www.Endbook.net

زمین شناسی

www.Endbook.net

زمین شناسی

www.Endbook.net

فهرست مطالب

فصل اول:آب در زمین و لایه های آبدار 7
ویژگی های فیزیکی و سنگ شناسی محیط های متخلخل : 7
عوامل موثر بر تخلخل : 7
رابطه بین چگالی ظاهری و تخلخل : 8
شاخص ها و پارامترهای منحنی های دانه بندی : 9
پخش آب در زمین : 9
سطح ایستابی : 12
بار فشار آب زیرزمینی : 12
آبخوان یا لایه آبدار زیرزمینی : 13
خصوصیات رسوبات و سنگ ها از لحاظ آبدار بودن : 13
انواع آبخوان (Aquifer) : 14
نمونه سوالات تستی 17
پاسخنامه سوالات تستی 22
فصل دوم:جریان آب در خاک 25
جریان آب در خاک 25
انواع جریان آب زیرزمینی : 25
قانون دارسی : 26
ضریب نفوذ پذیری یا هدایت هیدرولیکی : 28
محاسبه ضریب نفوذ پذیری معادل در خاک های لایه بندی شده : 28
محاسبه ضریب نفوذپذیری به کمک ردیاب ها : 29
نقشه های تراز آب زیرزمینی : 31
نمونه سوالات تستی 36
پاسخنامه سوالات تستی 51
فصل سوم:آزمون های پمپاژ 58
تشخیص خصوصیات هیدرولیکی آبخوان ها بوسیله آزمون های پمپاژ 58
روابط جریان های شعاعی : 59
سیستم های چاه های مجازی جهت یک چاه در حال پمپاژ یا تغذیه مجاور مرزهای آبخوان : 61
افت چاه : 63
افت چاه در سیستم های چند چاهی : 63
تغذیه مصنوعی : 69
نفوذ آب شور در آبخوان های ساحلی : 71
روش های تشخیص نفوذ آب دریا به آبخوان های ساحلی : 72

www.Endbook.net

راه های پیشگیری و جلوگیری از نفوذ آب به درون آبخوان های ساحلی : 73
نمونه سوالات تستی 74
پاسخنامه سوالات تستی 83
فصل چهارم:اکتشاف و بهره برداری از آبهای زیرزمینی..... 89
اکتشاف آب های زیرزمینی : 89
بهره برداری از آب های زیرزمینی : 96
نمونه سوالات تستی 99
پاسخنامه سوالات تستی 106
آزمون خودسنجی اول 112
پاسخنامه سوالات 117
آزمون خودسنجی:دوم 121
پاسخنامه سوالات 127

www.Endbook.net

www.Endbook.net

فصل اول:آب در زمین و لایه های آبدار

ویژگی های فیزیکی و سنگ شناسی محیط های متخلخل :

منافذ موجود در سنگ ها از نظر نحوه تشکیل عبارتند از :

الف – منافذ اولیه : در زمان تشکیل سنگ به وجود آمده اند، مانند فضاهای خالی بین دانه ها در یک رسوب یا حفـرات موجود در یک سنگ آتشفشانی

ب – منافذ ثانویه : در نتیجه فرآیندهای زمین شناسی مختلف و پس از شکل گیری در سنگ بوجود مـی آینـد، ماننـد گسل ها،درز و شکاف ها، شکستگی ها و حفرات انحلالی.

تخلخل (α) : مقدار فضاهای خالی موجود در یک سنگ یا خاک را تخلخل می نامند که از طریق رابطه زیر محاسبه می شود :

$$\alpha = \frac{V_t - V_s}{V_t} \times 100$$

V_v : حجم فضاهای خالی موجود (حجم آب لازم جهت پر کردن منافذ)

V_t : حجم کل خاک

V_s : حجم فاز جامد نمونه

عوامل موثر بر تخلخل :

- هرچه گردشدگی بیشتر باشد، تخلخل بیشتر است.
- هرچه جورشدگی بیشترباشد، تخلخل بیشتر است.
- هرچه سطوح لایه بندی،درزه ها،گسل ها و شکستگی ها بیشتر باشد، تخلخل بیشتر است.
- دولومیتی شدن باعث افزایش تخلخل می شود.
- عمل انحلال باعث افزایش تخلخل می شود.
- هرچه آرایش دانه ها مکعبی باشد، تخلخل بیشتر است.
- هرچه آرایش دانه ها رمبوئدری باشد، تخلخل کمتر است.

