مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (2) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (2) 2014

العلاقة بين الهطل المطري ومناسيب المياه الجوفية في السهل الساحلي لنهر الكبير الشمالي – سورية

الدكتور علي محمد الأسعد[1*]
الدكتور شريف بدر حايك[2**]
الدكتور غطفان عبد الكريم عمّار [3***]
الدكتور عباس عبد الرحمن[****]

(تاريخ الإيداع 15 / 7 / 2013. قُبِل للنشر في 25/ 3 / 2014)

□ ملخّص □

تشهد منطقة الحوز الأدنى لنهر الكبير الشمالي نشاطاً اقتصادياً مهمّاً، تزداد معه الحاجة إلى المياه. وتهدف الدراسة إلى تحديد العلاقة بين كمية الهطل وتغيّر مناسيب المياه الجوفية. تنتشر في المرتفعات صخور كلسية ومارلية مشققة ذات نفوذية عالية، بينما تنتشر توضعات متوسطة إلى قليلة النفوذية في السهول الساحلية، وتتوضّع المياه الجوفية على عمق قليل من سطح الأرض، وتستجيب مناسيبها بسرعة كبيرة نسبياً لتسرب مياه المطر ومياه الري ما يجعل تلوّثها وتأثّرها بالعوامل الجوية سهلاً وسريعاً، وستتأثر بالتغيرات المناخية بسهولة. وتبيّن نتيجة معالجة البيانات الحقلية ومناقشتها أنّ تغيّرات مناسيب المياه الجوفية ترتبط بعوامل طبيعية واصطناعية متعددة ومتداخلة التأثير في مناسيب المياه الجوفية، فبعضُها يزيد تغذيةَ المياه الجوفية وارتفاع مناسيبها، وبعضها الآخر له تأثير معاكس، بحيث لا يمكن وضع علاقة رياضية بين مناسيب المياه الجوفية وكميات الهطل المطري، بسبب التأثير المتزامن لهذه العوامل، التي يصعب عزلها ومراقبتها في وضعها الطبيعي.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية؛ مناسيب المياه الجوفية؛ تسرّب مياه الأمطار؛ التغيرات المناخية؛ نهر الكبير الشمالي.

[*]**أستاذ – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
[**] **أستاذ مساعد – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
[***]**أستاذ – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
[****]**مدرّس – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (2) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (2) 2014

The Relationship Between Rainfall and Subterranean Water Levels On The Coastal Plain of Alkabeer Alshamali River-Syria

Dr. Ali Alasaad[*]
Dr. Sharif Hayek[**]
Dr. Ghatfan Ammar[***]
Dr. Abbas Abdalrahman[****]

(Received 15 / 7 / 2013. Accepted 25 / 3 / 2014)

□ ABSTRACT □

Al-Kabeer River Coastal Plain faces very important economic activities which lead to growing water demands. This research aims to define the relationship between rainfall and subterranean-water levels. In the mountainous area fissured marl and limestone with high permeability spread. However, on the coastal plateau deposits with moderate to low permeability values spread, and water levels quickly respond to rainfall and irrigation water, which makes it get easily polluted and affected by climatic factors. Analyses and discussions of field data have led to the fact that subterranean-water levels are to do with many natural and artificial interrelated parameters. And in some cases, they can be adversely oriented, and difficult to isolate and monitor separately, and become very difficult to derive mathematical formula for describing the relationship between just two parameters (subterranean-water percentages and rainfall levels)**.**

Keywords: subterranean-water levels; rainfall infiltration; climate change; Al- kabeer Al-shemali River.

[*]**Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Associate Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***]**Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[****]**Assistant Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

إنّ الطلب المتزايد على المياه لتلبية الاحتياجات المنزلية والزراعية والصناعية والاستجمامية، جعلت مياه الشرب الآمنة النظيفة مورداً طبيعياً نادراً في أرجاء كثيرة من الكرة الأرضية. ويشكّل تزايد عدد السكان، لاسيّما في المناطق الحضرية، إجهاداً على الموارد المائية وديمومتها.

ويُعد تغيّر المناخ مشكلة عالمية طويلة الأجل، تنطوي على تفاعلات معقّدة بين العوامل البيئية وبين النشاط الاقتصادي للناس، تسبّبت بتأثيرات مهمة على المستوى الدولي والإقليمي بما فيها منطقة الدراسة.

لقد أُجريت دراسات كثيرة في أنحاء العالم. فدلّت نتائجها على أنّ تغذية المياه الجوفية ستنقص بمقدار 30– 70% في بعض أرجاء الكرة الأرضية، ومنها منطقة شرق البحر المتوسط، بسبب تناقص الهطل المطري وارتفاع درجات حرارة الجو [1، 2، 3، 4]. وأوصت بعض هذه الدراسات بتحسين شبكات رصد الموارد المائية، وزيادة فعاليات تنمية الموارد المائية، وإجراء دراسات تفصيلية لأماكن انتشارها. كما استُخدمت مجموعة من النماذج الهيدرولوجية لدراسة تأثير تغيّر المناخ على الموارد المائية [5، 6]. وجرى تقويم الآثار الهيدرولوجية لتغيّر المناخ، والتغيّرات الافتراضية في مدخلات النموذج (الهطل المطري ودرجة الحرارة، إضافة إلى الاضطرابات الإضافية وتوزّعها الزمني)، واستُخدمت نتائج هذه النماذج للتنبؤ بتأثير تغيّر المناخ على الهيدرولوجيا الإقليمية، فأكّدت هذه الدراسات أنّ تغيّر المناخ سيؤثّر بفعالية كبيرة في معدلات تغذية المياه الجوفية، التي ستتأثّر مواردها سلبيّاً أو إيجابياً بهذه التغيّرات.

إنّ التغيّر المناخي وارتفاع درجة حرارة الأرض، وتناقص معدلات الهطل المائي في بعض المناطق وزيادتها في أماكن أخرى، وتغيّر توزّعها المكاني، سيكون له مردوداً متفاوتاً من منطقة إلى أخرى في العالم، وقد تكون آثاره سلبية في سورية.

ويتطلب التخطيط الطويل الأمد للموارد المائية كلاً من المعلومات المكانية والزمنية عن تغذية المياه الجوفية، وينبغي أن تهتم أيضاً دراسات تغيّر المناخ بالتغيّر المكاني لتغذية المياه الجوفية كنتيجة للتغيرات المستقبلية في العمليات الهيدرولوجية، من أجل تخطيط وإدارة التنمية الاقتصادية للمجتمع.

لذلك ففي إطار التغيّرات المناخية وزيادة الطلب على المياه لمواكبة التطور الاقتصادي والنمو السكاني لابدّ من تقويم الموارد المائية في الحوز الأدنى لنهر الكبير الشمالي بهدف ترشيد استثمارها بما يضمن استدامتها وتنميتها، ويكفل تأمين المياه لنشاطات المجتمع المتنوّعة.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تحديد تأثير تغيّرات المناخ في موارد المياه الجوفية الحرة وتقويمها، من أجل وضع أسس علمية وعملية لإدارة هذه الموارد. الأمر الذي يتّصف بأهمية بالغة لتطوير المنطقة من الناحيتين الاقتصادية والاجتماعية؛ لأنّها ذات كثافة سكانية كبيرة، وتشهد نشاطاً زراعياً وصناعياً مهمّاً.

طرائق البحث ومواده:

تعتمد دراسة المياه الجوفية وتغيّر مناسيبها على شبكة رصد، تتوزّع آبارها في منطقة الدراسة، وتُحدّد المسافة بين الآبار حسب مقياس الدراسة المعتمد، وبما يتناسب مع الظروف الطبيعية والاستثمارية للمنطقة المدروسة [7].

