دراسة موجزة للمياه الجوفية في الصخور الكلسية

د . يوسف كابر
محاضر في كلية العلوم
جامعة تشرين

درسنا الصخور الكلسية من حيث المنشأ وكذلك أهميتها الهيدروجيولوجية .
وقد شرحنا حركة المياه الجوفية في هذا النوع من الصخور وبينا تأثير البارميترات الهيدروجيولوجية النفوذية ، وعامل التخزين اللذين يفيدان في تقدير كمية المياه الجوفية المخزونة وبالتالي العمل على استثمارها ، شرحنا القواعد المتبعة لتصنيف المياه على اساس التركيب الكيميائي ووجدنا أن المياه الجوفية في هذه الصخور قابلة للتلوث بسرعة ولذلك يجب اتخاذ تدابير وقائية . وأخيراً توصلنا إلى أن المياه الجوفية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار وخاصة بعد زيادة الحاجة لمجابهة التطورات في المجالات الاجتماعية الاقتصادية .

١) مقدمة :

ان استخدام موارد المياه الجوفية أصبح في عصرنا الحاضر عاملاً هاماً لمجابهة زيادة متطلبات الحياة والتقدم الحضاري وخاصة في المناطق شبه الجافة والجافة كما هو الحال في القطر العربي السوري والوطن العربي .

ولذلك فان بناء حضارتنا وتطورنا يتطلب زيادة في استهلاك المياه يوازي هذا التطور وانه من الضروري التخطيط لاجراء دراسات هيدروجيولوجية لمختلف المناطق والأحواض ، وبالتالي تقييم وحساب الاحتياطي من المياه الجوفية الموجودة في الخزانات الصخرية . واختيارنا لدراسة المياه الجوفية في الصخور الكلسية ، نابع من توفر هذه الصخور بكثرة في بلادنا ، وتملك الانتشار الأفقي والعمودي ، مما يسمح لها أن تشكل الوسط ــ الهيدروجيولوجي القادر على تخزين المياه الجوفية وبالتالي الجريان في داخلها إن الصخور الكلسية تنشأ نتيجة ترسب كربونات الكالسيوم المنحلة في مياه البحار والبحيرات بوساطة عمليات كيميائية وبيوكيميائية وفي بعض الأحيان يحل عنصر المغنزيوم محل الكالسيوم فينتج صخر الدولوميت وهذه التغيرات

تسبب زيادة في نسبة المسامية التي عادة تتراوح بين ١٠٪ و ٢٠٪ .

توجد غالباً الصخور الكلسية والدولوميتية في بيئات الترسيب ، على هيئة طبقات متتابعة وتختلف هذه الطبقات عن بعضها البعض في السمك واللون والتركيب المعدني ودرجة المسامية ، ويفصل بين كل طبقة وأخرى حدود فاصلة تعرف بمستويات التطبق ، وتأخذ الطبقات وضعاً أفقياً وتحافظ على الوضع ولكن في حالات كثيرة تتعرض هذه الطبقات لقوى تكتونيكية تعمل على كسرها أو طيها وينشأ عن ذلك تراكيب صخرية مختلفة وهنا تكمن الأهمية من الناحية الهيدروجيولوجية نظراً لتكون فواصل وفجوات وشقوق تسمح للمياه الجوفية بالتخزين فيها والجريان عبرها .

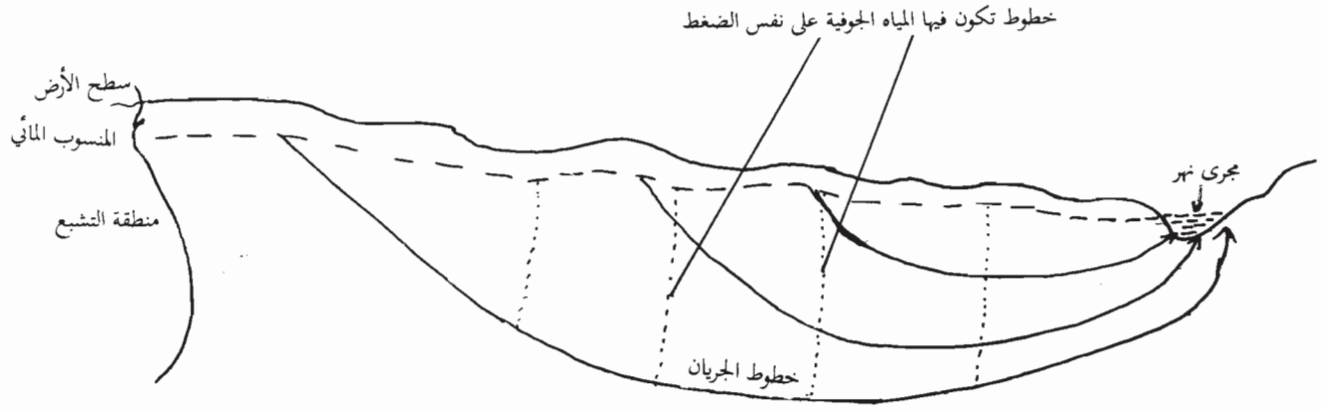
والجدير بالذكر أن الصخور الكلسية متوفرة جداً في مختلف التشكيلات الرسوبية وتشكل نسبة عالية من الصخور الرسوبية وغالباً تصل سماكة الطبقات الى عدة مئات من الأمتار .

