية، أصبح من الضروري مراقبة كمية ونوعية هذه المياه وإدارتها بشكل جيد. يهدف البحث إلى دراسة نظام المياه الجوفية في المنطقة الواقعة بين نهري الصنوبر والكبير الشمالي، وتقييم موارد المياه الجوفية فيها كماً ونوعاً، من خلال إجراء قياسات دورية لأعماق توضع المياه الجوفية ولتراكيز شوارد النترات والفوسفات، في شبكة رصد مؤلفة من 30 بئراً موزعة في أرجاء منطقة البحث. أظهرت نتائج الدراسة تأرجح أعماق توضع المياه الجوفية بين 0.35 و 17.6 م، وأن المياه الجوفية تتصرف بشكل عام باتجاه الأودية النهرية والبحر. كما بينت النتائج أن قيم المتوسط الشهري لشاردة النترات قد تجاوزت المعايير المسموحة لمياه الشرب في 43 % من الآبار المدروسة، و 17 % منها تجاوزت المعايير المطلوبة لمياه الري وفق المواصفة القياسية السورية. أما بالنسبة لشاردة الفوسفات فقد تجاوزت المعايير المسموحة لمياه الشرب في 40 % من الآبار، في حين حققت جميع الآبار المعايير المطلوبة لمياه الري.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، النترات، الفوسفات، نهر الصنوبر، نهر الكبير الشمالي.

* أستاذ مساعد - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** أستاذ مساعد - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** أستاذ - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

**** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

مقدمة:

يشهد العالم طلباً متزايداً على المياه بمختلف استخداماتها، فقد أصبحت مصادر المياه في ضوء التزايد السكاني الكبير عرضةً للتلوث وخطر التلوث. إذ تؤدي قلة الموارد المائية المتاحة مقارنةً بالاحتياجات المطلوبة، إضافةً للاستخدام العشوائي وغير المدروس لها، إلى النقص الكبير في كمية تلك الموارد واستنزافها. هذا بالإضافة إلى تأثير جودة ونوعية مياهها، حيث تتعدد مصادر تلوث المياه الجوفية في ظل واقعٍ توسعت فيه النشاطات البشرية في مختلف قطاعات الصناعة والزراعة والطاقة، فبرزت مشاكل تلوث المياه بالصرف الصحي والصناعي والزراعي، بالإضافة إلى مشكلة انتشار المكبات العشوائية للنفايات الصلبة والتي ينجم عن تحلل النفايات فيها تشكل الرشاحة التي تكون مشبعة بشتى أنواع الملوثات الخطرة والسامة والعناصر الثقيلة وغيرها [1].

هناك العديد من الدراسات التي تناولت دراسة ظروف توضع المياه الجوفية وتقييم مواردها، ففي بحث أجري بهدف دراسة الظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية لمنطقة برج اسلام، بينت القياسات في شبكة رصد مؤلفة من 24 بئراً تأرجح مناسيب المياه الجوفية بين 0.62 و 20 متراً، بسبب التغذية الراشحة من مياه الأمطار شتاءً، وتسرب مياه شبكات الري صيفاً [2]. كما تناولت دراسة أخرى تقييم الخصائص الهيدروجيولوجية للمنطقة الواقعة بين نهري مرقية والحصين، فتراوحت تغيرات مناسيب المياه الجوفية في طبقات الكريتاسي بين (0-10) m، وتراوحت الناقلية الكهربائية بين (400-900) $\mu.s/cm$ [3]. وفي دراسة أخرى تم بناء نموذج رياضي يحاكي الظروف الهيدروجيولوجية للحوامل المائية في المنطقة الواقعة بين نهري الكبير الشمالي والصنوبر، ويدرس الإدارة الكمية لموارد المياه الجوفية باستخدام نموذج Modflow من برنامج GMS، وبعد تصميم النموذج ومعايرته تم اقتراح عدة خطط استثمارية (سيناريوهات)، بهدف الوصول إلى إدارة مثلى لموارد المياه الجوفية المتاحة في المنطقة حتى عام 2040 [4].

وربطت العديد من الدراسات تلوث المياه بالأنشطة البشرية المختلفة، ففي دراسة حول مصادر تلوث المياه الجوفية في الساحل السوري لوحظ وجود تلوث عضوي وكيميائي للمياه الجوفية، وكان من أبرز مصادر التلوث الكيميائيات الزراعية والرمي العشوائي للمخلفات البشرية، وتسميد بساتين الحمضيات، بالإضافة إلى صرف الملوثات الناتجة عن المدن (مخلفات المعامل ومجاري الصرف الصحي) في الأنهار وسط الأراضي الزراعية [5]. وتمثل الزراعة أكبر خطرٍ ملوثٍ للمياه الجوفية ومؤثرٍ على نوعيتها، ونتيجةً لعقود من استخدام الأسمدة الكيميائية والعضوية تم توثيق زيادة كبيرة في تراكيز المغذيات في كلٍ من الآبار وأنظمة المياه الجوفية [6]، ففي دراسة أجريت لتقييم جودة المياه الجوفية لأغراض الشرب في المناطق الريفية المحيطة بمنجم نحاس في ولاية جنوب الهند، معظم العينات التي حللت كانت فوق الحدود المسموح بها لمياه الشرب حسب منظمة الصحة العالمية (WHO) وقد أعزي ذلك إلى التجوية من الصخور، ومخلفات المناجم، وإلى التلوث بمياه الصرف الصحي والزراعة المكثفة [7]، كما أجريت دراسة في فلسطين لتقييم تأثير الأنشطة البشرية على جودة المياه الجوفية، وبينت نتائج الدراسة أن الآبار الملوثة تقع ضمن المناطق المأهولة بالسكان، وتجاوز تركيز النترات الحد المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية في 55 % من الآبار، وقد يعود السبب إلى وجود هذه الآبار ضمن أراضٍ زراعية [8].

وقد تناولت عدة دراسات التلوث في حوض نهر الكبير الشمالي، فقد بينت نتائج دراسة رصدت تأثير النشاط البشري على جودة المياه السطحية والجوفية في بعض القرى الممتدة على طول مجرى نهر الكبير الشمالي، وجود تلوث كيميائي في العديد من الآبار، وارتفاع قيم تراكيز بعض الشوارد لاسيما النترات والفوسفات بجوار مصبات الصرف الصحي في نهر الكبير الشمالي، ونتيجة الاستخدام الجائر للأسمدة في البساتين المحاذية لمجرى النهر [9]، وفي

دراسة أخرى أجريت بهدف تقييم جودة مصادر المياه السطحية والجوفية الواقعة في جوار مكب النفايات في قرية البصة وتحديد مدى صلاحيتها للشرب والرّي، تبين أن قيم البارامترات كافة (BOD_5 ، NO_3^- ، NH_4^+ ، Cd ، Pb ، Ni) في مياه الأنهار والآبار المدروسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها لمياه الشرب، في حين حققت المعايير المطلوبة لمياه الري باستثناء بعض قيم شاردة النترات وبعض قيم العناصر الثقيلة في مياه كل من الأنهار والآبار المدروسة [10].

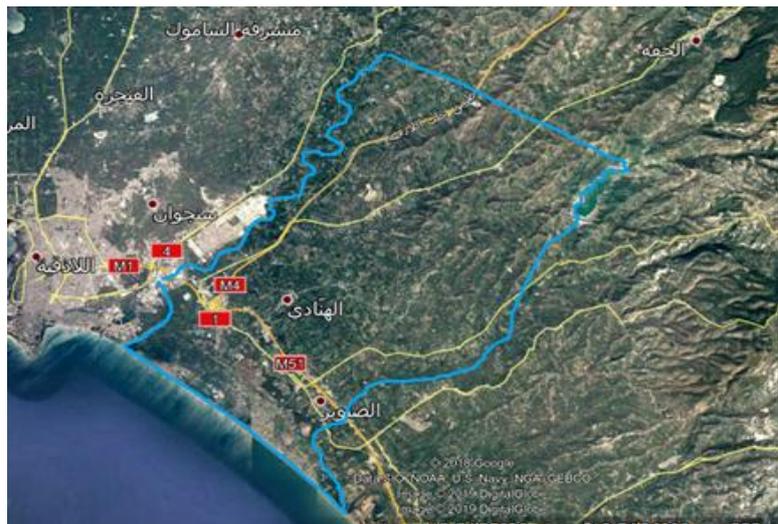
أهمية البحث وأهدافه:

تُعدّ المنطقة الواقعة بين نهري الصنوبر والكبير الشمالي من المناطق الزراعية المهمة في محافظة اللاذقية، بالإضافة إلى أنها تضم عدداً لا بأس به من القرى والتجمعات السكنية، وبالتالي يتطلب تطويرها تأمين مياه جيدة كمّاً ونوعاً لتلبية مختلف الاحتياجات، من هنا تأتي أهمية هذا البحث والذي تتمثل أهدافه في المساهمة بدراسة وتقييم نظام المياه الجوفية في المنطقة المدروسة كمّاً من خلال مراقبة تغيرات أعماق توضع المياه الجوفية في شبكة مراقبة مؤلفة من 30 بئراً منتشرة في منطقة البحث، ونوعاً من خلال رصد أهم مؤشرات التلوث الموجودة فيها، وتقييم مدى ملاءمتها لأغراض الشرب والرّي. الأمر الذي سيساعد في وضع الخطط المثلى لإدارة موارد المياه الجوفية المتاحة في المنطقة المدروسة، واتخاذ التدابير الوقائية المناسبة التي تحقق التنمية المستدامة لتلك الموارد وتحميها من التلوث.