تتوافر بيانات عن كميات الهطل في أرجاء الحوض كلّه، لكنْ لاتوجد آبار مجهّزة لقياس مناسيب المياه الجوفية في المناطق المرتفعة من حوض الكبير الشمالي، بسبب توضّع المياه الجوفية على أعماق كبيرة هناك، فاقتصرت المراقبة على الآبار الواقعة في الحوز الأدنى لحوض الكبير الشمالي (الشكل 1) المحفورة في المنطقة السهلية والتلالية من منطقة الدراسة لأسباب فنية واقتصادية، وتخترق الآبار توضعات الرباعي وجزءاً من توضعات النيوجين والباليوجين، بأعماق لاتتجاوز 100 متر. واستمرّت القياسات الشهرية في معظم آبار شبكة الرصد خلال الفترة 1994 – 2008م. وفي بئر "ستمرخو" فقط تمت القياسات اليومية المؤتمتة خلال الفترة 2004 – 2010م. كما أنّ معظم آبار المراقبة يجري الضخ منها بكميات قليلة، ما يجعلُ البيانات أقل موثوقية، غير أنّ بعض الآبار (ستمرخو؛ جبريون؛ رويسة الحرش) تجري فيها مراقبة مؤتمتة، وهي آبار مجهّزة خصّيصاً لمراقبة مناسيب المياه الجوفية، وتعطي بيانات دقيقة ذات موثوقية عالية، فاعتمدت عليها هذه الدراسة، وجرت معالجة البيانات ببرنامج ROCKWORK وبرنامج EXCEL.

1. منطقة البحث

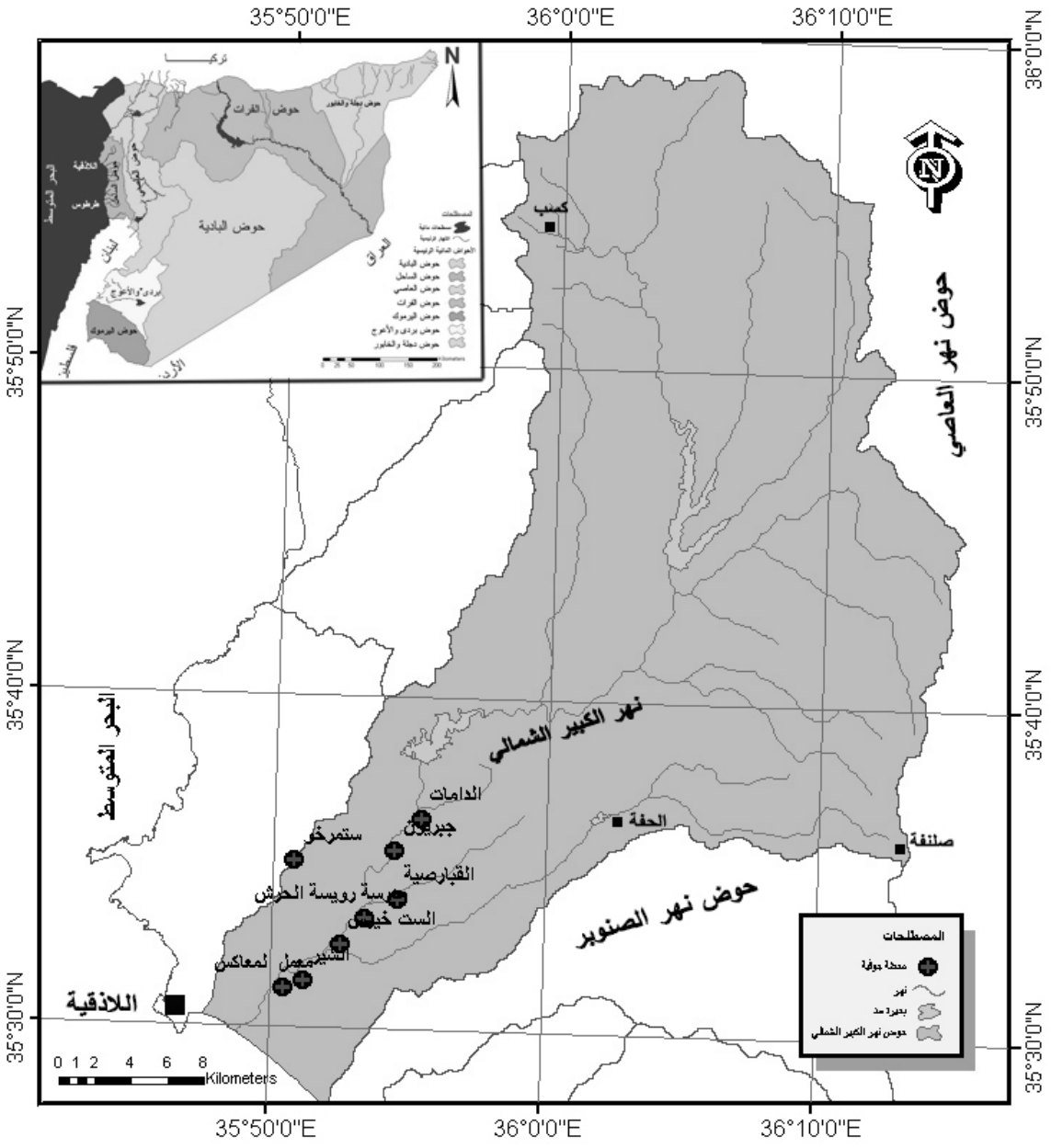
يشغل حوض الكبير الشمالي 22% من مساحة حوض الساحل، ويقع في الجزء الشمالي الغربي من سورية، وتوجد ضمن حدوده مجموعة من المدن والبلدات والقرى، أهمها: الحفة؛ كسب؛ صلنفة؛ سلمى؛ كفرية؛ الجنديرية؛ ستخيرس؛ ستمرخو؛ رويسة الحرش؛ جبريون..، كما تقع مدينة اللاذقية شمال مصب نهر الكبير الشمالي مباشرة، وتبلغ مساحته 1109 كم^2، يحدّه من الشرق حوض نهر العاصي، ومن الجنوب حوض نهر الصنوبر، ومن الشمال مجموعة أحواض صغيرة أهمها وادي قنديل، ومن الغرب البحر المتوسط حيث يصب نهر الكبير الشمالي. (الشكل 1). وتُقسم منطقة البحث إلى ثلاثة أجزاء من الناحية الطبوغرافية [8]:

– **الشاطئ والسهل الساحلي** حيث تتراوح الارتفاعات بين 0 و 50م، وتوجد في هذه المنطقة أغلب النقاط المائية (الآبار والينابيع).

– **الهضاب الساحلية** التي تشكّل المنطقة الانتقالية بين السهل الساحلي والمنطقة الجبلية، تتراوح ارتفاعاتها بين (50–450) م.

– **منطقة الجبال الساحلية:** وتتراوح ارتفاعاتها من (450– 1100) م فوق سطح البحر، وتتصف بشدّة انحدار سفوح الجبال، وبطبوغرافيا معقّدة، تغطي الغابات جزءاً كبيراً من مساحتها، وتوجد مساحات قليلة صالحة للزراعة. الجريانات المائية السطحية الدائمة نادرة وضحلة، وتتوضّع المياه الجوفية على أعماق كبيرة (مئات الأمتار) لكن توجد بعض الينابيع القليلة الغزارة، التي يجف معظمها صيفاً، وتقلّ فيها المراكز المأهولة.

وتنتشر في حوض الكبير الشمالي تربة حمراء – بنّية، تتميّز بها تُرب ساحل البحر المتوسط. وتوجد عند سفوح الجبال طبقة متقطعة من التربة الناعمة، بينما تتغطى الهضاب السفحية غالباً بتربة حصوية قليلة السماكة بنّية – رمادية اللون [9]. وتنتشر التربة الكلسية الطينية السمراء فوق الطُّفال الرملي والكونغلوميرا، كما تنتشر الترب اللحقية في مخاريط انصباب روافد نهر الكبير الشمالي وقرب مصبه في البحر المتوسط، وتبلغ سماكة التربة عند أقدام الجبال 0.10–0.25 م، وأكثر من متر في السهول الفيضانية لنهر الكبير الشمالي وروافده.



الشكل 1. حوض الكبير الشمالي ومواقع آبار شبكة الرصد.

2. الخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية

يشكّل منخفض نهر الكبير الشمالي وحدة تكتونية جيولوجية ذات طابع بنيوي مهم، ويرتبط تشكّله بتشكّل منخفض الغاب، الذي يمثّل القسم الشمالي من الانهدام العربي الإفريقي الكبير، الذي تسبّب في تشكّل عدد من المنخفضات، يقع معظمها شرق خط الانهدام نفسه، بينما يقع منخفض نهر الكبير الشمالي غربَه. ويُعد هذا المنخفض حلقة وصل بين كتلة البسيط الناهضة، والسفح الشمالي الغربي لنهوض الجبال الساحلية.

يمرّ فالق اللاذقية – كلّس الإقليمي على امتداد النهاية الشمالية الغربية للمنخفض، ويمتدّ باتجاه شمال شرق – جنوب غرب، مشكّلاً حدّاً تكتونياً بين منخفض الكبير الشمالي وهضبة البسيط، أمّا الفوالق الأحدث فهي تعود إلى البليوسين وما قبله، وتمرّ بمحاذاة الصخور الأفيوليتية وعلى امتداد منخفض نهر الكبير الشمالي، وتمتد من الشمال

الشرقي باتجاه الجنوب الغربي، فيقطع بعضُها سريرَ نهر الكبير الشمالي جنوب جسم السد، وتتغطى برسوبيات البليوسين، وتتقاطع معها بعض الفوالق الثانوية، خاصةً في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة [10].

تنتشر التشكيلات الأفيوليتية (الصخور الخضراء) في معظم أرجاء أراضي الجانب الأيمن من حوض الكبير الشمالي، بينما تسود التشكيلات الكلسية الحوارية على الجانب الجنوبي الشرقي للحوض، التي تعود إلى الجوراسي– ترياسي والكريتاسي (ماستريخت – سينومان – تورون) والباليوجين. وعموماً يلاحظ أن أكثر التوضعات انتشاراً في السهل الساحلي تعود إلى النيوجين، والرباعي، [9].

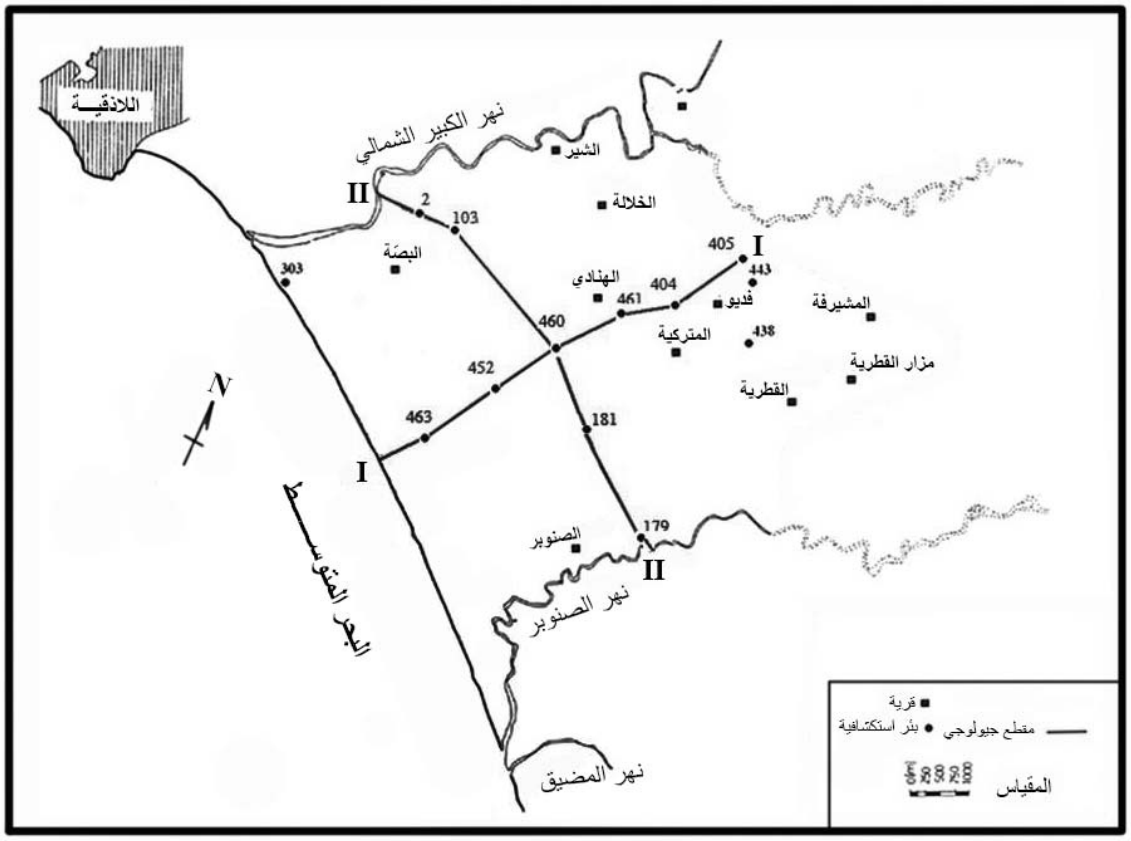
تشكيلات الجوراسي الحاملة للمياه J. تتألف من صخور كلسية دولوميتية متشققة ومكرستة، تتكشّف في المرتفعات الجبلية، وذات نفوذية عالية، خاصةً في الجزء العلوي منها، ما يسمح بتسرب نسبة كبيرة من الهطل المائي تغذي المياه الجوفية، وتشكّل ينابيع مختلفة الغزارات في مناطق متفرقة من حوض الكبير الشمالي. [12]

تشكيلات الكريتاسي الحاملة للمياه K. تتكشّف في المرتفعات، وعلى منحدراتها وفي الأودية العميقة (الشكلان 2، 3)، وهي تشكّل أهم الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في المنطقة، وتتألف تشكيلات الكريتاسي من صخور كلسية ودولوميتية كارستية مشققة بكثرة، وتقسمها مجموعة كبيرة من الفوالق، خاصةً ضمن توضعات السينومان تورون، التي تتدفق مياهها إلى سطح الأرض من ينابيع مختلفة الغزارة، كما يجري استثمار مياه هذه التشكيلات من الآبار لتأمين مياه الشرب. [12]

توضعات الإيوسين الأوسط الحاملة للمياه P_2^2 . يشكّل الحجر الكلسي، والصخور الكلسية الغضارية طبقة حاملة للمياه، تنتشر في بعض القطاعات الصغيرة في شمال المنطقة والشمال الشرقي منها (الشكل 3)، وتتوضع المياه فيها على عمق (6 – 14) م، وتتغذى المياه الجوفية من تسرّب مياه الهطل المطري.

تعدّ طبقات الحجر الكلسي العائد إلى الإيوسين الأوسط الحامل الرئيس للماء ضمن طبقات الباليوجين، ولكنها ضعيفة النفوذية، إذْ لا يزيد تصريف الآبار على 2 ل/ثا، المحفورة بأعماق 200 – 400 م. [11، 12].

