المصادر المائية على اليابس

المياه الجوفية

تستمد اغلب الانهار الدائمة الجريان القسم الأكبر من تصاريفها السنوية من المياه الجوفية حيث تختزن المياه المترشحة الى باطن التربة في تكوينات القشرة الارضية التي تعمل كخزانات للمياه الجوفية وكمجاري لجريانها ثانية الى سطح الارض بصورة طبيعية او قد تضخ المياه الجوفية الى السطح من الآبار او تستهلك تحت الارضية بالنتح والتبخر من قبل النباتات او التبخر من سطح التربة المياه الجوفية بفعل الخاصية الشعرية .

وقد كانت الآبار عبر تاريخ الانسان جزءاً متمماً من حياته وفعالياته تجهزه المياه الجوفية النقية حيث ماكان هناك نقص في الموارد المائية السطحية فكثيراً ما يشير الانجيل الى الآبار باعتبارها مصدراً من مصادر المياه والحياة ورمزاً للطمأنينة والرفاه ولا تزال بئر يوسف التي شيدت في مصر قبل حوالي (٣٧٠٠) عام قائمة حتى يومنا هذا .

وقد حفر قدماء الصينيين بطرقهم البدائية آباراً يبلغ عمقها حوالي (١١٠٠) متر كبت جدران البعض منها بالقصب كما اشتهرت منذ القدم القنوات الجوفية (Ghanats) والكهاريز في ايران وافغانستان وبعض المناطق في شمال العراق والتي كانت ولا تزال اساس البقاء في كثير من اقسام ايران وافغانستان .

وقد عبد الوثنيون الآبار وكرسها اليونانيون الى آلهتهم وبنى المسلمون مساجدهم حولها كما شيد الهندوس معابدهم بالقرب منها .

ولم يقتصر استعمال الآبار في الآونة الأخيرة كمصدر للاستعمالات البلدية والمنزلية وللاغراض الزراعية والري وللمتطلبات الصناعية فحسب بل تعداه الى استعمال الآبار كوسيلة لبزل . الاراضي الزراعية وضبط تقدم المياه المالحة وتخفيف ضغط المياه الجوفية Uplift تحت السدود وكواسطة لتغذية وتعزيز المياه الجوفية وكمنفذ للتخلص من الفضلات الاشعاعية Redio-active wastes

وقد اظهر احصاء عام ١٩٥٥ في الولايات المتحدة الامريكية بأن مجموع استهلاك المياه الجوفية لاغراض الري والصناعة والاستعمالات البلدية والمنزلية يشكل حوالي (١٩) بالمائة من مجموع الاستهلاكات المائية .

وتزداد استعمالات المياه الجوفية سنة بعد اخرى حيث يتم حفر حوالي (٢٠٠) الف بئر جديد سنوياً في الولايات المتحدة على سبيل المثال . ويشكل استعمال المياه الجوفية لاغراض الري ٨٠ ٪ من مجموع المياه الجوفية المستهلكة سنوياً كما ان هناك افضلية لاستعمال المياه الجوفية في الصناعة بسبب درجة حرارتها المتجانسة والثابتة نسبياً .

لذلك اصبح من الاهمية بمكان تقدير كميات المياه الجوفية تقديراً صحيحاً وتطويرها وتنظيمها وحمايتها لضمان استمرارية توفرها كمصدر طبيعي للمياه .

المبحث الاول اصل المياه الجوفية

ان اصل كافة المياه الجوفية تقريباً يعود الى المياه السطحية التي تغور الى باطن الارض والمتأتية من السقط والرشح والتسرب من الانهار والبحيرات والخزانات كما يساهم الملىء الاصطناعي (Artificial recharge) من مياه الري الزائدة والضائعات بالتسرب (deep percolation) من مياه الري والمياه المجهزة عمداً لتعزيز المياه الجوفية في ايجاد مصادر اخرى للمياه الجوفية .