الموقع والمميزات العامة لمنطقة البحث

1- موقع منطقة البحث

تشكّل المنطقة المدروسة جزءاً من السهل الساحلي لمحافظة اللاذقية. حيث تمتد بين خطي عرض $35^{\circ}26'43''$ و $35^{\circ}36'42''$ شمال خط الإستواء، وبين خطي طول $35^{\circ}48'40''$ و $36^{\circ}01'09''$ شرق خط غرينتش، وتبلغ مساحتها حوالي 140 كم². يحد المنطقة المدروسة من الجنوب الغربي البحر المتوسط، ومن الشمال الغربي نهر الكبير الشمالي، ومن الجنوب الشرقي نهر الصنوبر، ومن الشمال الشرقي يحدها امتداد لعدد من التجمعات السكنية والقرى مثل غرناطة، صمنديل والدامات، ويبين الشكل (1) حدود منطقة الدراسة.



الشكل (1): حدود منطقة الدراسة.

2- الخصائص الهيدرولوجية والمناخية للمنطقة المدروسة

إن الوضع الهيدرولوجي لأية منطقة يعتمد بشكل أساسي على المناخ السائد فيها، وعلى البنية الجيولوجية لها وشكلها الطبوغرافي. حيث تتطلب الدراسة الهيدرولوجية تجميع بيانات عن درجة الحرارة، والهطل المطري، والرطوبة، وسرعة الرياح.. وغيرها ويجري جمع تلك البيانات من محطات الأرصاد الجوية [11].

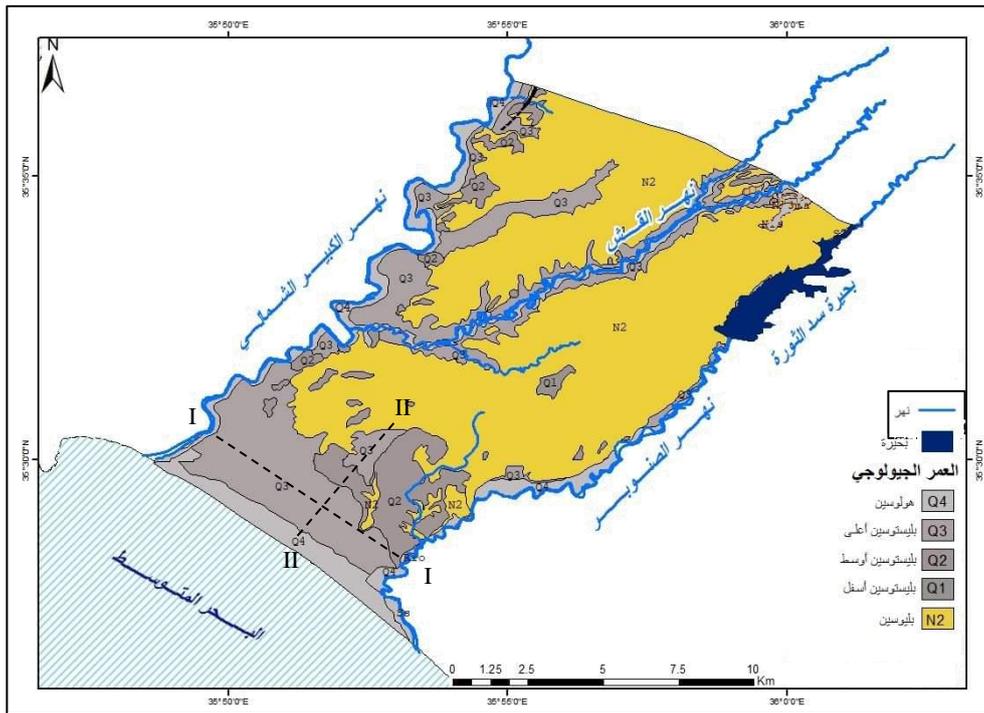
تمت دراسة الخصائص المناخية للمنطقة المدروسة استناداً إلى معطيات محطات الأرصاد الجوية القريبة من منطقة الدراسة وهي محطتي بوقا وسد 16 تشرين. تمتاز منطقة الدراسة بمناخ متوسطي حار وجاف صيفاً، معتدل ورطب شتاءً. حيث يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء في منطقة الدراسة $19.47^{\circ}C$ ، وهي مرتفعة نسبياً في الصيف لتصل إلى أعلى قيمة لها في شهر آب $28.4^{\circ}C$ ، أما أصغر قيمة لها فسجلت شتاءً في شهر كانون الثاني $9.5^{\circ}C$ ونادراً ما تنخفض درجة الحرارة تحت $0^{\circ}C$. أما الهطل المطري فهو يتوزع بشكل غير منتظم في أراضي المنطقة، حيث تهطل معظم الأمطار في الفترة ما بين شهري كانون الأول وشباط، والقليل منها خلال أشهر تشرين الأول وتشرين الثاني وآذار ونيسان، ومن النادر أن تحصل هطولات في أشهر الصيف، ويبلغ متوسط الهطل المطري السنوي حوالي 812.45 مم. كذلك يتميز مناخ المنطقة برطوبة مرتفعة نسبياً طوال فترة السنة تتراوح بين (60-75)%، ويبلغ المعدل السنوي للرطوبة 68 % حيث تبلغ قيمها الدنيا في أواخر الخريف، وقيمها العظمى في الصيف، وتتناقص كلما ابتعدنا عن سطح البحر باتجاه الداخل، ويسود المنطقة بشكل عام مناخ البحر المتوسط [12].

ويمكن تقسيم منطقة الدراسة وفقاً لطبيعة التضاريس فيها إلى منطقتين: الأولى منطقة السهل الساحلي ويتألف بدوره من سهل ملاصق لشاطئ البحر حيث تنمو أشجار الحمضيات، وتزرع الخضار بأنواعها، وتحده من الغرب تلول البحر المؤلفة من كتبان رملية حيث تنمو أشجار الصنوبر وبعض الأشجار الحراجية والحمضيات. والثانية: هي المنطقة التلالية، وفيها تزرع الحمضيات بكثرة بالإضافة إلى أشجار الزيتون وبعض الخضراوات. عموماً تتراوح الارتفاعات في منطقة الدراسة بين (3- 190) م [13].

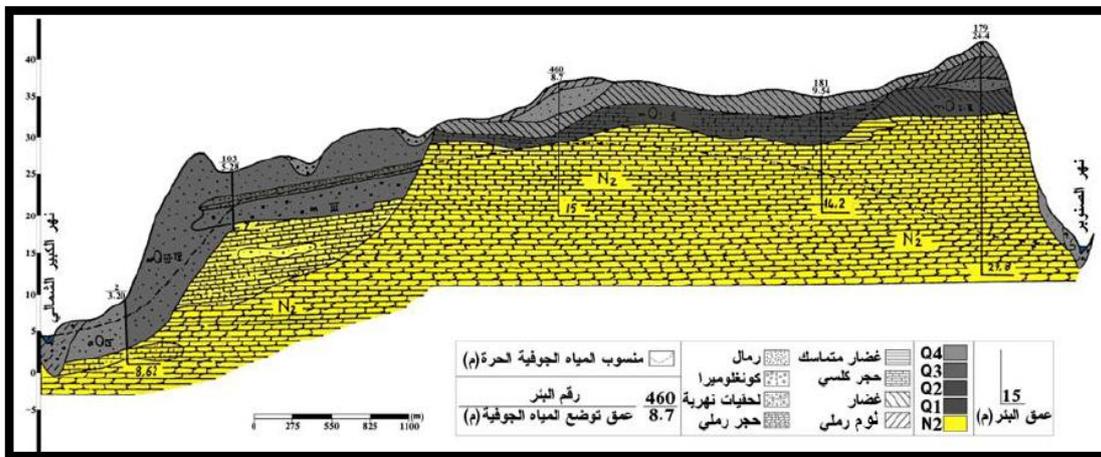
3- البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة

تعتبر البنية الجيولوجية من العوامل الأساسية التي تتحكم بالوضع الهيدرولوجي للمنطقة، حيث تُجرى الأبحاث الجيولوجية المائية لتعيين انتشار الطبقات الحاملة للمياه، وإيضاح انتمائها الطبقي وعمق تطبيقها، وتفيد في معرفة مساحة تغذيتها واتجاه حركة المياه الجوفية فيها.

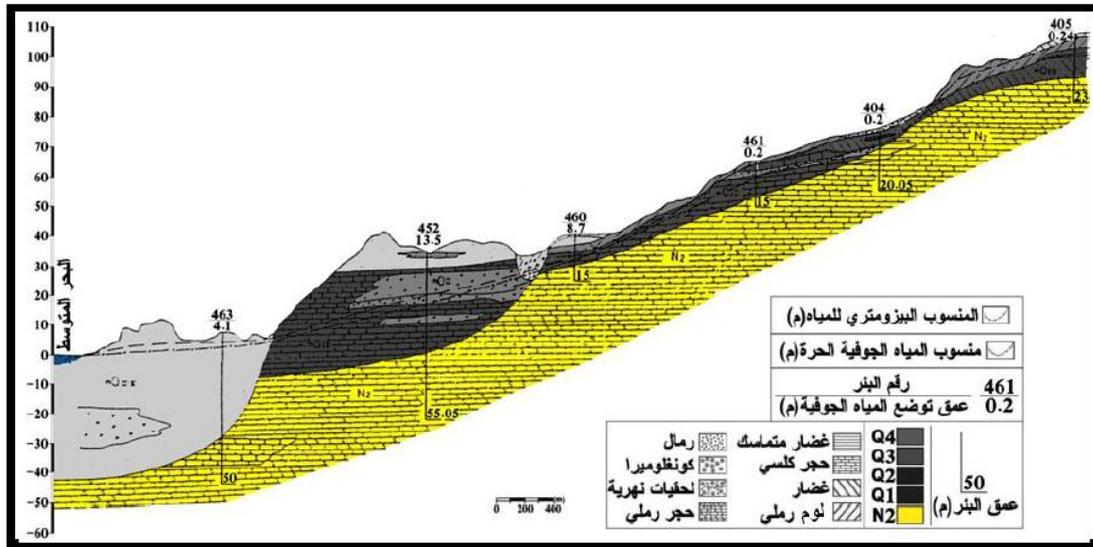
وبالنسبة لمنطقة الدراسة تمت دراسة البنية الجيولوجية اعتماداً على الخريطة الجيولوجية لرقعة كل من اللانقية وجبله والحفة بمقياس (1/50000) ومذكرتها الإيضاحية، ويبين الشكل (2) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة. ومن خلالها وجدنا أن تشكيلات الرباعي والنيوجين تتكشف بشكل أساسي في المنطقة، حيث تتألف التوضعات الرباعية من حجر رملي منطبق، وحجر رملي بحري، وكونغلوميرا نهري، وتوضعات ريفية. بينما التوضعات النيوجينية تتألف بشكل رئيسي من الغضار، والحجر الرملي، والحجر الكلسي الشبلي، والكونغلوميرا، كما هو موضح بالشكلين (3) و (4) [14].