التوضعات البحرية البليوسينية الحاملة للمياه $m\ N_2$. تتكشّف في الآبار تحت توضعات الرباعي، وتنتشر في الجزء الغربي من الحوض، على الضفة اليمنى لنهر الكبير الشمالي قرب مصبه، حيث تصل سماكتها إلى 100 م (الشكل 4)، وهي تتألف من غضار رملي أو كلسي ومارل، ويشاهد ضمنها بعض الطبقات الرقيقة (2 – 18) م من الحجر الكلسي الرملي والحجر الرملي الهش [11]. وهي ذات نفوذية منخفضة إذْ يبلغ عامل الرشح فيها (0.35) م/يوم، ويقل عن ذلك أحياناً، وتزداد قيمة النفوذية لتوضعات البليوسين قرب سطح الأرض، وفي الأماكن المعرضة للتجوية، فتصل قيمة عامل الرشح حتى (5) م/يوم، وتتوضع تحتها طبقة كتيمة من المارل والغضار. [11، 12]

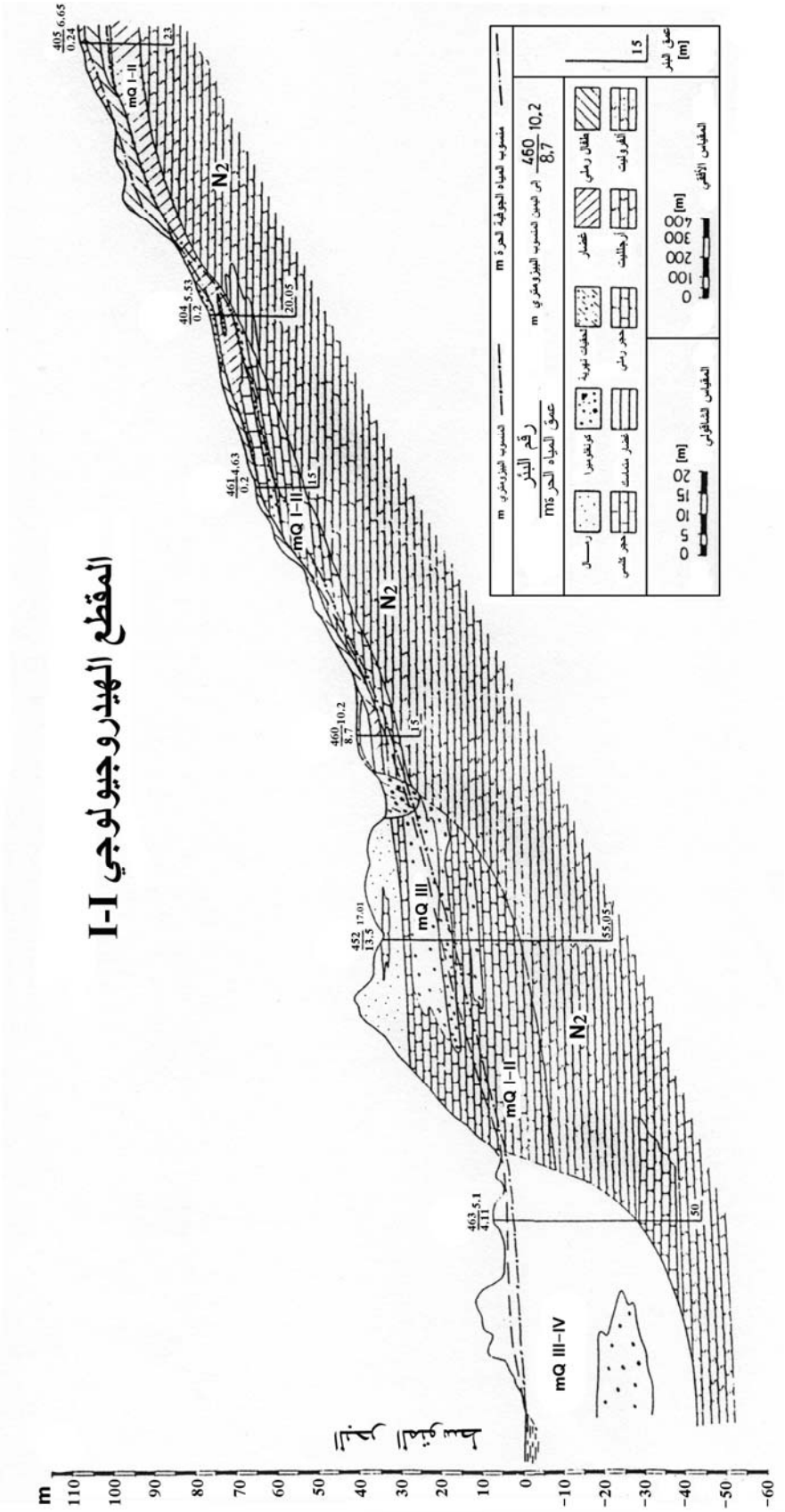


الشكل– 2. مواقع المقاطع الجيولوجية (I–I، II–II)، [11]

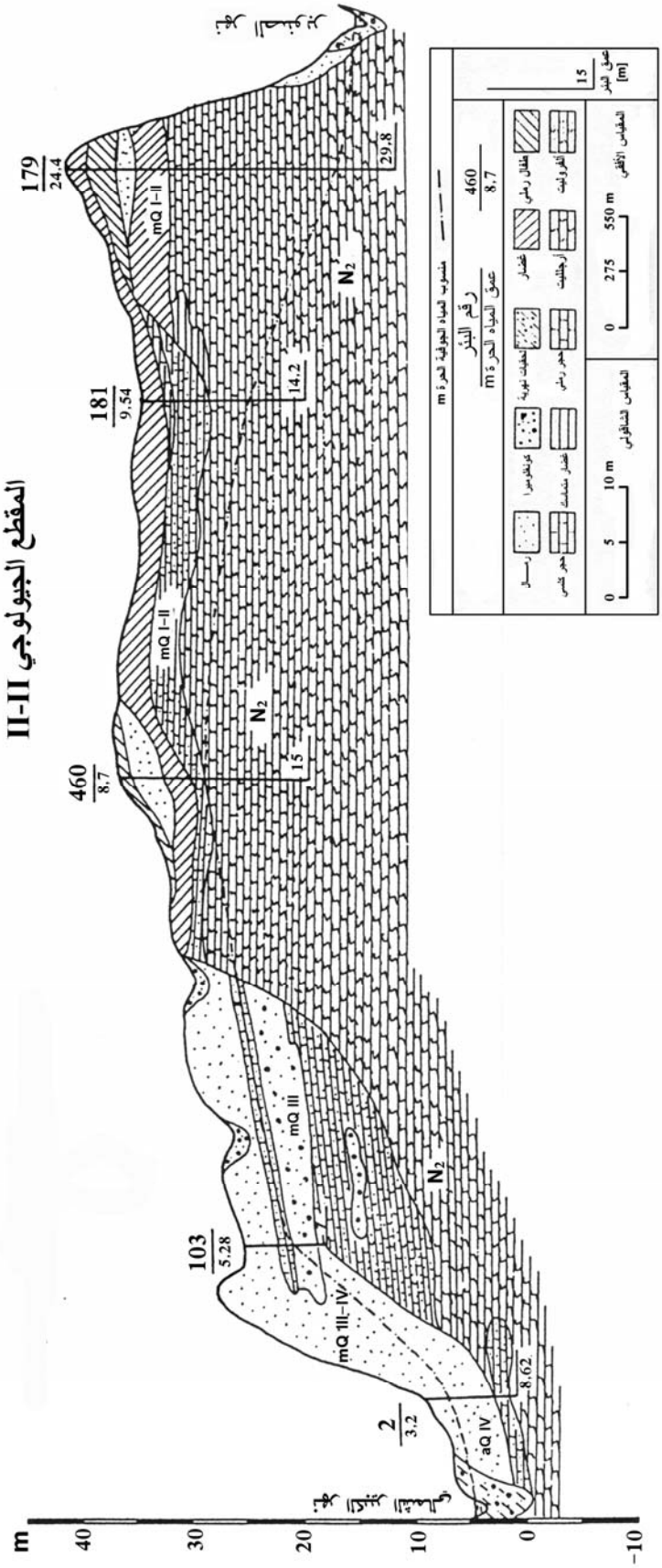
يقع سطح المياه الجوفية على عمق (1 – 10) م، وتتغذى على حساب تسرب مياه الأمطار ومياه الري، وتتصرف بوساطة ينابيع (غزاراتها 0,1 – 0,6 ل/ثا) في الأودية التي تتكشف فيها توضعات البليوسين الحاملة للمياه، كما تتصرف في مجاري الأنهار التي تقطع هذه التوضعات. وتستثمر هذه المياه على نطاق محدود بوساطة الآبار للشرب، وري المزروعات، والخدمات المنزلية.[11، 13]

وتشكّل التوضعات الغضارية والمارلية العائدة للبليوسين، والحجر الكلسي الغضاري العائد للباليوجين طبقة كتيمة تحت توضعات الميوسين والرباعي الحاملة للمياه.

