*Storage & movement of groundwater...

→ The rate of groundwater movement is strongly influenced by the subsurface material, ~~especially~~ especially porosity & permeability.
لـ الخاصية. — لـ النفاذية. — كمية المرور ونفاذية الماء.

* حركة المياه الجوفية تعتمد على خصائص المواد الموجودة في باطن الأرض.

porosity = مصطلح يعبر عن نسبة الفراغات الموجودة في صخر معينة.

→ porosity: the percentage of the total volume of rock that consists of pore space.

⇒ the amount of pore space depends on: ① size and shape of grains
② how the particles are packed together. ← كيفية ترتيب الحبيبات.
③ the degree of sorting. ← مقدار التشابه في الترتيب (well sorted / porly sorted)
④ the amount of cementing materials.

* كل ما كانت (porosity) عالية تكون الـ (permeability) أيضاً عالية. (غالباً ليس في جميع الحالات).

*porosity influences the quantity of groundwater that can be sorted and it can very greatly from (10 – 50%) of the total volume.
لـ نسبة الفراغات عالية تتراوح من (10% – 50%).
(porosity = 50%) ← يعني نصف حجم الصخر فراغات.

* كلما زادت (المسامية) تزداد كمية المياه الجوفية المختزنة.

→ permeability (K) "or Hydraulic conductivity": it the ease with wich the fluid can pass through a certain material.
* حتى يكون نفاذاً يجب أن تكون المسامات مناسبة لمرور الماء (يجب أن تكون المسامات مترابطة ومتصلة وكبيرة بشكل كافي).

→ the poers must be connected & large enough to allow flow

ex) Clay has high porosity (50%), put the permeability very low, because the pores are very small to allow water to flow through it.

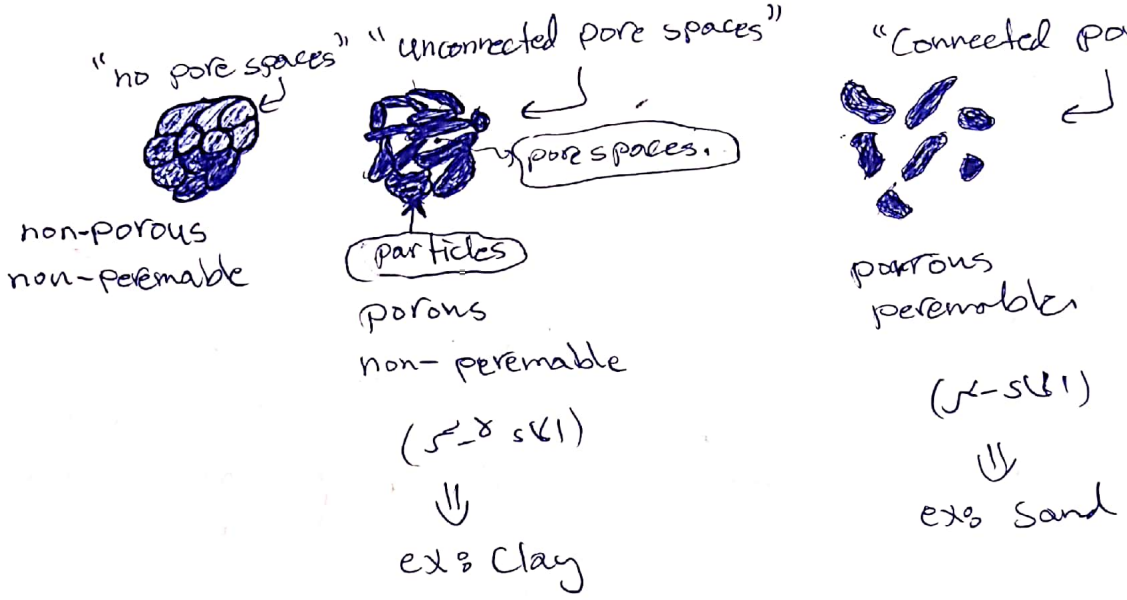
لذلك طبقة من الـ (clay) مصطلح ← aquitard ← أي مجرد الماء من خلالها جداً / أو (aquiclude) لـ (aquifer) يكون

Scanned with CamScanner

* الـ porosity لـ sand أقل من clay ولكن الـ permeability لـ sand أكبر.
لـ وذلك كمية الفراغات في الـ (clay) كبيرة ولكن مترابطة.