الشكل (2): الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.



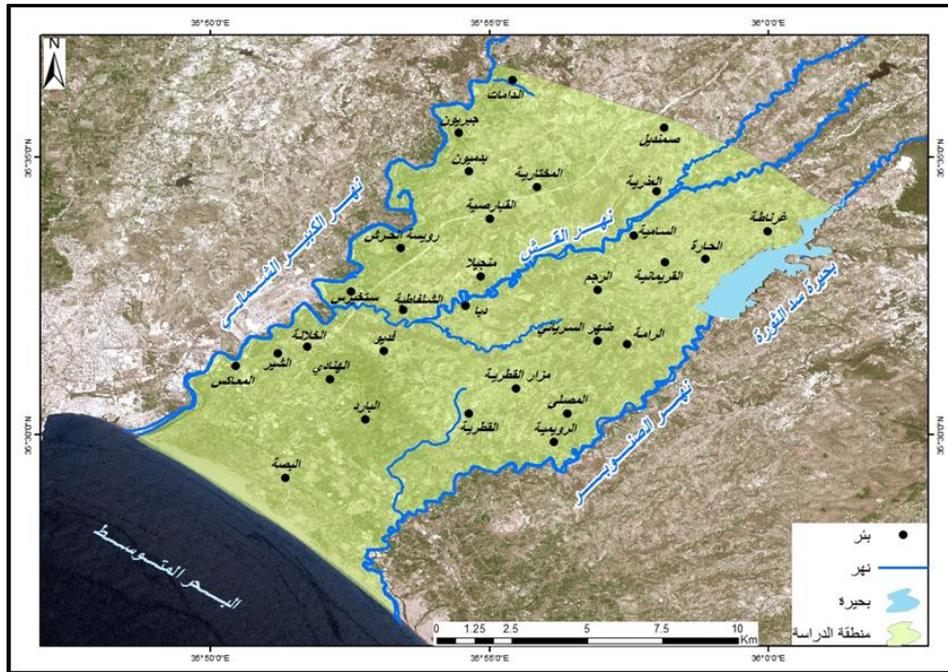
الشكل (3): المقطع الهيدروجيولوجي (I-I). [4]



الشكل (4): المقطع الهيدروجيولوجي (II-II). [4]

طرائق البحث ومواده:

اعتمدنا في إنجاز البحث على اختيار شبكة رصد مؤلفة من ثلاثين بئر مراقبة، حفرها المزارعون المحليون وموزعة في كافة أرجاء المنطقة حيث يبين الشكل (5) توزع آبار شبكة الرصد ضمن منطقة الدراسة.



الشكل (5): توزع آبار شبكة الرصد ضمن منطقة الدراسة.

شملت القياسات:

- 1- تحديد إحداثيات الآبار على المحاور X و Y، وكذلك تحديد ارتفاع فوهات تلك الآبار عن سطح البحر (Z)، بدقة ± 0.5 سم، باستخدام جهاز تحديد المواقع الجغرافية GPS من نوع GARMIN الموضح بالشكل (6).
- 2- قياس عمق تواضع المياه الجوفية في الآبار باستخدام جهاز قياس الأعماق المبين بالشكل (7) وهو عبارة عن جهاز كهربائي ضوئي، مزود بكابل طوله 200 متر، مدرج بالسنتيمتر، دقة القياس فيه ± 0.5 /سم.



الشكل (7): جهاز قياس أعماق المياه الجوفية.



الشكل (6): جهاز تحديد المواقع الجغرافية GPS.

- 3- قياس تراكيز شاردتي النتريت والفسفات في عينات مياه الآبار باستخدام جهاز الفوتومتر من طراز palintest المبين بالشكل (8).



الشكل (8): جهاز الفوتومتر من طراز palintest.

جمع العينات:

قمنا بقطف عينات مائية من آبار شبكة الرصد المدروسة شهرياً على مدار عام كامل، وذلك لقياس تراكيز شاردة النترات NO_3^- وشاردة الفوسفات PO_4^{3-} في المياه الجوفية لتلك الآبار، حيث قمنا أولاً بضخ المياه من البئر لفترة وجيزة من الزمن، ثم غسلنا العبوة بالماء المقطر أولاً ثم بماء العينة عدة مرات ثم أغلقناها بإحكام بعد ملئها، مع تثبيت شريط ورقي لاصق على كل عبوة مدونٌ عليه: [رقم العينة - مكان قطف العينة- تاريخ قطف العينة].

أجريت التحاليل المخبرية في مخابر مديرية الموارد المائية باللادقية مع مراعاة عدة أمور منها: أن يكون حجم العينة كافياً لإتمام الإجراءات المخبرية، وأن تُحفظ العينة بحالتها أثناء الجمع، وأن نراعي عدم تعرضها لأي ملوثات تؤدي إلى تغيير خصائصها خلال الفترة منذ جمعها وحتى إجراء الاختبارات عليها [15].

النتائج والمناقشة:**1- دراسة تغيرات أعماق توضع المياه الجوفية في منطقة الدراسة**

حددنا أولاً إحداثيات آبار شبكة الرصد المدروسة على المحاور X، Y، Z باستخدام جهاز GPS، ثم قمنا بإجراء القياسات الدورية لأعماق توضع المياه الجوفية في جميع الآبار شهرياً على مدار عام كامل بدءاً من شهر نيسان للعام 2018 وحتى شهر آذار للعام 2019 باستخدام جهاز قياس الأعماق، ونظمتنا نتائج تلك القياسات، بالإضافة إلى تحديد الطبقة الحاملة للمياه الجوفية التي يخترقها كل من آبار المراقبة في الجدول (1).

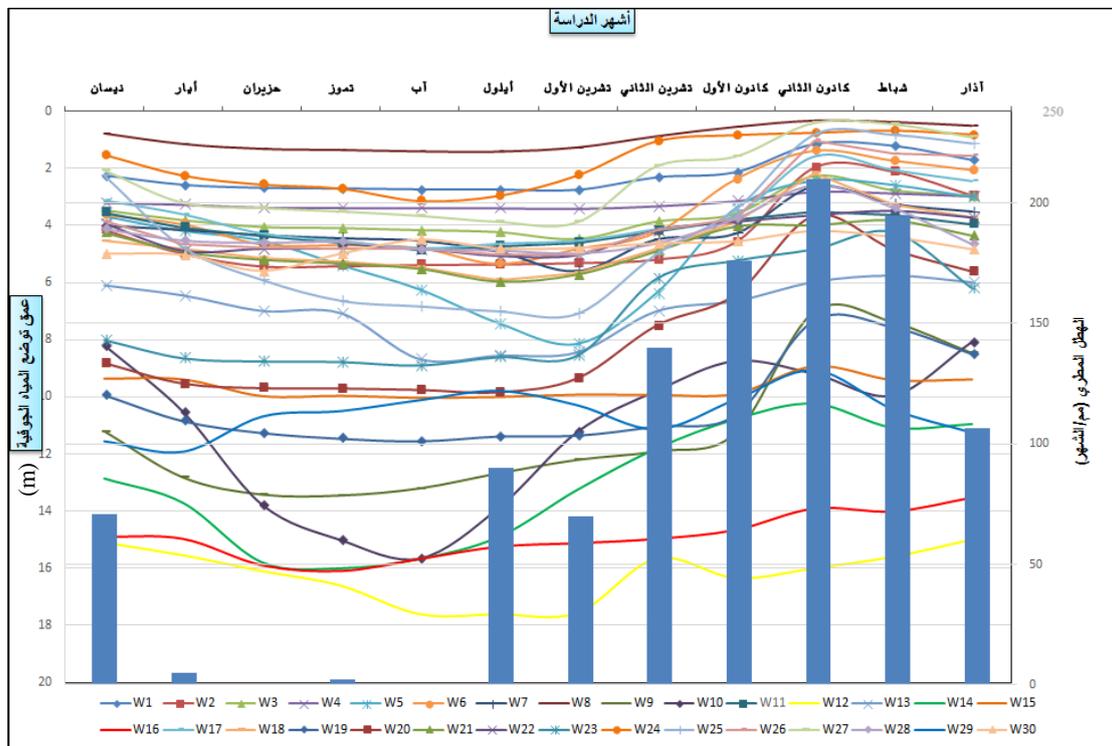
الجدول (1): قيم متوسطات أعماق ومناسيب المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد المدروسة.

