مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (35) العدد (3) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (35) No. (3) 2013

تحديد البارامترات الهيدروجيولوجية باستخدام معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية في المنطقة الواقعة بين نهري الصنوبر والكبير الشمالي

الدكتور أحمد محمد*
الدكتور شريف حايك**
كنان راعي***

(تاريخ الإيداع 22 / 7 / 2013. قُبِل للنشر في 10 / 10 /2013)

□ ملخّص □

يتضمن هذا البحث مناقشة طريقة تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية باستخدام معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية، وذلك بغية تحديد قيم هذه المعاملات على مساحات كبيرة. والتي تملك أهمية تطبيقية كبيرة وخاصةً عند نمذجة المسائل الهيدروجيولوجية حيث تسمح بإيضاح وتدقيق البنية الهيدروجيولوجية والهيدروديناميكية للمنطقة وأسباب تغير الخواص الرشحية للطبقة الحاملة للمياه وغيرها.

وقد تبين من خلال هذه الدراسة أن الناقلية المائية تتغير من 36 إلى 570 م^2/يوم، وعامل الرشح من 1 إلى 53 م/يوم، وكانت قيم المعطائية المائية منخفضة إلى متوسطة حيث تأرجحت بين 0.00004 و 0.2 بسبب ازدياد عامل الانتشار، في حين تراوحت التغذية الراشحة من 1 – 40 % من الهطولات تقريباً.

إن النتائج التي تمّ الحصول عليها تتوافق توافقاً جيداً مع الخصائص الجيولوجية . البنيوية والليتولوجية . السحنية لمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: البارامترات الهيدروجيولوجية، التغذية الراشحة، نهر الكبير الشمالي، نهر الصنوبر.

* أستاذ – الهيدروجيولوجيا– قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين – سورية.
** أستاذ مساعد – الهيدروجيولوجيا – قسم الهندسة المائية والري – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – سورية.
*** طالب دكتوراه – قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (35) العدد (3) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (35) No. (3) 2013

Defining hydogeological parameters by using monitoring data of the ground water system in the area between AL-Snobar and ALKabir AL-Shimali Rivers

Dr. Ahmed Mohammed*
Dr. Sharif HAYEK**
Kinan Raee***

(Received 22 / 7 / 2013. Accepted 10 / 10 /2013)

□ ABSTRACT □

This research discusses the way of defining hydogeological parameters by using monitored data of the ground water system, for defining the values of these coefficients on large areas, which has a practical significance especially in modeling the hydrogeological problems which allows explaining and checking the hydrodynamic and the hydrogeological structures of the area and the reasons of changing the filteration properties of the aquifer.

It appears that transmissivity varied from 36 to 570 m^2/day, the permeability from 1 to 53 m/day, and the water yield from low to medium between 0.00004 and 0.2 because of the rising of the coefficient of diffusion.

The filtration recharge approximately from 1 - 40% from the rain falls.

The obtained results are in good conformity with the geological characteristics - structural and litologic - facies characteristics for the study area.

Keywords: Hydogeological parameters, Filtration recharge, ALKabir AL-Shimali River, AL-Snobar River.

* **Professor , Department Of Geology , Faculty of Science , Tishreen University , Syria .**
** **Associate Professor at the Irrigation and Drainage Engineering Department – Faculty of Civil Engineering – Tishreen University – Syria.**
*** **Postgraduate Student, Department Of Geology , Faculty of Science , Tishreen University , Syria .**

مقدمة

تتوقف دقة التنبؤات الهيدروجيولوجية على مدى صحة المعلومات الأولية التي توضع في المخطط الحسابي للرشح. فإنشاء خرائط توزع البارامترات الهيدروجيولوجية للأحواض والمناطق الهيدروجيولوجية، يمكن أن يتحقق بعد الدراسة التفصيلية للخواص الرشحية لهذه المناطق. إلا أن مثل هذه الدراسة لا يتم تنفيذها في أغلب الأحيان بسبب تكلفتها الزائدة. أما الأعمال المخبرية فلأسباب كثيرة لا تؤمن الدقة المطلوبة في تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية [4,3,2,1] .

إن دراسة الخواص الرشحية للطبقة الحاملة للمياه، وإيضاح قوانين وظروف تشكل هذه الخواص، ورسم خرائط الناقلية المائية لها اعتماداً على قيم محسوبة في بعض المواقع المدروسة (تجارب الضخ)، تُعد عملية معقدة جداً وخصوصاً في المناطق ذات الظروف الهيدروجيولوجية المعقدة كحالة منطقة الدراسة. أي بمعنى آخر، لا يمكن تعميم بارامترات المواقع المدروسة على بقية المواقع الأخرى غير المدروسة. لقد نشأت ضرورة تطوير طرائق تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية ومن ثمّ طرائق إنشاء خرائط الناقلية المائية وغيرها في السنوات الأخيرة، وخصوصاً بعد الاستخدام الواسع للنماذج الرياضية في حل مختلف المسائل الهيدروجيولوجية. فعند النمذجة الهيدروجيولوجية بهدف تدقيق بنية الطبقة الحاملة للمياه تتم عملية إعادة إنتاج خريطة تساوي مناسيب المياه الجوفية (Hydroisohypes) على النموذج [5,1] .

إن مثل هذا التدقيق يعطي إمكانية تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية، وهو يمثل إيضاحاً تفصيلياً للبنية الجيولوجية يتم بموجبه التأكد من البنية الهيدروجيولوجية للطبقة الحاملة للمياه وتوزع قيم عامل الناقلية المائية الذي يصف بدوره تغير الخواص الرشحية لهذه الطبقة.

سنناقش في هذا البحث طريقة تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية باستخدام معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية.

فنظام المياه الجوفية يُدرس لحل مختلف المسائل الهيدروجيولوجية، وإحدى أهم هذه المسائل تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية وتستخدم لذلك عدة طرائق تتوزع في مجموعتين أساسيتين هما:

1. طرائق المعاملات وتستخدم بشكل واسع معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية.
2. الطرائق التقليدية.