*pemeability : gravel > sand > silt > clay.

* permeability & groundwater flow are also influenced by joints, faults, & cavities.
* الماء دائماً يختار أفضل طريق ليسلكه ⇐ فإذا وجد ميل سوف يذهب معه و إذا وجد تشققات أو فجوات سوف يذهب باتجاهها.



∴ حتى تنتقل وتنفذ الماء ⇐ ① يجب أن تكون هناك فراغات.
② يجب أن تكون هذه الفراغات متصلة مع بعضها البعض.

* porosity(n) = $S_y + S_r$
S_y ← Specific yield ⇓ is the volume of water released from storage by an unconfined aquifer per unit surface area of aquifer per unit decline of the water table.
S_r ← specific retention ⇓ The amount of water retained by capillary forces during gravity drainage of an unconfined aquifer
Specific yield or effective porosity.

S_y < total porosity(n) of an ~~aquifer~~ unconfined aquifer.

توضيح للصورة ←

Scanned with CamScanner

specific yield & specific retention

Aired zone of Areation.

saturated zone

لو فرضنا أنه
الـ porosity لهذه
الحبيبات = 40٪

n = 40 ⇐ أي أنه 40٪ من حجم المادة عبارة عن فراغات.

نستنتج أنه حجم الماء أيضاً يكون 40٪ من حجم الصخرة ⇐ لأنه يكون متواجد في هذه الفراغات (حجم الماء = حجم الفراغات).

⇒ n = Sy + Sr

لو فرضنا أنه (Sy = 15) ⇐ تكون (Sr = 25)

Specific yield : هو عبارة عن الماء الذي يتحرك بحرية بين المسامات تحت تأثير الجاذبية.

Specific retention : هو عبارة عن كمية الماء التي تبقى في سطح الحبيبات وتكون مرتبطة معها بفعل قوى كهربائية (capillary forces) و حيث أنها تكون مقيدة في حركتها.

* نسبة الـ Sy و Sr تعتمد على المساحة السطحية الحبيبات. } للحبيبات

لو كان حجم الحبيبة أقل ⇐ تكون المساحة السطحية أكبر ⇐ سطح الحبيبات أكبر ⇐ وبالتالي كمية الماء العالقة

Sr يزيد،
والـ Sy يقل.

* والعكس صحيح.

* لو قارنا بين الـ Sand والـ gravel ⇐

Sr للرمل أعلى من Sr للـ gravel لأنه حجم الحبيبة أقل وبالتالي مساحة سطحية أعلى للحبيبات ⇐ وبالتالي كمية الماء الموجودة على السطح تكون أعلى

Sr for sand < Sr for clay

Scanned with CamScanner

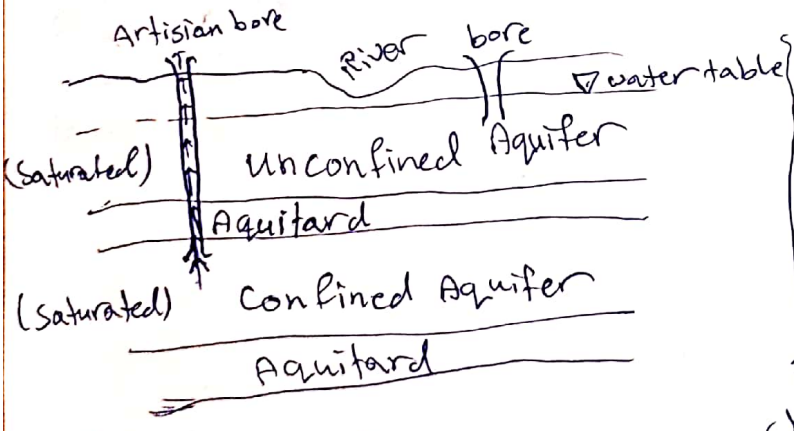
Examples

	porosity	Sy	Sr
Soil (sand, gravel, Selt & clay) ⟹	55%	40%	15%
Clay ⟹	50%	2%	48%
Limestone ⟹	20%	18%	2%

