مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (18) العدد (4) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (18) No (4) 1996

تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية العذبة بين مدينتي اللاذقية وبانياس

الدكتور علي محمد الأسعد*

(قبل للنشر في 1996/9/21)

□ الملخّص □

تقع المنطقة المدروسة على طول الشاطئ السوري بين مدينتي اللاذقية وبانياس، بعرض 3-4 كم.

تستثمر المياه الجوفية الحرة المتوضعة في صخور الرباعي بوساطة عدد كبير من الآبار لأغراض الري غالباً، ونادراً للشرب. كما أن طبقة المياه الحرة تتكشف تحت سطح البحر، مما يجعلها عرضة لاندساس مياه البحر فيها، عندما تتوفر الشروط الهيدروديناميكية.

اعتمدت دراستنا على نتائج القياسات في شبكة رصد، تضم عدداً كبيراً من الآبار، وشملت القياسات مناسيب المياه وملوحتها العامة في الآبار. كما أجريت تحاليل كيميائية تفصيلية لعينات مياه مأخوذة من آبار شبكة الرصد.

وبينت نتائج البحث أن طول إسفين المياه المالحة ضمن الطبقة الحاملة للمياه الحرة يبلغ 0.5-1كم داخل اليابسة، وأكثر من ذلك في القطاعات التي تستثمر منها المياه الجوفية بشكل جائر، خاصة، في أواخر الصيف.

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

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (18) العدد (4) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (18) No (4) 1996

SEA-WATER ENCROACHMENT INTO FRESH-WATER AQUIFERS OF THE SYRIAN COASTAL PART BETWEEN LATTAKIA AND BANIAS

Dr. Ali Mohammad Alasaad*

(Accepted 21/9/1996)

❐ ABSTRACT ❐

The studied area is situated along the Syrian coast between Lattakia and Banias, in a widht of 3-4km.

The ground water in quaternary rocks is utilized by a large number of wells, often for irrigation purposes and rarely for drinking. Also the unconfined aquifer is exposed under the sea level which makes it amenable to the intrusion of sea water the hydrogeological conditions exist.

Our study is based on the measurement results of the observation network which includes a large number of wells. The measurements include the water level and the general water saltiness in wells. Also, a chemical analysis was carried out on water samples taken from the observation network wells.

The results of the research show that the length of the salty water wedge inside the unconfined aquifers is 0.5-1 km within the land and more than this length in the sectors where the ground water is excessively utilized-especially towards the end of the summer season.

* Associate Professor at Hydrolic Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

يعتبر سهل جبلة من أهم المناطق الزراعية في سورية، فهو يتميز بتربة خصبة، تستثمر بكثافة ولعدة دورات زراعية. تنمو في أرجاء السهل أشجار الحمضيات والزيتون، وبعض الأشجار الحراجية كالصنوبر، وغيرها. الأمر الذي يجعله كبير الأهمية من الناحية الاقتصادية، خاصة وأنه يؤمن المنتجات الزراعية لعدد كبير من الناس ضمن حدود المنطقة وخارجها.

حظي سهل جبلة بمشاريع ري مبكرة نسبياً، يجري تطويرها حالياً، بهدف الاستفادة من الموارد المائية لري أكبر مساحة من الأراضي الزراعية. غير أن هذه المشاريع مازالت غير كافية لري كل الأراضي ضمن حدود سهل جبلة، لذلك يلجأ المزارعون لحفر آبار، يستثمرون بوساطتها المياه الجوفية من طبقة المياه الحرة المتوضعة في صخور الرباعي، خاصة، في الشريط الساحلي، مما يؤدي إلى هبوط كبير في منسوب المياه الجوفية الحرة، وبالتالي غزو مياه البحر للطبقات الحاملة للمياه الجوفية.

تشمل الدراسة الجزء الغربي من سهل جبلة، الممتد من نهر حريصون (مصفاة بانياس) جنوباً إلى مدينة اللاذقية شمالاً، بعرض 3-4كم بمحاذاة الشاطئ الشرقي للبحر المتوسط (الشكل 1)، بمساحة إجمالية تبلغ 100 كم^2 تقريباً.