وهناك كميات طفيفة نسبياً من المياه الجوفية المحصورة في مسامات الصخور الرسوبية عند تكوينها والمتحدة معها خلقة (Connate water) وتكون هذه المياه شديدة الملوحة عادة كما يمكن ان تدخل الدورة الهيدرولوجية كميات طفيفة من المياه المتكونة بفعل التفاعلات الكيمياوية داخل الارض بفعل درجات الحرارة والضغوط العالية كما في الماء الذي يصحب الانفجارات البركانية وتدعى بالمياه اليافعة . (Juvenile Water) او من التفاعلات الكيمياوية في الكون وسقوط الشهب والنيازك على سطح الارض حاملة معها كميات قليلة من المياه الكونية . (Cosmic Water) .

ويمكن ان تدخل مياه البحار والمحيطات الى المياه الجوفية في المناطق الساحلية (Salt Water Intrusion)

وتبحث هيدرولوجيا المياه الجوفية في تواجد وتوزيع وحركة الماء تحت سطح التربة وهي ترتبط بعلم طبقات الارض الذي يتحكم في تواجد وتوزيع المياه الجوفية وعلم الهيدرولوجيا الذي يحدد تجهيز المياه الى باطن الارض وعلم ميكانيك السوائل الذي يفسر حركة المياه الجوفية والقوانين الهيدروليكية المتعلقة بها . وتتواجد المياه الجوفية ضمن منطقتين رئيسيتين هما منطقة التهوية (Zone of aeration) حيث يملأ الماء جزءاً من الفراغ السامي بينما يملأ الهواء الجزء الآخر من ذلك الفراغ ومنطقة التشبع (Zone of Saturation) حيث تمتلىء المسامات المتصلة (Inter connected pores) كلياً بالماء .

وتقع منطقة التهوية أعتيادياً فوق منطقة التشبع وتمتد الى سطح التربة وتدعى المياه في منطقة التهوية بالمياه المعلقة (Suspended water) ويختلف سمك منطقة التهوية من صفر كما في المستنقعات الى بعض مئات من الامتار كما في المناطق القاحلة .

ويحد منطقة التشبع من الاسفل طبقات غير نفاذة او طبقات نصف نفاذة Semipervious ويحدها من الاعلى طبقات غير نفاذة ، او نصف نفاذة . أيضاً وفي حالة عدم وجود ذلك فيحدها من الاعلى مايسمى بسطح الضغط الجوي او سطح المياه الجوفية المطلقة (water table) .

ويمكن ان تمتد منطقة التشبع الى اعماق كبيرة تحت سطح التربة غير انه كلما زاد العمق قل وزن الطبقات العليا على اغلاق مسامات التربة بحيث يندر وجود مياه جوفية على اعماق تزيد عن الستمائة متر .

وتدعى المياه في منطقة التشبع بالمياه الجوفية تمييزاً لها عن المياه في منطقة التهوية وتتحكم في منطقة التشبع قوى الجاذبية والاحتكاك الناجمة عن حركة المياه نفسها بسرعة الحركة واتجاهها وكميات المياه المتحركة بينما تتحكم قوى الخاصية الشعرية (Capillary forces) بصورة رئيسية بحركة المياه في منطقة التهوية .

المبحث الثاني خصائص الصخور الحاوية على المياه الجوفية

١ - المسامية : **Porosity** : يخزن الماء في مسامات التربة وتعتبر المسامية التي هي عبارة عن حجم المسامات في التربة بالنسبة الى حجم التربة الكلي من اهم الخواص التي تؤثر على امكانية توفر المياه الجوفية وحركتها وهي تقسم الى مسامات

اصلية موجودة عند تكون التربة والصخور وشقوق ثانوية بعد تكوين ، الصخور كالفواصل Joints والشقوق Cracks والمجاري المكونة بالذوبان Solution Channels والفتحات التي تحدثها الحيوانات والنباتات ... الخ وبالنسبة لحجم المسامات تصنف الى مسامات شعرية وفوق الشعرية وتحت الشعرية وتمثل القائمة ادناه النسبة المئوية للمسامية Porosity للمواد الرسوبية .