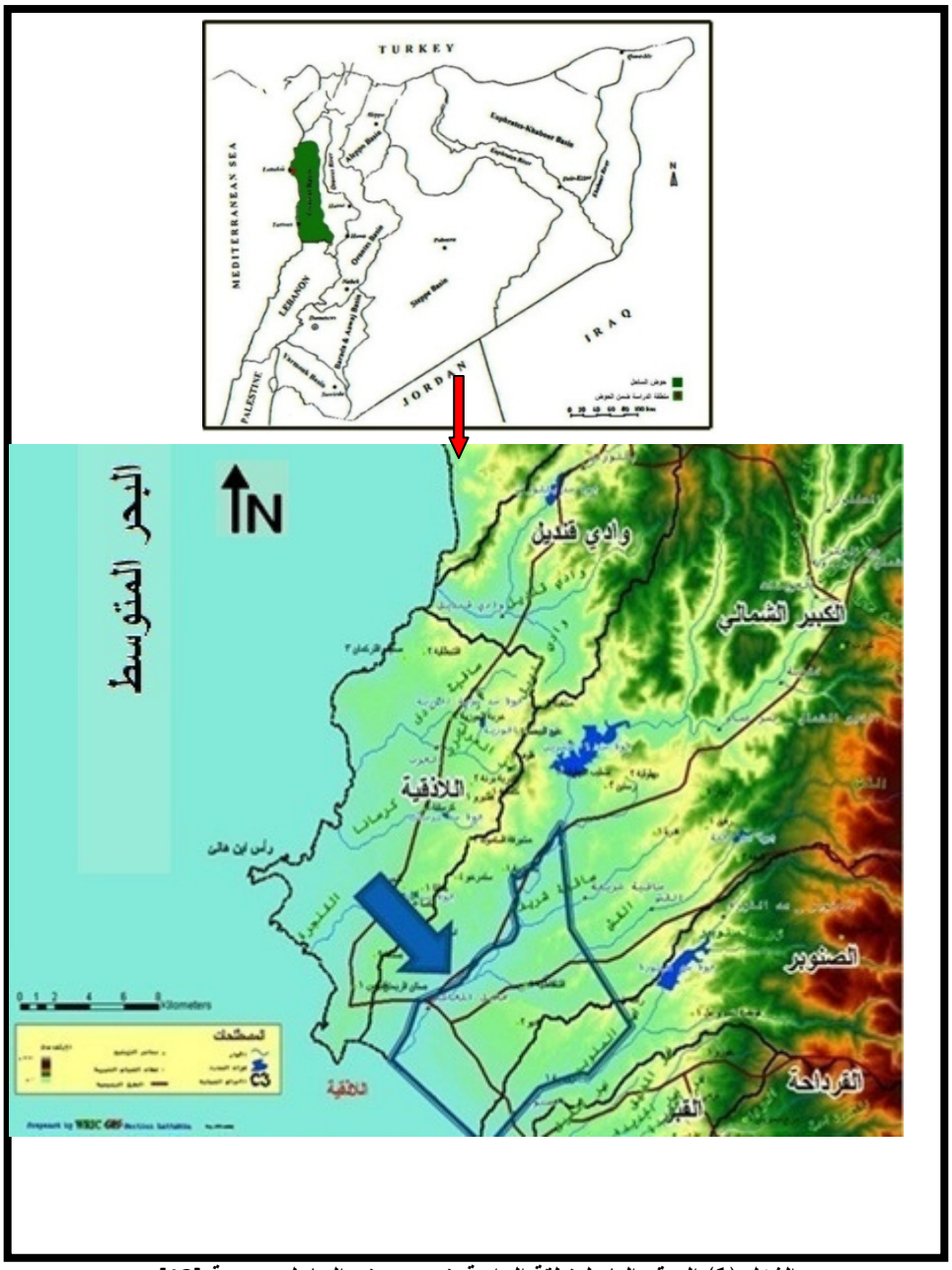
وأهم هذه الطرائق طريقة الفروق المنتهية وتعديلاتها (بالاستعانة حالياً بالنمذجة الرياضية).

إن تعيين المعاملات بواسطة معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية يُمكّن من الحصول على لوحة أكثر دقة لانتشار هذه المعاملات بالمنطقة المدروسة أفقياً وخصوصاً عند وجود بنية هيدروجيولوجية معقدة، وعند حل المسائل الهيدروجيولوجية في هذه الأوساط يتطلب الأمر تبسيط الظروف الطبيعية فيها بشكلٍ كبير. (وبالتالي تعيين المعاملات يكون دقيقاً فقط في النقاط التي نفذت فيها تجارب الضخ).

أُجريت العديد من الدراسات تناولت أهمية تحديد البارامترات الهيدروجيولوجية، وخاصةً في إعداد النماذج الرياضية بهدف إدارة الموارد المائية، حيث اعتمدت هذه الدراسات على تهيئة المعلومات الهيدروجيولوجية الأساسية التي تُغذي النموذج لغرض معايرته وتشغيله [8,7,6] ، وأيضاً في تقييم الوضع المائي [10,9] ، وفي تقييم تجارب الضخ الاستثمارية من الطبقات الحاملة للمياه [11] .

الموقع والميزات العامة لمنطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن المنطقة الساحلية – شرق مدينة اللاذقية – في الجزء الشمالي من حوض الساحل، وتمتد بين خطي طول ً31 َ27 ْ35 – ً35 َ33 ْ35 شرق خط غرينتش، وبين خطي عرض ً36 َ48 ْ35 – ً49 َ57 ْ35 شمال خط الاستواء. يحدها من الجنوب الغربي البحر المتوسط، ومن الشمال الغربي نهر الكبير الشمالي، ويحدها من الجنوب الشرقي نهر الصنوبر، ومن الشمال الشرقي تلال قريتي المشيرفة وستخيرس، (الشكل1). وتتألف المنطقة المدروسة من الأراضي المروية، التي تشغل القسم السفلي الجنوبي لحوض نهر الكبير الشمالي، والقسم السفلي الشمالي لحوض نهر الصنوبر. وتبلغ مساحة المنطقة المدروسة حوالي 70 كم^2 ، وتوجد فيها تجمعات سكنية عديدة أهمها (ستخيرس، البصة، الرويمية ...).



الشكل (1) الموقع العام لمنطقة الدراسة ضمن حوض الساحل وسورية [12]

تمتاز منطقة الدراسة بمناخ متوسطي حار وجاف صيفاً، معتدل ورطب شتاءً. ويمكن تقسيمها حسب طبيعة 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 كثبان رملية حيث تنمو أشجار الصنوبر وبعض الأشجار الحراجية والحمضيات. والثانية هي المنطقة التلالية، وفيها تزرع الحمضيات بكثرة بالإضافة إلى أشجار الزيتون وبعض الخضروات. عموماً تتراوح الارتفاعات في منطقة الدراسة بين (3–190) م.[13]

تتكون الطبقة الحاملة للمياه الجوفية في منطقة الدراسة من توضعات رباعية لحقية وبحرية تتألف من حجر رملي متطبق، وحجر رملي بحري، وكونغلوميرا نهرية، وتوضعات ريحية. وتوضعات نيوجينية تتألف بشكل رئيس من الغضار، والحجر الرملي، والحجر الكلسي الشيلي، وكونغلوميرا [14]. وهذه التوضعات تؤلف بمجموعها منظومة هيدروجيولوجية واحدة يتطور فيها جريان مائي واحد يتميز بغياب التغيرات الحادة بخصائصه الكيميائية سواء بالملوحة أم بالتركيب الكيميائي [15] .

أهمية البحث وأهدافه:

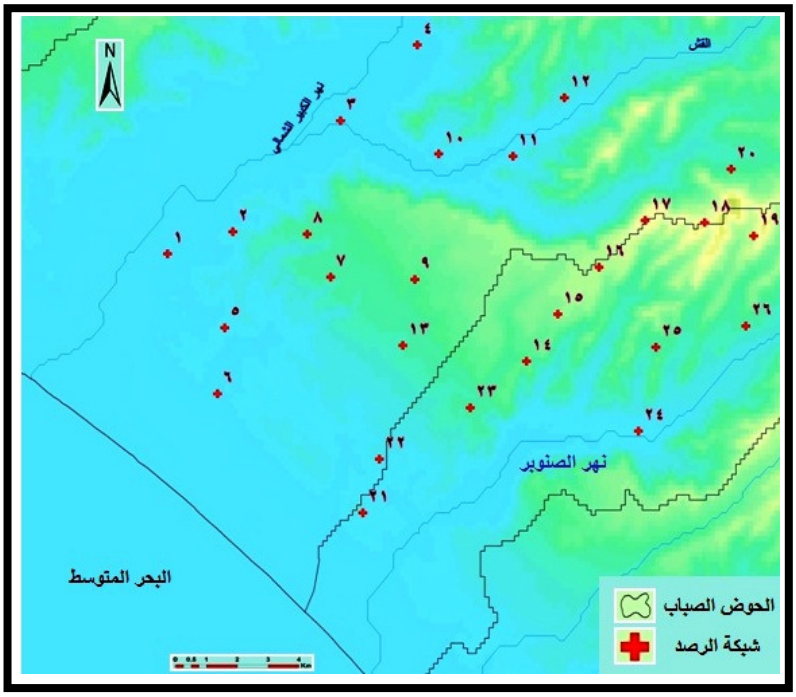
إن التعيين الصحيح لقيم البارمترات الهيدروجيولوجية يملك أهمية تطبيقية كبيرة، وخصوصاً فيما يتعلق بإيضاح وتدقيق ظروف تشكل الخواص الرشحية للطبقة الحاملة للمياه، وهذا بدوره يزيد من الدقة العلمية في تحديد آفاق استخدام المياه الجوفية في مجالات الاقتصاد الوطني المختلفة. فكميات المياه الممكن اختزانها داخل الطبقات الصخرية، تتوقف على مجموعة كبيرة من العوامل المتعلقة بالأبعاد الهندسية للطبقات والخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية للصخور، وتزداد أهمية هذه المسألة في المناطق التي تتغير فيها المعاملات الهيدروجيولوجية بحدود كبيرة. فعندما لا تختلف الخواص الرشحية للطبقة الحاملة للمياه على مساحة انتشارها بأكثر من 5 – 10 مرات، فإن حقل الرشح يُعتبر شرطياً متجانساً ويتصف بقيم وسطية لمعاملاته الهيدروجيولوجية تتحدد بعلاقات معروفة [2] ، وهذا غير متوفر في بعض أجزاء منطقة الدراسة حيث تتباين الخواص الرشحية ضمن حدودها بأكثر من ذلك. ويهدف هذا البحث إلى تحديد البارامترات الهيدروجيولوجية التالية: الناقلية المائية (T)، عامل الرشح (K)، معامل الانتشار (a)، عامل المعطائية المائية (μ)، والتغذية الرأسية (W)، وذلك باستخدام معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية، وتوضيح ظروف تشكل الخواص الرشحية للطبقة الحاملة للمياه.

طرائق البحث ومواده:

أجريت الدراسة على 26 بئراً، تم خلالها مراعاة توزع هذه الآبار بحيث تشمل كافة أرجاء منطقة الدراسة، وكافة التوضعات الجيولوجية السائدة فيها، الشكل (2).

وقد شملت القياسات تحديد إحداثيات تلك الآبار باستخدام جهاز GPS ، إضافةً إلى تحديد ارتفاعات فوهات الآبار عن سطح البحر، وأيضاً جزء الطبقة الحامل للمياه في كل منها (الجدول1).

كما شملت القياسات أيضاً منسوب المياه في جميع الآبار لمدة 14 شهراً، بدءاً من كانون الثاني للعام 2012 وحتى شباط 2013.



الشكل (2) توزع آبار شبكة الرصد ضمن منطقة الدراسة

وسنستخدم طريقة خط التيار، والهدف من استخدام هذه الطريقة ليس فقط تحديد البارامترات الهيدروجيولوجية وإظهار توزعها في منطقة الدراسة، وإنما تحديد قيمة التغذية الراشحة أيضاً، لذلك يتم اختيار مقاطع مراقبة توافق خطوط التيار (اتجاه الحركة). وكل مقطع من هذه المقاطع يتألف على الأقل من ثلاث آبار تنتشر على طول خط التيار، الشكل (3).

النتائج والمناقشة:

بهدف تحديد عامل الناقلية المائية تم إجراء الحساب في فترة الجفاف (حيث تُهمل التغذية الراشحة)، وعند ذلك تأخذ المعادلة التفاضلية للرشح الشكل التالي: [1]

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(T\frac{\partial H}{\partial x}\right)=0 \qquad (1)$$

حيث إن:

T : الناقلية المائية ، H : منسوب المياه في المركز المختار ، X : الجزء المدروس.

إذا أعدنا كتابة هذه المعادلة كمعادلة تفاضلية بسيطة بالنسبة لـ (T) تصبح:

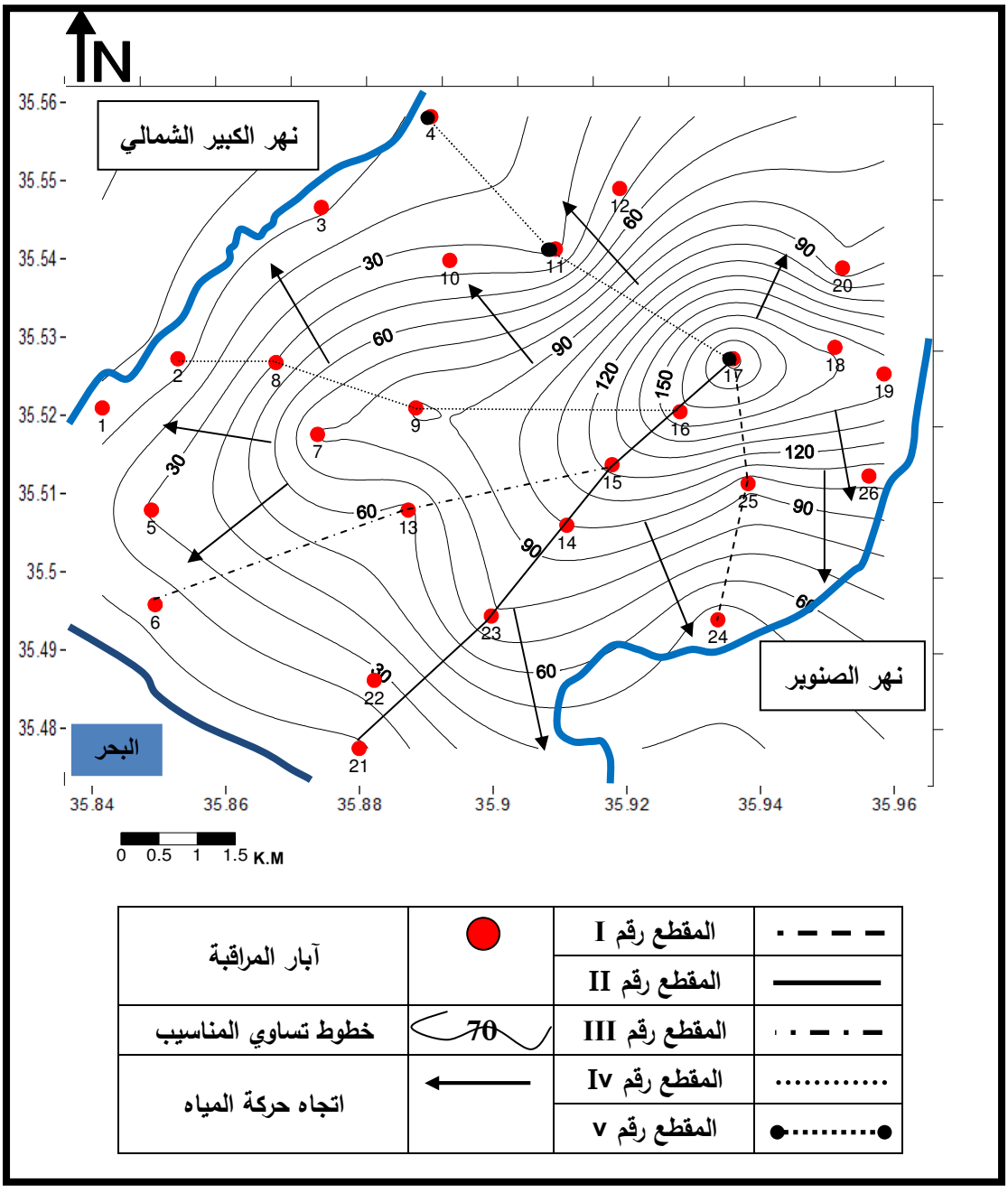
$$\frac{\partial T}{\partial x}\cdot\frac{\partial H}{\partial x}+T\frac{\partial^2 H}{\partial x^2}=0 \qquad (2)$$

وبفرض أن:

$$i^* = \frac{\partial H}{\partial x} : \varepsilon^* = \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} \qquad (3)$$

حيث أن i^*, ε^* : هي قيم المشتقات التي سيتم الحصول عليها بواسطة معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية على الجزء المدروس.