- نقول عن (Limestone) أنه ⟸ aquifer ⟸ الصخرة يتحرك الماء خلالها
- ونقول عن الـ (clay) أنه ⟸ aquiclude أو aquiterd ⟸ الماء فيه ما في الصخرة بشكل عام.

- **Aquifer**: permeable rock strata or sediments that transmit groundwater freely (ex: gravel & sand).
  ⟸ هي عبارة عن الطبقات الحاملة للماء (الماء يستطيع الانسياب خلالها).

- **Aquiclude**: Impereable layers that hinder or prevent water movement (ex: Clay).
  ⟸ الطبقات التي تمنع الماء من المرور (تحجز الماء).



* Unconfined Aquifer: هي عبارة عن Aquifer مفتوحة من الأعلى، أي غير محجوزة من الأعلى (التي تكون أقرب ما سطح الأرض) ⟸ حيث تكون أسفلها طبقة (Aquitard) تمنع الماء من التسرب، ولكنها من الأعلى تكون غير مغلقة بشيء.

* confined Aquifer: هي عبارة عن Aquifer محجوزة أي أنها محاطة بطبقتين Aquitard من أعلى ومن أسفل (الماء هنا يكون محجوز وتحت pressure)

* Artesian bore: إذا قمنا بحفر بئر ووصلنا إلى منطقة الـ (confined) سوف يندفع الماء إلى الأعلى تلقائياً، وذلك بسبب الضغط الواقع عليه في هذه الحالة (محجوز بين طبقتين Aquitard) وفي هذه الحالة يسمى (Artesian bore).

Scanned with CamScanner

* The movement of groundwater is exceedingly slow.
* The rate of movement may vary from mm per year to a 1km per years
* The energy that makes groundwater flow is provided by the force of gravity.

*

* تتواجد المياه الجوفية على عدة أشكال منها :-

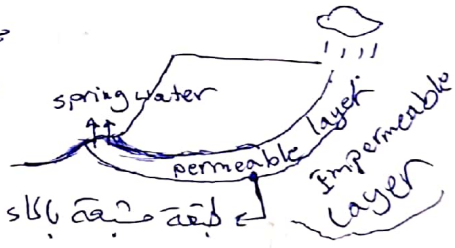
① Springs

⇒ the source of springs is water from the zone of saturation and the ultimate from precipitation.

⇐ هو عبارة عن تشكل من أشكال المياه الجوفية والتي تخرج بشكل طبيعي (naturally) من منطقة الإشباع (saturated zone) عندما يتقاطع منسوب المياه الجوفية مع مستوى الأرض ⇐ فتقوم المياه بالخروج لوحدها بشكل طبيعي من منطقة ضعيفة.

⇒ whenever the water table intersects earth's surface, a natural outflow of water of groundwater occurs, resulting in a spring.

⇐ لا يحدث بمنطقة السهول
⇐ تحدث في الجبال فقط.



⇐ طبقة مشبعة بالماء.

(الرسمة موجودة بالبند 19)

... spring أشكال ؟

*formation of springs :

① Stratum spring : when an aquitard blocks the downward movement of groundwater and forces it to move horizonally.

⇐ خروج من بين الطبقات.

⇐ عندما تكون أسفل الطبقة المشبعة بالماء طبقة (aquitard) تمنع ما من النزول وتسمح لها بالحركة بشكل أفقي (كما في الصورة).

② when aquitard is situated above the main water table, some of the water percolating downward is held by the aquitard creating a "perched water table"

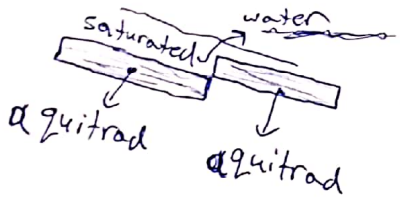
⇐ عندما تكون المياه الجوفية في منطقة محدودة كما تم ذكرها سابقاً.