تبين لنا بعد مراجعة الدراسات السابقة التي شملت المنطقة، عدم وجود دراسة لمسألة تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية العذبة على طول الساحل السوري. ماعدا بعض التقارير الصغيرة التي عالجت بشكل مقتضب مشكلة التداخل في قطاعات محدودة المساحة من الساحل السوري[6،7]. غير أن الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية، التي قام بها باحثون سوريون وأجانب، عالجت، وبشكل جيد، بل ممتاز أحياناً، مسائل جيولوجية وهيدروجيولوجية وهيدرولوجية هامة في حوض الساحل[6،7، وغيرها].

1- الجيومورفولوجيا:

المنطقة المدروسة عبارة عن سهل منبسط، تنتشر بعض التلال في أنحاء متفرقة منه، تتراوح ارتفاعاتها بين 20 و30 متراً، ونادراً ما تزيد على 40 متراً (الشيخ جنيد). وتبلغ ارتفاعات سطح الأرض 2-20 متراً فوق سطح البحر[2].

يميل سطح الأرض بشكل خفيف من الشرق إلى الغرب عموماً، وتتراوح ميول سطح الأرض بين 0.007-0.036، كما توجد بعض الجروف في مجاري الأنهار (الكبير الشمالي، الصنوبر، المضيق، الروس، البرغل..) وعلى خط

شاطئ البحر مباشرة، تصل ارتفاعاتها إلى عشرة أمتار، وأكثر أحياناً.

تقطع عدة أنهار دائمة الجريان سهل جبلة، متجهة من الشرق إلى الغرب عموماً، بالإضافة إلى عدد كبير من المسيلات موسمية الجريان (الشكل 1). لقد أخذت المنطقة شكلها المورفولوجي الحالي في البلستوسين[1].

2- الجيولوجيا الإقليمية والبنيوية:

تشكل المنطقة المدروسة جزءاً من المنطقة الساحلية، التي تقع على أطراف الركيزة العربية، ويحدها حوض البحر المتوسط غرباً، وانهدام الغاب شرقاً، وجبال لبنان جنوباً، وجبال طوروس-زاغاروس شمالاً[6].

تعرضت المنطقة الساحلية منذ الحقب الثاني لحركات تكتونية (هبوط ونهوض)، أدت إلى إصابتها بفوالق إقليمية كبيرة، وظهور نشاط بركاني (في النيوجين خاصة). يقع فالق السن على الطرف الجنوبي لسهل جبلة، مشكلاً الحدود الجنوبية للسهل، ويتجه فالق السن باتجاه شمال شرق – جنوب غرب، ويهب جناحه الشمالي الغربي برمية تزيد على 1000 متر. كما يفصل فالق الكبير الشمالي صخور الاوفيوليت من الشمال عن الصخور الرسوبية في سهل جبلة. وتميل طبقات الصخور الرسوبية 8-10 باتجاه الغرب عموماً[1،7].

3- الستراتيغرافيا:

النيوجين (n): ترسبت توضعات النيوجين في بيئة بحرية. تتألف تضوعات النيوسين (n_1) من مارل حواري جزئياً، يحتوي على الصوان، تتناوب مع حجر كلسي مارلي وحجر كلسي صفائحي، تبلغ سماكتها 5-50 متراً، ولا تتكشف ضمن حدود المنطقة المدروسة من سهل جبلة[2].

تتكشف صخور البليوسين (N_2) في أودية الأنهار وبعض المسيلات بالقرب من شاطئ البحر. تتألف توضعات البليوسين من مارل وحجر رملي متطبق، وتتميز بلون رمادي-بني. تبلغ سماكتها الإجمالية 300-350م (مروج حميميم، نبع الحجار)(الشكل 2).

إن انحسار البحر المتوسط وتجاوزه عدة مرات (حوالي 40 مرة) خلال النيوجين، سمح بتنوع التوضعات من حيث المنشأ على شواطئه[5].