رقم البئر	موقع البئر	إحداثيات البئر Log/lat seconds		ارتفاع فوهة البئر عن سطح البحر Z (m)	الطبقة الحاملة للمياه الجوفية	متوسط عمق توضع المياه الجوفية في البئر (m)	متوسط المنسوب المطلق للمياه الجوفية في البئر (m)
		N	E				
1	البصة	35°29'12.9"	35°51'20.8"	9	Q3	2.26	6.74
2	البارد	35°30'16.7"	35°52'46.8"	66	Q3	4.41	61.59
3	الهنادي	35°30'59.5"	35°52'8.8"	64	Q2	3.66	60.34
4	فديو	35°29'15.0"	35°52'31.6"	78	N2	3.21	74.79
5	القطرية	35°30'23.1"	35°54'37.5"	88	N2	4.79	83.21
6	مزار القطرية	35°30'49.8"	35°55'28.3"	136	N2	3.64	132.36
7	الرويمية	35°29'33.5"	35°56'10.3"	32	N2	4.19	27.82
8	المصلى	35°30'22.6"	35°56'23.4"	85	N2	0.97	84.03
9	ضهر السرياني	35°31'41.6"	35°56'55.8"	159	N2	11.26	147.74
10	الرامة	35°31'37.6"	35°57'27.9"	158	N2	11.18	146.82
11	الرجم	35°32'36.4"	35°56'55.8"	90	N2	4.16	85.84
12	القريمانية	35°33'6.3"	35°58'7.9"	129	N2	16.23	112.77
13	السامية	35°33'35.0"	35°57'35.1"	75	Q3	6.97	68.03
14	الحارة	35°33'9.6"	35°58'51.4"	140	N2	13.08	126.92
15	العذرية	35°34'17.5"	35°58'11.1"	105	Q3	9.67	95.33
16	غرناطة	35°33'39.9"	35°59'58.6"	159	N2	14.90	144.10
17	الخلاة	35°31'35.0"	35°51'44.4"	79	N2	3.63	75.37

33.44	4.56	Q3	38	35°32'14.9"	35°53'27.4"	الشلاطية	18
26.77	10.23	Q3	37	35°32'19.8"	35°54'34.4"	دبا	19
57.10	7.90	Q3	65	35°32'51.2"	35°54'50.6"	منجيبلا	20
85.17	4.83	N2	90	35°33'53.4"	35°55'0.4"	القباصية	21
39.63	4.37	Q3	44	35°34'28.0"	35°55'51.2"	المختارية	22
130.79	7.21	N2	138	35°35'32.1"	35°58'7.4"	صمنديل	23
6.19	1.81	Q3	8	35°31'14.1"	35°50'27.7"	المعاكس	24
29.70	4.30	N2	34	35°31'27.4"	35°51'12.8"	الشير	25
9.25	3.75	Q3	13	35°32'34.4"	35°52'31.0"	ستخريس	26
21.60	2.40	Q3	24	35°33'21.3"	35°53'24.8"	رويسة الحرش	27
90.71	4.29	Q2	95	35°34'45.3"	35°54'37.2"	بدميون	28
93.43	10.57	Q3	104	35°35'26.1"	35°54'27.1"	حبريون	29
105.23	4.77	Q2	110	35°36'23.5"	35°55'24.9"	الدامات	30

من خلال الجدول (1) نلاحظ أن قيم المتوسط الشهري لأعماق تواضع المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد تتراوح ضمن المجال [0.97–16.23] m، حيث بلغت قيمة أقل عمق لتواضع المياه الجوفية في شهر كانون الثاني 0.35 m في البئر رقم (8)، في حين سُجلت أكبر قيمة لعمق تواضع المياه الجوفية 17.6 m في البئر رقم (12) وذلك في شهري آب وأيلول.

كما قمنا بتمثيل تغيرات أعماق تواضع المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد بيانياً وفق الشكل (9)، مرفقين معها تغيرات الهطول المطري الشهري خلال نفس الفترة من أجل المقارنة.



الشكل (9): تغير قيم أعماق تواضع المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد (m) مع تغيرات الهطول المطري الشهري خلال فترة الدراسة.

من خلال المقارنة بينهما نلاحظ وجود ارتباط مباشر لتغيرات أعماق تواضع المياه الجوفية مع الهطولات المطرية، حيث أن نظام المياه الجوفية في المنطقة المدروسة يتسم بوجود استجابة سريعة من قبل أعماق تواضع المياه الجوفية في أغلب الآبار المدروسة مع التغيرات في كمية الهطولات المطرية، حيث تقل هذه الأعماق خلال فترة الشتاء وتزيد خلال فترة الصيف، وتختلف مدة استجابة مناسيب المياه الجوفية لكمية الهطل المطري من منطقة إلى أخرى في أرجاء منطقة الدراسة، ويتأثر ذلك بعدة عوامل منها:

- 1- درجة انحدار التضاريس، حيث ترتفع مناسيب المياه الجوفية بعد فترة قصيرة من هطل الأمطار في المناطق الأقل انحداراً.
- 2- نفاذية الصخور التي تعلو منسوب المياه الجوفية، إذ ترتفع المناسيب بشكل أسرع في المناطق التي تنتشر فيها تربة وصخور نفوذة، وتقل فيها النباتات، وحيث تُستخدم الأراضي للزراعة وتنتشر فيها المصاطب الزراعية. الأمر الذي يجعل المياه الجوفية عرضة للتلوث السريع بعد هطل الأمطار، خاصةً في الأرجاء التي تنتشر فيها صخور عالية النفوذية.
- 3- عمق سطح المياه الجوفية، حيث تتعلق مدة الاستجابة بالمسافة التي تستغرقها المياه المتسربة من الهطل المطري لتصل إلى سطح المياه الجوفية.

4- مدى غزارة الأمطار وتوزعها ومدة استمرارها، وكمية المياه الجارية [16].

كما نلاحظ من الشكل (9) عدم توافق تغيرات الأعماق في جميع الآبار، أي أن زيادة عمق المياه في بئر يوافقه أحياناً نقص في عمقها في بئر آخر، يمكن رد ذلك إلى جملة من العوامل التي يمكن أن تؤثر على عمق المياه في البئر، منها عوامل طبيعية تنتج من التأثيرات الهيدرولوجية والبيولوجية والظروف المناخية، والخصائص الرشحية للطبقات الحاملة للمياه الجوفية، والقرب والبعد من الشبكة النهرية وغيرها. وعوامل اصطناعية يساهم الإنسان في صنعها كقيامه بعمليات الري المختلفة، والغرض من استثماره للبئر، والإفراط في ضخ المياه من الطبقات الحاملة للمياه الجوفية. فمثلاً لدى سؤال أصحاب الآبار عن ذلك، تبين لنا أن بعض هذه الآبار يُستخدم بشكل محدود للري المساعد كون مالكيهم يعتمدون في ري أراضيهم على مشروع شبكة الري من سد 16 تشرين، في حين أن آبار أخرى تُستثمر بشكل أكبر، ويتم الاعتماد على مياهها بشكل أساسي لري المزروعات والمحاصيل الزراعية والأشجار المثمرة، بالإضافة للاستخدامات المنزلية، وللشرب أحياناً كما في البئر (29).

فاذاً تتغذى الطبقة الحاملة للمياه الجوفية بشكل أساسي على حساب التسرب من مياه الهطولات المطرية، ومياه الجريان السطحي، يُضاف إلى ذلك تسرب مياه الري من شبكة ري سد 16 تشرين في الأراضي الزراعية المروية المنتشرة بكثرة في منطقة الدراسة

نستنتج مما سبق أن نظام المياه الجوفية في المنطقة المدروسة هو من نوع النظام المناخي، الذي تلعب التغذية من خلال الهطولات المطرية الدور الأكبر في تشكيله، ويمكن أن يعزى ذلك إلى الأسباب التالية:

- 1- عمق التواضع القليل والقريب من السطح نسبياً في أغلب الآبار، ومنه نستنتج أن الطبقة الحاملة للمياه الجوفية منكشفة وقريبة من سطح الأرض نسبياً.
- 2- الصفات الرشحية الجيدة لطبقات التربة التي تخترقها هذه الآبار، وصفات النفوذية الجيدة (25_50 م/يوم) التي تتمتع بها تواضعات الرباعي للحقبة الحديثة [17].

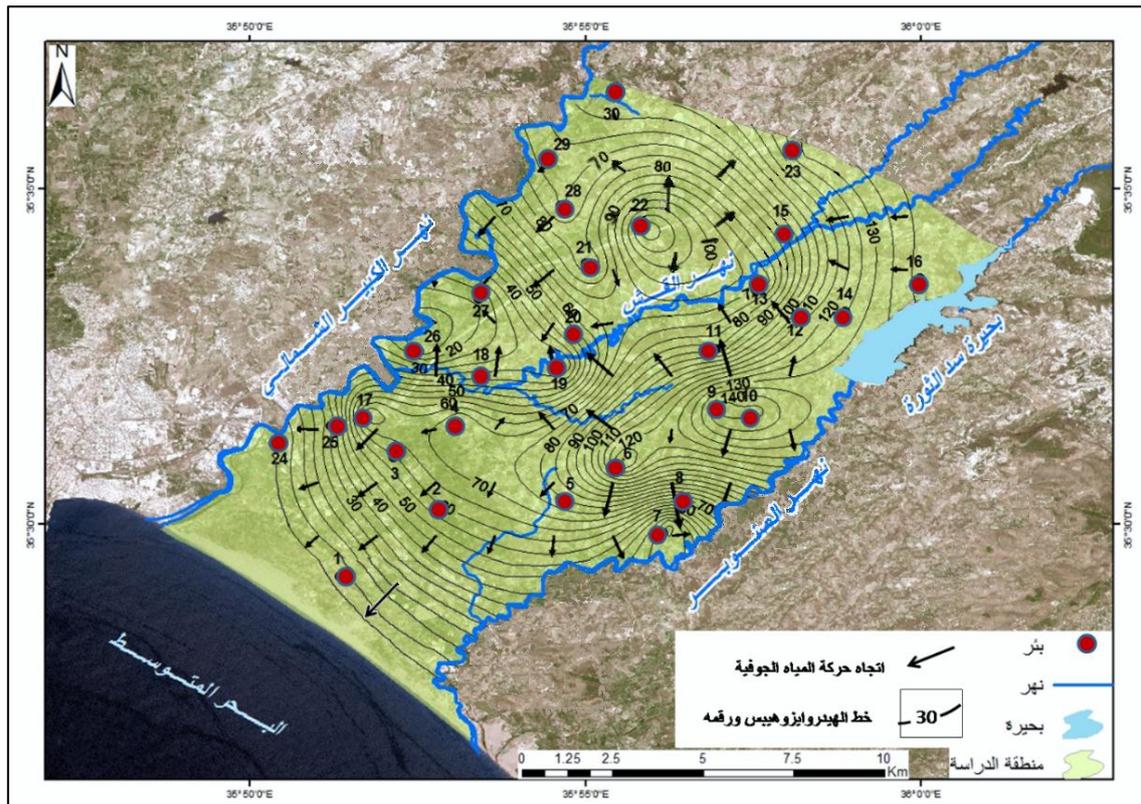
2- رصد الاتجاه العام لحركة المياه الجوفية