Scanned with CamScanner

③ Through factures or "Solution channels" (dissolved rock) in impermeable rock.

← أنه تكون المياه الجوفية موجودة في تشققات الصخور
لـ حيث أنها تخرج لوحدها من خلال الشقوق.

④ fault spring →
تخرج الماء ~~تكون~~ من خلال الشقوق عندما تكون
طبقتين (impermeable) على الشكل التالي :-



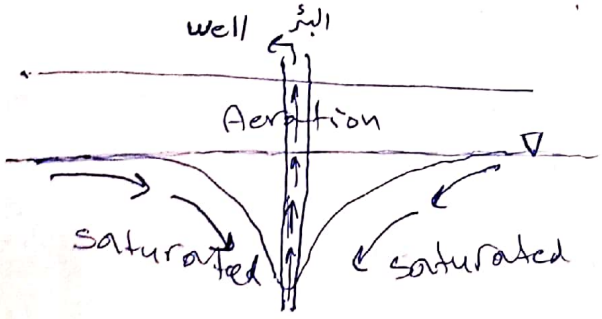
← يسبب هذا الشكل
ينفط الماء وتخرج
لوحده على سطح
الأرض من خلال
شقوق.

* الشكل التالي من أشكال تواجد المياه الجوفية :

② wells (الآبار)

→ it's a hole bored into the ground to the zone of saturation, where groundwater can be pumped to the surface.

* After pumping, the water table is lowered near the well (draw down) and with increased pumping create a "Cone of depression"



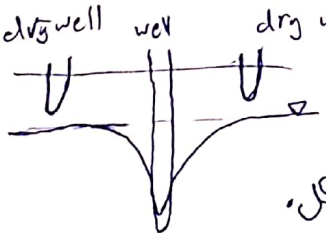
← عندما نحفر بئر نحتاج إلى مضخة لضخ الماء من باطن الأرض.
← مع مرور الزمن ومع ازدياد كمية الماء المضخوة من باطن الأرض، يصبح منسوب الماء يقل بهذا الشكل ←
وهذا الشكل يطلق عليه (Cone of depression).
↓
وهو شكل نزول منسوب المياه الجوفية (لا يكون بشكل أفقي)
← بحيث يكون مقدار النزول في المنسوب أكثر في منطقة البئر (سلايد 21)
← كلما ابتعدنا عن البئر، مقدار النزول يكون أقل.
← بعد الانتهاء من عملية الضخ سوف يعود شكل المنسوب كما كان (بشكل أفقي).

Scanned with CamScanner

⇒ If overpumped, it may result in a large cone of depression and cause the watertable to be lowerd substantially affecting nearby well.

⇐ إذا تم الضخ بالزيادة على كمية المياه (سحبنا ماء بشكل كبير) سوف ينزل منسوب المياه الجوفية بشكل كبير.

ومن الممكن أنه يصبح البئر (dry well) أي لا يوجد به ماء ويعود ذلك إلى أنه كمية الأمطار والمياه التي تتجمع في باطن الأرض تحتاج لفترة زمنية طويلة حتى تتجمع، وبالتالي تكونة تسربها أو كميتها أقل بكثير من الكمية التي يتم سحبها.



* البئر المحفور بشكل أعمق قد يؤثر على الآبار الأخرى، كما في الشكل.

⇐ لذلك قد نقوم بعمل صيانة للبئر (maintenance) وذلك من خلال زيادة عمق البئر حتى يصبح مناسب وحتى يصل إلى منسوب المياه الجديد.

③ Artesian wells

الآبار الإرتوازية.

⇒ when ground water is under pressure and rises well above the level of the aquifer or where the water was first encountered.

⇐ يتكون ماء محصور بين طبقتين (Aquitard) كما تم توضيحها سابقاً، فإذا حفرنا في منطقة مثل هذه يندفع الماء تلقائياً إلى أعلى وذلك بسبب الضغط الواقع عليه.