www.Endbook.net

نسبت پوکی (e) :

$$e = \frac{V_v}{V_s} \times 100$$

رابطه بین نسبت پوکی (e) و تخلخل (α) :

$$\alpha = \frac{e}{1-e}$$

$$e = \frac{\alpha}{1+\alpha}$$

چگالی ظاهری : چگالی مواد جامد و فضاهای خالی یک سنگ یا خاک پس از خشک شدن.

$$\text{چگالی ظاهری} = \frac{W_d}{V_t}$$

W_d : وزن خشک نمونه

V_t : حجم کل نمونه

رابطه بین چگالی ظاهری و تخلخل :

$\rho\ (1-\alpha)$ =چگالی ظاهری

ρ : چگالی فاز جامد

مثال 1 : تخلخل نمونه ای خاک 4 واحد است. در صورتی که حجم فاز جامد نمونه برابر با 8 واحد باشد، حجم فضاهای خالی موجود در نمونه خاک را به دست آورید.

پاسخ 1 : با توجه به داده های مسئله داریم :

$$\alpha = 4, V_s = 8, V_v = ?$$

بنابراین می بایست ابتدا مقدار پوکی را به دست آورده و از طریق رابطه آن حجم فضاهای خالی موجود در نمونه خاک را به دست آورد:

$$e = \frac{\alpha}{1+\alpha} \rightarrow e = \frac{0/4}{1+0/4} \rightarrow e = 0/285$$

$$e = \frac{V_v}{S_s} \rightarrow 0/285 = \frac{V_v}{8} \rightarrow V_v = 2/28$$

www.Endbook.net

دانه بندی رسوبات : جهت تجزیه و تحلیل دانه های رسوبی تشکیل دهنده آبخوان ها از منحنی های دانه بندی استفاده می شود.

شاخص ها و پارامترهای منحنی های دانه بندی :

قطر موثر (d_{10}) : قطری است که 10 درصد وزنی ذرات نمونه کوچکتر از آن می باشند.

ضریب یکنواختی (U) : میزان یکنواختی یا جورشدگی رسوبات را نشان می دهد که هرچه عدد آن (U) به یک (1) نزدیکتر باشد، یکنواختی خاک بیشتر بوده و خاک دانه بندی بدی دارد و در نتیجه خاک مورد نظر تخلخل بیشتری خواهد داشت و برعکس.

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

شاخص خمیدگی (C) : شاخص خمیدگی بیانگر وضعیت خاک از لحاظ دانه بندی می باشد. هرچه اندازه ذرات در دامنه وسیع تری قرار گیرد، مقدار شاخص خمیدگی نیز بیشتر خواهد بود.

$$C = \frac{(d_{30})^2}{d_{60} \times d_{10}}$$

پخش آب در زمین :

از لحاظ تقسیم حضور آب در زیر سطح زمین دو منطقه وجود دارد :

1- **منطقه تهویه** :

این منطقه بین سطح زمین تا سطح فوقانی منطقه اشباع قرار دارد، آب در این منطقه بصورت معلق باقی می ماند. منطقه تهویه در مناطق خشک عمق بیشتر و در مناطق مرطوب و بارانی عمق کمتری دارد.

این منطقه به سه بخش مختلف تقسیم می شود :

الف – منطقه رطوبت خاک : این منطقه از سطح زمین شروع شده و تا عمق ریشه های گیاهان اصلی ادامه دارد و اشباع از آب نمی باشد. در این منطقه سه نوع آب وجود دارد :

- **آب هیگروسکوپی** : رطوبتی است که از هوا جذب شده و ورقه های نازکی را بر روی ذرات خاک تشکیل می دهد، این آب مورد استفاده گیاهان قرار نگرفته و با رطوبت هوا در تعادل است و به وسیله گرما از خاک خارج می شود.

www.Endbook.net

- **آب مویین (آب معلق)** : بصورت پوسته نازکی ذرات خاک را احاطه می کند و بر اثر خاصیت کشش سطحی در خاک نگاه داشته می شود. این آب مورد استفاده گیاهان قرار می گیرد.