تخضع أشكال حركة المياه الجوفية في الصخور، وظروف تغذيتها وتشكلها ونظامها بالأساس إلى مجموعة من العوامل المختلفة أهمها:

- 1- جيولوجية (التركيب الليتولوجي للصخور، وكيفية توزيعها، والعوامل التكتونية المؤثرة عليها).
- 2- مورفولوجية (نمط وشكل تضاريس سطح الأرض).
- 3- مناخية (درجة الحرارة، الهائل المائي، التبخر).
- 4- هيدرولوجية (الشبكة الهيدروغرافية للأنهار، البحيرات، البحار).

وبناءً على ذلك يرتبط علم حركة المياه الجوفية بعلاقة وثيقة مع كثير من العلوم الأخرى مثل الستراتيغرافيا، التكتونيك، الجيوكيمياء، الجيومورفولوجيا، علم المناخ والطقس وغيرها. كما يرتبط أيضاً بشكل خاص بعلوم الهيدروليك، الهيدروديناميك وغيرها. أيضاً تتعلق حركة المياه في منطقة التهوية، بطبيعة العلاقة بين المياه والصخور، وبرطوبة هذه الصخور، وبالمسامية والتشقية [17].

هذا وتعتبر دراسة اتجاه حركة المياه الجوفية عاملاً أساسياً من عوامل تشكل التركيب الكيميائي للمياه الجوفية، لأن من أهم مظاهر تأثير اتجاه حركة المياه الجوفية على تركيبها الكيميائي، هو التغيرات في النمط الجيوكيميائي للمياه باتجاه الحركة [11]. ولرصد الاتجاه العام لحركة المياه الجوفية في منطقة دراستنا، قمنا برسم خارطة الهيدروايزوهيس (خارطة تساوي مناسيب المياه الجوفية) في منطقة الدراسة باستخدام برنامج 8 surfer، من خلال المعطيات التي تم رصدها خلال فترة الدراسة، وذلك باستخدام قيم المتوسط الشهري لمناسيب المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد، وهي مبينة في الشكل (10).



الشكل (10): خارطة تساوي مناسيب المياه الجوفية في المنطقة خلال فترة الدراسة.

من خلال تحليل خارطة الهيدروايزوهيبس لمتوسطات مناسيب المياه الجوفية في منطقة الدراسة، نلاحظ وجود اتجاه عام لحركة المياه الجوفية يساير الانحدار العام الطبوغرافي للمنطقة، حيث تشير الشبكة الهيدروديناميكية إلى أن المياه الجوفية تتصرف بشكل عام باتجاه الأودية النهرية وباتجاه البحر، ويشير تباعد المسافات بين خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية في القسم الجنوبي (منطقة السهل الساحلي)، إلى زيادة وتحسن الخواص الرشحية للطبقة الحاملة للمياه في هذا الجزء، حيث تراوحت قيم عامل الناقلية المائية بين (370-570) م²/يوم، وكذلك زيادة في كمية التغذية الراشحة من مياه الأمطار ومياه الري، بينما يدل تقارب هذه الخطوط على تردي هذه الخواص في القسم الشرقي والأوسط من منطقة الدراسة، حيث تتناقص قيمة التغذية الراشحة وكذلك قيمة عامل الناقلية المائية إذ لا تتجاوز (280) م²/يوم [4].

3- قياس تراكيز شاردة النترات (NO_3^-) وشاردة الفوسفات (PO_4^{3-}) في مياه آبار شبكة الرصد

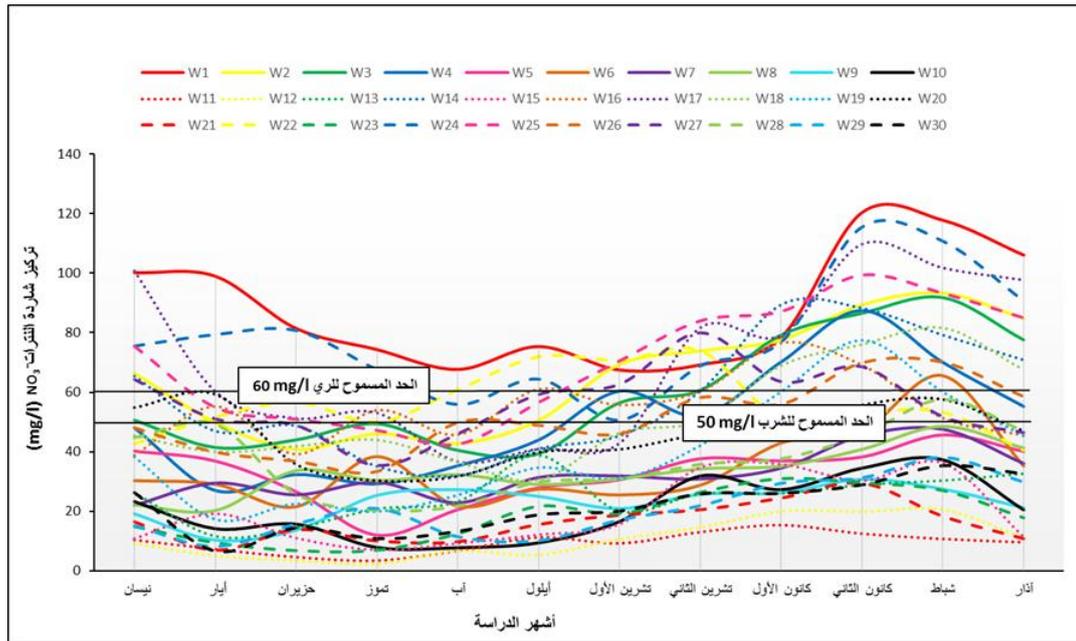
من أجل دراسة مدى تأثير نوعية المياه الجوفية بمصادر التلوث الموجودة في منطقة الدراسة، قمنا بقطف عينات مائية من آبار شبكة الرصد المدروسة شهرياً، على مدار عام كامل بدءاً من نيسان 2018 وحتى آذار 2019، وذلك لقياس أهم مؤشرات التلوث فيها والمتمثلة بشاردة النترات NO_3^- وشاردة الفوسفات PO_4^{3-} .

1- شاردة النترات NO_3^-

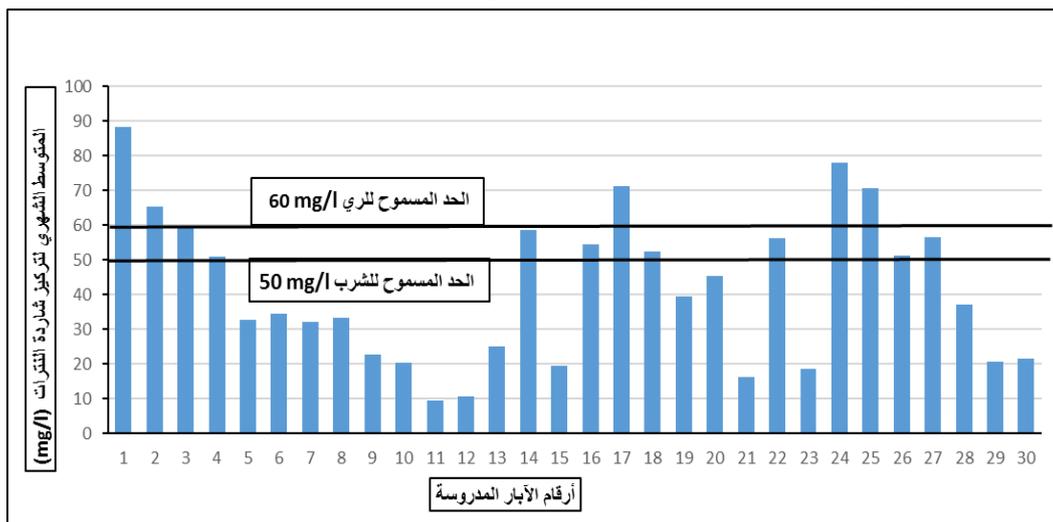
تعتبر النترات من أكثر الملوثات انتشاراً في المياه الجوفية، وهي مشكلة رئيسية في بعض طبقات المياه الجوفية الضحلة، والمصادر الرئيسية للنترات في المياه الجوفية هي مياه الصرف الصحي والصناعي، البقايا النباتية والمخلفات الحيوانية، بالإضافة إلى الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية والعشبية المستعملة في الأنشطة الزراعية [18].