٢) جريان المياه الجوفية في الصخور الكلسية

الصخور الكلسية لا تظهر اختلافاً كبيراً في المسامية والنفوذية فحسب بل كذلك في أنظمة الجريان وهذا التعقيد غالباً ما يزداد مع تقدم الزمن الجيولوجي .

بشكل عام في المناطق الرطبة ، الصخور الكلسية تتعرض لعمليات الكارست KARST حيث المياه السطحية تدخل الصخور وتجتازها نحو الداخل عبر فواصل وشقوق وفتحات مختلفة وهنا يبدأ نظام الجريان في المنطقة المشبعة Satured zone ونظراً لتتابع عمليات الحت والانحلال فان المنسوب المائي Water Level يتابع انخفاضه ولايثبت الا عندما تصل المياه الى الطبقة القاعدية الكتيمة ، وبذلك تتأثر كافة طبقات التشكيلة الكلسية ثم تخرج المياه الجوفية في الوديان بتدفق قوي مما يؤدي غالباً الى تشكل مجاري الأنهار السطحية .

بعض الدراسات أوضحت أن المياه الجوفية تجري بتأثير قوى الجاذبية من المناطق التي يكون فيها منسوب الماء الجوفي مرتفع الى المناطق ذات المنسوب المنخفض أو بمعنى آخر تجري لمياه الجوفية نحو المجاري المائية السطحية .



الشكل (١)

كما نشاهد في هذا الشكل ، فان جزءاً من المياه الجوفية يجري في اتجاه انحدار المنسوب المائي ، كما تتحرك أجزاء أخرى من تلك المياه الى أسفل عبر مسارات تكون بعض الأحيان طويلة ومنحنية ثم تنحرف هذه المسارات الى أعلى لتدخل المجرى السطحي من أسفله تقريباً وتقل حركة المياه كثيراً كلما ازداد العمق ولذلك تجري غالبية المياه الجوفية التي تدخل المجرى عبر ممرات قريبة من منسوب الماء الجوفي .

ويفسر هذا السلوك ، كنتيجة لوجود المياه الجوفية أسفل تل مثلاً عند ضغط أعلى من الضغط الذي يوجد عند أسفل مجرى مائي .

وتتحرك المياه الجوفية الى النقط التي يكون عندها الضغط أقل وهكذا تدخل المياه الجوفية في التلال وتخرج الى الوديان ، أما في المناطق شبه الجافة وعندما يكون الوسط الجيولوجي ملائماً تجري المياه الجوفية بعيداً ويسمى في هذه الحالة «بالجريان الاقليمي»

والجدير بالذكر بأن منسوب المياه الجوفية في الصخور الكلسية ليس متتابعاً وبالتالي فان منطقة التشبع تكون متقطعة وتستطيع تصور سطحها بأنه يماثل تقريباً التضاريس التي توجد في المكان ولكن الميل العام وتأثر قوى الجاذبية يؤديان الى جريان المياه باتجاه الأماكن المنخفضة أو بمعنى آخر نحو الأودية .

وتحدد العلاقة بين ميل منسوب الماء الجوفي وسرعة المياه الجوفية بوساطة قانون دارسي Darcy s- LAW ويقاس منسوب لماء الجوفي بين نقطتي H و H_1 الأولى أعلى من الثانية بالعلاقة الآتية : $I = \frac{H - H_1}{L}$

حيث L هي المسافة بين النقطتين

ونعبر عن قانون دراسي : $V = K \frac{H - H_1}{l}$

حيث k هي عامل النفوذية ، V سرعة جريان المياه الجوفية

ويكون عادة نظام المياه الجوفية بهذا النوع من الصخور نظاماً مفتوحاً ، ويعني هذا ان المياه التي تدخل الطبقة الحاملة للماء عند القمة تخرج منها هذه المياه الى أقرب مجرى نهري وهكذا فان ميل منسوب الماء الجوفي وسرعة المياه الجوفية تتغير كل منهما بتغير الأخرى كما يتغيران بتغير النفوذية .

من قطاع لآخر في ذلك النظام للوصول الى حالة من التوازن الديناميكي في كل قطاع .

