- الأنظمة الهيدروجيولوجية: Hydrogeologic Systems

الحوض المائي (groundwater basin)هو تركيب جيولوجي بشكل طيات مقعرة متناظرة (symmetric syncline) او غير متناظرة يحتوي على أنماط مختلفة من الطبقات الحاملة للماء ، ويضم نطاق التغذية والعبور (الترانزيت) والتصريف . ويعرف أيضا على انه وحدة فيزو غرافية تحتوي على طبقة أو عدة طبقات مائية متصلة مع بعضها ، وفي كثير من الحالات تعتبر حدود أحواض المياه السطحية ، حدودا لأحواض المياه الجوفية إلا أن هذه الحدود قد لا تتطابق . ويمكن تعريف نطاق التغذية على أنها الجزء من سطح الأرض الذي يرشح منه الماء إلى داخل الحوض ، علما بأنه يمكن أن يستلم الحوض مياه على هيئة تغذية جوفية من أحواض مجاورة .

وتسمى الأجزاء التي تظهر فيها المياه الجوفية على سطح الأرض ، نطاق التصريف . وتسمى المنطقة الممتدة بين نطاق التغذية و نطاق التصريف ، نطاق العبور . لقد أصبحت فكرة أحواض المياه الجوفية هامة في السنوات الحالية ، بعد إدراك مفهوم الاستهلاك المفرط للمياه الجوفية في جزء من الحوض الذي يؤثر مباشرة على تجهيز المياه في بقية الحوض .

ويعتمد تحديد مناطق تخزين المياه الجوفية في أي حوض على الخواص الليثولوجية والتكتونية وعلى أعماق التكاوين الجيولوجية والظروف الجيوتركيبية . ويمكن تقسيم المناطق بناء على الظروف السابقة إلى وحدات هيدروجيولوجية . وقامت بعض الدول المتقدمة بتقسيم أراضيها اعتمادا على الظروف الجيوتركيبية ، إلى الأنظمة الهيدروجيولوجية التالية :

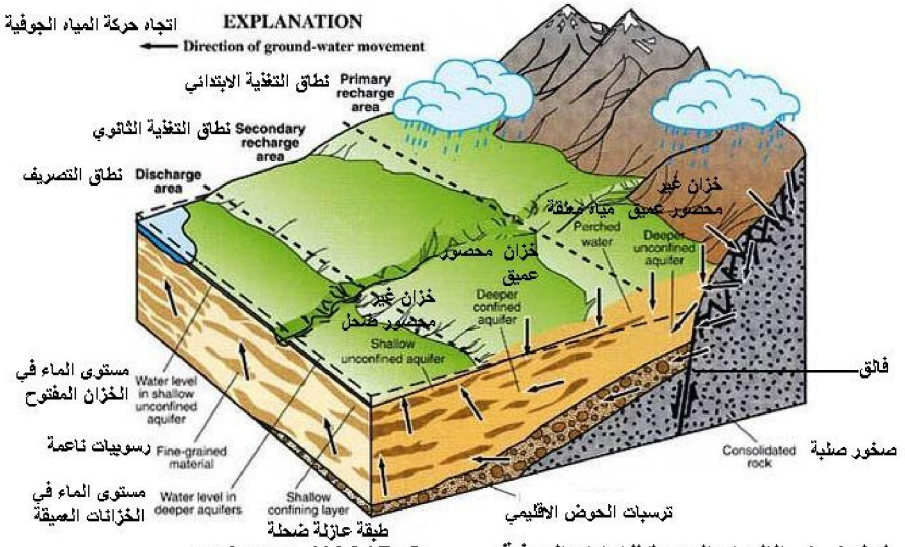
1 - نظام الأحواض او الطيات المقعرة المعقدة Basins and Synclinorium System.

2 - نظام انطقة الصد وع والنظم الارتوازية . Fault artesian System

3 - نظام انطقة الشقوق و الاستطاليات في الصخور المتحولة والمتبلورة . Fractures and Lineaments System

مع العلم بأنه يمكن تقسيم هذه الأنظمة إلى وحدات أخرى (Subsystem) اعتمادا على الظروف الليثولوجية وعلى أعماق التكاوين الجيولوجية ، ويمكن عمل تقسيمات داخلية او محلية لأي نطاق مع مراعاة تلك العوامل .

من أهم العوامل المحددة لخزين المياه الجوفية في الأنظمة الهيدروجيولوجية , شكل ( ) هي:-



شكل ( ) . الظروف المحددة للخزانات الجوفية. eel.com /1961fig3.

- الخصائص الليثولوجية للوحدات الجيولوجية من حيث أن لها أبعاد و أشكال و خواص تستطيع معها الإبقاء على كمية أساسية من المياه في مسامها . و يعتمد تقدير خزين المياه الجوفي على أبعاد الصخور الخازنة و سماكتها و امتدادها الجانبي .
- المحددات التركيبية و تشمل انطقة الفوالق و الصد وع و الطيات و التي لها أهمية كبيرة في خزن المياه الجوفية .
- الخصائص الهيدروجيولوجية للطبقات المائية المتعلقة بجريان المياه الجوفية مثل النفاذية و الناقلية .

- الحدود الهيدرولوجية للخزانات الجوفية و تشمل مصادر المياه السطحية مثل البحار و البحيرات و الأنهار و روافدها و مدى علاقتها الهيدروليكية بالمياه الجوفية من حيث التغذية و التصريف و هي تؤثر بشكل كبير على حركة المياه ضمن الطبقات الحاملة للمياه و اعتمادا على العلاقات المتبادلة بين مستوى المياه الجوفية و مستوى المياه السطحية ,شكل ( ).

صخور الطبقات الحاملة للمياه وتواجدها ضمن الأنظمة الهيدروجيولوجية:

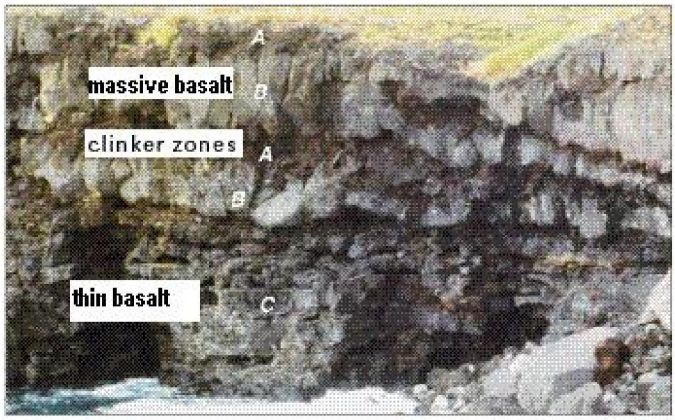
من الناحية الهيدروجيولوجية , يمكن تحديد أفضل مناطق لتواجد الخزانات المائية الجوفية , اعتمادا على الوضع الجيو مورفي و التركيبي و الرسوبي للمنطقة و عوامل المناخ و الذي ينعكس بصورة مباشرة على الوضع الهيدرو جيولوجي من حيث توزيع مناطق التغذية و التصريف و خطوط تقسيم المياه بالإضافة إلى توفير التغذية المستمرة للمياه الجوفية من خلال عملية الترشيح , و عليه فأن المقاطعات التالية توفر أفضل ظروف لتواجد الخزانات المائية .