- **آب گرانشی** : این آب تحت اثر نیروی جاذبه زمین در بین سنگ ها و خاک ها به حرکت در می آید.

مقدار رطوبت خاک در منطقه تهویه درجات و مقادیر متفاوتی دارد که از طرق زیر مورد ارزیابی قرار می گیرد :

- **ضریب هیگروسکوپی** : به حداکثر رطوبتی گفته می شود که یک خاک خشک در مجاورت هوایی با رطوبت نسبی 50 درصد و دمای 25 درجه سانتی گراد می تواند جذب کند.

- **نقطه پژمردگی** : مقدار رطوبتی در خاک است که گیاه در کمتر از آن پژمرده می شود.

- **گنجایش زراعی** : مقدار آبی است که پس از خارج شدن آب های گرانشی و پس از کاهش حرکت قائم آب رو به پایین، در خاک باقی می ماند.

- **رطوبت معادل** : رطوبتی است که یک نمونه خاک، پس از آن که تحت تاثیر نیروی گریز از مرکزی معادل 1000 برابر نیروی گرانی قرار گرفت، می تواند در خود نگه دارد.

- **حداکثر گنجایش آب** : مقدار آبی است که جهت اشباع تمام منافذ خاک لازم است.

محاسبات وزنی – حجمی رطوبت خاک :

درصد وزنی رطوبت $= \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100$

درصد حجمی رطوبت $= \frac{W_w - W_d}{V_t} \times 100$

درصد اشباع $= \frac{V_w}{V_v} \times 100$

W_W : وزن مرطوب نمونه

W_d : وزن خشک نمونه

V_t : حجم کل نمونه

V_v : حجم فضاهای خالی

V_w : حجم رطوبت موجود در نمونه

www.Endbook.net

ب – منطقه میانی : این منطقه بین منطقه رطوبت خاک و منطقه مویین قرار دارد. آبهایی که به علت نیروهای هیگروسکوپی و مویین در این منطقه نگاه داشته شده اند، آب پوسته ای نامیده می شوند که معادل و هم ارز گنجایش زراعی در منطقه رطوبت خاک می باشند.

پ – منطقه مویین : در این منطقه آب از خلل و فرج و مجاری باریک موجود در خاک ها و سنگ ها به سمت بالا حرکت می کند. در این منطقه آب تا ارتفاعی بالا می رود که دو نیروی مویین و گرانی برابر شوند که از طریق رابطه زیر محاسبه می شود :

$$h_c = \frac{2\tau}{ry}\cos\lambda$$

τ : کشش سطحی آب

γ : وزن مخصوص آب

r : شعاع لوله

λ : زاویه تماس بین سطح آب و دیواره لوله

ارتفاع بالا رفتن آب مویین در رسوبات ماسه ای 0/1 تا 1 متر، در رسوبات رسی 2 تا 4 متر و در رسوبات گراولی کمتر از 0/1 متر می باشد. بنابراین ارتفاع بالا رفتن آب مویین با افزایش قطر رسوبات، کاهش می یابد.

2- منطقه اشباع :

در این منطقه آب تمامی منافذ سنگ و خاک را پر می کند و بنابراین آب نگهداری شده، آبی است که در مقابل نیروی گرانی در این منطقه نگهداری می شود و معادل و هم ارز آب زراعی در منطقه رطوبت خاک و آب پوسته ای در منطقه میانی می باشد.

نگهداشت ویژه (Sr) : عبارت است از نسبت بین حجم آبی که نمونه پس از اشباع شدن می تواند در مقابل نیروی گرانی در خود نگاه دارد به حجم کل.

$$Sr = \frac{V_r}{V_t} \times 100$$

V_v : حجمی است که توسط آب نگهداری شده اشغال شده است

V_t : حجم کل نمونه

www.Endbook.net

آبدهی ویژه (Sy) : نسبت درصد حجم آبی که می تواند از یک نمونه اشباع از آب بر اثر نیروی گرانی خارج شود، به حجم کل نمونه.

$$Sy = \frac{V_y}{V_t} \times 100$$

V_y : مقدار آب زهکشی شده

رابطه بین تخلخل (α) و Sr و Sy :

$$\alpha = Sr + Sy$$

باید توجه داشت که با بزرگتر شدن اندازه دانه ها، نگهداشت ویژه کاهش می یابد و این بدان معناست که این رسوبات آب کمتری را نگهداری می کنند و آبدهی ویژه بیشتری دارند. آبدهی ویژه رسوبات دانه متوسط (مانند ماسه) نیز بیشتر از رسوبات دانه درشت است، زیرا که با بزرگتر شدن دانه ها تخلخل کاسته می شود.