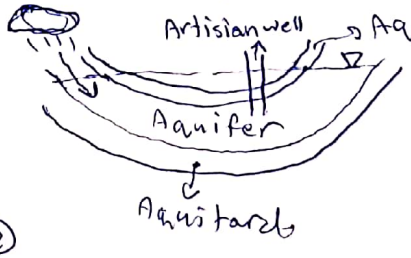
متطلبات وظروف تكونه.

*Conditions needed :-

① water must be confined to an aquifer that is inclined so that one end is exposed at the surface, where it can receive water.

② Impermeable layers (Aquitards), both above & below the aquifer, preventing it from escaping.

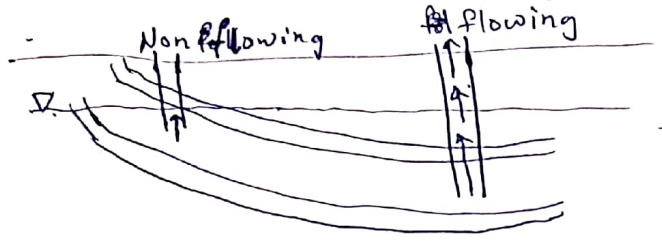
∴ الشرط الأول أنه تتكون محصورة بين طبقتين (Aquitard) والشرط الآخر أنه تتكون طبقة الـ (aquifer) الموجودة بها الماء أنه تتكون بشكل مائل، حيث تتكون أيضاً بحيث تكون مكشوفة حتى يصل الماء بالدخول إليها.



Scanned with CamScanner

* Flowing artisian well :- هو أنه تتوفر جميع الظروف التي ذكرت في الصفحة السابقة فإذا حفرنا سوف تخرج الماء لوحدها بفعل الضغط.

* Nonflowing Artisian well :- هو أنه يتم الحفر في منطقة قريبة من السطح (أي لا تتوفر الشروط التي ذكرت) وبالتالي الماء سوف يحتاج لمضخة حتى يتم إخراجه من باطن الأرض.
⇐ وفي هذه الحالة عند الحفر سوف يصل الماء إلى أعلى منسوب للمياه الجوفية فقط.



⇒ (الرسمة سلايد 23)

* تكلم آخر من أشكال المياه الجوفية :-

* geysers "الحمة"

عبارة عن تشكل من أشكال المياه الجوفية والتي تكون حرارتها مرتفعة ويعتقد أنه سبب درجة الحرارة هو ملامستها للصخور النارية في باطن الأرض أو تلامسها للماجما ، وعندما ترتفع درجة الحرارة تزيد الذائبية ⇐ يصبح الماء المقدرة على إذابة الـ (minerals).
⇐ ولذلك مياطنة (الحمة) تكون رائحتها مثل رائحة الكبريت ⇐ وذلك لأنها تذوب بعض المواد مثل الكبريت.

* Problems Associated with g w :-

① Overexploitation / overuse. ← الاستخدام الزائد
② groundwater withdrawal & sinking ← في مناطق الإنخفاض.
③ groundwater contamination.

⇒ groundwater is a "non-renewable resource"
⇐ وذلك لأنه كمية المياه المستهلكة أكثر من الكمية المتجددة.

Scanned with CamSca

① over-use of gw :-

⇒ Caused by over-pumping

"المياه التي نستخرجها أكثر من المياه التي تتجمع"

* حتى إذا توقفنا عن استخدامه لا نحتاج إلى سنوات أو آلاف السنوات حتى يعود مثل ما كان.

مثال: في غزة هناك عدد كبير من الآبار الخاصة بأشخاص (حوالي 4000)
و الاستخدام يكون كبير جداً لدرجة أنه كمية التعويض تكون 5% فقط. (95% over-abstraction)
لـ أي عندما استهلكنا (100) كوب من كمية الماء التي تعوض الفقد وتتجمع تكون (5) كوب فقط.

Is this causing a drop in the water table of about 1.6 meters per year.