تأخذ المعادلة (2) الشكل التالي:



الشكل (3) خريطة بيزومترية لمنطقة الدراسة لعام 2012 ، ومواقع مقاطع المراقبة المختارة

$$\frac{\partial T}{\partial x} i^* = -T\varepsilon^* \qquad (4)$$

وبفصل المتحولات والتكامل على الجزء (X_1–X_3) نحصل على:

$$\int_{T_1}^{T_3} \frac{\partial T}{T} = -\int_{x_1}^{x_3} \frac{\varepsilon^*}{i^*} \partial x \qquad (5)$$

نتناول الجزء (X_1,X_3) كثلاث نقاط (1 ، 2 ، 3) ذات تباعد واحد ΔX عن بعضها عن بعضها الآخر، وطول مقداره ($2\Delta X = X_3 - X_1$)، الشكل (4)، فإذا اعتبرنا تغير T على النحو التالي: $T= f(X)$ ، فإن المشتقين الأول والثاني يمكن تعييمهما بواسطة معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية وبالتالي نحصل باستعمال مفهوم التكامل على الشكل الآتي:

$$\ln \frac{T_3}{T_1} = \frac{\varepsilon^*}{i^*} (X_3 - X_1) \qquad (6)$$

أو تكتب بالشكل التالي:

$$T_3 = T_1 e^{a_1} \qquad (7)$$

باعتبار أن:

$$i^* \approx \frac{H_3 - H_1}{2\Delta X}; \varepsilon^* = \frac{2H_2 - H_1 - H_3}{\Delta X^2} \qquad (8)$$

$$a_1 = \frac{4(2H_2 - H_1 - H_3)}{H_3 - H_1} \qquad (9)$$

i^*, ε^* : هي قيم المشتقات التي تم الحصول عليها بواسطة معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية على الجزء [X_3–X_1] .

H_1 , H_2 , H_3 : هي قيم مناسيب المياه في المراكز (1 ، 2 ، 3) المختارة للحساب.

T_1 , T_3 : قيم الناقلية المائية في المركزين (1) ، (3).

إذاً عند غياب التغذية الرأسية وبمعرفة قيمة دقيقة للناقلية المائية T_{1-2} (بواسطة تجارب الضخ مثلاً) يمكن أن تُعين T_{2-3} وفق الشكل التالي:

$$T_{2-3} = \frac{T_{1-2} \times J_{1-2}}{J_{2-3}} \qquad (10)$$

حيث إن:

$$J_{1-2} = \frac{H_1 - H_2}{\Delta X_{1-2}} \quad ، \quad J_{2-3} = \frac{H_2 - H_3}{\Delta X_{2-3}}$$

الجدول (1) إحداثيات آبار مراقبة نظام المياه الجوفية والطبقة الحاملة للمياه في منطقة الدراسة

الرقم	المنطقة	الطبقة الحاملة للمياه	الإحداثيات		
			x	y	Z (m)
1	المعاكس	FQ_3	35.520	35.841	5
2	الشير	FQ_3	35.524	35.853	9
3	ستخيرس	FQ_3	35.542	35.875	12
4	رويسة الحرش	FQ_3	35.555	35.890	15
5	البصة	eQ_3	35.507	35.852	34
6	الحمى	eQ_3	35.496	35.851	22
7	الهنادي	N_2	35.516	35.874	85
8	الخلالة	FQ_2	35.524	35.868	44
9	فديو	N_2	35.516	35.890	94
10	الشلفاطية	FQ_3	35.537	35.895	39
11	دبّا	N_2	35.538	35.909	37
12	منجيلا	FQ_4	35.547	35.920	55
13	البارد	mQ_2	35.505	35.888	62
14	القطرية	N_2	35.503	35.913	105
15	مزار القطرية	N_2	35.511	35.919	127
16	مزار القطريةَ	N_2	35.520	35.927	165
17	المشيرفة	mQ_1	35.528	35.937	190
18	ضهر السرياني	N_2	35.528	35.948	160
19	الرامة	N_2	35.526	35.958	161
20	القاقعية	N_2	35.537	35.953	84
21	الصنوبر	mQ_2	35.478	35.881	24
22	نبع الرز	mQ_2	35.486	35.884	36
23	الخرنوبة	mQ_2	35.495	35.902	86
24	الرويمية	FQ_4	35.492	35.936	48
25	المصلّى	N_2	35.506	35.940	94
26	الضاهرية	N_2	35.510	35.957	105

fQ_4 : التوضعات اللحقية الحديثة

fQ_3 : توضعات الرباعي الأعلى اللحقية

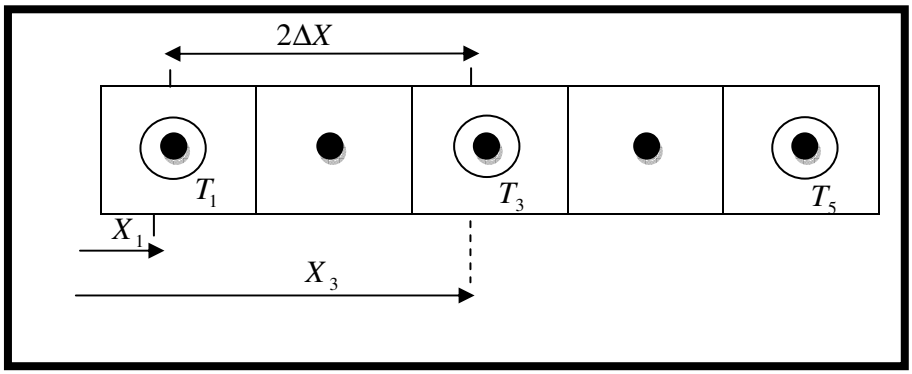
eQ_3 : توضعات الرباعي الأعلى الريحية

mQ_2 : توضعات الرباعي الأوسط البحرية

mQ_1 :توضعات الرباعي الأدنى البحرية

N_2 : توضعات البليوسين

إن قيمة الناقلية المائية التي تم الحصول عليها تُستخدم لتعيين الناقلية المائية على جزء المقطع الآخر، وهكذا حتى نهاية مقطع المراقبة.



الشكل (4) تحديد البارامترات الهيدروجيولوجية للطبقة الحاملة للمياه بواسطة معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية

وقد أدخلنا تعديلاً أساسياً في هذه الطريقة باعتماد القيمة الأولية (البدئية) للناقلية المائية كقيمة وسطية حُددت بالاستناد إلى المعطيات الهيدروجيولوجية لعدة آبار تخترق الطبقة الحاملة، وأجريت فيها تجارب الضخ وليست كقيمة نقطية محددة في بئر مفردة تقع في بداية مقطع المراقبة.