1- مقاطعات مجارى المياه السطحية
2- مقاطعات الوديان المطمورة و المهجورة
3- مقاطعات الوديان بين الجبال
4- مقاطعات السهول المجاورة للجبال.

90% من مجموع الخزانات المائية المستغلة في العالم تتكون من ترسبات غير متماسكة مثل الحصى والرمال والغرين والمزيج بينها . وعادة تتصف بنفاذيتها العالية نظرا لعدم تماسكها مما يجعلها غنية بالمياه الجوفية . وتتكون مجاري المياه من الطمي والغرين الذي يبطن قنوات المجاري . ويلاحظ إن الآبار التي تحفر في الطبقات المائية ذات النفاذية العالية والمجاورة للجداول تعطي كميات كبيرة من المياه ويرجع ذلك إلى التغذية المستمرة من مياه الجداول التي تترشح إلى المياه الجوفية .

تتباين الصخور الكلسية في قدرتها على حمل الماء وإعطائه ويرجع سبب ذلك إلى اختلافها في الخواص الفيزيائية ، فهي تختلف في الكثافة والمسامية والنفاذية ويعتمد ذلك على ظروف ترسيبها وعلى درجة تماسكها وقد تحتوي الصخور الكلسية الكهفية والمشققة على كميات كبيرة من المياه أكثر مما تحويه الصخور الفتاتية ، علما بان بعض الصخور الكلسية قد تكون ذات نفاذية ضعيفة وتتراوح فراغاتها في الصخور الكلسية من مسامات مجهريه إلى كهوف قد تشكل قنوات كبيرة تحت سطح الأرض بدرجة كافية يستطيع معها حمل تدفق المجرى بأكمله ، يطلق اسم النهر المفقود (lost river) على المجرى الذي يختفي بصورة كاملة تحت سطح الأرض في المناطق الكلسية واغلب الينابيع توجد في المناطق الكلسية . ويسبب ذوبان كربونات الكالسيوم عسرة المياه الجوفية في الخزانات المائية الكلسية ، إلا أن الإذابة المستمرة للصخر الكلسي تعمل على زيادة المسامية وبالتالي زيادة نفاذيتها ، وينتهي الأمر بالأرض الكلسية إلى تكوين منطقة كارستية كهفية(طبوغرافية الكارست) . ومن الجدير بالذكر ان الجريان تحت السطحي للمياه خلال الصخور الكلسية يسبب في تكوين خزانات كبيرة من المياه الجوفية . ويعتبر الجبس على الرغم من عدم شيوعه صخر قابل للذوبان أيضا . ويمكن للصخور البركانية ان تكون هي الأخرى طبقات حاملة للماء والنفاذية ، وخاصة البازلت الذي يعتبر أهم صخر بركاني بالنسبة للهيدروجيولوجيين

تعتبر الطفوح البازلتية (basalt flow) نفاذة جدا إذا ما قورنت بالحجر الكلسي ، حيث توجد المسامات بين طبقات الحمم وأنابيبها وفي الفواصل الناتجة من تقلص حجم الطفح . وتعتبر الصخور البركانية الأخرى مثل الرايولايت والطف والرماد البركاني اقل نفاذية من البازلت .



أما الحجر الرملي و الكونجلومريت فتعتبر عموما طبقات حاملة سيئة للماء ، لكونها عبارة عن إشكال متماسكة للرمل والحصى لذا فقد قلت مساميتها بسبب المادة أللاصقة وتعتبر أفضل أنواع التكوينات الرملية الحاوية على الماء تلك التي تكون متماسكة جزئيا ، او تلك التي تعطي الماء من خلال مفاصلها . ويتميز الكونجلومريت بتوزيع محدود ، لذا فان أهميته واطئة اذا ما قورن مع غيره من الخزانات المائية .

تعتبر الصخور المتحولة والمتبلورة غير نفاذة نسبيا إلا في حالة تشققها ولا يتم استغلالها إلا في حالات خاصة كقربها من السطح وكثرة تشققها ، فيمكن تطوريها إلى آبار صغيرة للأغراض المنزلية .

أما الصخور الغضارية الواسعة الانتشار في الطبيعة كالطفل والمواد الخشنة الممزوجة مع الطفل فهي عموما عالية المسامية ولكنها صخور غير منفذة نسبيا وتعتبر من أكثر الصخور الكتيمة الانتشار في الطبيعة ويمكن حفر الآبار الضحلة فيها لغرض الاستعمال المنزلي .

طبقات الخزانات الجوفية ضمن النظام الهيدروجيولوجي :

تتباين ترسبات صخور الطبقات الخازنة للمياه في قدرتها على حمل المياه و إنتاجها و يرجع سبب تباينه إلى الخواص الفيزيائية مثل المسامية و النفاذية و ظروف ترسبها و درجة تماسكها ، إذ يتراوح حجم فراغات الصخور من مسامات دقيقة إلى شقوق و كسور و كهوف واسعة قد تشكل قنوات كبيرة تحت سطح الأرض بفعل عمليات التجوية , فالإذابة المستمرة لمعادن الصخور أو المادة اللاصقة بين حبيباتها تعمل على زيادة حجم الفراغات في الصخور الرملية و الغرينية و تؤثر في قابليتها على إمرار المياه و قد تؤدي إلى تكوين كهوف و يحدث ذلك في الصخور الكلسية أو الجبسية , كما تتواجد المياه الجوفية ضمن فواصل و كسور الصخور النارية و الرسوبية المتماسكة الناتجة بفعل تركيبي أو تكتوني.

تقسم طبقات الخزانات الجوفية شكل ( ) إلى :

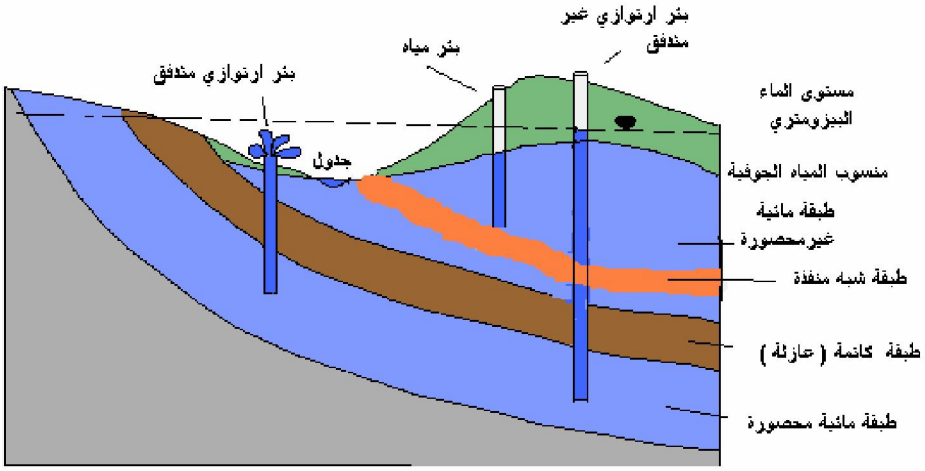
1- الطبقة المائية (Aquifer).