الرباعي Q:

تغطي رسوبيات الرباعي كل المنطقة المدروسة تقريباً (الشكل 3). وهي تتألف من حجر رملي منطبق، وحجر رملي بحري، وكونغلوميرا نهرية، وتوضعات ريحية، تصل سماكتها إلى 50 متراً في أسرة الأنهار (الكبير الشمالي، الصنوبر، مصب نهر السن)[1،6،7].

تعود معظم التوضعات البحرية والنهرية التي تغطي سهل جبلة إلى عمر

البلستوسين الأوسط Q_2، وتتألف من حصى ورمال مفككة، بحرية-نهرية المنشأ، تصل سماكتها حتى 8م[6].

تشكل تضوعات البلستوسين الأعلى Q_3 مصاطب بعض الأنهار في شمال المنطقية، بسماكة حتى عشرة أمتار، وتتألف من حصى نهرية زاوية أو تحت زاوية، ذات تركيب كلسي، أو دولوميتي، وأحياناً من الصوان. كما تشكل توضعات البلستوسين الأعلى بعض مراوح الأنهار في وسط جبلة، وتتألف من حصى غير مصنفة، زاوية أو تحت زاوية[1].

تنتشر رمال ريحية، تتوضع على شكل كثبان رملية غربي قرية البصة، قرب مصب نهر الكبير الشمالي، تحتوي قليلاً من الحصى، تصل سماكتها إلى أكثر من عشرين متراً في منطقة البصة.

يقتصر انتشار توضعات الهولوسين Q_4 على السهول الفيضية والخلجان، وعلى شاطئ البحر. تتألف من حصى ورمال، تتناوب مع سلت ومارل، تصل سماكتها حتى عشرة أمتار[1،6].

4- طريقة البحث والمواد المستخدمة:

اعتمدنا في بحثنا على إنشاء شبكة رصد، موزعة بشكل شبه منتظم في أرجاء المنطقة المدروسة. وبدأنا القياس فيها منذ ربيع عام 1995، وشملت القياسات: عمق توضع المياه الجوفية الحرة؛ الملوحة العامة لمياه الآبار؛ التحقق على الواقع من المعلومات الجيولوجية والهيدروجيولوجية والطبغرافية الواردة في المراجع. واستخدمنا جهاز قياس الناقلية الكهربائية (نموذج JENWAY 4071 رقمي)، وجهاز قياس المناسيب (نموذج KLL كهربائي ضوئي، مدرج بالسنتمتر). وأجريت التحاليل الكيميائية للعينات في مخبر مكافحة التلوث بالمديرية العامة لري حوض الساحل.

5- نتائج البحث ومناقشتها:

استهدفت دراستنا توضيح الظروف الهيدروجيولوجية في منطقة الشريط الساحلي بين مدينتي اللاذقية وبانياس، لفهم عملية التبادل المائي الجوفي بين المياه الجوفية الحرة ومياه البحر.

5-1: الهيدروجيولوجيا:

تتألف التوضعات الرباعية من كالكارنيت، وحجر رملي بحري وكونغلوميرا نهرية، وتوضعات ريحية. تتمتع غالباً بنفوذية عالية، وتغطي كامل مساحة المنطقة المدروسة تقريباً.

تشكل التوضعات الرباعية أول طبقة حاملة للمياه اعتباراً من سطح الأرض. تتوضع فوق رسوبيات النيوجين التي تشكل عموماً طبقة كتيمة سميكة جداً، وتلعب دور مستوى أساسي تحت توضعات الرباعي الحاملة للمياه.

من الناحية الهيدروديناميكية، نميز منطقة تهوية، تعول طبقة المياه الحرة في رسوبيات الرباعي. تتغير سماكة التهوية بشكل كبير، فقد تصل سماكتها إلى 7-10م في المناطق التلالية، في حين تتناقص في المناطق المنخفضة وقرب شاطئ البحر، فتبلغ أقل من متر واحد، وقد تتلاشى منطقة التهوية أحياناً، فيبلغ منسوب المياه الحرة سطح الأرض، وتتشكل بعض المستنقعات الموسمية (السهول الغربية لقرية البصة، وحكر صوفان..).