يجب السيطرة على تركيز النترات في مياه الشرب، لأن الزيادة في تركيزها تسبب أمراضاً صحية فهي مادة محرضة على السرطان، كما أن الأمعاء لدى البشر يمكنها أن تقوم بكسر النترات وتحويلها إلى النتريت NO_2^- الذي يؤثر بدوره على قدرة خلايا الدم الحمراء على حمل الأكسجين، وبالتالي يسبب ما يعرف بالميثمغلوبينيميا لدى الرضع والحوامل (مرض ازرقاق الرضع) [20,19]. إن الحد الأقصى المسموح للنترات في مياه الشرب حسب المواصفات القياسية السورية هو 50 mg/l وفي مياه الري 60 mg/l [22,21].

قمنا بتمثيل نتائج التحاليل المخبرية لتغيرات تركيز شاردة النترات المقيسة شهرياً في عينات المياه الجوفية المقطوفة من آبار شبكة الرصد على مدار عام كامل وفق الشكل (11). كما قمنا بتمثيل المتوسطات الشهرية لتراكيز تلك الشاردة المقيسة في كل بئر من آبار شبكة الرصد المدروسة وفق الشكل (12).



الشكل (11): تغير قيم شاردة النتراة $(\text{mg/l}) \text{NO}_3^-$ في مياه آبار شبكة الرصد خلال أشهر الدراسة.

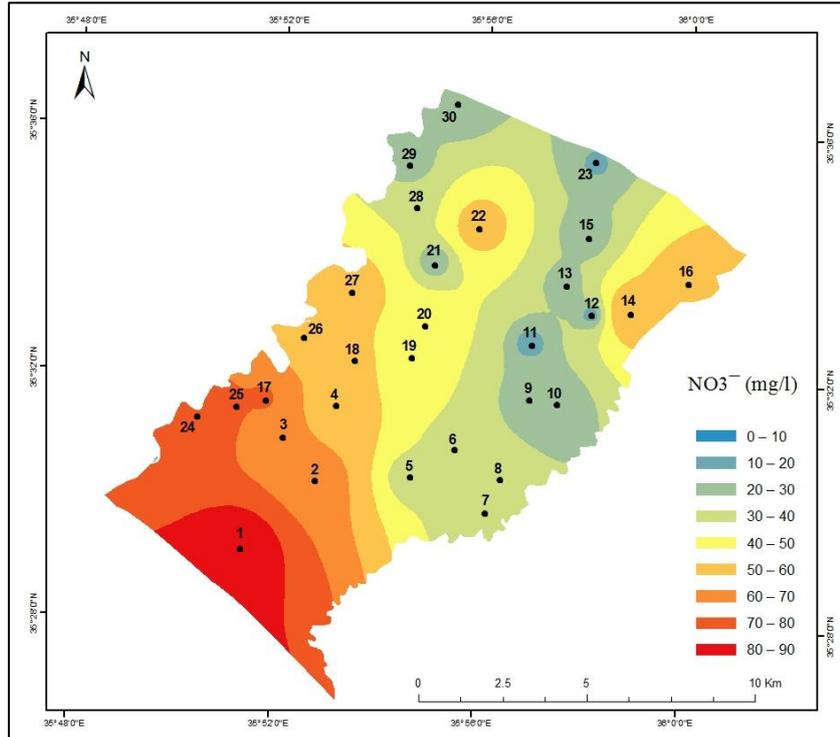


الشكل (12): تغير قيم المتوسطات الشهرية لشاردة النتراة $(\text{mg/l}) \text{NO}_3^-$ في مياه الآبار المدروسة.

- من خلال نتائج التحاليل المخبرية والمخططات البيانية نلاحظ ما يلي:
- سجلت أقل قيمة لتركيز شاردة النتراة 2.36 mg/l خلال شهر تموز في البئر رقم (12)، في حين سُجلت أكبر قيمة لها في البئر رقم (1) في شهر كانون الثاني، حيث بلغت 120.46 mg/l .
 - تتراوح قيم المتوسط الشهري لتركيز شاردة النتراة المقيسة في عينات مياه الآبار المدروسة ضمن المجال $[9.58 - 88.16] \text{ mg/l}$.
 - من الشكل (11) نلاحظ أن القيم العليا لتركيز شاردة النتراة في عينات مياه الآبار المدروسة، قد تركزت في فترة الشتاء، ويعزى ذلك إلى دور الهطولات المطرية التي تقوم بغسل آثار الأسمدة من التربة والأراضي الزراعية وتحملها مباشرة إلى خزان المياه الجوفية.

- من الشكل (12) نلاحظ تجاوز قيم المتوسط الشهري لتركيز شاردة النترات، الحد المسموح به لمياه الشرب 50 mg/l حسب المواصفة القياسية السورية في 43 % من الآبار المدروسة، بينما تجاوز 17 % من الآبار المعايير المطلوبة لمياه الري 60 mg/l [22,21].

وباستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS 10.5 (Geographic Information System)، ومنه Geostatistical analyst قمنا برسم خارطة التوزع المكاني لقيم المتوسطات الشهرية لتراكيز شاردة النترات في منطقة الدراسة، وهي مبينة في الشكل (13).



الشكل (13): خارطة التوزع المكاني لقيم المتوسطات الشهرية لشاردة النترات (NO_3^- (mg/l) في منطقة الدراسة.

من الشكل (13) نلاحظ تزايد تراكيز شاردة النترات من الشمال الشرقي لمنطقة الدراسة باتجاه الجنوب الغربي منها، كما نلاحظ تركيز القيم العليا لشاردة النترات في الأماكن التي تتواجد فيها مصادر للتلوث (مكب البصة في الجنوب، منطقة وجود عدد من المعامل في حوض نهر الكبير الشمالي غرب منطقة الدراسة، النشاطات الزراعية المختلفة التي تغطي معظم أرجاء المنطقة بشكل عام....).

وبالتالي يمكن أن يعزى ارتفاع تراكيز شاردة النترات في المنطقة المدروسة إلى عدة أسباب أبرزها:

- تسرب مياه الصرف الصحي إليها، فمن خلال مشاهداتنا أثناء القيام بالجولات الحقلية لإنجاز البحث، لاحظنا أن عدداً من منازل مالكي الآبار غير مخدمة بالصرف الصحي، وتعتمد على الجور الفنية التي غالباً ما تكون غير كتيمة، ونقيض محتوياتها في حال التأخر في إفراغها. كما لوحظ وجود تسرب لمياه الصرف الصحي من بعض الشبكات المخربة التي تحتاج إلى صيانة، أضف إلى ذلك وجود المصببات الرئيسية التي تصب في السواقي والأنهار مباشرة. ومنه يُرجح ارتباط ارتفاع تراكيز عدة شوارد في مياه الآبار ومنها شاردة النترات بتسرب مياه الصرف الصحي،

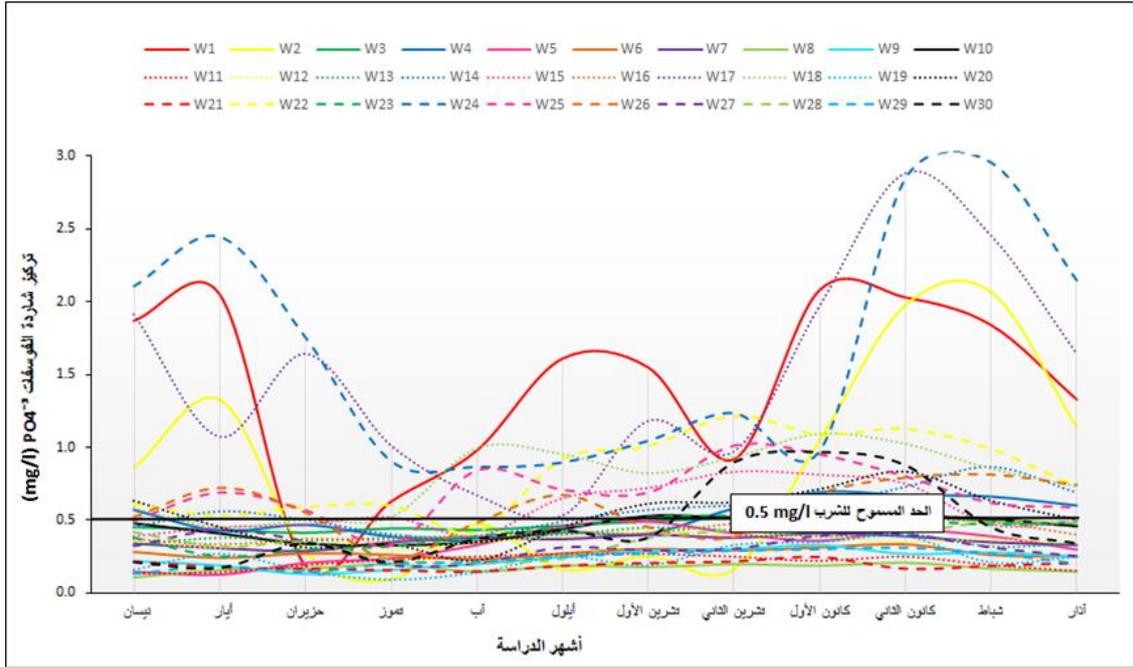
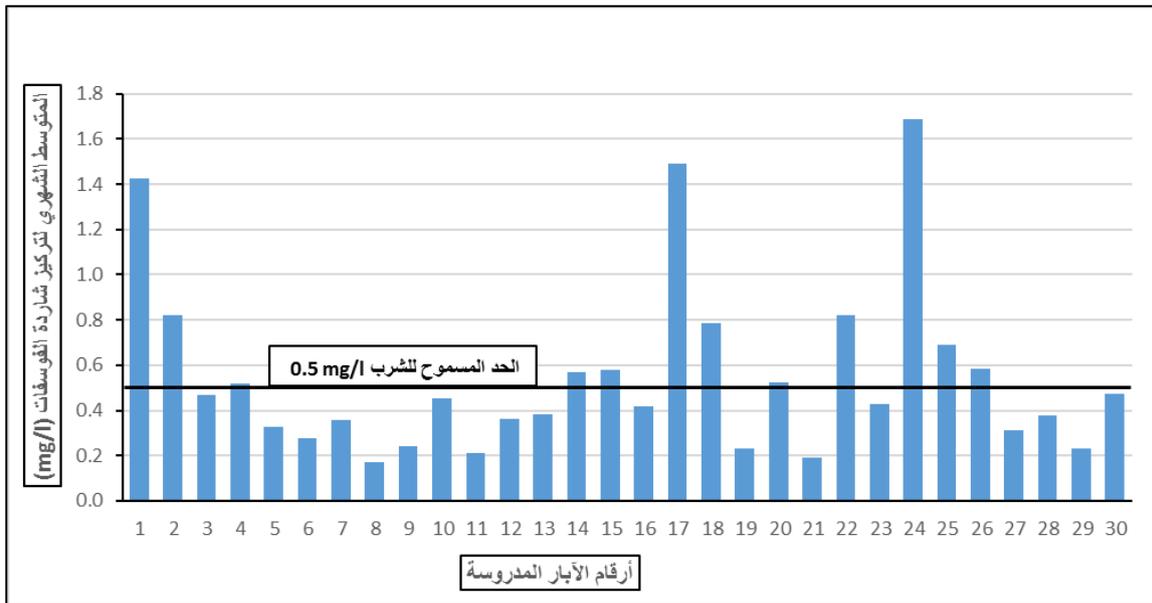
التي يمكن أن يصل تأثيرها بشكلٍ أو بآخر إلى طبقة المياه الجوفية الحرة، كون مياه الصرف الصحي تحتوي على كميات كبيرة من أملاح النترات [23].