الجدول رقم ٣٦ قيم ممثلة للمسامية للمواد الرسوبية

المادة	المسامية ٪
التربة المزيجة	٥٠ ـ ٦٠
الطين	٤٥ ـ ٥٥
الطمى	٤٠ ـ ٥٠
الرمل المتوسط والكبير الحجم (مخلوط)	٣٥ ـ ٤٠
الرمل المتجانس الحجم	٣٠ ـ ٤٠

المادة		المسامية ٪
الرمل الناعم والمتوسط الحجم (مخلوط)		٣٠ ـ ٣٥
الحصى		٣٠ ـ ٤٠
الحصى والرمل		٢٠ ـ ٣٥
الحجر الرملي	Sandstone	١٠ ـ ٢٠
الطين الصفحي	Shale	١ ـ ١٠
حجر الكلس		١ ـ ١٠

١ـ التكوينات الخازنة (الحشارج) Aquifers :

يعرف التكوين الخازن (الحشرج) Aquifer بأنه تكوين جيولوجي او مجموعة تكوينات جيولوجية نفاذة تختزن الماء فيه وتسمح بحركته بسهولة بحيث تنتج كميات عالية من المياه الجوفية وعلى النقيض من ذلك فإن التكوينات غير الخازنة aquifuges هي التكوينات الجيولوجية غير النفاذة التي لاتختزن الماء ولا تسمح بحركته لأنها لاتحتوي على مسامات متصلة كصخور الغرانيت . أما مايسمى بالتكوينات الكتيمة aquiclude فهي تكوينات جيولوجية مسامية غير نفاذة لها قابلية خزن الماء وليس لها القابلية على السماح بحركته ضمن طبقاتها بسهولة وتتصف بضآلة انتاجها من المياه كالطبقات الطينية .

٢ـ انواع التكوينات الخازنة :

تنقسم التكوينات الخازنة الى نوعين رئيسيين هما :

أ ـ التكوينات الخازنة المحصورة او الارتوازية artesian or confined aquifers

وهي التكوينات الجيولوجية النفاذة التي تحتجز المياه تحت الضغط بين طبقتين سفلى وعليا غير نفاذة او نصف نفاذة ويرتفع مستوى الماء في الآبار المحفورة داخل التكوينات الخازنة الارتوازية فوق مستوى الطبقة غير النفاذية العليا . ويمكن ان يرتفع الى سطح الارض اذا كان الضغط كافياً لذلك وتسمى البئر في هذه الحالة بئراً ارتوازياً جارياً (flowing well) ان السطح التصوري الواصل بين مستويات الماء (المستوى الهيدروستاتيكي لضغط الماء في الآبار المحفورة أو البيزومترات المدقوقة داخل الحشارج الارتوازية يسمى بالسطح البيزومتري (Piezometric surface) وهو يقابل السطح الحر في الحشارج المطلقة (Water table) حيث يكون الضغط على كل نقطة منه مساوياً للضغط الجوي . ويدخل الماء الى الحشرج المحصور من المناطق التي تنتهي فيها الطبقة السفلى غير النفاذة وتسمى تلك المنطقة بمنطقة التجهيز .