تتغذى المياه الحرة على حساب تسرب مياه الأمطار شتاء، وعلى تسرب مياه الري خلال فترة السقاية. تتحرك المياه المتسربة عبر منطقة التهوية تحت تأثير حقل الثقالة الأرضية والقوى الشعرية.

تتصرف المياه الحرة في الأودية والأنهار التي تقطع التوضعات الحاملة للمياه (نهر الكبير الشمالي، الصنوبر، المضيق، الروس..)، وعن طريق الينابيع (الفوار، الحلو، الافرنج، عين العسيلية، عين البردي، الحلو...). كما تتصرف بالتبخر والتبخر الناتج في المناطق التي يتوضع فيها منسوب المياه الحرة على عمق قليل من سطح الأرض. وتتصرف المياه الجوفية الحرة أيضاً تحت سطح البحر في بعض القطاعات، حيث تتكشف الطبقة الحاملة للمياه تحت سطح البحر.

يتشكل التركيب الكيميائي للمياه الجوفية الحرة في التوضعات الرباعية نتيجة انحلال الأملاح الموجودة ضمن تربة وصخور منطقة التهوية ومنطقة الإشباع. كما تساهم بشكل فعال في تشكل التركيب الكيميائي عمليات تسميد الأراضي ورش المزروعات بالمبيدات الحشرية. وتسرب مياه الصرف الصحي من الحفر الفنية في المناطق المأهولة.

تتراوح الملوحة العامة للمياه الجوفية الحرة بين 600 و1000 ملغ/ل، والمياه هيدروكربوناتية كلسية، وتزداد الملوحة باتجاه الغرب (مع اتجاه الجريان الجوفي الطبيعي)، فتزيد على 1000-1200 ملغ/ل، (الجدول 1) مع ملاحظة ازدياد في تراكيز شوارد الكبريتات والكلور والصوديوم والبوتاسيوم والفوسفات، بسبب التلوث الناتج عن تسرّب مياه الحفر الفنية المجاورة للمنازل، وانحلال الأسمدة الكيميائية في مياه الري المتسربة إلى سطح المياه الجوفية الحرة. وتجدر الإشارة إلى أن ازدياد الملوحة، وخاصة شوارد الكبريتات في المياه الجوفية الحرة يعود إلى وجود توضعات جصية محدودة الانتشار، من عمر البليوسين (N_2) على تماس مباشر مع التوضعات الرباعية، وتشكل معها وحدة هيدروديناميكية واحدة.

رقم البئر	تاريخ القياس	الملوحة (ملغ/ل)
12	1995/10/24	1125
23	1995/10/24	1250
32	1995/10/28	5150
33	1995/10/28	3860
34	1995/10/28	4510
40	1995/10/28	3770
50	1995/10/24	1470
70	1995/10/24	1105
80	1995/10/24	1355
161	1995/10/24	1300
132	1995/10/24	2260

الجدول (1): الملوحة العامة للمياه الجوفية في بعض آبار المراقبة على الساحل السوري بين مدينتي اللاذقية وبانياس.

تستثمر المياه الجوفية الحرة بوساطة قناة رومانية (نبع الفوار في جبلة)، وآبار عربية، وسبور تتراوح أعماقها بين 3–10 أمتار، وأكثر من ذلك أحياناً (20–40م). تستخدم المياه الجوفية الحرة المستثمرة من توضعات الرباعي لأغراض الري، والري المساعد في مناطق انتشار شبكات الري. كما تستخدم كمياه للشرب في مدينة جبلة وبعض القرى المجاورة.

5-2: التبادل المائي بين المياه الجوفية الحرة ومياه البحر:

تتحكم عدة عوامل في عملية التبادل المائي بين الطبقات الحاملة للمياه ومياه البحر، أهمها: البنية الجيولوجية؛ الخصائص الهيدروجيولوجية للطبقة الحاملة للمياه الجوفية؛ الظروف الهيدروديناميكية لجملة البحر–الطبقة الحاملة للمياه[8،9،10،11].