هي طبقة أو طبقات جيولوجية حاملة للمياه ذات مواصفات تسمح للمياه بالحركة و الانتقال ضمنها بسبب نفاذيتها العالية و لها القدرة على استيعاب و خزن المياه و بكميات اقتصادية بسبب مساميتها العالية و لها القابلية على تزويد الآبار أو الينابيع بالمياه و بإنتاج و فير .

2- الطبقة شبه المنفذة (Aquitard) .

هي طبقة أو طبقات جيولوجية مشبعة بالمياه ذات مواصفات تسمح للمياه بالتسرب منها و الحركة و الانتقال ضمنها بشكل محدود و ليس لها القدرة على استيعاب و خزن المياه بكميات وفيرة .

3- الطبقة العازلة (الكاتمة): Aquiclude هي طبقة أو طبقات جيولوجية مشبعة بالمياه ذات مواصفات لا تسمح للمياه بالحركة و الانتقال ضمنها.



شكل ( ). طبقات الخزانات الجوفية

8- أنواع الخزانات المائية الجوفية :

إن معظم الطبقات المائية يمكن تصورها كمستودعات ذات طاقة خزن كبيرة تحت الأرض و يمكن للماء أن يدخل الخزان بفعل الجاذبية و فرق الضغط و يتم استخراج المياه منها بواسطة حفر الآبار و ضخ مياهها .

تقسم الخزانات المائية الجوفية إلى ثلاث أنواع هي:

1- الخزانات الجوفية غير المحصورة Unconfined Aquifer
2- الخزانات الجوفية المحصورة Confined Aquifer
3- الخزانات الجوفية شبه محصورة Semi-confined Aquifer

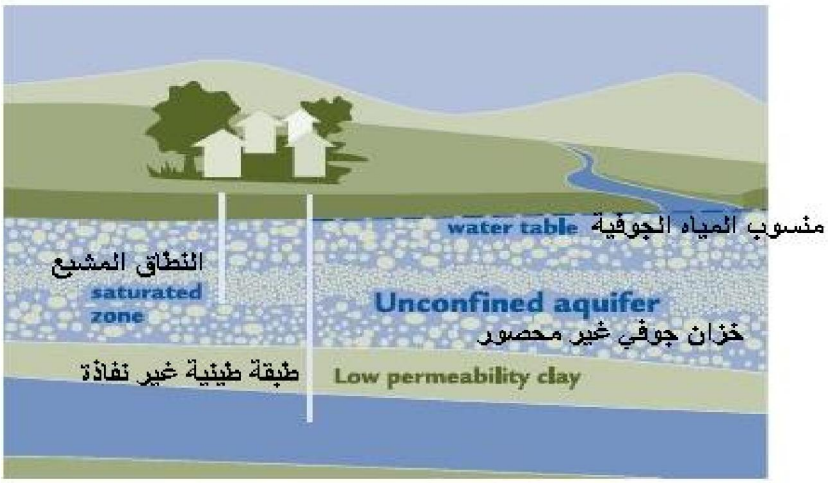
1 ـ الخزانات الجوفية المائية غير المحصورة (Unconfined Aquifer)

يعتبر الخزان المائي غير المحصور من الخزانات التي لها القدرة على حمل المياه وتزويدها للآبار والينابيع والجداول ، ويتصل سطحه العلوي مع الضغط الجوي لذلك يسمى بالخزان المائي الحر (phreatic aquifer) ، ويمكن تعريفه

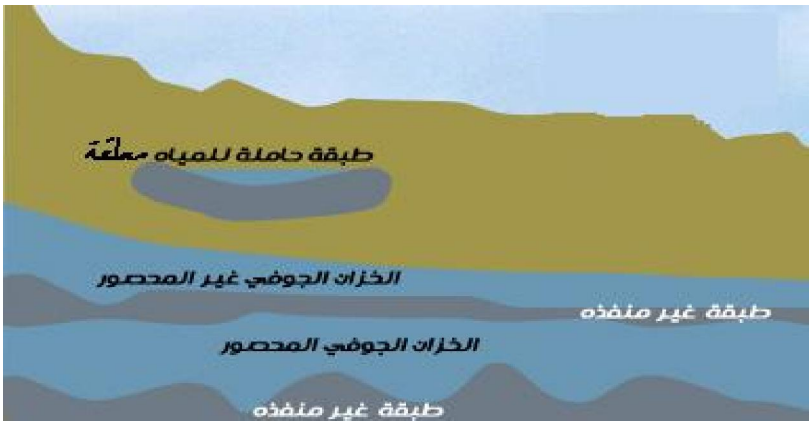
على انه طبقة أو طبقات حاملة للمياه تحدها من الأسفل طبقة عازلة غير نفاذة أو نصف نفاذة و من الأعلى مستوى المياه الجوفية ألاستقراري المتصل مع الهواء الجوي (شكل -) .

يدعى السطح العلوي للمياه الجوفية في هذه الطبقات بمستوى الماء الاستقراري (static water level) او منسوب الماء (water table) ويتم قياس عمق الماء ألاستقراري من داخل البئر بواسطة المجس الكهربائي (Electric Sounder) . ويستفاد من هذه القياسات في تجارب الضخ ، وفي رسم خرائط حركة المياه الجوفية وتوزيعها . وتعرف المسافة بين سطح الأرض وسطح الطبقة المائية بعمق المستوى المائي الحر ، وهو يعتمد على ظروف التغذية والتصريف . . وعادة لا يكون منسوب المياه الجوفية ألاستقراري في الخزانات غير المحصورة مستويا ، بل يعتمد على الوضع التركيبي و التكتوني و الطبوغرافي للمنطقة . ويعتبر تسرب المياه الجوفية من الخزانات المائية إلى سطح الأرض من أهم ميزات هذا الخزان مكونا المستنقعات وبيئة الأراضي الرطبة ، إذ تتدفق المياه الجوفية من هذه الخزانات بشكل ينابيع أو تسربات بشكل نز عندما يصبح مستوى الماء ألاستقراري أعلى أو يساوي مستوى سطح الأرض .

تعتبر الخزانات المعلقة حالة خاصة من حالات الخزانات الجوفية غير المحصورة تكونت نتيجة وجود طبقة عازلة غير نفاذة قليلة الامتداد أو فوق مستوى المياه الجوفي ألاستقراري , تقوم بحجز المياه المترشحة من سطح الأرض و تمنعها من المرور إلى النطاق المشبع و غالبا ما تكون بشكل عدسات رملية او غرينية تبدو و كأنها معلقة فوق النطاق المشبع ضمن نطاق التهوية ,وتكون حاوية على كميات محدودة من المياه و لها مستوى ماء استقراري مستقل عن مستوى الماء ألاستقراري الإقليمي ، (شكل -) ، تزود الآبار التي تخترقها بكميات صغيرة مؤقتة من المياه .