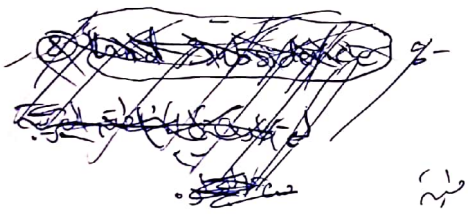
Is it's damaging the already depleted coastal aquifer.

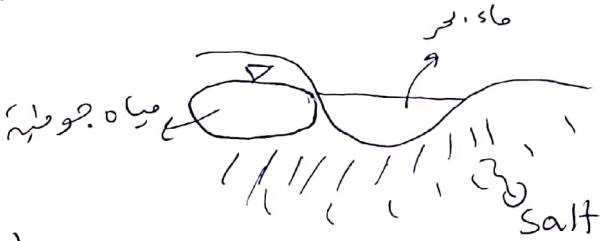
~~and posing the threat of irreversible~~

⇒ هذه العملية تؤدي إلى اختلاط المياه الجوفية مع المياه المالحة (لا تصلح للشرب)

⇒ (salt-water intrusion.)

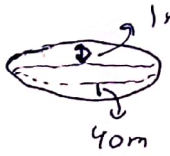
⇓ (مليد 31)





(Lenses) في التربة من مياه البحر تكون المياه الجوفية على شكل عدسات

* حيث أنه هذه المياه تكون فوقها المياه العالية وذلك لأنه كثافتها أقل من الماء المالح.
* إذا قمنا بحفر بئر وقمنا بإخراج كمية من هذا الماء يؤدي إلى نقصانه وزنها.
* إذا قمنا بسحب ماء بمقدار (1 م) سوف يرتفع من الأسفل بمقدار (40m)
* عندما يقل الوزن تقوم المياه العالية بدفعه للأعلى وبالتالي تحل مكانه فيالتالي
- تختلط الماء المالح مع الماء الحلو (fresh).



Salt-water intrusion: a phenomenon that occurs in over-used coastal aquifers, when sea water intrudes or ~~exists~~ enters the fresh water aquifer.
⇒ fresh water is less dense & will float on top of salty water forming a lense-shaped body.

Scanned with CamScanner

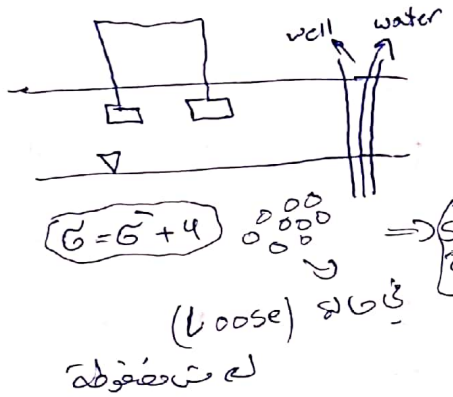
(2) Land subsidence :

⇒ over-pumping of a gw resources → a drop in the water table → may cause land subsidence.

* especially in areas underlain by thick layer of loose soil, which is compacted by overburden, causing the land to subside.

(ex) Mexico city → 7M drop

← هو عبارة عن هبوط الخسائر / النزول في سطح الأرض.



* في البداية يكون الحمل الواقع فوق الأرض بسبب البناء مثلاً ، يكون موزع على الحبيبات وعلى الماء .

(neutral stress (u)) (effective stress $\bar{\sigma}$) تكون في حالة عكسية (غير مضغوطة)

* إذا قمنا بحفر بئر وسحبنا المياه الموجودة في باطن الأرض ، سوف يتحول كل الضغط على الحبيبات (سوف يذهب الماء إلى خارج الأرض وبالتالي يتوزع الضغط الذي كان واقع على الماء على حبيبات التربة) .

في حالة (loose) لم تضغط

← فتصبح التربة مضغوطة (تقترب الحبيبات من بعضها وتتداخل) ← سوف تتحول من (loose) إلى (compacted)

وبالتالي سوف يؤدي هبوط في الطبقات .