وتبين أن الظروف الجيو–هيدروجيولوجية متوفرة في منطقة الدراسة. كما تتحقق الظروف الهيدروديناميكية في بعض القطاعات من المنطقة المدروسة، حيث يحصل غزو مياه البحر للطبقة الحاملة للمياه الجوفية الحرة (الشكل 4).

يعتبر خط الملوحة 1200–1500 ملغ/ل ضمن منطقة تداخل مياه البحر مع

المياه الجوفية العذبة فاصلاً بينهما[3،4،8،9].

تزداد ملوحة المياه الجوفية بشكل حاد في عدة قطاعات من الشريط الساحلي على بعد 200-600م عن خط الشاطئ، فتبلغ 2000-5000 ملغ/ل وأكثر أحياناً (الجدول 1)، ويلاحَظُ فيها ازدياد كبير لشوارد الكلور والكبريتات والصوديوم والبوتاسيوم (عرب الملك، ساقية سوكاس، الزهيريات، أرض القميري، ميناء الروس..)(الشكل 4). ولا تصلح هذه المياه للشرب، وضارة لكثير من المزروعات (خاصة الحمضيات)[12].

يساير سطح المياه الجوفية الحرة سطح الأرض، ويميل بشكل بسيط باتجاه البحر، كما أن منسوب مستوى الأساس (سطح العلوي للبليوسين) يقع في هذه المناطق تحت منسوب سطح البحر مما يسمح بصرف المياه الجوفية تحت سطح البحر في مناطق تكشف الطبقة الحاملة للمياه عندما يكون الميل الهيدروليكي لسطح المياه الجوفية باتجاه البحر. أما في المناطق التي يجري فيها استثمار جائر للمياه الجوفية الحرة (أرض القميري، ميناء الروس..)(الشكل 4)، ينخفض منسوب المياه الحرة أثناء الضخ، ويتشكل مخروط انخفاض، تتناسب مقاييسه مع الخصائص الهيدروجيولوجية للطبقة الحاملة للمياه، ومع تصريف الآبار، ومدة الضخ وغير ذلك. ويشمل مخروط الانخفاض مناطق تقع تحت قاع البحر قرب الشاطئ، ويميل سطح المياه الجوفية الحرة باتجاه اليابسة، مما يسمح برشح مياه البحر المالحة باتجاه اليابسة، داخل الطبقة الحاملة للمياه. فتصل إلى مسافة تزيد على كيلو متر واحد عن الشاطئ (الشكل 4).