(شكل-) الخزان المائي غير المحصور .

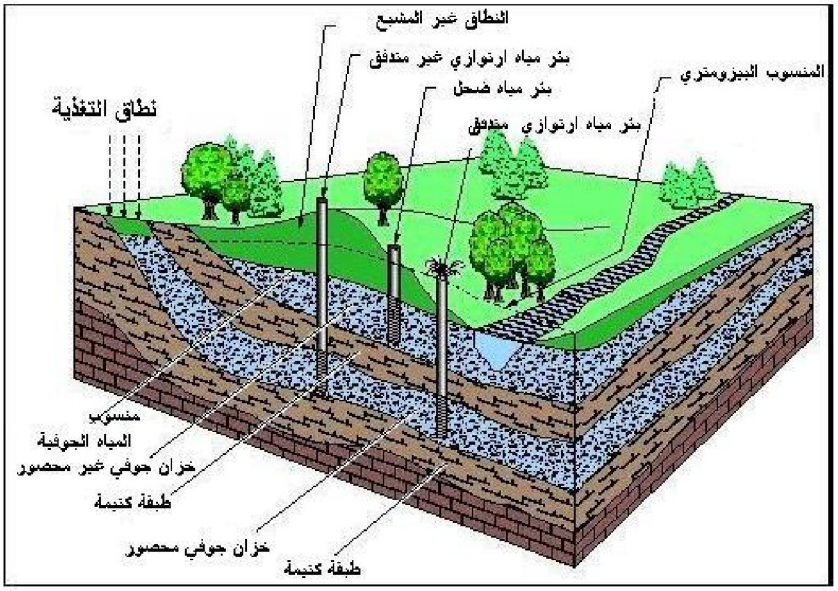


شكل (-) الخزانات الجوفية المائية المعلقة .

2- الخزانات الجوفية المائية المحصورة (Confined aquifer).

وهي طبقة أو طبقات حاملة للمياه محصورة بين طبقتين كتيمتين من الأعلى ومن الأسفل والواقعة تحت تأثير ضغط يفوق الضغط الجوي ،وليس لها سطح حر وعند حفر الآبار في هذه الطبقات يرتفع مستوى الماء في الآبار المحفورة ضمن الخزانات الجوفية المحصورة إلى مستوى يدعى المستوى البيزومتري (الهيدروستاتيكي) . ويسمى الماء في هذه الطبقات بالماء الارتوازي وإذا ما تجاوز السطح البيزومتري سطح الأرض فان المياه الارتوازية تدعى بالمياه الارتوازية التدفقية وتسمى البئر الذي تخرج منه هذه المياه بالبئر التدفقية . أما إذا لم يتجاوز السطح البيزومتري سطح الأرض فتسمى عندها المياه بالمياه الارتوازية غير التدفقية وتسمى البئر في هذه الحالة بالبئر الارتوازية , شكل ( ).

.

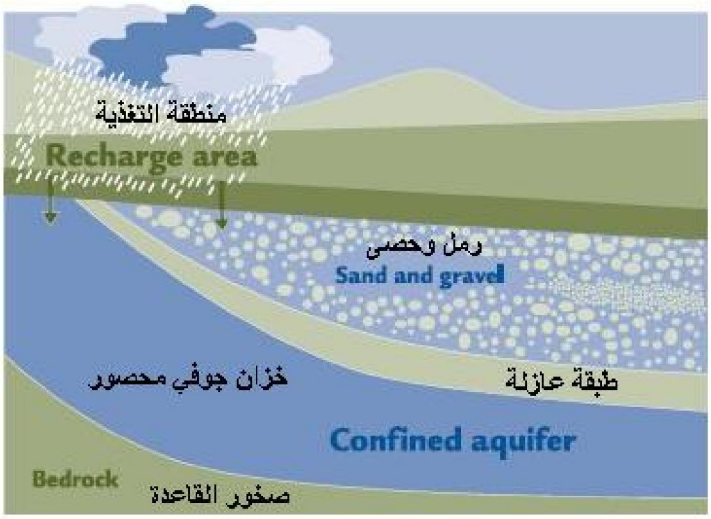


شكل ( ).مقطع يوضح الخزانات الجوفية والطبقات العازلة

wsci_02_img0238.

تدعى المنطقة التي تترشح منها المياه إلى الطبقات الحاملة للمياه المحصورة بمنطقة التغذية و تكون بمستوى منسوب السطح البيزومتري . و أن تذبذب و هبوط السطح البيزومتري يعكس تذبذبات الضغط في الطبقة الجانبية و عند انخفاضه إلى مستوى أدنى من مستوى الطبقة الكتيمة العليا عندئذ تصنف الطبقة المائية ضمن الخزانات الجوفية غير المحصورة. ويمكن تحضير الخرائط الكنتورية والمقاطع الجانبية للسطح البيزومتري من معطيات الآبار .

تتواجد في كثير من الأحيان مجموعة من الطبقات المائية المحصورة فوق بعضها البعض وتدعى في مثل هذه الحالة بالخزانات الجوفية متعددة الطبقات ، ويمكن للخزانات الجوفية المائية غير المحصورة أن تعلو الطبقات المائية المحصورة في بعض المناطق ، ويسمى هذا الوضع بالطبقات المائية المختلطة .(شكل -).



شكل ( ). الخزان الجوفي المحصور .

يشترط لوجود الطبقات المائية المحصورة في التكاوين المختلفة وجود مصدر مستمر للتغذية وبكميات كافية من مياه الأمطار ويشترط كذلك وجود طبقتين كتيمتين تحدان الطبقة المحصورة من الأعلى ومن الأسفل ويفترض ملائمة الخواص التركيبية (الميل ، الطي ، الشقوق) لضغط المياه لجوفية .

أما الطبقة التي تكون محصورة بين طبقتين كتيمتين من الأعلى ومن الأسفل والحاملة لمياه خاضعة لضغط يساوي الضغط الجوي فتسمى بطبقة المياه الحبيسة وهذه المياه هي حالة خاصة من المياه الارتوازية حيث إن هبوط السطح البيزومتري إلى ما دون سطح الطبقة الكتيمة يجعل المياه الارتوازية مياه حبيسة لذلك فقد عرف بعض الهيدرولوجيين المياه الحبيسة بالمياه الارتوازية التي فقدت انضغاطتيها وعرفها بعضهم بالمياه غير المحصورة المغطاة بطبقة كتيمة وهذان التعريفان لا يتعارضان في الجوهر .