← وإذا ما تم تجربة المياه المسحوبة كبيرة ، سوف ينعكس هذا على سطح الأرض ويظهر على شكل انهيارات

(3) groundwater pollution / contamination :

- تلوث بفعل المياه العادمة (from sewage)
- تلوث بفعل المواد الكيماوية (مثل دلاء الصوف)

←

Scanned with CamSca

* Contamination from Sewages-

⇒ from a septic tank, or leakage from sewage pipline, or farm wastes* (fertilizers), or chemical contaminants.

⇒ if sewage water contaminated with bacteria enters the ground, it may be purified through natural processes.

↳ the bacteria mechanically ~~filtered~~ filtered by sediment on its way down or destroyed through oxidation or consumed by other organisms.

⇐ بعد تلوث الماء بالبكتيريا، قد يتم تنقية الماء بشكل طبيعي، فخلال مرورها للأسفل، سوف تعلق البكتيريا بالحبيبات التي تصتدم بها، أو قد تموت (تتفكك) (يتم التخلص منها) من طريق الكائنات الدقيقة الأخرى.

for this to occur, the aquifer must be the correct composition.

⇐ إذا كانت الـ (aquifer) أي الطبقات الحاملة للماء، وإذا كانت التركيب الخاص بها مناسب سوف تحدث لها عملية التنقية هذه.

(ex) if a aquifer extremely permable (coarse gravel, fractured rock, or cavernous lime stone)

↳ then the water travels quickly

↳ not enough contact with surrounding material to be cleaned / purified.

⇐ إذا كانت الحبيبات كبيرة أو الـ (permable) عالي.

⇐ تكون سرعة المياه خلالها كبيرة

⇐ وبالتالي لا يوجد وقت كافي للتلامس مع الحبيبات، وبالتالي لن تعلق البكتيريا على سطوح الحبيبات.

(حبيبات الحبيبات)

والعكس صحيح

⇐ مثل (sandstone).

« محاضرة 29 »

Scanned with CamScanner

⇒ Some solutions ...

* في البداية يجب أنه نعمل قدر الإمكان على منع حدوث التلوث ⇐ وذلك انه هناك بعض الحلول التي تخفف.

(1) stopping the source of pollution.

لـ إيقاف مصدر التلوث.

(2) pumping the polluted water, treating it, and re-ejecting it into the ground.

لـ ضخ الماء الملوث وعمل تحليه وثم إعادته للأرض.

(بكلمات بسيطة).

(3) Injections of cleansing chemical.

لـ من خلال وضع كيماويات (مطهرات) في البئر.

(4) Leaving a resource without usage for a long time.

لـ عدم استخدام الماء أو البئر لفترة طويلة من الزمن.

* (Ghyben-Herzberg ratio) : h = 40 z.

⇒ for every foot drop in the water table above sea level (h), there will be 40 feet of fresh water below sea level (z).

⇒ This means that salt water will intrude to compensate the rise of the freshwater boundary (z)

⇐ الظاهرة التي تم ترجمها قبل قليل.

⇐ فإذا سحبنا (1م) من مياه جوفية قريبة من البحر (الموجودة على شكل عدسة) سوف ترتفع بمقدار (40م) من أسفل.

(الوحدة مش شرط بالمتر)

إذا سحبنا بمقدار (1X) ← سوف ترتفع بمقدار (40X)

* وبالتالي سوف تختلط المياه العالية مع المياه العذبة.

*Solutions :-

(1) Management of Abstraction.

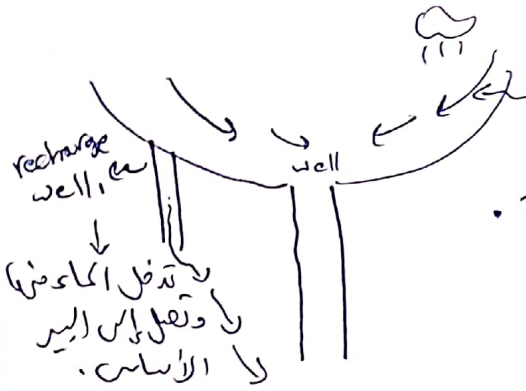
(2) ~~Reactio~~ حفر آبار بجانب البئر الأساسي

(3) Recharge wells: حوض

(3) Building a large basin to collect surface drainage and allow it to seep in the ground.