توضعات الميوسين الحاملة للمياه N_1^2. تنتشر صخور الميوسين في حوض نهر الكبير الشمالي، وهي تتألف من تناوبات سميكة من الحجر الكلسي، والحجر الرملي، والمارل، والكونغلوميرا، تتصف بنفوذية ضعيفة، وتشكّل بعض مستوياتها حاملاً للمياه، تتغذى على حساب تسرب مياه الأمطار ومياه الري، وتتصرف مياهه بوساطة ينابيع ذات تصاريف ضعيفة، تتراوح بين (0.5 – 2.5) ل/ثا، ومياه هذه الينابيع ذات طعم مستساغ وعديمة الرائحة واللون، وتصلح لأغراض الشرب عموماً من الناحية الكيميائية، وعمق توضع المياه في بعض الآبار التي اخترقت هذه الطبقة لا يتعدى عشرة أمتار، لكنّ مياه بعض الينابيع والآبار في الطرف الجنوبي الغربي لحوض نهر الكبير الشمالي ذات تركيز مرتفع من شاردة الكبريتات بسبب احتواء هذه التوضعات على الجص، خاصةً الطبقات العائدة إلى الميوسين الأعلى.[11]



الشكل 3. المقطع الجيولوجي I–I العمودي على خط الشاطئ باتجاه المناطق التلالية بين نهري الكبير الشمالي والصنوبر.[11]



الشكل 4. المقطع الجيولوجي II–II الموازي لخط الشاطئ وبين نهري الكبير الشمالي والصنوبر.[11]

توضعات الرباعي الحاملة للمياه Q. تنتشر توضعات الرباعي في السهول الفيضانية للأنهار وفي السهل الساحلي، وتتألف من كونغلوميرا، ورمال، ورمل غضاري مختلطة مع حصى غير مصنفة. تتراوح سماكتها بين أمتار عدّة وعشرات الأمتار، ويبلغ عامل الرشح في هذه التوضعات (1 – 25) م/يوم، وتصل الناقلية المائية للطبقة الحاملة للمياه حتى 100 – 200م^2/يوم، [13]. وتتغذى الطبقات الحاملة للمياه على حساب تسرّب مياه المطر ومياه الري، والمياه السطحية في المجاري المائية وأقنية الري. وتنصرف المياه الجوفية في هذه التوضعات على شكل ينابيع صغيرة، يجف بعضها في فصل الصيف. وتُستثمر المياه الجوفية بوساطة عدد كبير من الآبار أعماقها 5 – 15 م، ونادراً ما يزيد عمقها على 30 م، وتتراوح تصاريفها بين 10و 15 ل/ثا، مقابل هبوط في المنسوب 1 – 2 م [11، 13]، وتُستخدم المياه لتأمين المياه للري المساعد، وسقاية الحيوانات وبعض الاحتياجات المنزلية أحياناً. إنّ التوضعات الرباعية المنتشرة في السهل الساحلي هي مصدر أساسي لمياه الري والحاجات المنزلية، وتختلف كثيراً غزارة الآبار المحفورة في توضعات الرباعي من مكان إلى آخر، بسبب تغيّر نفوذيتها. والمياه الجوفية في طبقة الرباعي معرّضة للتلوّث بمياه الصرف الصحي ومياه الري والملوّثات العضوية والكيميائية المتنوّعة؛ لأنّ المياه الجوفية تتوضّع على عمق قليل من سطح الأرض، ولا تغطّيها طبقة كتيمة تمنع وصول الملوّثات إليها.

تشكّل التوضعات الرباعية مع توضعات الميوسين منظومة هيدروجيولوجية واحدة، أمّا توضعات البليوسين الحاملة للمياه فهي محدودة الانتشار، وتشكّل في أكثر الحالات عدسات معزولة ضمن المارل، والمارل الغضاري من العمر نفسه، وهي غير مرتبطة هيدروليكياً، أو ذات ارتباط ضعيف مع طبقات الرباعي الحاملة للمياه.[13]

النتائج والمناقشة:

تشكّل موارد المياه الجوفية جزءاً من الدورة الهيدرولوجية، وتتأثّر هذه الموارد بتغيّر المناخ، لذلك من الضروري إدراك التأثير المتبادل بين المكونات المختلفة للدورة الهيدرولوجية، من أجل إدارة الأحواض الساكبة، وضمان جودة موارد مياه الشرب واستدامتها، إذْ ترتبط الأنظمة السطحية والجوفية ارتباطاً وثيقاً فيما بينها من خلال عمليات التغذية والصرف، ويشكّل تفاعلُها جزءاً أساسياً من الدورة الهيدرولوجية.

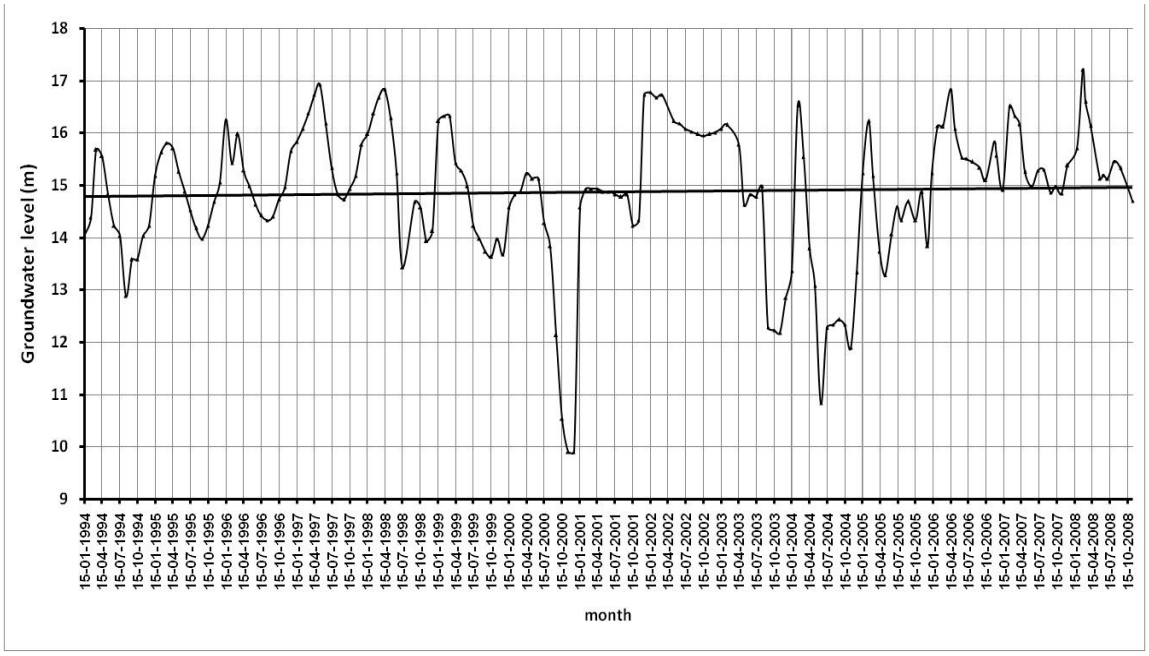
إنّ تغيّرات المناخ في المستقبل ستغيّر الدورات الهيدرولوجية الإقليمية وتؤثّر لاحقاً في كمية موارد المياه الإقليمية ونوعيتها. في حين يؤثّر تغيّر المناخ في موارد المياه السطحية مباشرة من خلال تغيّرات درجة حرارة الجو، والهطل المطري والتبخر– نتح، التي تؤثّر بدورها مباشرة في موارد المياه الجوفية. وتبدو العلاقة بين المتحولات المناخية المتغيّرة والمياه الجوفية أكثر تعقيداً، إذْ ترتبط موارد المياه الجوفية بتغيّر المناخ من خلال عملية التغذية والتفاعل المباشر مع موارد المياه السطحية، لذلك فإنّ قياس تأثير تغيّر المناخ في موارد المياه الجوفية لا يتطلّب تنبؤاً موثوقاً لتغيّر المتحوّلات المناخية الرئيسة فقط، بل وتقديراً دقيقاً لتغذية المياه الجوفية.