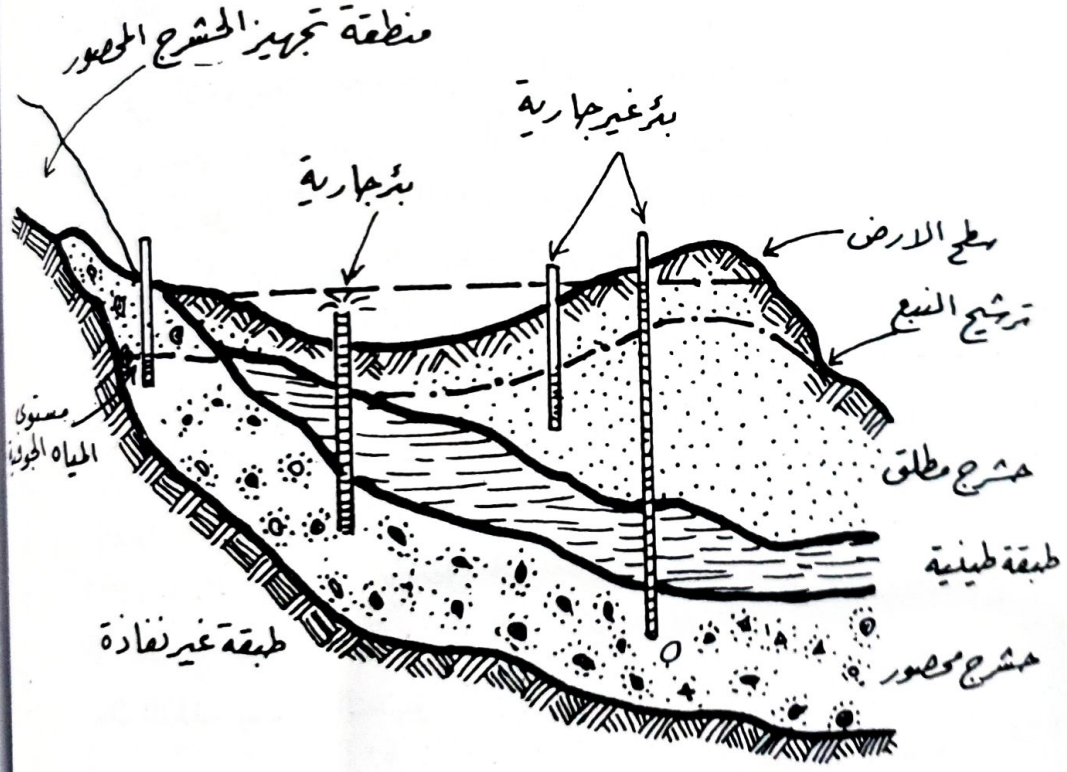
ب . التكوينات الخازنة المطلقة (Water Table or unconfined aquifers)

وهي الحشارج التي يكون الضغط في كل نقطة من نقاط السطح العلوي للمياه فيها مساوياً للضغط الجوي ويسمى ذلك السطح الـ Water table وكحالة خاصة

من الحشارج المطلقة مايسمى بالتكوينات الخازنة الجاشمة Perched aquifers ويحصل ذلك عندما ينفصل جزء من المياه الجوفية بطبقة غير نفاذة محدودة المساحة عن المياه الجوفية الرئيسية ويقع التكوين الجاثم فوق سطح المياه الحر الرئيسي للمياه الجوفية main water table وتعلوه منطقة تهوية . وتحمل العدسات الطينية في الترسبات فوقها غالباً مياهاً جاثمة . ويكون انتاج الآبار المحفورة الى المياه الجاثمة في الغالب مؤقتاً ولا يمكن ضمانه لمدة طويلة .

أنظر الشكل رقم (٣٠) والشكل رقم (٣١)

أن الطبقات غير النفاذة التي تحد الحشارج المطلقة من الاسفل والتي تحد الحشارج الارتوازية من الأسفل والاعلى لا يمكن في الغالب أن تكون غير نفاذة مئة بالمائة الا ان كميات الرشح منها ضئيلة بالأمكان أهمالها . وفي حالة وجود شقوق في الطبقة غير النفاذة التي تحد ارتواء الحشارج الارتوازية من الاعلى فقد يتدفق الماء المحصور منها بشدة على شكل ينابع حارة Geysers او بأقل شدة على شكل آبار ارتوازية .



شكل رقم ٣٠
آبار في وادٍ نموذجي