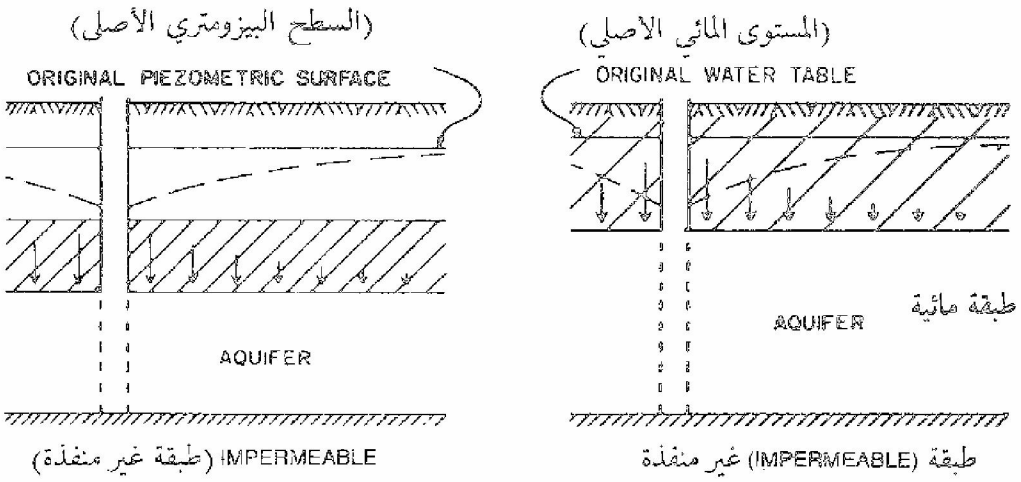
قد تتواجد للخزانات الجوفية غير المحصورة فوق الخزانات المحصورة و يسمى النظام الهيدرو جيولوجي في مثل هذه الحالة بالنظام المختلط . إن ظروف الخزن المحصورة توفرها الحالات التالية:-

- تواجد الطبقات الحاملة للمياه ضمن الطيات المقعرة Syncline
- تواجد الطبقات الحاملة للمياه ضمن الطيات المحدبة ذات الميل الواحد Monocline
- تغير السحنة الصخرية من ترسبات ذات نفاذية عالية إلى ترسبات قليلة أو عديمة النفاذية و هو ما يدعى بالتغير الجانبي في الصفات الصخرية للطبقات المائية .
- تواجد الطبقات الحاملة للمياه ضمن انطقة تأثير الفوالق أو الصد وع .

3 ـ الخزانات المائية شبه المحصورة (الراشحة) : Semi- confined aquifer

تتميز الطبقات الحاملة للمياه الجوفية شبه المحصورة باحتوائها على طبقات غير منفذة للمياه تحدها من الأسفل مع وجود طبقات أو ترسبات شبه منفذه تحدها من الأعلى حيث تتحرك المياه من خلالها إلى الأعلى أو الأسفل و حسب تباين ضغط المياه في الطبقات الحاملة للمياه , و عليه فإن المستوى البيزومتري للمياه الجوفية في هذه الخزانات يتطابق مع مستوى المياه الجوفية Water table في الطبقات شبه المنفذة .

ويكثر وجود الطبقات الراشحة في الأودية المغطاة برواسب حديثة حيث تكون طبقات الرمال والحصى العميقة مغطاة بالتربة والطين وبالمواد ذات الحبيبات الناعمة وفي هذه الحالة تعتبر طبقات الرمال والحصى هي الطبقة شبه المحصورة بينما تعتبر التربة والطين والمواد ذات الحبيبات الناعمة ممثلة للطبقة شبه المنفذة . وتجدر الإشارة إلى إن الطبقة العليا شبه المنفذة يمن أن يكون لها مستوى مائي خاص بها (شكل - ا) ، ويلاحظ أحيانا وجود خزان مائي غير محصور فوق الطبقة شبه المنفذة يمكن أن تقوم الطبقة شبه المنفذة بوصل الخزان المائي المحصور مع الخزان المائي غير المحصور (شكل - ب) ، وهذه هي حالة أخرى للطبقات المائية الراشحة . إن المستوى المائي يتطابق مع المستوى البيزومتري في الخزانات شبه المحصورة لكلتا الحالتين السابقتين ، وعند ضخ المياه من الآبار المحفورة في هذه الطبقات فان السطح البيزومتري يهبط أسفل المستوى المائي مسببا في تحرك المياه نحو الأسفل عبر الطبقة شبه المنفذة إلى الخزان شبه المحصور .



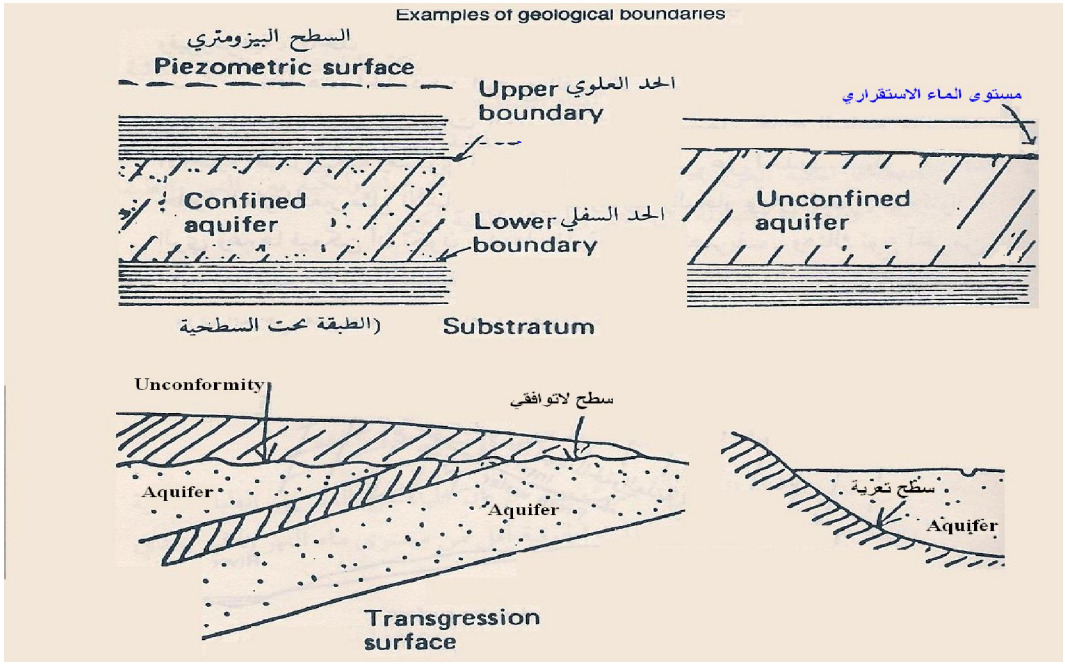
شكل ( ) الخزانات المائية شبه المحصورة .