بعد إنشاء سد 16 تشرين على نهر الكبير الشمالي وشبكات الري، تراجعت عمليات حفر الآبار بهدف استثمار المياه الجوفية، وتوقف الضخ من الآبار المحفورة كلياً أو جزئياً، واستخدم المزارعون مياه السد لري المزروعات، فازدادت مصادر تغذية المياه الجوفية، ومن ثمّ ارتفع منسوبها أمتاراً عدّة في مختلف أرجاء المنطقة السهلية والهضابية [13].

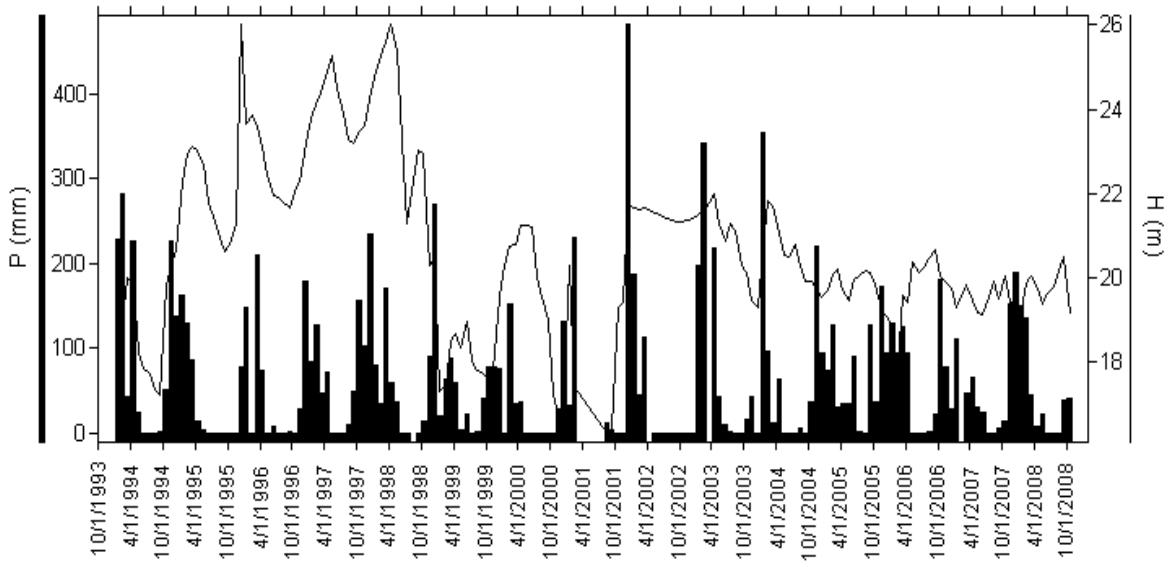
ترتفع مناسيب المياه الجوفية خلال فصل الشتاء والربيع، وتُلاحظ الانخفاضات الحادة خلال فصل الصيف وبداية الخريف، وتعود لترتفع من جديد مع بداية هطول الأمطار (الشكل 5)، لكن نزعة تغيرات مناسيب المياه الجوفية خلال فترة

الرصد هي نحو الارتفاع؛ لأنّ هذه الفترة تميّزت عموماً بكميات هطل وفيرة، توزّعت على فترة طويلة نسبياً من السنة الهيدرولوجية.

إذا زادت شدة الهطل على كمية الفواقد بالتبخر والاعتراض على أوراق النباتات وأغصانها وبعد إشباع التربة، تبدأ مناسيب المياه الجوفية بالارتفاع بعد ساعات من ابتداء الهطل المطري، وقد تستغرق يوماً أو أكثر حسب نفوذية التربة وعمق سطح المياه الجوفية. ويبدو هيدروغراف مناسيب المياه الجوفية منسجماً مع كمية الهطل (الشكلان 6، 7). غير أنّ مناسيب المياه الجوفية لا ترتفع بعد هطل الأمطار خلال الفترة الجافة أو في بداية فترة الرطوبة، إلاّ إذا كانت كمية الهطل كبيرة، بينما ترتفع مناسيب المياه في البئر نفسها بسبب كمية هطل أقل خلال الفترة الرطبة؛ لأنّ رطوبة التربة عالية، ومعدلات التبخّر منخفضة، والفواقد المائية الأخرى أقل ممّا هي عليه في الفترة الحارة.

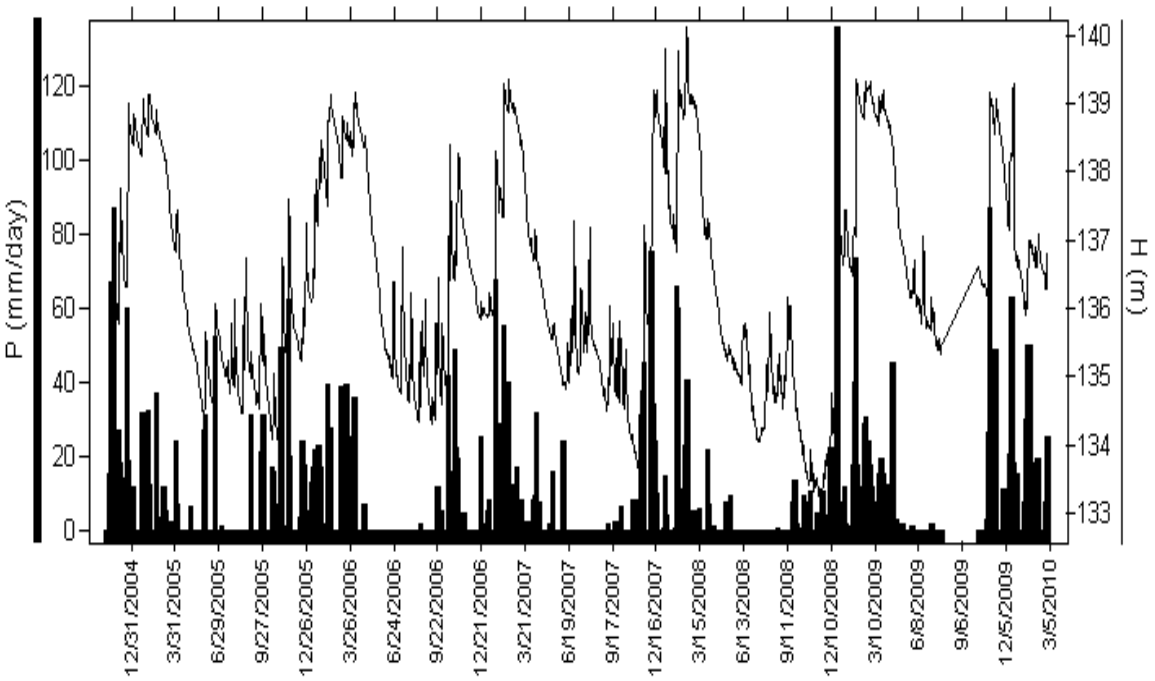


الشكل 5. مناسيب المياه الجوفية في بئر "رويسة الحرش" خلال الفترة 1994–2008.



الشكل 6. كميات الهطل المطري، ومناسيب المياه الجوفية في بئر "جبريون" خلال فترة 1994–2008.

وتختلف استجابة مناسيب المياه الجوفية لكمية الهطل المطري من منطقة إلى أخرى في أرجاء الحوض، فترتفع مناسيب المياه الجوفية بعد فترة قصيرة من هطل الأمطار في المناطق الأقل انحداراً، وحيث تنتشر ترب وصخور نفوذة، وتقل فيها النباتات، وحيث تُستخدم الأراضي للزراعة وتنتشر فيها المصاطب الزراعية. الأمر الذي يجعل المياه الجوفية عرضة للتلوّث السريع بعد هطل الأمطار، خاصّةً في الأرجاء التي تنتشر فيها صخور عالية النفوذية.