سطح ایستابی :

سطح ایستابی مرز بین منطقه اشباع و منطقه تهویه می باشد و یک سطح فرضی است که در تمام نقاط آن فشار برابر فشار آتمسفر است و بطور قراردادی آن را معادل صفر در نظر می گیرند. اما ممکن است مرز بالای منطقه اشباع را یک لایه نفوذناپذیر بپوشاند که در این صورت فشار در سطح فوقانی منطقه اشباع بیش از فشار اتمسفر است که در این حالت به جای سطح ایستابی از سطح پیزومتریک صحبت می شود.

عمق سطح ایستابی به عوامل زیر بستگی دارد :

میزان بارندگی – میزان تبخیر – میزان تخلیه طبیعی و مصنوعی – خصوصیات زمین شناسی محل – توپوگرافی زمین – میزان بهره برداری از آب زیرزمینی – جزر و مد (در آبخوان های ساحلی) – زمین لرزه.

بطور کلی عمق سطح ایستابی در مناطق مرطوب و نواحی پست، در عمق کم و در دامنه کوه ها و مناطق خشک و بیابانی در عمق بیشتری قرار دارد.

بار فشار آب زیرزمینی :

عبارت است از ارتفاع بالا آمدن آب در یک لوله قائم (پیزومتر) که تا آن نقطه فرو رفته باشد، بنابراین بار فشار را بر حسب ارتفاع ستونی از آب بیان می کند. زمانی که آب زیرزمینی ساکن باشد و یا در جهت افقی حرکت کند، بار فشار در یک

www.Endbook.net

نقطه معین در منطقه اشباع برابر فاصله قائم بین آن نقطه و سطح ایستابی (یا سطح پیزومتریک) است. افزایش فشار بارومتریک ممکن است موقتاً باعث افت تراز آب در پیزومتر شود تا زمانی که این افزایش فشار با عبور از منطقه تهویه به آب زیرزمینی برسد. کاهش فشار آتمسفر می تواند سبب بالا آمدن تراز آب در پیزومتر شود. فشار آب در منطقه تهویه، به علت کشش سطحی آب، منفی است و باعث بار فشار منفی می شود که نمی توان آن را با پیزومتر اندازه گیری کرد و به جای پیزومتر از کشش سنج استفاده می شود. در فیزیک خاک و خاک شناسی، بار فشار منفی آب در خاک را غالباً مکش یا کشش می گویند که در این صورت مثبت در نظر گرفته می شود. بنابراین با کاهش مقدار رطوبت خاک و محکم تر چسبیدن آب به ذرات خاک، بار فشار آب کاسته می شود ولی مکش یا کشش افزایش می یابد.

آبخوان یا لایه آبدار زیرزمینی :

بطور کلی آبخوان بخشی است در زیر زمین که بتوان مقادیر کافی آب را که از نظر اقتصادی مهم باشد، از آن برداشت کرد.

انواع لایه آبدار عبارتند از :

1- **آبخوان یا لایه آبدار (Aquifer)** : تشکیلاتی را گویند که قابلیت تراوایی،ذخیره سازی و جابجایی آب زیرزمینی در آن وجود داشته باشد. مانند آبخوان شن و ماسه ای، ماسه سنگ شکاف دار با سیمان شدگی کم و آهک های کارستی.

2- **Aquitard** : به تشکیلات نیمه تراوایی گویند که در آنها قابلیت ذخیره سازی و جابجایی آب زیرزمینی کم است. مانند خاک ماسه ای رس دار.