- كما لوحظ وجود عدد من المداجن وحظائر الحيوانات في المنطقة، والتي ينجم عنها مخلفات للحيوانات والطيور من شأنها أيضاً أن تلعب دوراً في زيادة تراكيز شاردة النترات.
- يضاف إلى ذلك تأثير الأسمدة الأزوتية والمخصبات الزراعية المستخدمة بكثرة في الأراضي الزراعية والتي تتغسل من التربة بفعل الهطولات المطرية ومياه الري الزائدة وتصل إلى خزان المياه الجوفية مباشرةً.
- ولا يخفى على أحد الأثر الناجم عن مكب البصّة الذي يتوضع على الشريط الساحلي ضمن منطقة الدراسة، والذي يعد بؤرة ومشكلة بيئية متفاقمة، حيث أن الرشاحة المتسربة من أكوام النفايات الهائلة، والمحملة بثتى أنواع الملوثات ومنها النترات، تنفذ مباشرةً عبر التربة الرملية النفوذة لتصل إلى المياه الجوفية المتوضعة كما بينت نتائج القياسات على أعماق قليلة نسبياً في تلك المنطقة.

2- شاردة الفوسفات PO_4^{-3}

تنتج مركبات الفوسفات من اتحاد المركبات الفوسفورية والأكسجين، ويمكن التمييز بين مركبات الفوسفات العضوية التي تنتج عن تفسخ البقايا النباتية والحيوانية، وتحلل الفضلات وبقايا الأطعمة، ومركباته اللاعضوية التي يعتبر السماد المضاف للأغراض الزراعية مصدرها الرئيسي، بالإضافة لصناعة الصابون ولماء الصرف المنزلي، وبالتالي يمكن للفوسفات أن ينتقل إلى مصادر المياه من المنصرفات الأهلية والصناعية والزراعية، لذلك يعتبر قياس تركيز شاردة الفوسفات في مياه الشرب والمياه الطبيعية مؤشراً مهماً عند دراسة جودة مصادر المياه [20،24]. ووفق المواصفات القياسية السورية يبلغ الحد الأقصى المسموح لتركيز شاردة الفوسفات في مياه الشرب 0.5 mg/l وفي مياه الري 20 mg/l [21،22].

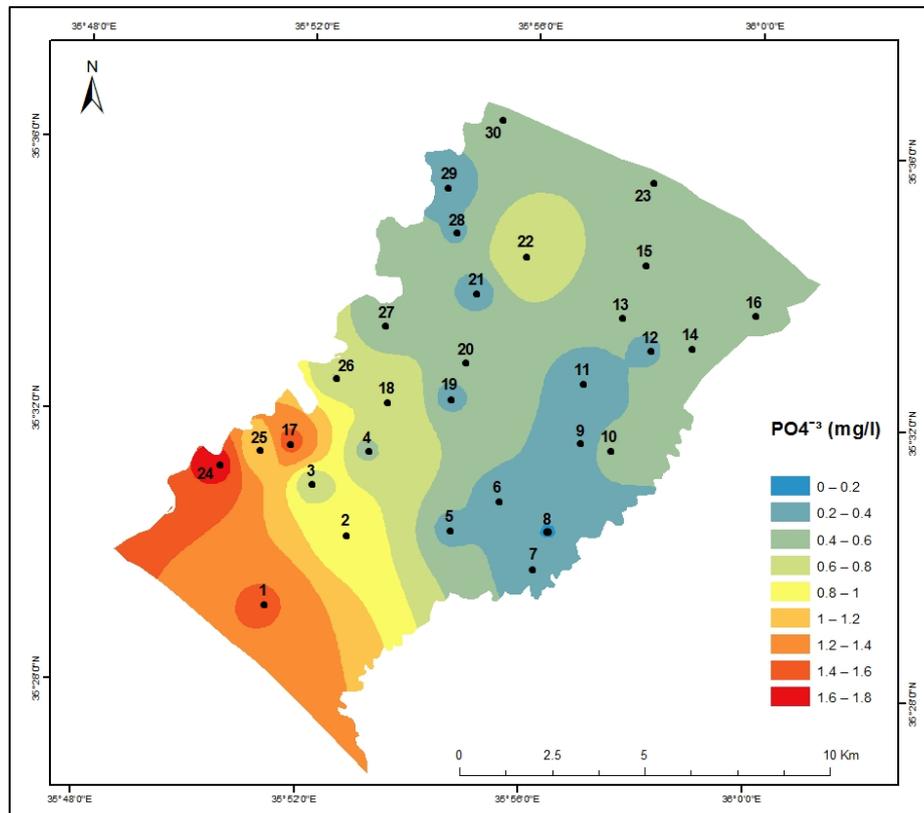
ونبين في الشكل (14) نتائج التحاليل المخبرية لتغيرات قيم شاردة الفوسفات المقيسة في عينات المياه الجوفية المقطوفة من آبار شبكة الرصد على مدار عام كامل. كما قمنا بتمثيل المتوسطات الشهرية لتراكيز تلك الشاردة المقيسة في كل بئر من آبار شبكة الرصد المدروسة وفق الشكل (15).

الشكل (14): تغير قيم شاردة الفوسفات PO_4^{-3} (mg/l) في مياه آبار شبكة الرصد خلال أشهر الدراسة.الشكل (15): تغير قيم المتوسطات الشهرية لشاردة الفوسفات PO_4^{-3} (mg/l) في مياه الآبار المدروسة.

من خلال نتائج التحاليل المخبرية والمخططات البيانية نلاحظ ما يلي:

- بلغت أقل قيمة لتركيز شاردة الفوسفات 0.09 mg/l وذلك خلال شهر تموز في كلٍ من البئر (2) و (19)، في حين سُجّلت أكبر قيمة لها في البئر رقم (24) في شهر شباط، حيث بلغت 2.96 mg/l .
- تراوحت قيم المتوسط الشهري لتركيز شاردة الفوسفات المقيسة في عينات مياه الآبار المدروسة قد ضمن المجال $[0.17-1.69] \text{ mg/l}$.

- من الشكل (15) نلاحظ أن قيم المتوسط الشهري لشاردة الفوسفات في 40 % من الآبار المدروسة، قد تجاوزت المعايير المسموحة لمياه الشرب 0.5 mg/l، في حين حققت جميع الآبار المعايير المطلوبة لمياه الري 20 mg/l [22،21].
 - من الشكل (14) نلاحظ أن هناك ارتفاعاً ملحوظاً لقيم شاردة الفوسفات في فترة الشتاء مقارنةً بفترة الصيف، ويُعزى ذلك إلى هطول الأمطار في هذا الفصل التي تغسل آثار الأسمدة والمبيدات الحشرية والعشبية من التربة والأراضي الزراعية، كما أن لتلك الهطولات دوراً في حمل الرشاحة الغنية بالملوثات ومنها شوارد الفوسفات، من مكب البصة وإيصالها إلى خزان المياه الجوفية مباشرة (البئر رقم 1).
- كذلك قمنا برسم خارطة التوزع المكاني لقيم المتوسطات الشهرية لتراكيز شاردة الفوسفات في منطقة الدراسة باستخدام برنامج GIS 10.5، ومنه Geostatistical analyst، وهي مبينة في الشكل (16).



الشكل (16): خارطة التوزع المكاني لقيم المتوسطات الشهرية لشاردة الفوسفات PO_4^{3-} (mg/l) في منطقة الدراسة.

من الشكل (16) نلاحظ تزايد تراكيز شاردة الفوسفات من الشمال الشرقي لمنطقة الدراسة باتجاه جنوبها الغربي، كما نلاحظ تركيز القيم العليا لتلك الشاردة في الأماكن التي تتواجد فيها مصادر للتلوث (مكب البصة في الجنوب (البئر 1)، منطقة وجود عدد من المعامل في حوض نهر الكبير الشمالي غرب منطقة الدراسة (البئران 17،24)، النشاطات الزراعية المختلفة التي تنتشر بكثرة في المنطقة (البئر 2)،....). وهذا ما يفسر التراوحات الكبيرة لتراكيز شاردة الفوسفات في هذه الآبار مقارنةً مع بقية القيم في الآبار الأخرى.