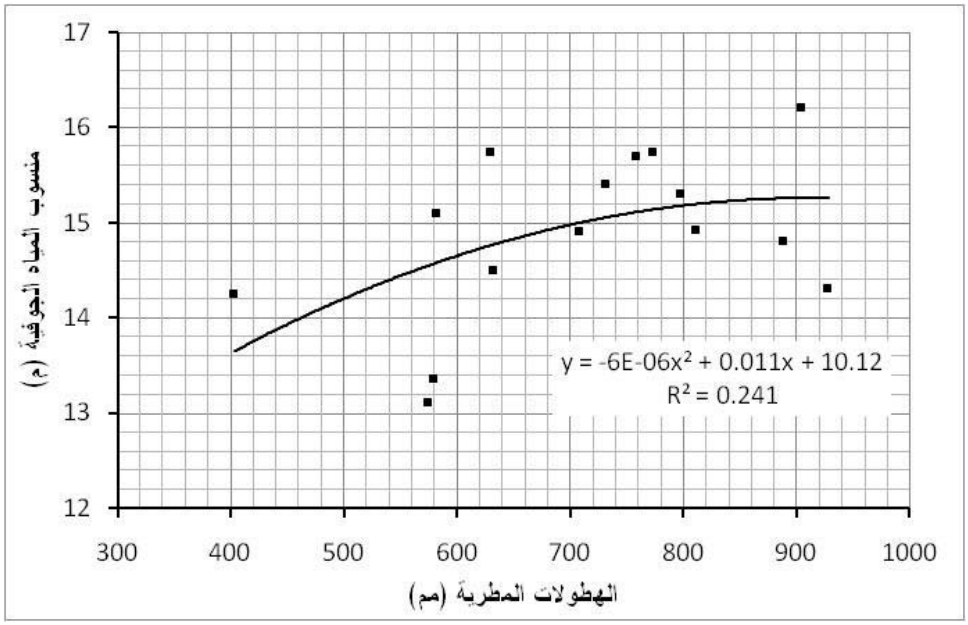


الشكل 7. كميات الهطل المطري اليومي، والمناسيب اليومية للمياه الجوفية في بئر "ستمرخو" خلال الفترة 2004–2010.

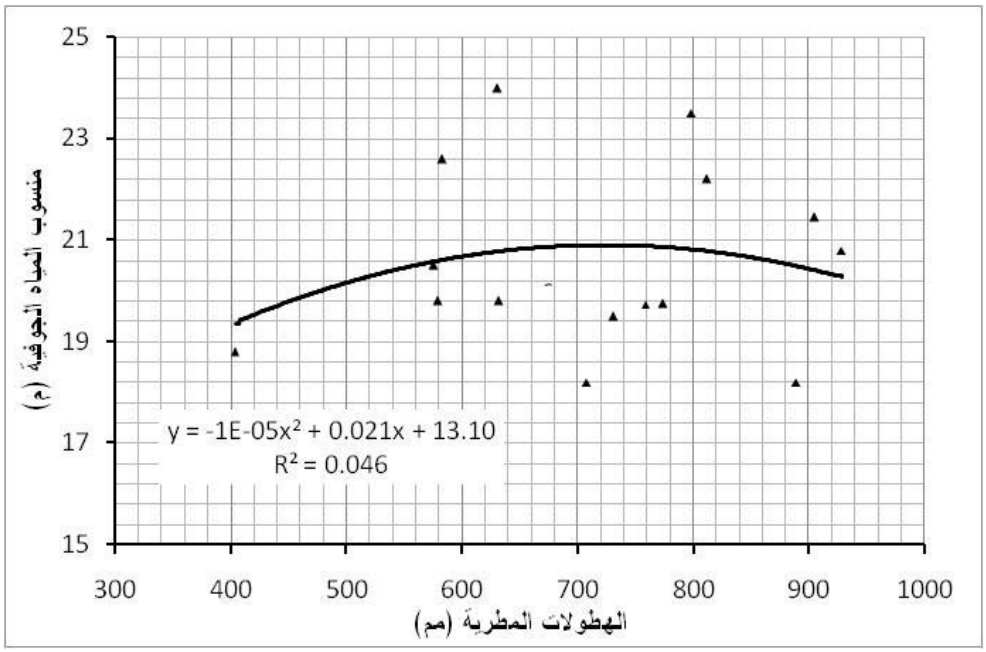
قد يؤدي الهطل الذي يشمل مساحة محدودة من الحوض إلى ارتفاع محلي في مناسيب المياه الجوفية، لكنّ الهطل الفعّال الذي يغطي مساحة واسعة من الحوض يسبّب ارتفاعاً مهمّاً في مناسيب المياه الجوفية، خاصّةً المتوضّعة منها على عمق قليل من سطح الأرض كما هو الحال في المنطقة الغربية السهلية من الحوض.

إنّ العوامل الطبيعية (درجة الحرارة والعوامل الجوية الأخرى؛ والتغيرات البيئية؛ رطوبة التربة؛ نفوذية التربة والصخور؛ والبنية الجيولوجية للمنطقة... وغيرها) والعوامل الاصطناعية (إنشاء السدود ومنظومات الري؛ الأعمال الزراعية وتخصيب الأراضي، والأعمال الهندسية المتنوّعة..) متداخلة التأثير في مناسيب المياه الجوفية، فبعضُها يزيد تغذيةَ المياه الجوفية، وارتفاع مناسيبها، وبعضها الآخر له تأثير معاكس، بحيث لا يمكن وضع علاقة رياضية بين مناسيب المياه الجوفية وكميات الهطل المطري الشهري والسنوي، بسبب التأثير المتزامن لهذه المتغيرات العشوائية الكثيرة، التي يصعب عزلها ومراقبتها في وضعها الطبيعي، أو دراسة كلٍّ منها دراسةً مستقلّة. ولقد بيّنت المعالجة الإحصائية لبيانات الهطل ومناسيب المياه الجوفية في الآبار أن العلاقة بينهما ضعيفة، وقيمة معامل الارتباط 0.2–0.5، لذلك لايمكن اعتماد العلاقة بينهما للتنبؤ بتغيرات منسوب المياه الجوفية اعتماداً على قيم الهطل الافتراضية أو المتوقعة في المستقبل (الشكلان 8، 9).

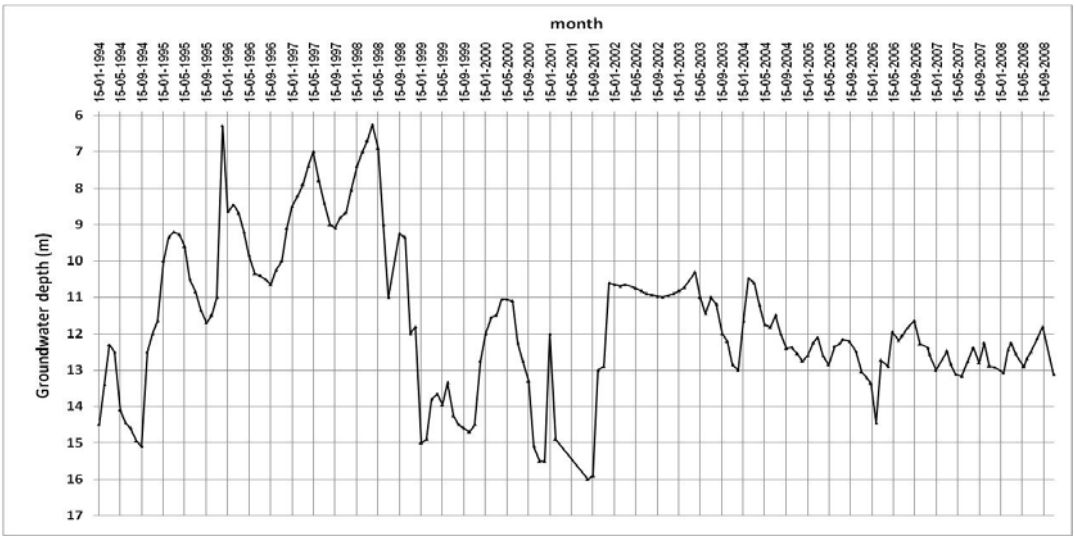
تزداد أعماق المياه الجوفية في المنطقة السهلية (0,5–5) م وتصل أحياناً إلى 10م خلال الصيف والخريف، وتتناقص هذه الأعماق حتى تصل أحياناً سطح الأرض خلال الشتاء والربيع (الشكلان 10، 11)، ويسبّب تسرّب مياه الري تذبذب مناسيب المياه الجوفية خلال الصيف (حتى 2,5 متر). كما تنخفض مناسيب المياه الجوفية خلال الشتاء والربيع، فيزداد عمق توضعها في الفترات التي تتوقف أو تشحّ فيها الأمطار، وترتفع بُعيْد هطل الأمطار بكميات تزيد على كمية الفواقد، مؤدّية إلى تذبذبات لمنسوب المياه الجوفية أكبر من تلك التي يسببها تسرّب مياه الري؛ لأنّ كميات المطر الفعّال أكبر من كمية مياه الري المتسربة صيفاً، (الشكلان 10، 11).