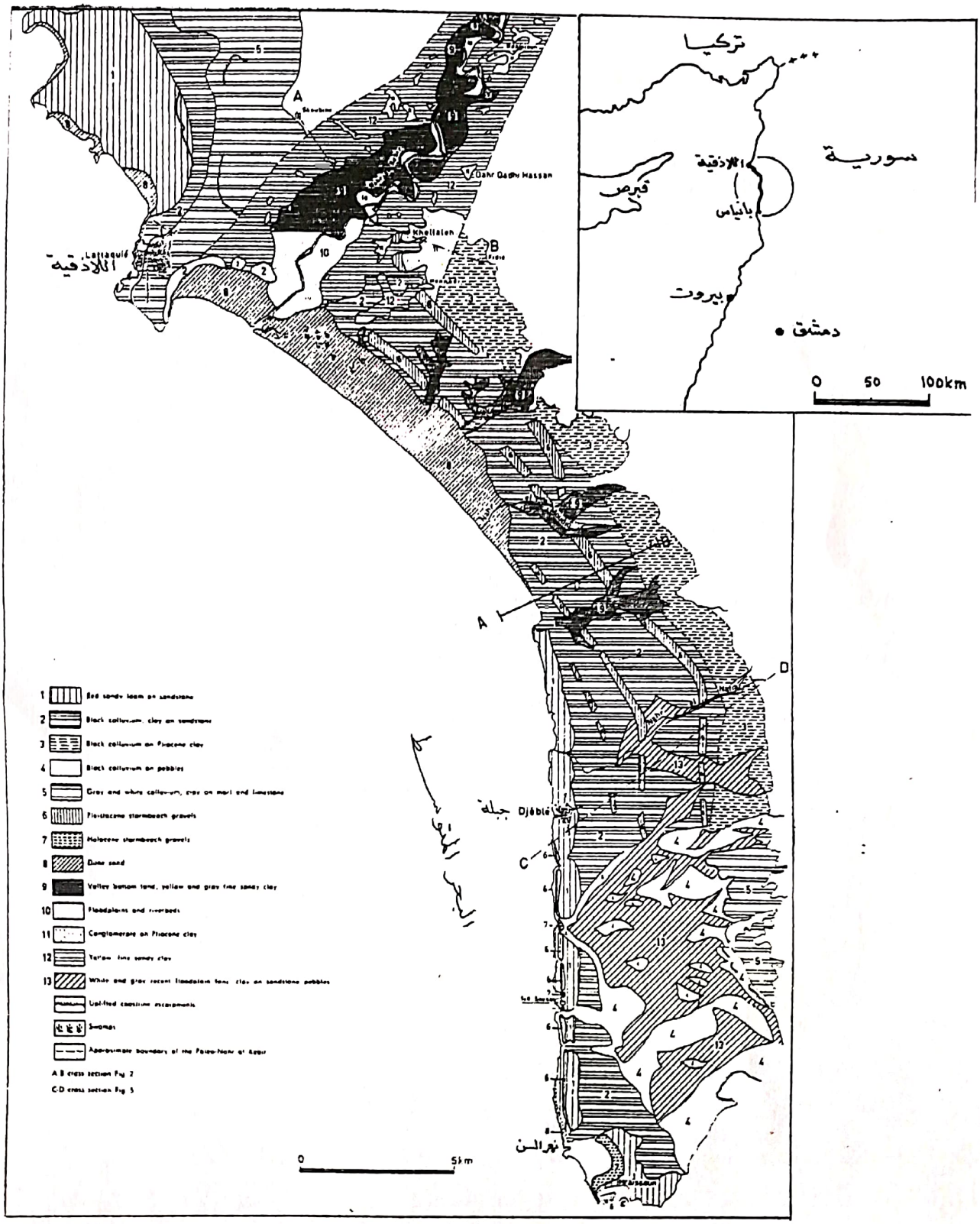
إن كثافة مياه البحر أكبر من كثافة المياه العذبة. لذلك تتحرك المياه المالحة فوق مستوى الأساس مباشرة، وعندما يعود الوضع الهيدروليكي الطبيعي في فصل الشتاء، تتحرك المياه الجوفية العذبة فوق المياه المالحة، وتتراجع جبهة المياه المالحة ببطء. وقد تحتاج عودة الوضع الهيدروجيولوجي الطبيعي دون تدخل الإنسان إلى عشرات السنين، وأحياناً أكثر من ذلك، بحسب الشروط المحلية وطول إسفين التداخل.

6- استنتاجات وتوصيات:

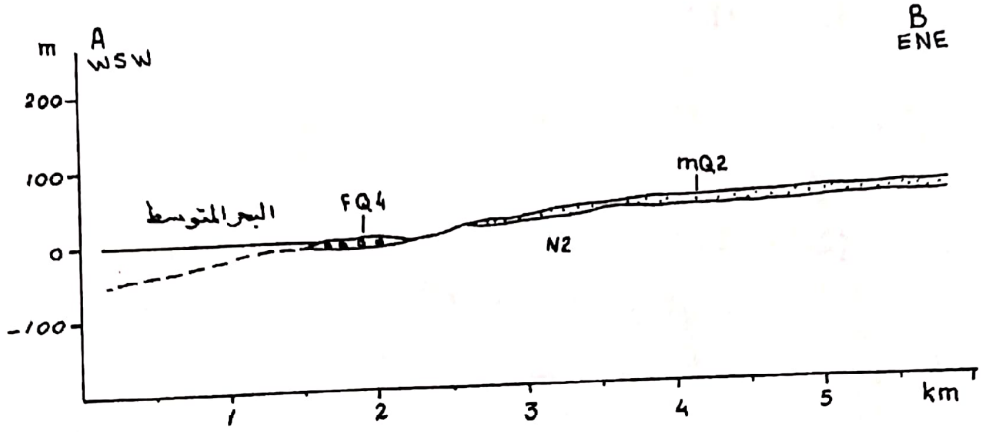
- تتوفر في المنطقة المدروسة ظروف جيو-هيدروجيولوجية مناسبة لاندساس مياه البحر ضمن الطبقات الحاملة للمياه الجوفية الحرة.
- تستثمر المياه الجوفية بشكل جائر في بعض القطاعات من المنطقة، مما يحقق الشرط الهيدروديناميكي لاندساس مياه البحر ضمن الطبقة الحاملة للمياه الحرة.
- خرجت بعض الآبار من الاستثمار بسبب ازدياد ملوحة مياهها (أكثر من

3000 ملغ/ل) وعدم صلاحيتها إلا للري المقيد بشروط خاصة.

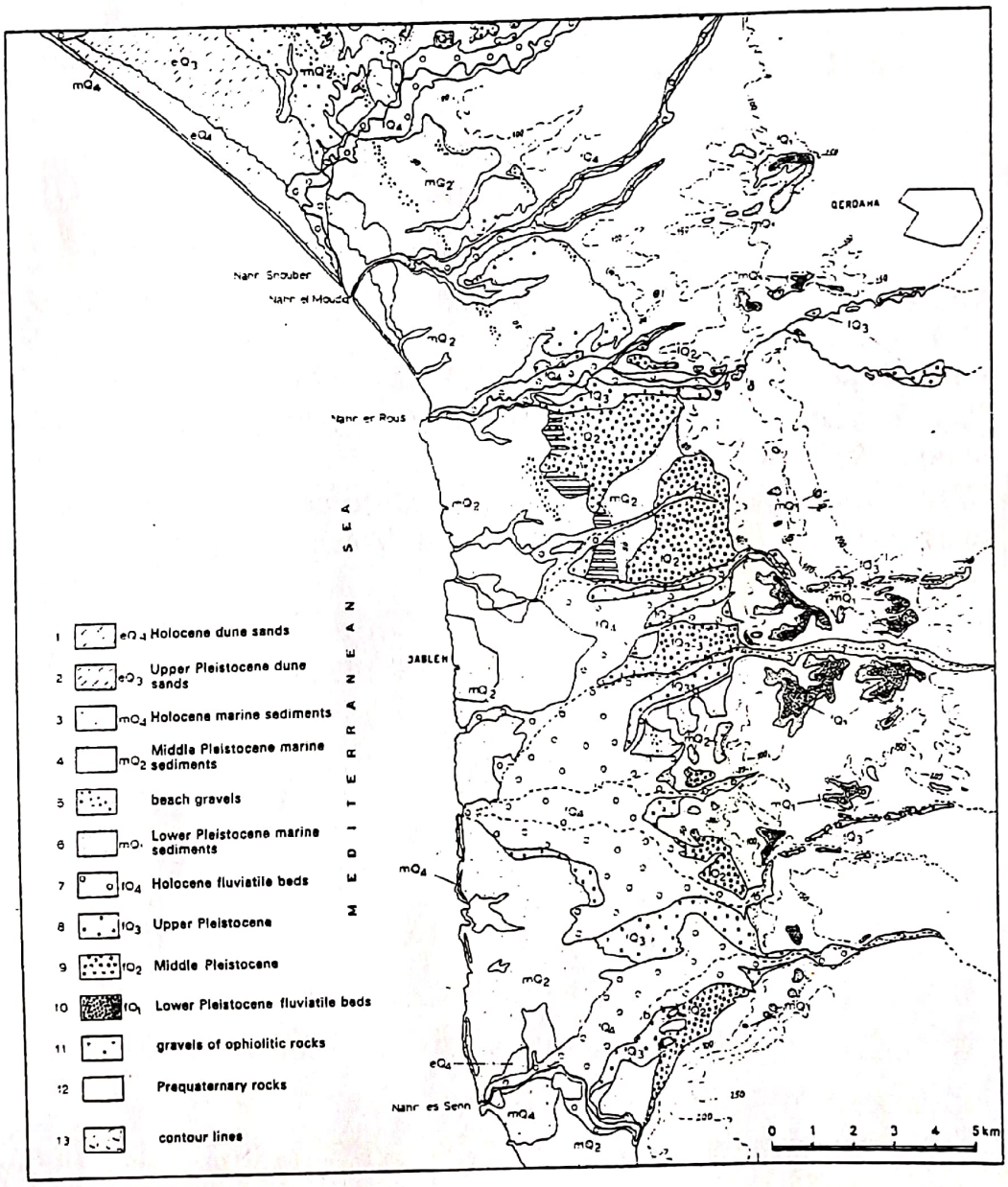
- تزيد ملوحة مياه بعض الآبار على 1000 ملغ/ل، وهي غير صالحة للشرب من الناحية الكيميائية.
- ضرورة مراقبة مياه الآبار في كل المناطق المتأثرة باندساس مياه البحر، أو المهددة به، لتحديد سرعة تحرك إسفين المياه المالحة داخل الطبقات الحاملة للمياه العذبة، لمعرفة المساحات التي يمكن أن يشملها غزو مياه البحر مستقبلاً.
- وضع نموذج رياضي للمنطقة للتنبؤ بالتغيرات الهيدروجيولوجية التي يمكن أن تحصل نتيجة غزو مياه البحر خلال السنوات المقبلة.