وبالتالي يمكن أن يعزى ارتفاع تراكيز شاردة الفوسفات في مياه الآبار إلى الأسباب التالية:

- تسرب مياه الصرف الصحي من شبكات الصرف الصحي، ومن الجور الفنية الموجودة في المنطقة، بالإضافة إلى مصبات الصرف الصحي والصناعي التي تصب في السواقي والأنهار مباشرة، كل ذلك يسهم في رفع تراكيز شاردة الفوسفات، كون الفوسفات يستعمل بشكل واسع في صناعة وتركيب المنظفات ومساحيق الغسيل، كما يتواجد في مخلفات الصباغة والعمليات الصناعية الغذائية.
- يعد انتشار النشاطات الزراعية مصدراً مهماً لوصول مركبات الفوسفور الى المياه الجوفية، حيث يستخدم الأهالي في عملية تسميد الأراضي الزراعية السماد الفوسفاتي من نوع السوبر فوسفات الثلاثي الذي يحتوي على 46% فوسفور، وهذا سبب هام جداً في ارتفاع تركيز شاردة الفوسفات في مياه الآبار المدروسة، لذلك يجب استخدام السماد ضمن إرشادات خاصة تحدد كميتها ومواعيد إضافتها بدقة تامة، بشكل يتسنى فيه للنبات استهلاكها بشكل كامل دون بقاء زيادة منها في التربة ممكن أن تصل إلى المياه الجوفية.
- وجود مكب البصة جنوب منطقة الدراسة، والذي بات يشكل بؤرة وكرثة بيئية شديدة الخطورة على البيئة المحيطة بشكل عام وعلى خزان المياه الجوفية بشكل خاص.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. تتراوح قيم المتوسط الشهري لأعماق توضع المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد المدروسة ضمن المجال [0.97-16.23] m.
2. إن نظام المياه الجوفية في المنطقة المدروسة هو من نوع النظام المناخي المرتبط بالهطولات المطرية.
3. لاحظنا وجود اتجاه عام لحركة المياه الجوفية يساير الانحدار العام الطبوغرافي للمنطقة، حيث تتصرف بشكل عام باتجاه الأودية النهرية وبتجاه البحر.
4. تجاوزت قيم المتوسط الشهري لشاردة النترات المعايير المسموحة لمياه الشرب في 43 % من الآبار المدروسة، في حين تجاوزت 17 % منها المعايير المطلوبة لمياه الري، وبلغت أقل قيمة 2.36 mg/l خلال شهر تموز في البئر رقم (12)، في حين سُجلت أكبر قيمة لها 120.46 mg/l في البئر رقم (1) في شهر كانون الثاني.
5. تجاوزت قيم المتوسط الشهري لشاردة الفوسفات في 40 % من الآبار المدروسة الحد المسموح به لمياه الشرب، في حين حققت جميع الآبار المعايير المطلوبة لمياه الري، وسُجلت أقل قيمة لتركيز تلك الشاردة 0.09 mg/l خلال شهر تموز في كلٍ من البئرين (2) و (19)، في حين بلغت أكبر قيمة لها 2.96 mg/l في البئر رقم (24) في شهر شباط.
6. يعزى الارتفاع في تراكيز كل من شوارد النترات والفوسفات في مياه الآبار المدروسة إلى التلوث الناجم عن النشاطات البشرية الموجودة في منطقة الدراسة من مخلفات للصرف الصحي والصناعي والزراعي، بالإضافة إلى وجود مكب البصة جنوب منطقة الدراسة.

التوصيات:

1. ترشيد استخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية، بحيث تحدد كمياتها ومواعيد إضافتها بدقة، بشكل يتسنى فيه للنبات استهلاكها بشكل كامل دون بقاء زيادة منها في التربة ممكن أن تصل إلى المياه الجوفية.
2. إلغاء الجور الفنية الموجودة في المنطقة، والصيانة الدورية لشبكات الصرف الصحي، والإسراع في إقامة محطات معالجة لمياه الصرف الصحي والصناعي.

3. العمل على إغلاق مكب البصة وإعادة تأهيل المنطقة بيئياً، والإسراع في الانتقال إلى موقع المطمر الجديد في قاصية.
4. العمل على إنشاء معمل لتحويل النفايات العضوية إلى سماد عضوي، كونه أكثر أماناً من الناحية البيئية وكون 60 % من نفايات مدينة اللاذقية هي نفايات عضوية.
5. إنشاء نظام مراقبة يتضمن إجراء تحاليل واختبارات دورية على مياه آبار المياه الجوفية، للتأكد من مدى استمرارية صلاحيتها للاستعمالات المختلفة (شرب، ري، ...) مع الزمن.
6. استخدام تقانات النمذجة الحاسوبية التي تعتبر أداة مهمة في إدارة الموارد المائية المتاحة واستثمارها بالشكل الأمثل.

References:

1. DELLER, J. W. *The Handbook of Groundwater Engineering*. 2nd. ed.crc press, Taylor & Francis Boca Raton London, New York, 2007, 1342.
2. ALASAAD, A. M.; HAYEK, S. B. ; SAID ALI, L. *The Geological and Hydrogeological Conditions Of Burj Islam Area*, Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Engineering Sciences Series, Vol. 32, No. 4 , 2010,109-128.
3. AMMAR, G. A.; HAYEK, S. B. ; ALI, H. *Contribution in the Assessment of Hydrogeological Characteristics of the Area Between Marqieh And Al-Husain Rivers*, Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Engineering Sciences Series, Vol. 33, No. 4 , 2011, 197-216.
4. RAEE, K. *Mathematical Model to Simulate the Hydrogeological Conditions for Aquifers in the Area That is Located Between Alkabir Alshimali and Alsnobar Rivers and Evaluating their Available Resources*, Doctorate Thesis, Faculty of Science, Department of Geology, Tishreen University, 2014, 182.
5. SAQR, I. A. ; MA'ROUF, I. K. *Sources of Groundwater Pollution in the Syrian Coast as a Result of Human Activities and Its Implications*, the Second International Conference on Water Resources and Dry Environment, Saudi Arabia, 2006.
6. ZHOU, Z. *A Global Assessment of Nitrate Contamination in Groundwater*. Internship report, International Groundwater Resources Assessment Center, 20 January 2015, 27.
7. ANNAPOORNA, H; JANARDHANAB, M.R. *Assessment of Groundwater Quality for Drinking Purpose in Rural Areas Surrounding a Defunct Copper Mine*. Aquatic Procedia, 4, 2015 ,685 – 692.
8. GHANEM, M; SAMHAN, N. *Groundwater Pollution Assessment in Tulkarem Area, Palestine*, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol. 2, No. 1, 2012, 1-16.
9. SABBOUH, H. S. ; SAQR, I. A. ; NASSIF, R. M. *Monitoring the Level of Some Ions in the Water of Some Investors Wells Adjacent to Al-Kabir Al-Shimali River in Latakia*, Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Engineering Sciences Series, Vol. 35, No. 1, 2013, 183- 196.
10. MOTAWAJ, H. JAFAR, R. AWAD , A. *Studying the Effect of Al-Bassa Dump on the Quality of Surface and Groundwater Resources in Its Surroundings*. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Engineering Sciences Series, vol. 35, No. 8, 2013, 297- 317.
11. DOMENICO, P.A. SCHWARTZ, F.W. *Physical and Chemical hydrogeology*. john wiley and sons Inc, New York, 1998, 506.

12. General Directorate of Meteorology, Water Resources Directorate, climatic data, 2018-2019.
13. Topographic map of Syria. Map of Latakia, Jableh and Al-Hafah, scale 1: 25000, Damascus, 1972.
14. General Establishment of Geology and Mineral Resources, Geological Map of Syria, Scale 1: 50000, Map of Latakia, Jableh, and Al-Hafah, with explanatory note, 1997.
15. American Public Health Association (APHA). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 18th Edition, U.S.A., 1992, 566.
16. RAEE, K. *Hydro-Geo-Chemical Study of Water Resources in the Lower Part of Al-Kabir Al-Shimali River Basin and Evaluation of the Geo-Environmental Impact on These Sources and Soil Properties in That Area*, Master Thesis, Faculty of Science, Tishreen University, 2010, 184.
17. KRESIC, N. *Hydrogeology and Groundwater Modeling*. 2nd ed. Taylor & Francis Group, U.S.A, 2007, 807.
18. ROBILLARD, P. D. *Nitrate in Drinking Water*. Agricultural and Biological Engineering Department USA, 2006.
19. AWAD, A. WAZAN, A. SHEIKH YOUSSEF, H. *Environmental Risk Assessment of Nitrate in Groundwater of Akkar Region in Tartous By Using Fuzzy Logic*. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Engineering Sciences Series, vol. 32, No. 4, 2010, 129- 145.
20. POOJA, D. ; KUMAR, P. ; SINGH, P. ; PATIL, S. *Sensors in Water Pollutants Monitoring: Role of Material* . Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2020, 43-62.
21. Syrian Arab Standards and Metrology Organization, Syrian Standard No. (45) for drinking water. Ministry of Industry, Damascus, 2007, 3.
22. Syrian Arab Standards and Metrology Organization, Syrian Standard No. (2752) for treated wastewater for irrigation purposes, first review. Ministry of Industry, Damascus, 2008, 5-6
23. SPERLING, M. *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. Biological Wastewater Treatment Series, VOLUME 1, Brazil, 2007, 306.
24. SINGH, A. L. ; TRIPATHI, A. K. ; KUMAR, A. ; SINGH, V. K.. Nitrate and Phosphate Contamination in Groundwater of Varanasi, Uttar Pradesh, India. Environmental Science, Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi J. Ind. Res. & Technology 2(1), 2012, 26-32.