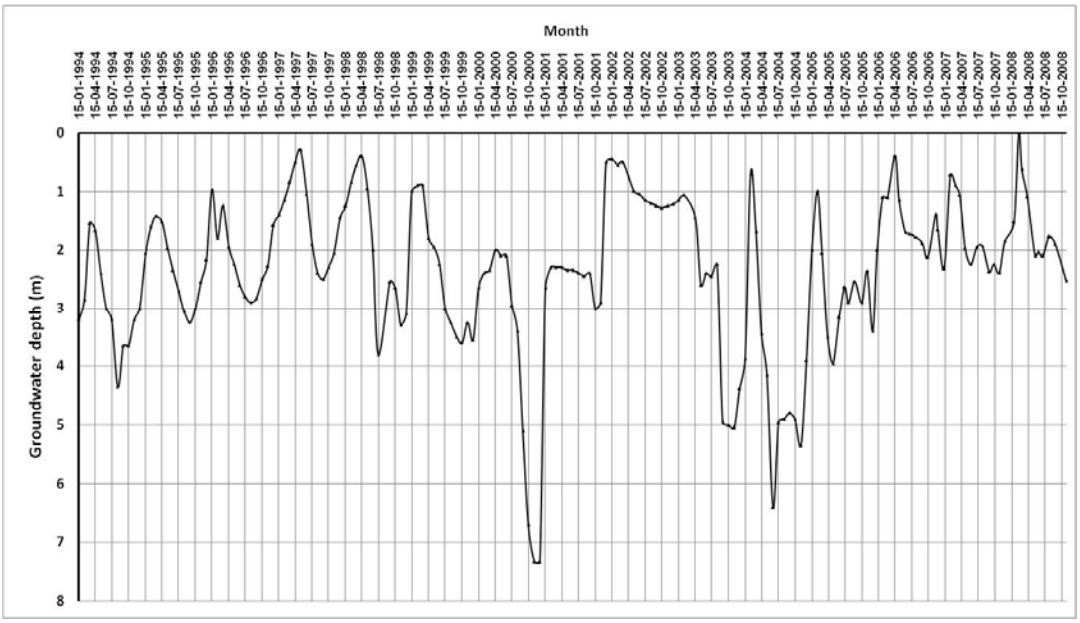
الشكل 8. علاقة الهطولات المطرية بمناسيب المياه الجوفية في بئر "رويسة الحرش" خلال الفترة 1994–2008.



الشكل 9. علاقة الهطولات المطرية بمناسيب المياه الجوفية في بئر "جبريون" خلال الفترة 1994–2008.



الشكل 10. تغيّر عمق المياه الجوفية في بئر "جبريون" خلال الفترة 1994–2008.



الشكل 11. تغيّر عمق المياه الجوفية في بئر "رويسة الحرش" خلال الفترة 1994–2008.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. تتباين أعماق المياه الجوفية في المنطقة السهلية بين 0,5 – 5 م. وتصل أحياناً إلى 10م خلال الصيف والخريف، وتتناقص الأعماق خلال الشتاء والربيع فقد تظهر المياه الجوفية على سطح الأرض.

2. تتوضّع المياه الجوفية على عمق قليل من سطح الأرض، ما يجعل تلوّثها، وتأثّرها بالعوامل الجوية سهلاً وسريعاً، وستتأثر بالتغيرات المناخية بسهولة.

3. تستجيب مناسيب المياه الجوفية خلال فترة قصيرة للعوامل الجوية، حسب نفوذية التربة وعمق سطح المياه الجوفية. لكنْ لا يمكن وضع علاقة رياضية بين مناسيب المياه الجوفية وكمية الهطل المطري؛ لأنّ فصل تأثيرات العوامل الجوية صعب في الشروط الطبيعية.

4. إجراء دراسات متخصّصة لعزل العوامل المؤثّرة في تغيّر مناسيب المياه الجوفية في أرجاء المنطقة.

5. إنشاء شبكة رصد مؤتمتة لقياس عناصر المناخ ومناسيب المياه الجوفية في أرجاء حوض الكبير الشمالي كافةً، لتأمين معلومات وبيانات كافية لإنشاء نموذج رياضي يسمح بوضع تنبؤات عن التغيرات الكمية والنوعية للموارد المائية في الحوض، وتحديد تغيّرات المناخ وتأثيرها في استدامة الموارد المائية.

المراجع:

1. IPCC. *Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Kolars J. 1991.The Future of the Euphrates River. World Bank: Washington, DC. 2007.

2. DOLL, P. and M. FLORKE. *Global-scale estimating of diffuse groundwater recharge*. Frankfurt Hydrology paper 03. Institute of Physical Geography, Frankfurt University, 2005.

3. DELLEUR,W. D. *The handbook of groundwater engineering, 2nd ed.*, Taylor &Francis Group. U.S.A. 2007, 1342.

4. الدروبي، عبد الله؛ جناد، إيهاب؛ السباعي، محمود. *التغيّر المناخي وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة العربية*، المؤتمر الوزاري العربي للمياه، القاهرة،14-2008/7/16.

5. KIRSHEN, P, H. *Potential impact of global warming on groundwater in Eastern Massachusetts.* Journal of water resources planning and management U.S.A, Vol.128, 2002, 216-226.

6. ALLEN, D.M. *Groundwater climate change: a sensitivity analysis for the grand Forks aquifer*. Hydrogeology journal CANADA, Vol. 12, 2004, 270-290.

7. KOVALEVSKY, V.S. *Groundwater studies-an international guide for hydrogeological investigations*. IHP-VI, Series on groundwater No.3, UNESCO, 2004, 430.

8. المؤسسة العامة للمساحة. *الخارطة الطبوغرافية لمنطقة اللاذقية مقياس*1:50 000. دمشق، 1980.

9. المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية. *الخارطة الجيولوجية لمنطقة اللاذقية والحفة مقياس1:50 000*. مع المذكرة الإيضاحية. دمشق، 1999، 55.

10. رقية، محمد. *تكتونية الجزء الغربي والجنوبي من سوريا مع لبنان وبنية الانهدام فيها بتفسير الصور الفضائية*. دمشق، 1991، 33.

11. حايك، شريف. *تغيّر الظروف الهيدروجيولوجية في منطقة ري سد السادس عشر من تشرين الواقعة بين نهر الكبير الشمالي ونهر الصنوبر وترشيد استهلاك موارد المياه الجوفية فيها*. رسالة ماجستير بإشراف د. علي الأسعد؛ د. عدنان ابراهيم. كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، 1998، 180.

12. GRUZGIPROVODKHOZ. *Hydrogeological and Hydrological Survey and Investigations in four areas of Syrian Arab Republic, Coastal Area.* USSR, 1979, 200.

13. الأسعد، علي؛ ابراهيم، عدنان؛ علاء الدين، دريد. *ارتفاع مناسيب المياه الجوفية تحت تأثير الري السطحي في مشروع ري سد نهر الكبير الشمالي*. مجلة جامعة تشرين، اللاذقية، المجلد 23، العدد 10، 2001، 9-17.