ومن جهة أخرى فان سرعة المياه الجوفية تبدو بطيئة جداً اذا قورنت بحركة المياه السطحية وهذا ما أوضحته قياسات العبور Travsmisivity في الصخور الكلسية التابعة لعصر الميوسين إذ كان العبور يختلف بين ٥٠ م^2 / يوم و ٤٠٠ م^2 /يوم وقد أثبتت البحوث بأن الطبقة الحاملة للماء يكون جيداً عندما يكون عامل الاجتياز حول الـ ١٠٠ م^2 /يوم وبمعنى آخر فان عامل الاجتياز ، يفيد مباشرة لتقدير كمية المياه الجوفية المخزونة وبالتالي البدء لتحديد النقاط المناسبة لحفر الآبار .

٣) تواجد المياه الجوفية في الصخور الكلسية :

المياه الجوفية هي المياه تحت السطحية التي توجد تحت منسوب الماء الجوفي في المنطقة المشبعة في المسام والفجوات والشقوق والفواصل الموجودة ، داخل الكتل الصخرية أما أهمية المياه الجوفية فتتركز على العوامل الآتية :

★ ان للمياه الجوفية جزء من دورة المياه الطبيعية .

★ ان للمياه الجوفية عمل جيولوجي بما تقوم به من عمل كيميائي ميكانيكي باذابة ونقل المعادن داخل الصخور .

★ ان للمياه اجوفية أثر على توزيع الغطاء النباتي على سطح الأرض وبالتالي تؤثر على المناخ .

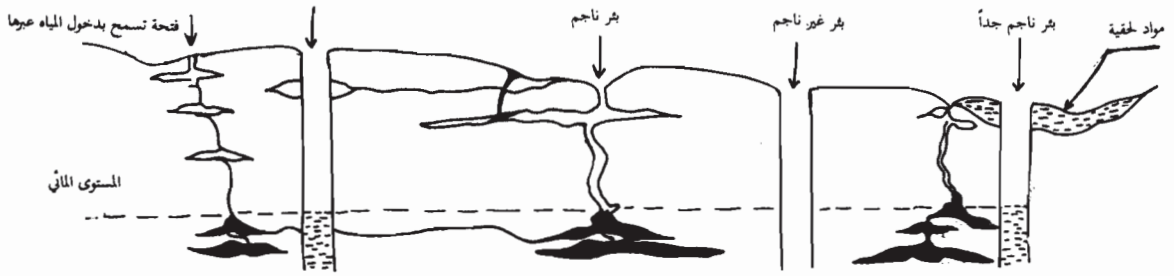
★ ان المياه الجوفية مورد هام للحياة والتقدم الحضاري نستطيع القول إنَّه ليست كل المياه الجوفية موجودة في تجمعات اقتصادية أو بالنوعية المطلوبة وكما ذكرنا في بداية هذا البحث إنَّ هذا النوع من الصخور يتميز باختلاف كبير في الباراميترات الهيدرولوجية وهذا يؤثر على الاحتواء النسبي للمياه الجوفية داخل الخزانات الصخرية .

أما مستويات التطبيق فتعتبر من أهم عوامل النفوذية

الأفقية في الصخور الكلسية لأنها تسمح للمياه الجوفية بالحركة عبرها بالاضافة الى ذلك فانها غير معرضة لكي تمتلىء بالمواد المذابة والتربة .

في هذا الشكل يوضح توزيع المياه الجوفية في الصخور الكلسية كما نشاهد بعض الآبار ستكون جافة على مدى فصول السنة وذلك لاختيار مكان غير مناسب ، وبخاصة ان المسوب المائي متقطع والمياه موجودة في الفجوات والشقوق وتجري عبر بعض مستويات التطبق .

ومن جهة أخرى فإن المنسوب المائي ينخفض في الأودية وبالتالي بشكل عام ينصح بحفر الآبار في الأودية لأن المواد اللحقية الرباعية تُغذّي تلك الآبار وتجعل تدفقها عالياً علماً بأن الحقائق الهيدروجيولوجية تختلف من مكان لآخر .



الشكل (٢)

٤) نوعية المياه الجوفية في الصخور الكلسية :

ان نتيجة التفاعلات الكيميائية بين المياه الجوفية والطبقات الخازنة لها والتي تجري عبرها هي انحلال أملاح مختلفة تنضم للمياه الجوفية بنسب مختلفة من الايونات حسب كل مكان ، ولهذا فان أجزاء التحاليل الكيمائية لعينات مأخوذة من آبار وينابيع تمثل النوعية العامة للمياه وتعتبر عاملاً مهماً جداً لأجل توجيه استغلال المياه للاستعمالات المنزلية أو الزراعية ، الخ .