أما بالنسبة لعاملي الانتشار (a) والمعطائية المائية (μ) فيتم تعيينهما لحالة عدم الاستقرار. فالبئر الذي هو بجوار النهر أو في بداية المقطع يعد بئراً حدودياً (نهاية)، والبئر الذي يليه يعد بئر دليل (مراقبة). ويتم إجراء الحساب للفترة التي تكون فيها قيمة تغير المنسوب للمياه في البئر الحدودي ثابتاً، وعند ذلك يستخدم الحل التحليلي التالي: [9]

$$\frac{\Delta H}{\Delta H_0} = R(\lambda) \qquad (11)$$

إذا عرفنا قيمة الطرف اليساري بواسطة مراقبة نظام المياه الجوفية، نجد قيمة R(λ) ، ومنها نجد قيمة (λ) من جداول خاصة بذلك، ومن ثم قيمة معامل الانتشار (a) بالمعادلتين التاليتين:

$$\lambda = \frac{X}{\sqrt[2]{a \cdot t}}$$

$$a = \frac{X^2}{4\lambda^2 t} \qquad (12)$$

حيث إن:

ΔH ، ΔH_0 تمثلان تغيرات مناسيب المياه في البئر الحدودي وفي بئر المراقبة خلال فترة رصد محددة (t).

X : المسافة بين البئرين.

وعند تنفيذ الدراسة يؤخذ بالحسبان أنه خلال فترة إجراء الحساب لم تتغير قيمة التغذية الرأسية. أما قيمة معامل المعطائية فيتم تحديده بعد تعيين عامل الانتشار (a) وفق العلاقة التالية:

$$\mu = \frac{T}{a}$$

وبالنسبة لعامل الرشح (K) فإنه يُحسب من العلاقة التالية:

$$K = \frac{T}{h}$$

حيث إن h هي الثخانة الفعالة للطبقة الحاملة للمياه التي تمّ تحديدها بعد دراسة تحليلية لواقع الآبار الموجودة في منطقة الدراسة.

ويوضح (الجدول2) نتائج تحديد البارامترات الهيدروجيولوجية لمنطقة الدراسة:

الجدول (2) قيم المعاملات الهيدروجيولوجية بواسطة معطيات مراقبة نظام المياه الجوفية

الثخانة الفعالة h (م)	μ	a (m^2/d)	K (m/d)	T (m^2/d)	المقاطع المختارة (الآبار)
14.5			10.34	150	I (24-25-17)
10	0.0036	3.8×10^4	13.50	135	
40.5	0.0614	3.2×10^3	6.54	265	
14.5			10.34	150	II (21-23-14-15-16-17)
14.5	0.0076	2.8×10^4	19.31	280	
10	0.0199	1.3×10^4	24.00	240	
10	0.2075	1.2×10^3	29.40	294	
25.5	0.0138	3.1×10^4	22.31	569	
25.5	0.00004	9.4×10^6	9.92	253	
10			24.00	240	III (6-13-15)
25.5	0.0013	1×10^5	1.41	36	
29.5	0.0031	1.7×10^4	2.37	70	
14.5			19.31	280	Iv (2-8-9-16)
10	0.0024	1.6×10^5	53.20	532	
25.5	0.1259	3.5×10^3	14.58	372	
29.5	0.0206	1.7×10^4	11.66	344	
14.5			10.34	150	V (4-11-17)
10	0.0014	9.6×10^4	13.00	130	
29.5	0.0123	5.6×10^4	42.44	1252	

يُظهر تحليل الجدول السابق أن قيم الناقلية المائية تتغير من 36 إلى 570 $م^2$/يوم وتصل أحياناً إلى 1250 $م^2$/يوم تقريباً في المقطع (v) الواقع في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة. في حين تراوحت قيم عامل الرشح بين 1 – 53 م/يوم تقريباً.

أما قيم المعطائية المائية في منطقة الدراسة فتراوحت بين 0.00004 و 0.2 ، وهي قيم منخفضة إلى متوسطة، من جراء ازدياد قيمة عامل الانتشار (a)، [2] .

تتحقق التغذية في هذه المنطقة بالأساس على حساب تسرب جزء من مياه الأمطار خلال فترة الشتاء، وكذلك على حساب الامتصاص الجزئي للمياه التي تُضخ للري التكميلي والشرب خلال فترة الصيف (التحاريق) ونسميها التغذية الرأسية الثانوية.

ولتعيين التغذية الراشحة استخدمنا طريقة الفروق المنتهية، حيث تؤخذ على منحني تغير منسوب المياه لسنوات رصد عديدة، فترة تحافظ خلالها التغذية الرأسية على قيمتها وهذه الفترة لمنطقة الدراسة توافق فصل الشتاء، وتأخذ المعادلة التي استخدمناها الشكل التالي: [1]

$$W = \frac{\Delta H_2, \Delta t}{\Delta t}\mu - \frac{K}{\Delta X_{av}}\left[\frac{h_1 + h_2}{2}\cdot\frac{H_1 - H_2}{\Delta X_{1-2}} - \frac{h_2 + h_3}{2}\cdot\frac{H_2 - H_3}{\Delta X_{2-3}}\right] \quad (13)$$

باعتبار أن:

ΔH_2 : تغير منسوب المياه في المقطع (البئر) الوسطي، خلال فترة زمنية مقدارها (Δt).

ΔX : المسافة بين المقطعين (البئرين) 2−1 و 3−2 وتُعين كالتالي:

$$\Delta X_{av} = \frac{\Delta x_{1-2} + \Delta x_{2-3}}{2}$$

K : عامل الرشح للطبقة على الجزء 3−1

h_1 ، h_2 ، h_3 ، H_1 ، H_2 ، H_3 : قيم وسطية خلال فترة زمنية Δt لسماكة ومنسوب الجريان المائي الجوفي في الآبار 1 ، 2 ، 3 .

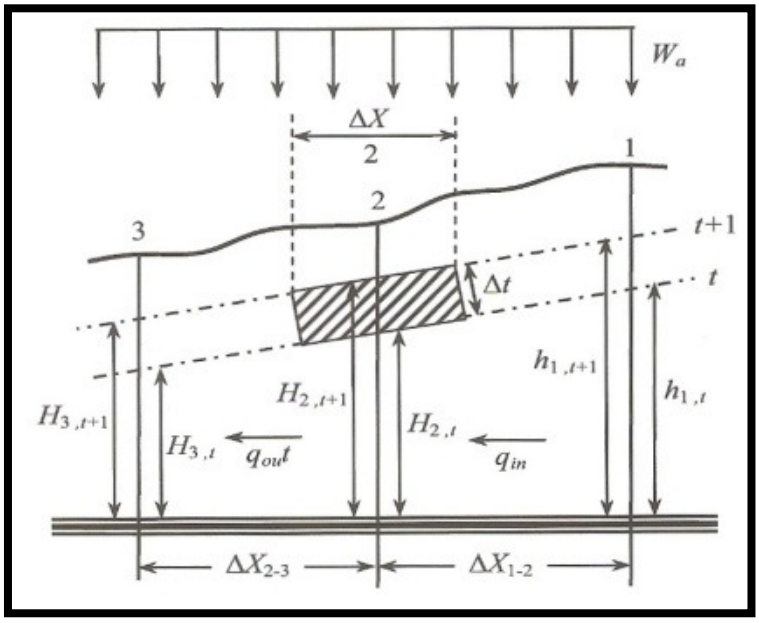
ويوضح الشكل (5) مخططاً لتوزع الآبار في مقطع المراقبة لحساب التغذية الراشحة بطريقة الفروق المنتهية.