لـ تجميع أكثر نقطة

Scanned with CamScanner



* يتم كل تحديد هذا الشكل وذلك في حين تنزل مياه المطر فيه مباشرة.

* Geologic work of gw:

⇒ The primary erosion is carried out by groundwater that is dissolving rock (mainly limestone).

* water + carbonic acid → reaction with limestone → calcium by carbonate → creation of lime stone caverns just below the water table in the saturated zone as GW. follows lines of weakness and joints in rock, with time dissolving rock & creating caves.

* Hot springs

have water 6-9 degrees warmer than mean air temperature.

⇒ water is heated at depth & if it rises, it emerges as a hot spring.

* Geysers → they are intermittent hot springs or fountains where water & steam are ejected with great force into the air (30-60 m)

* Formation of drip stone (or Travertine):

(sedimentary)

(stalactites) ↓ (stalagmite) ↑ column.

⇒ These features are refferd to as "speleothems"

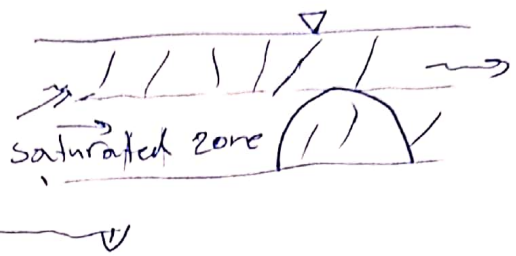
Scanned with CamScanner

* توضيح لدور المياه الجوفية في الـ (speleothems):-

أي يكون حامض

يكون مذاب فيه CO_2

في البداية يدخل الماء في شقوق الصخور ويقوم بإذابة الكالسايت ويقوم بتحويله إلى بايكربونيت.



صخور فيها تشققات

هذه العملية تؤدي إلى زيادة حجم الشقوق و بعد فترة من الزمن تفتح هذه الشقوق على بعضها البعض وبالتالي تكون منطقة فارغة (الكهف).

* الآن بعد فترة من الزمن ومع ازدياد كمية الماء الجوفية التي يتم سحبها، يصبح الكهف في منطقة (Aeration) أي أنه تصبح منطقة الكهف غير مشبعة بالماء.

لكن بنفس الوقت الماء لا يزال يتسامط على سقف الكهف ويقوم بإذابة الكالسايت وتحويله إلى بايكربونيت، جزء من هذا البايكربونيت يلتصق بالسقف، ومع الزمن يصبح كأنه خرزة بارزة من سقف الكهف (تكون بارزة إلى داخل الكهف). ← stalactites

لكن جزء من هذا الكالسايت الذي يتحول إلى بايكربونيت، يبقى نازل مع الماء إلى أرضية الكهف، وبالتالي تكون الحفر أو الأشكال التي نراها على أرضية الكهف ← stalagmite،

إذا التقوا مع بعضهم ← يصبح اسمه (column)

* Karst Topograph: (التعريف بالإنجليزي) (سلايد 38)

له مصطلح يطلق على المنطقة التي تأثرت تضاريسها بالمياه الجوفية.

هي عبارة عن تضاريس تشكلت بفعل المياه الجوفية بحيث يكون سطحها غير منتظم ويحتوي على الكثير من الفجوات أو الحفر والتي تسمى (sinkholes) لكن حتى تتشكل بفعل المياه الجوفية،

* (سلايد 38)

* sinkholes: تتكون بطريقتين

① بسبب كاربونيك دوباند (Limestone) ← تكون gradual & gentle slope

② الأرض تتشكل بشكل مفاجئ بسبب انهيار سقف الكهف بشكل مفاجئ ← steep slope

(شكل Karst Topography في سلايد 39)

Scanned with CamScanner