الشكل (1): الموقع العام. والخارطة الجيولوجية للمنطقة المدروسة [عن المذكرة الإيضاحية لرقعة جبلة].



الشكل (2): مقطع جيولوجي وفق المسار AB على الشكل (1).



الشكل (3): توضعات الرباعي في سهل جبلة [مأخوذة من المذكرة الإيضاحية لرقعة جبلة].

REFERENCES المراجع

[1]- الخارطة الجيولوجية لسورية. رقعة جبلة، مقياس 1:50000 مع المذكرة الإيضاحية. دمشق 1978.

[2]- الخارطة الطبغرافية لسورية. رقعة جبلة مقياس 1:25000 دمشق 1972.

[3]- سامارينا. الهيدروجيوكيمياء. 1977، 358 ص(بالروسية).

[4]- زكتسر. وآخرون. التبادل المائي الجوفي بين اليابسة والبحر 1984، 309 ص (بالروسية).

[5]- مالوفيتسكي. ي.ب. تشوماكوف ي.س. وآخرون. القشرة الأرضية وتاريخ تطور البحر المتوسط موسكو 1982، 207 ص (بالروسية).

[6]- التحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية في الأحواض الأربعة (سورية – حوض الساحل) أربعة مجلدات. غروزغيروفودخوز. تبيليسي 1979.

[7]- التحريات الهيدرولوجية والهيدرولوجية لحوض نبع السن، المجلد الأول – التقرير الهيدرولوجي. الشركة العامة للدراسات المائية. حمص 1987.

[8]- Engineering Hydrology. E.M. Wilson. 3rd edition, Hong Kong 1984. 309pgs.

[9]- Groundwater. H.M. Raghunath. 1987. Pp.286-303.

[10]- Ray K. Linsley and others. Water Resources Engineering 4th edition. 1992. Pp.125-126.

[11]- Water science & technology. Integrated research into Estuarine mangement. J.H. Slinger and C.M. Breen. Volum 32 No. 5-6 pp.79-88-1995.

[12]- Ayers. R.S. & Westcot. D.W. (1985). "Water. Quality for Agriculture", FAO Irrigation and Drainage paper No. 29. Rev.1, FAO, Rome, 174p.