في هذا الاتجاه توجد حالياً قواعد عديدة للتصنيف على أساس التركيب الكيميائي للمياه إذ أثبتت التحاليل الكيميائية لمياه الكثير من الآبار في هذا النوع من الصخور وجود ايونات دائمة مثل :

$$K^{+1}\ Mg^{+2}\ Ca^{+2}SO_4^{=}\ CO_3H^{-}$$

بعض المياه المستخرجة من الصخور الكلسية تكون عسرة (HARDNESS) لاحتوائها نسبة مرتفعة من أملاح بيكربونات الكالسيوم والمغنزيوم التي تتفاعل مع الصوديوم الموجود في الصابون وتمنع حدوث الرغوة .

والجدير بالذكر بأن التلوث في الخزانات الكلسية هو أخطر عامل لتدني نوعية المياه المستخرجة منها نظراً لأن المواد الملوثة في هذا النوع من الصخور تدخل بسهولة مع المياه الداخلة وتجري معها عبر الشقوق ومستويات التطبق الى نقاط الخروج (الينابيع والآبار) وبالتالي تصبح خطرة على الصحة العامة ، وخاصة في فصول الجفاف عندما يهبط المنسوب المائي .

٥) النتائج والمقترحات

أ ــ ان المياه الجوفية مورد هام للحياة والتقدم الحضاري وخاصة في البلاد ذات المناخ الجاف كما هو الحال في القطر العربي السوري والوطن العربي .

ب ان الصخور الكلسية تشكل نسبة عالية من المواد الرسوبية في مختلف المناطق والأحواض ــ وتملك من الانتشار الأفقي والعمودي مما يسمح لها لأن تشكل الوسط الهيدروجيولوجي ــ القادر على تخزين المياه الجوفية والجريان عبرها .

ج ــ ان الحالة الجيولوجية والمورفولوجية يلعبان دوراً هاماً في تكييف ديناميكية المياه وبالتالي في اختيار النقاط المناسبة لحفر الآبار لأجل استغلال المياه في هذا النوع من الصخور

د ــ ان نظام جريان المياه الجوفية يكون نظاماً مفتوحاً أو حراً أي أن المياه تدخل الخزان الصخري عند القمة وتخرج منه الى الأودية أو بمعنى آخر يسيطر نظام الجريان المحلي .

هـ ــ ان المياه الجوفية تكون عادة نظيفة وجاهزة للاستعمال في المنازل والزراعة ماعدا بعض حالات التلوث الصناعي والطبيعي الأول من فعل نشاط الانسان والثاني من التركيب المعدني لصخور الخزان . علماً بأن نفوذية هذه الصخور تسمح بنقل مواد التلويث وتصبح خطرة على الصحة العامة في فصل الجفاف عندما يهبط منسوب المياه الجوفية .

ز ــ ان تقييم وحساب الموارد والاحتياطي للمياه الجوفية يعتبر من أهم عناصر البحوث الهيدروجيولوجية لأجل الاستغلال المستقبلي وبالتالي وضعها في خطط التنمية .

٦) الخلاصــة :

نستخلص مما سبق أن هذه الصخور متوفرة بكثرة في بلادنا وتشكل الوسط الهيدروجيولوجي القادر على تخزين المياه الجوفية والسماح لها بالجريان في داخلها .

ان منسوب المياه الجوفية في هذه الصخور ليس متتابعاً بل متقطعاً وتخضع الى علاقات هيدروديناميكية وهذه العلاقات تتغير من مكان الى آخر داخل التشكيلات الصخرية .

بشكل عام الطبقات الخازنة للمياه تحوي كميات اقتصادية وكذلك بالنوعية المطلوبة والجدير بالذكر أنه من الضروري اتخاذ تدابير للوقاية من أخطار التلوث الناتجة عن نشاطات الانسان المختلفة لأن المواد الملوثة تستطيع العبور بسهولة مع المياه السطحية التي تغذي الطبقات الخازنة ....

أخيراً فان دراسة هذه الصخور هيدروجيولوجيا في الأحواض المائية تُعتبر عاملاً هاماً لأجل الاستثمار الأكمل بخاصة بعد زيادة متطلبات المياه لمجابهة التطور في مختلف المجالات الاجتماعية والاقتصادية .

المـراجـع

1- Custodio & LLAMAS (1976) HIDROLOGIA SUBTERRANEA BARCELONA

2- DAVIS & WIEST (1970) HYDROGEOLOGY U.S.A

3- TREEZE & CHERRY (1979) GROUNDWATER N.J-USA

4- HERAK & STRINFIELD. KARST, IMPORTANT REGIONES OF THE NORTHREN HEMISPHERE AMSTERDAM

5- KLIMENTOV & KONONOV , METHODOLOGY OF HYDROLOGIC INVESTIGATION MOSKOW. US.S.R.