إن تحليل منحنيات ترددات مناسيب المياه الجوفية في آبار شبكة المراقبة، يُظهر بوضوح بأن ارتفاع منسوب المياه الجوفية يحدث بالأساس بعد الهطولات المطرية التي تعد في هذه الحالة مصدر التغذية الأساس للمياه الجوفية في هذه المنطقة. يمكن الوصول إلى هذه القيمة، إذا كانت قيمة العنصر الثاني في الطرف اليميني للمعادلة السابقة يساوي الصفر، وهذا يتحقق بالأساس عندما تكون قيمة $\mathbf{q_{in} \approx q_{out}}$ أي (الوارد الجوفي ≈ الصادر الجوفي). وفي ظروف منطقة الدراسة فإن الوارد الجوفي يكاد يكون معدوماً حيث تمثل الحدود الشرقية لمنطقة الدراسة حدوداً مغلقة **Q=0** والتغذية الجوفية العميقة معدومة، وفي هذه الحالة تتحدد التغذية الراشحة بالعلاقة الآتية للفترة المأخوذة:

$$W = \mu\frac{\Delta H_2, \Delta t}{\Delta t} \quad (14)$$

حيث $\Delta H_2, \Delta t$ الارتفاع الملاحظ لمنسوب المياه الحرة خلال الفترة Δt .

إن حساب التغذية الراشحة بالعلاقة السابقة يعطي قيمة منخفضة نسبياً (أقل من الواقع الطبيعي)، إذ أنه لم يتم احتساب قيمة الانخفاض المتعلق بالصادر الجوفي من الطبقة باتجاه المصارف الطبيعية التي تمثل مجاري الأنهار والبحر خلال فترة الحساب (Δt). ويتم تحديد هذه القيمة تقريباً من خلال منحني المراقبة، الشكل (6).



الشكل(5) توضع الآبار في مقطع المراقبة لحساب التغذية الراشحة بطريقة الفروق المنتهية [16]

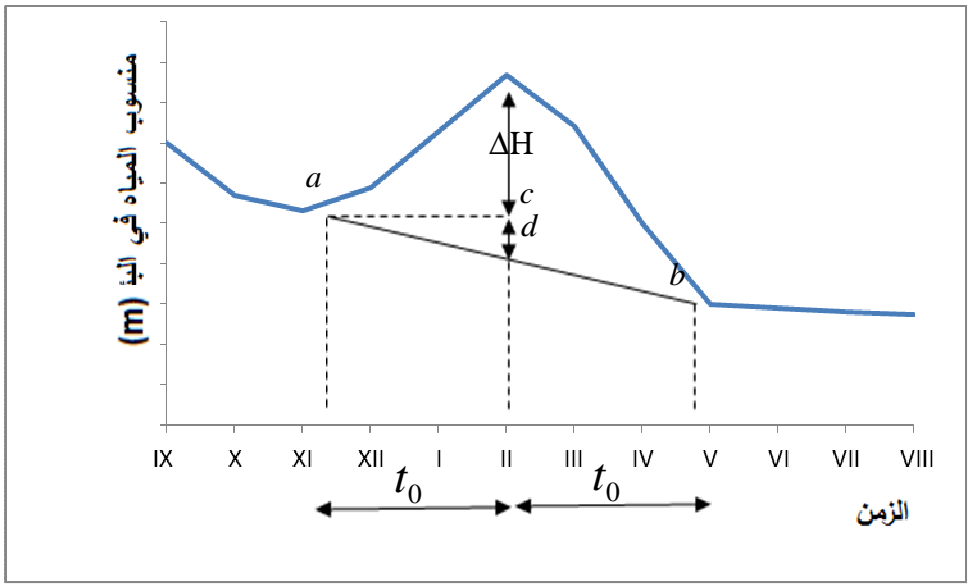
وذلك إذا اعتبرنا زمن نهوض المنسوب في الطبقة (t_0) يساوي زمن انخفاضه (t_0)، وعند ذلك يتم تعيين قيمة هذا الانخفاض الذي يحدث على حساب خروج المياه من الطبقة خلال فترة الحساب بالعلاقة: [17]

$$W = \mu \frac{\Delta H + \Delta Z}{\Delta t} \quad (15)$$

حيث ΔZ تمثل قيمة انخفاض المنسوب خلال الفترة Δt على حساب خروج المياه من الطبقة باتجاه المصارف الطبيعية، وهي تُحدد على النحو التالي: [17]

نصل بين نقطتي بداية نهوض المنسوب (a) للفترة الزمنية (t_0) ونهاية الفترة الزمنية لانخفاضه (b) المكافئة للفترة الزمنية (t_0) لنهوضه، بخط مستقيم حيث يعبر الطول (cd) عن قيمة ΔZ .

يبين الجدول (3) نتائج الحساب:



الجدول (3) يوضح نتائج حساب التغذية الراشحة

رقم المقطع	رقم البئر	$\Delta H + \Delta Z$ (m)	سرعة ارتفاع منسوب المياه الجوفية $\upsilon = \frac{\Delta H}{\Delta t}$ (m/d)	قيمة التغذية الراشحة W (mm) / النسبة المئوية من كمية الأمطار
I	25	1.06	4.8×10^{-3}	$\frac{34.44}{6.2}$
II	23	2.24	1.8×10^{-2}	$\frac{15.49}{2.8}$
III	13	1.71	1.2×10^{-2}	$\frac{3.76}{0.6}$
Iv	9	0.32	2.1×10^{-3}	$\frac{20.47}{3.7}$
	8	2.88	2.0×10^{-2}	$\frac{210.96}{38.3}$
v	11	1.32	7.4×10^{-3}	$\frac{9.04}{1.6}$

لقد أظهرت نتائج الحساب أن قيمة التغذية الراشحة تتغير من 3.5 إلى 211 مم تقريباً، وتبلغ وسطياً 49 مم، وبنسبة مئوية تتراوح بين (1–40)% تقريباً من معدل كمية الأمطار خلال الفترة (Δt)، وبالتالي فإن الهطولات المطرية تذهب بغالبيتها على تشكيل جريانات سطحية وعلى التبخر. كما أن ارتفاع المنسوب في أجزاء المنطقة يختلف بحسب الصفات الرشحية، حيث سُجلت أعلى قيمة للتغذية الراشحة في المقطع **(Iv)** وقد بلغت أعلى قيمة لعامل الرشح (53.20) م/يوم في هذا المقطع أيضاً، حيث تنتشر توضعات مؤلفة من الحجر الكلسي الرملي والحجر الرملي الهش. بينما كانت أقل قيمة للتغذية الراشحة في المقطع **(III)** ونلاحظ أقل قيمة لعامل الرشح (1.41) م/يوم ضمن هذا المقطع أيضاً، حيث تشكل التوضعات حاملاً جيداً للماء (بسبب ازدياد ثخانة الطبقة الحاملة للمياه)، إلا أنها تتوضع فوق طبقات غير نفاذة للماء تعود إلى البليوسين مؤلفة من المارل. كما نلاحظ من الشكل (3) أن الخواص الرشحية للطبقة الحاملة للمياه جيدة في القسم الغربي والجنوب الغربي من منطقة الدراسة، ويشير إلى ذلك تباعد المسافات بين خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية في هذا الجزء، حيث إن الانحدار (الميل) يكون قليلاً مقارنةً مع القسم الشرقي والشمال الشرقي من المنطقة من خلال تقارب خطوط تساوي مناسيب المياه، وهذا مؤشر على تردي الخواص الرشحية في هذا القسم من منطقة الدراسة.

تقدير دقة تحديد قيم المعاملات الهيدروجيولوجية:

لتقدير دقة قيم المعاملات الهيدروجيولوجية المعينة يستخدم التمثيل البياني لمعادلة الفروق المنتهية، وذلك في جمل إحداثية خاصة.