الظروف المحددة للخزانات الجوفية :

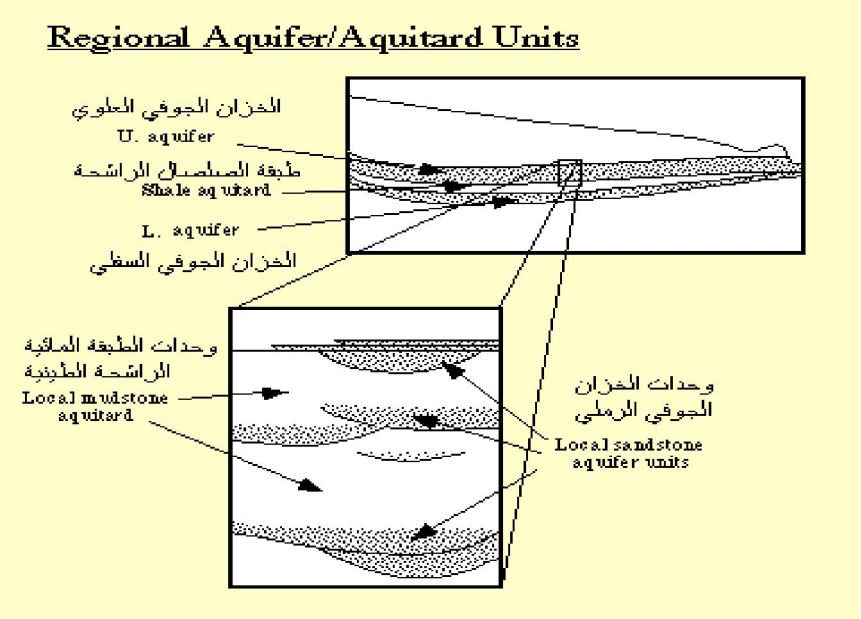
إن حدود الطبقات الحاملة للمياه ليست ذات طبيعة فيزوغرافية او تركيبية او ليثولوجية او هيدروليكية فحسب و إنما هي حصيلة جميع تلك المحددات والتي يطلق عليها الحدود الهيدروجيولوجية ، فالطبقات الحاملة للمياه هي جزء من وحدة جيولوجية او فيزو غرافية لها أبعاد وأشكال وخواص تستطيع معها الإبقاء على كمية أساسية من المياه في مسامها .

الحدود الجيولوجية (الليثولوجية والطبقية) :

يعتمد تقدير التخزين في الطبقة المائية على معرفة أبعاد الصخور الخازنة وسماكتها وامتدادها الجانبي ، علما بان سماكة أية طبقة مائية يمكن معرفتها بواسطة الحدود الجيولوجية والهيدرولوجية ، فمثلا نسمي التغيير في الصفات والخواص الليثولوجية او التركيب الفيزيائي للمواد بالطبقية . والتغير في السحنة الصخرية يمكن أن يكون حدودا سفلية او علوية للطبقات الحاملة للمياه شكل ()،اما في ترسبات الطبقات النهرية تتداخل رسوبيات الحصى والرمال أو تتدرج إلى الغرين والطين ويمكن لعدسة من الرمل أن تتداخل(inter-fingering) ضمن الترسبات الطينية شكل ( ) ويمكن للحجر الرملي أن يصبح غنيا بشكل تدريجي بالعناصر الناعمة التي تملئ الفراغات وتحل محل الحبيبات الكبيرة ، وكذا الحال في صخور الحجر الجيري فقد تحد الصخور الجيرية الكتلية massive الطبقات الحاملة للمياه من الصخور الجيرية المسامية من الأعلى او الأسفل .

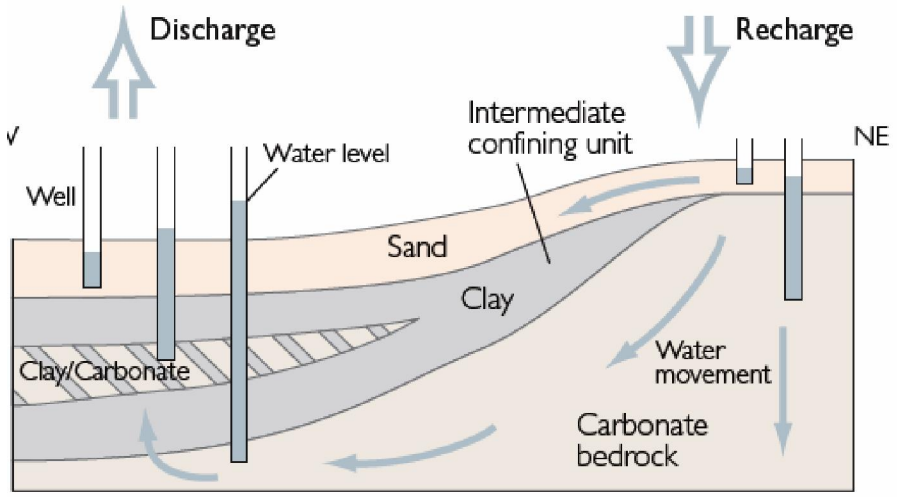


شكل ( ) أمثلة للحدود الجيولوجية ( ) .



شكل( ) : تداخل وحدات الرمال مع الصلصال ضمن الخزان الجوفي .

يعتبر التغير في السحنة الصخرية كافيا لتكوين مياه جوفية انضغاطية ، وتعتبر الأشكال العدسية وحالة التغير التي تحدث في الطبقة المائية المكونة من الحصى والرمل إلى طبقة طينية غرينية غير نفاذة وغير قادرة على إمرار الماء مثالا للتغير الجانبي في الصفات الصخرية للطبقات المائية .

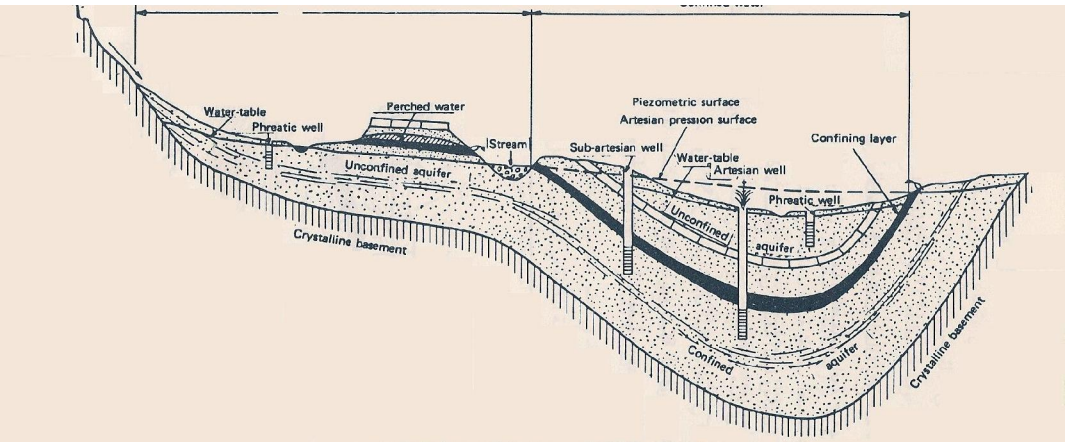


شكل (-) التغير الليثولوجي .

الحدود التركيبية : Structural Boundaries

1 ـ الطيات المقعرة(التراكيب المعقدة : (Synclinorium)

ان التركيب المقعر هو انحناء في الطبقات النفاذة ينتج عنه طبقات مقعرة، الشكل( ) . تصبح المياه الموجودة في مثل هذه الطبقات واقعة تحت تأثير ضغط واحد . فإذا كان مستوى المياه في منطقة التغذية أعلى من مستوى الآبار المحفورة فان المياه سترتفع في الآبار وتتدفق على السطح ، وإذا انخفض المستوى فان الماء سيرتفع فقط بما يعادل نسبة الفرق في المستوى ، وهذا هو السبب في تدفق المياه الجوفية في المناطق المنخفضة بنسبة اكبر من المناطق المرتفعة .