3- **Aquiclude** : به تشکیلات کم تراوایی گویند که در آنها قابلیت ذخیره سازی خوب، اما جابجایی آب بسیار کم و ناچیز است. مانند خاک رس.

4- **Aquifuge** : به تشکیلاتی گویند که فاقد تراوایی و ذخیره سازی آب است. مانند توده سنگ گرانیت یک دست، بدون هوازدگی و غیر تکتونیکی.

خصوصیات رسوبات و سنگ ها از لحاظ آبدار بودن :

1- **رسوبات سخت نشده** : اغلب آبخوان های غنی از آب زیرزمینی در رسوبات سخت نشده متشکل از ماسه، شن، قلوه سنگ و غیره تشکیل می شوند. آبرفت ها، رسوبات بادی و رسوبات یخچالی می توانند آبخوان های خوبی تشکیل دهند. آبرفت هایی که در زیر آبراه رودخانه ها قرار گرفته اند و همچنین دشت های سیلابی مجاور آنها بهترین محل برای ایجاد

www.Endbook.net

مخازن آب زیرزمینی است. چاه هایی که در لایه های بسیار نفوذپذیر محدوده رودخانه ها حفر می شوند آبدهی بسیار زیادی دارند و نفوذ آب رودخانه نیز به افزایش آبدهی آن ها کمک می کند. مخروط افکنه ها از نظر تشکیل آبخوان ها بسیار با ارزش اند. دشت های وسیع و جلگه های ساحلی متشکل از رسوبات سخت نشده شن و ماسه مناطق مناسبی جهت تشکیل آبخوان می باشند. نهشته های بادی و تلماسه های مناطق ساحلی به دلیل وجود ماسه های کاملاً جورشده و دارای نفوذپذیری بالا محل های مناسبی جهت تشکیل آبخوان می باشند. در یخچال ها نیز رسوبات جورشده ای که توسط آبهای حاصل از ذوب یخچال ها برجای گذاشته می شوند، بسیار مناسب جهت تشکیل آبخوان می باشند.

2- **سنگ های رسوبی** : سنگ های آهکی حفره دار جهت تشکیل آبخوان بسیار مناسب اند. در نواحی کارستی به علت نفوذ آب رودخانه ها به داخل زمین مخازن آب زیرزمینی بزرگی تشکیل می شوند. سنگ های رسوبی نظیر سنگ گچ جهت تشکیل آبخوان مناسب نمی باشند و در صورت تشکیل محدود دارای کیفیت مطلوبی نمی باشند. سازند های رسی و شیلی گرچه عموماً تخلخل زیادی دارند ولی به علت ریز بودن منافذ، نیروهای جاذبه مولکولی بین ذرات آب و سنگ، در آنها زیاد است و به همین جهت تحرک آب در آنها وجود ندارد و در دسته لایه های ناتراوا در نظر گرفته می شوند. مارن ها و ماسه سنگ ها عموماً ناتراوا هستند، بجز مواردی که در آنها شکستگی ها و خردشدگی هایی دیده شود.

3- **سنگ های آذرین** : این سنگ ها از لحاظ توانایی تشکیل آبخوان بسیار متفاوتند. برخی از گدازه های بازالتی و متخلخل جدید بسیار نفوذپذیرند و می توان چاه هایی با آبدهی بالا در آنها حفر نمود. توف ها و ریولیت ها با وجود تخلخل ، نفوذپذیری بسیار پایینی دارند.

4- **سنگ های متبلور** : این سنگ ها (آذرین متبلور و دگرگونی) نفوذناپذیرند و فقط در شرایطی که بر اثر هوازدگی و گسلش، شکسته و خرد شوند، دارای آبدهی بسیار کمی می باشند.

انواع آبخوان (Aquifer) :

1- **آبخوان آزاد (نامحصور)** : این آبخوان مانند دریاچه ای زیرزمینی در مواد متخلخل است که توسط هیچگونه لایه رسی یا لایه محصور کننده دیگری در بالای منطقه اشباع پوشیده نشده است. این آبخوان ها به ترتیب از کف به سطح شامل سنگ بستر (لایه نفوذناپذیر)، لایه آبدار آزاد (اشباع از آب) و منطقه تهویه می باشند. در این آبخوان ها سطح ایستابی آبخوان، هم سطح آب موجود در چاه یا پیزومتری است که تا آبخوان آزاد حفر شده است. تغییر ارتفاع سطح آب

www.Endbook.net

زیرزمینی در این آبخوان ها به میزان تغذیه و تخلیه حجم آب ذخیره شده درآبخوان بستگی دارد. آبخوان های آزاد معمولاً در آبرفت ها، تلماسه ها یا نهشته های یخچالی تشکیل می شوند.