☒ عند غياب التغذية الرأسية (أو انعدامها) يكون:

$$W(x, t) = 0$$

والمعادلة (13) يمكن أن تمثل بمستقيم في الجملة الإحداثية:

$$\varphi_2 = f(\varphi_1) \qquad (16)$$

$$T\frac{H_1 + H_3 - 2H_2}{\Delta X} = \mu \cdot \frac{\Delta H_2 t}{\Delta t} \qquad (17)$$

$$\frac{T}{\mu}\varphi_1 = \varphi_2 \qquad \varphi_2 = C\,\varphi_1 \qquad (18)$$

حيث أن:

$$\varphi_1 = \frac{H_1 + H_2 - 2H_2}{\Delta X} \qquad \varphi_2 = \frac{\Delta H_2 t}{\Delta t} \qquad (19)$$

☒ أما في حالة وجود تغذية رأسية، أي عندما:

$$W(x, t) > 0$$

يكون لدينا:

$$T\frac{H_1 + H_3 - 2H_2}{\Delta X} + W = \mu\frac{\Delta H_2 t}{\Delta t} \qquad (20)$$

أي أن:

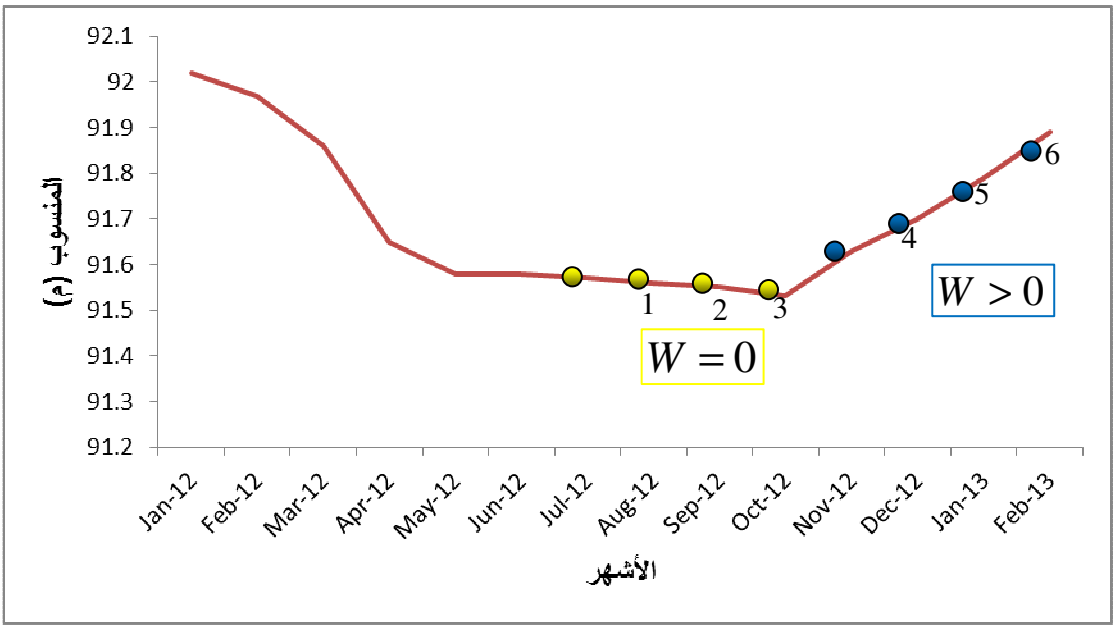
$$\frac{T}{\mu}\varphi_1 + \frac{W}{\mu} = \varphi_2 \qquad \varphi_2 = A + C\,\varphi_1 \qquad (21)$$

حيث:

$$C = tag\,\alpha = \frac{T}{\mu} \quad : \quad A = \frac{W}{\mu}$$

وحسب هذا التمثيل فإن ميل المستقيم (C) على محور السينات يوافق العلاقة $\frac{T}{\mu}$ ، أما الاقتطاع (A) الذي يحدثه على محور العينات فيساوي $\frac{W}{\mu}$. وعندما يكون تعيين المعاملات الهيدروجيولوجية صحيحاً فإن جميع نقاط الحساب لمختلف المجالات الزمنية Δt يجب أن تقع على خط مستقيم بعد تبديل البارامترات بقيمها التي تم الحصول عليها، ولتوضيح ذلك اخترنا المقطع (16 – 9 – 8) مثالاً، الشكل (3)، ونوضح على الشكل (7) منحني تغير

منسوب المياه الجوفية خلال فترة المراقبة في البئر (9) من هذا المقطع، وكذلك الفترات الزمنية المستخدمة Δt لتعيين المعاملات الهيدروجيولوجية عليه.

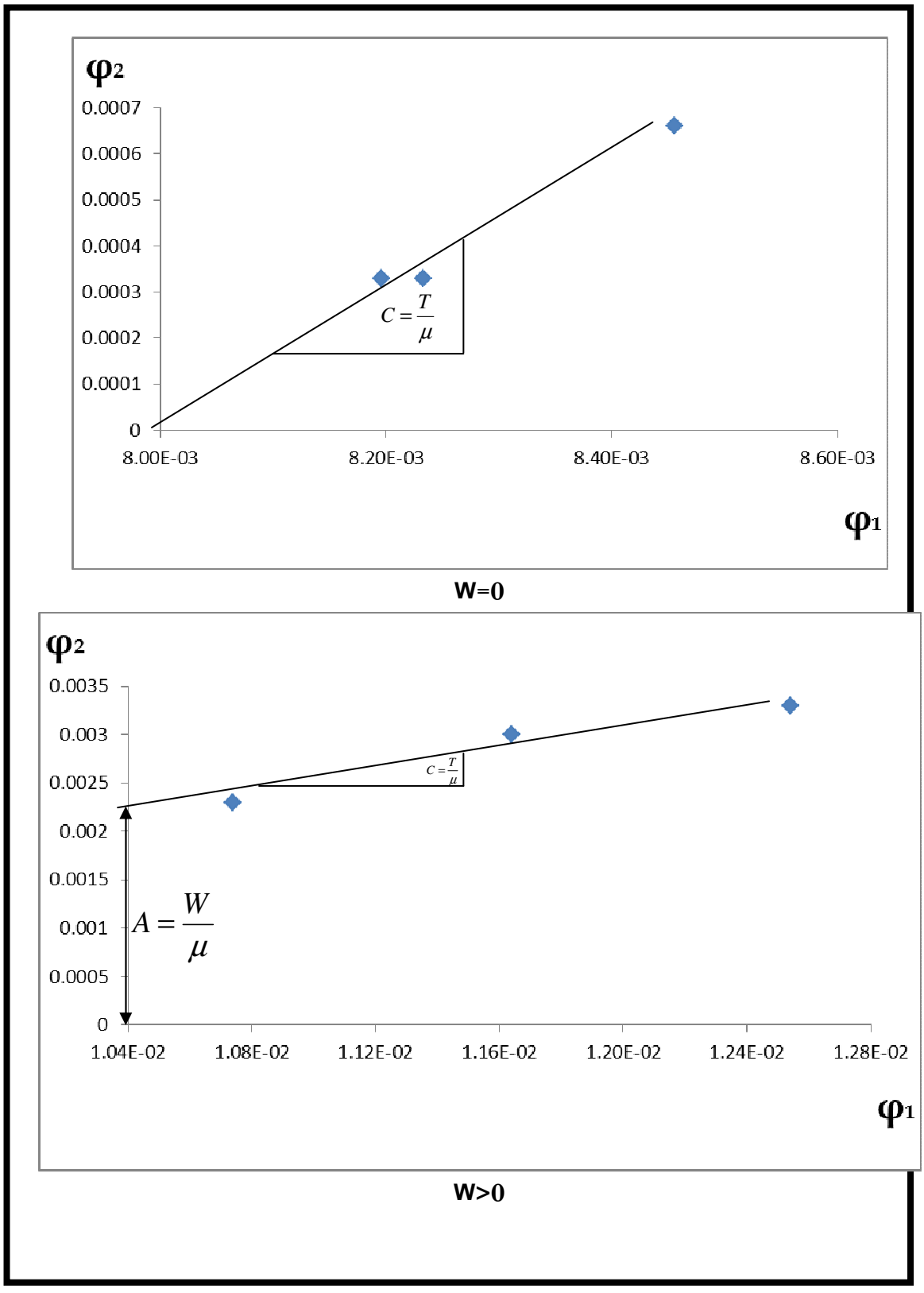


الشكل (7) منحني تغير منسوب المياه الجوفية في البئر (9) خلال فترة المراقبة 2012 – 2013