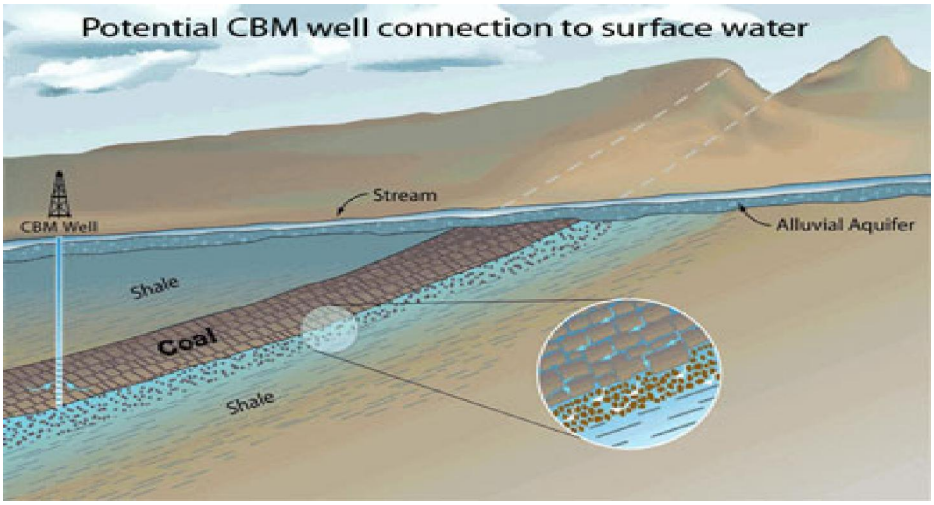


شكل ( ) الطبقات المائية المحصورة والطبقات المائية غير المحصورة

شكل ( ) الخزانات المائية المحصورة وغير المحصورة في التراكيب المقعرة .

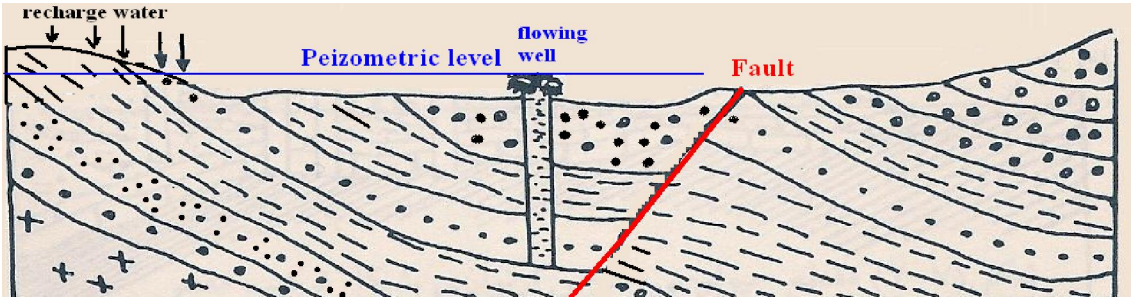
2 ـ الطبقات المائلة . monocline structure

في التراكيب ذات الميل الواحد (monocline) وبسبب ميل الطبقات النفاذة باتجاه معين يرتفع المستوى المائي داخل الآبار بسبب الضغط الهيدروستاتيكي للمياه الجوفية الناجم من عملية التغذية في مناطق تكشف الطبقات. (شكل -)



3- انطقة الفوالق و الكسور: Fault and Fracture zones

تنشأ الخزانات المحصورة نتيجة تأثير الفوالق على الطبقات المائلة ، إذ يتكون حاجز غير نفاذ يعمل على تجميع المياه القادمة من الطبقات المائلة وبالتالي زيادة ضغطها وارتفاع مناسيبها ويعمل كأنه سد تخزين جوفي . وقد يشكل سطح الفالق نقطة ضعف تمر من خلاله المياه (بوابة تصريف) مسببا امتزاج بين مياه الصخور العميقة والضحلة . (شكل -)

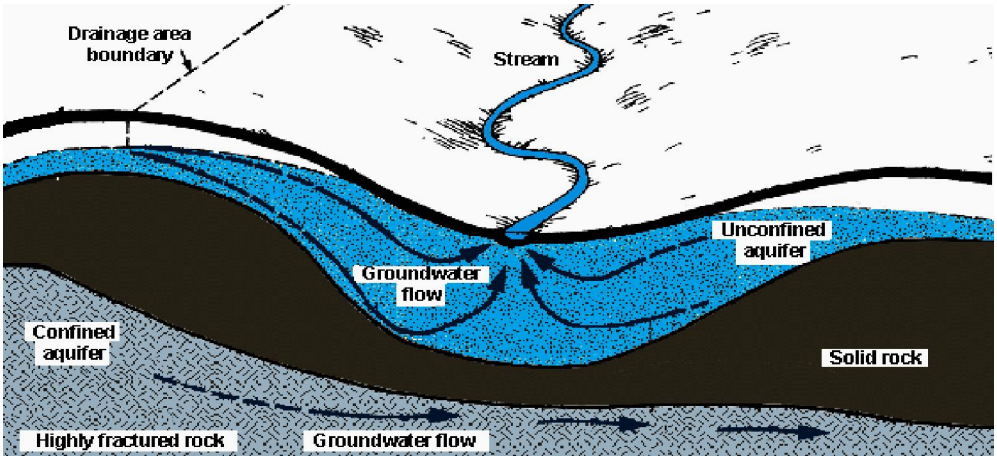


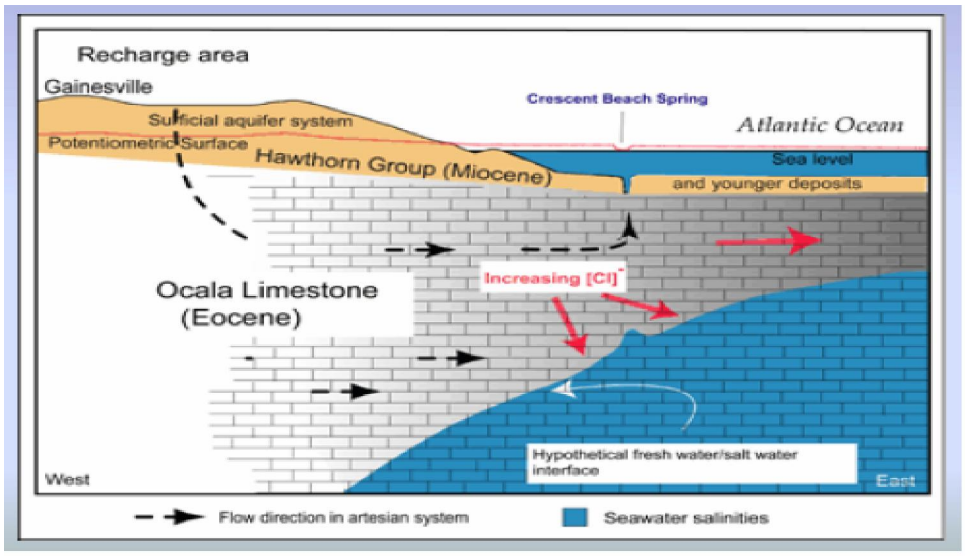
شكل ( ) الخزانات الناتجة عن الفوالق والكسور .