المجالات: 1،2،3 تمثل فترات إجراء الحساب (Δt) عندما W(x,t) = 0

4،5،6 تمثل فترات إجراء الحساب (Δt) عندما W(x,t) > 0

إن التمثيل البياني للعلاقتين (19 ، 20)، الشكل (8)، يبين أن جميع نقاط الحساب تتوضع على استقامة واحدة على هذين المنحنيين، ويُعد ذلك دليلاً على صحة تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية لمنطقة الدراسة.



الشكل (8) التمثيل البياني . التحليلي بطريقة الفروق المنتهية لتعيين المعاملات الهيدروجيولوجية بواسطة معطيات المراقبة على المقطع (Iv) في الحالتين (W=0) و (W>0)

الاستنتاجات والتوصيات

نخلص من خلال هذا البحث إلى النتائج التالية:

- تتغير قيم الناقلية المائية من 36 إلى 570 م^2/يوم، وتصل أحياناً إلى 1250 م^2/يوم تقريباً في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة.
- تراوح عامل الرشح بين 1 – 50 م/يوم تقريباً.
- قيم المعطائية المائية منخفضة إلى متوسطة من جراء ازدياد قيمة عامل الانتشار، وتراوحت قيمتها بين 0.00004 و 0.2 .
- تتغير قيمة التغذية الراشحة من 3.5 إلى 211 مم تقريباً، وتبلغ وسطياً 49 مم، وبنسبة مئوية تراوحت بين (1–40)% من الهطولات تقريباً.
- تُسهم الهطولات المطرية في منطقة الدراسة بغالبيتها في تشكيل جريانات سطحية، وجزء منها يُفقد عن طريق التبخر.
- تتوافق طريقتا تجارب الضخ ومراقبة نظام المياه الجوفية في تعيين البارامترات الهيدروجيولوجية للجريان المائي الجوفي في هذه المنطقة، الأمر الذي يؤكد دقة تعيين هذه المعاملات ويسمح بالتالي بإعطاء تصور واضح عن البنية الهيدروجيولوجية لهذا الجريان.

يُعد توافر المعلومة أمراً أساسياً لإيجاد حل لأي مشكلة مائية، ويأتي بعد ذلك طرائق التعامل مع المعلومة بأساليب غير تقليدية، وتطبيق مناهج مختلفة للبحث العلمي للوصول للغاية المنشودة وهي تأمين مصادر مائية كافية ومتجددة للأجيال الحالية والقادمة.

لذلك نوصي بتوفير المعلومات المتغيرة زماناً ومكاناً والتي تشتمل على قياسات مناسيب المياه، إضافةً إلى حساب معدلات التغذية الراشحة للخزانات الجوفية من مياه الأمطار التي تتسرب إلى داخل الطبقات، مع عدم إغفال الدور المهم لطرائق الاستكشاف الجيوفيزيائي في الحصول على معلومات ضرورية تساعد في تقييم الوضع المائي، وذلك بتحديد شكل وتوزيع وثخانة الطبقات الحاملة للمياه وخصائصها الفيزيائية، بالإضافة إلى تحديد الخصائص الهيدروديناميكية لهذه الطبقات.

كما أنَّ توفير المعلومات الموثوقة والمتكاملة والمنظمة يساعد على الخروج باستنتاجات دقيقة وسليمة لتقييم الوضع المائي، كما تساعد أصحاب القرار على اتخاذ القرارات المناسبة فيما يخص تنفيذ السياسات المائية المقترحة.

المراجع:

1. GAVICH, I. K. *Hydrogeodinamek.* Nedra publishers, Moscow, 1988, 347. (in Russian)
2. GAVICH, I. K. *Theory and application modeling in hydrogeology.* Nedra publishers, Moscow, 1983, 352. (in Russian)
3. CHESTAKOV, F. *Ground Water Movement.* University Moscow, Moscow, 1979, 367. (in Russian)
4. JULIANA, D. ; PILAR, L. ; GUILLAUME, N. ; IAN, R. ; FRANCESC, G. *Modeling the hydrological response of a Mediterranean medium-sized headwater basin subject to land cover change: The Cardener River basin (NE Spain).* Journal of Hydrology, Spain, 383, 2010, 125-134.

5. WANG, H. F. ; ANDERSON, M. P. *Introduction to ground water modeling finite difference and finite element methods.* San francisco, 1982, 237.

6. الطائي، ثائر محمود. ؛ الصادق، عبد الغني عبو. *نموذج اعتباري لتحديد اتجاهات حركة المياه الجوفية وتخمين كمياتها في سهل السيلفاني شمال بحيرة سد الموصل*، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية. العدد الثاني، 2004، 11-35.

7. السباعي، محمود. *نمذجة حركة المياه الجوفية (حالة حوض الفرات الأدنى)*، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية. العدد الثاني، 2005، 91-114.

8. محمد، أحمد محمد. *تحديد الناقلية المائية باستخدام معطيات الموازنة المائية للطبقة الحاملة للمياه*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، سورية، المجلد (17) – العدد الثاني، 2001، 185-196.

9. البسام، عبد العزيز محمد. *أهمية المعلومات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية في تقييم الوضع المائي*، مجلة جامعة الملك سعود. 2012، 1-15.

10. ADRIANA, H. G. NORID, T. *Hydrogeology and geochemical characterization of ground water in a typical small scale agricultural aria of Japan.* Journal of Asian, Earth sciences, Japan, 29, 2007, 18-28.

11. حايك، شريف بدر. *مساهمة في تقييم تجربة الضخ الاستثمارية من طبقة المياه الجوفية المضغوطة في بانياس*، مجلة جامعة تشرين. العدد الرابع، 2011، 9-24.

12. دراسة تطويرية لمصادر المياه في الأحواض المركزية والشمالية الغربية للجمهورية العربية السورية. الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا . JICA)، 2000.

13. الخارطة الطبوغرافية لسورية. رقعتا (اللاذقية وجبلة)، بمقياس 1:25000، دمشق، 1972.

14. *Irrigation construction on an area of about 10thos. Hectares at the region of NAHR ALKABIR RIVER DAM in the Arab republic of Syria 2nd stage*, General plan, part 1, SOYZGIPROVODKHOZ USSR,1980, 229.

15. راعي، كنان جمال. *دراسة هيدروجيوكيميائية للمصادر المائية في الجزء الأدنى من حوض نهر الكبير الشمالي وتقييم التأثير الجيوبيئي على هذه المصادر وخواص التربة في تلك المنطقة*، رسالة ماجستير، كلية العلوم . جامعة تشرين . سورية، 2010، 184.

16. محمد، أحمد محمد. *الهيدروجيولوجيا التطبيقية*. جامعة تشرين، سورية، 2013، 361.

17. DRABNAHOD, N. E. and YAZFEN, L. C. *Evaluation ground water resource.* Moscow, 1986, 286.