الحدود الهيدرولوجية والهيدروليكية: Hydraulic and hydrologic Boundaries

الحدود الهيدروليكية تعتبر حدودا مانعة او محركة للجريان (شكل -) ، ويمكن معرفة هذه الحدود من الوضع التركيبي ومن ارتفاع الأوساط الحاملة والناقلة للمياه المائية ، وتعتمد حدود التصريف ذات الضغط العمودي الثابت مثل فوهات الينابيع والسدود الأرضية الهيدروليكية ومستوى الجريان تحت السطحي ضمن المحددات الهيدروجيولوجية و أما الحدود ذات الضغط المتغير مثل الأنهار والبحيرات والبرك والبحار وآبار التصريف وقنوات الري وغيرها فيمكن أن تكون حدود تغذية او حدود تصريف .

وهناك نوع أخر من الحدود موجود داخل الطبقة المائية يفصل بين سائلين مختلفين في الوزن النوعي مثل السطح الفاصل بين المياه العذبة والمياه المالحة ونستطيع القول بان حالة الحدود الهيدروليكية يمكن أن تكون ثابتة أو متغيرة وتعتمد حركتها على التغير في قيمة الضغط العمودي، فالتغذية الاصطناعية تزيد من فرق الضغط العمودي (pressure head) وبالتالي تعمل على تغيير حدود الأحواض المائية الجوفية .





شكل ( ) أمثلة على الحدود الهيدروليكية .

الحدود الهيدروليكية تؤثر بشكل كبير على حركة المياه داخل الطبقة المائية فالطبقات المائية التي تتغذى من المياه السطحية غالبا ما تكون ذات تخزين جيد بسبب رشح المياه السطحية إليها ، وفي المناطق التي تغذي فيها الأنهار الطبقات المائية الغرينية بشكل دائم توجد علاقة هيدروليكية بين النهر والطبقة المائية وهذه العلاقة تكون :

1 ـ حرة ودائمة : وذلك عندما تخترق الأنهار الطبقات المائية وتكون الطبقات النفاذة في أسفل النهر .

2 ـ مؤقتة ودائمة : وذلك عندما تقطع الأنهار الطبقة النفاذة على عمق معين ، حيث يرتفع مستوى ماء النهر فوق مستوى الطبقة تحت السطحية في موسم الزيادة المائية .

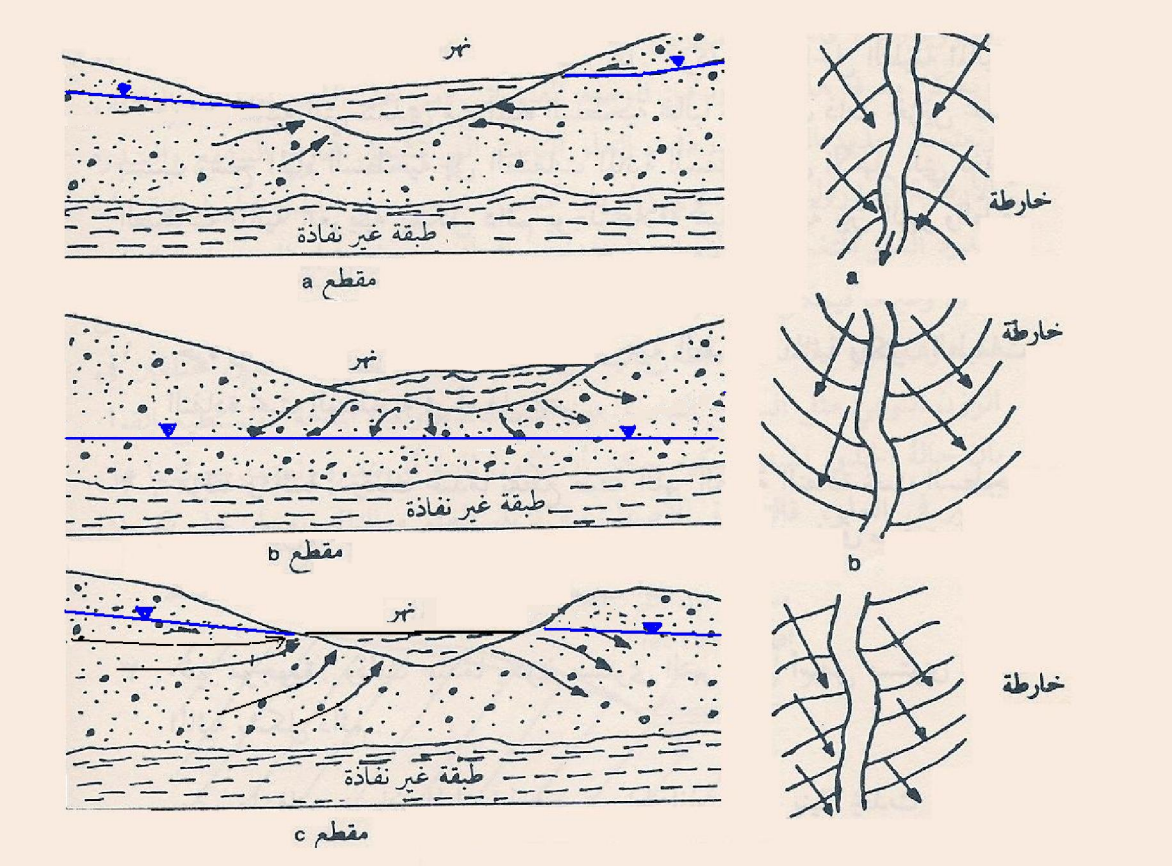
3 ـ غير موجودة : وذلك عندما يكون منسوب النهر أوطأ من مستوى الطبقة المائية بشكل دائم .

وعموما فان جريان المياه الجوفية في خزانات الترسبات الفيضية والنهرية يحدث في ثلاث اتجاهات :

ـ باتجاه النهر : حيث يتم تصريف مياه الطبقة المائية إلى النهر ، وذلك عندما يكون مستوى المياه الجوفية أعلى من مستوى ماء النهر ونستطيع القول بان الخزان الجوفي يعمل على تغذية النهر (شكل – a) .

ـ من النهر باتجاه الخزان الجوفي : يتم جريان المياه من النهر إلى الطبقة المائية وذلك عندما يكون مستوى المياه الجوفية اقل من مستوى ماء النهر (النهر يغذي الطبقة المائية) (شكل – b) .

ـ جريان التبادل (تغذية متبادلة) : ويتم ذلك عندما يكون منسوب الماء في الطبقة المائية والنهر بنفس المستوى . (شكل – c) .



شكل ( ) العلاقات المتبادلة بين مستوى المياه الجوفية ومستوى ماء النهر