2- **آبخوان تحت فشار (محصور)** : این آبخوان در میان دو لایه ناتراوا یا کم تراوا با نفوذپذیری خیلی کمتر از خود لایه آبدار مورد نظر(آبخوان) تشکیل می شود (مانند یک لایه ماسه ای در بین دو لایه رسی). این آبخوان ها کاملاً از آب پر شده اند، بنابراین سطح فوقانی آنها را سطح پیزومتریک یا سطح فشار تشکیل می دهد (بجای سطح ایستابی) سطح پیزومتریک سطحی است فرضی که ارتفاع آن در هر نقطه برابر ارتفاع نظیر فشار آب یا بار فشار در آبخوان است. در این آبخوان ها سطح پیزومتریک آبخوان، پایین تر از سطح آب در چاه یا پیزومتری است که تا آبخوان تحت فشار حفر شده است و عموماً سطح آب در چاه یا پیزومتر، بالاتر از کف لایه محصور کننده بالایی آبخوان تحت فشار قرار می گیرد. در صورتی که لایه های محصور کننده به سطح زمین برسند و یا زیر زمین قطع شوند، آبخوان تحت فشار به آبخوان آزاد تبدیل می شود، و در این حالت آب می تواند وارد آبخوان شود که این محل، منطقه تغذیه یا منطقه آبگیری نامیده می شود. لازم به ذکر است که اگر سطح پیزومتریک بالاتر از سطح زمین قرار گیرد، در صورت حفر چاه در این آبخوان ها، چاه سرریز یا آرتزین تشکیل می شود.

3- **آبخوان های نشتی (نیمه محصور)** : به آبخوان های تحت فشار و آزادی که بتوانند از لایه های نیمه تراوا و یا کم تراوای بالا یا پایین خود آب جذب کنند و یا از دست بدهند گفته می شود. لازم به ذکر است مقدار و جهت نشت در هر نقطه از آبخوان به اختلاف بار فشار موجود در طرفین لایه نیمه تراوا یا کم تراوا وابسته است. بنابراین اگر در یک آبخوان، بار فشار در بالای لایه محصور کننده سطح بالایی آبخوان مورد نظر بیشتر باشد، جریان نشت از لایه بالایی به لایه پایینی (آبخوان مورد نظر) صورت می گیرد و برعکس.

4- **آبخوان های معلق** : در محلی که یک لایه ناتراوا یا کم تراوا با گسترش محدود، بین سطح ایستابی آبخوان آزاد و سطح زمین وجود داشته باشد، آبخوان های معلق تشکیل می شوند. مانند عدسی های رسی در بین نهشته های رسوبی که تشکیل این آبخوان ها را می دهند.

ضریب ذخیره یا ظرفیت آبدهی آبخوان (S) : عبارت است از حجم آبی که هر واحد از سطح افقی آبخوان، به ازای واحد افت سطح ایستابی (آبخوان آزاد) یا سطح پیزومتریک (آبخوان تحت فشار)، می تواند آزاد کند.

$$S = \frac{V_y}{V_t}$$

www.Endbook.net

V_y : حجم آب آزاد شده

V_t : حجم منطقه زهکشی شده

در آبخوان های آزاد به ازای برداشت آب تغییر در ضریب ذخیره زیاد می باشد، زیرا با برداشت آب، سطح ایستابی پایین رفته و قسمتی از آبخوان بی آب می شود، اما در آبخوان های تحت فشار به ازای برداشت آب تغییر در ضریب ذخیره بسیار کم می باشد، زیرا پس از برداشت آب، آبخوان اشباع از آب باقی می ماند.

ضریب پر شدگی یا تخلخل قابل اشباع : عبارت است از مقدار آبی که آبخوان های آزاد، به ازای واحد بالا آمدن سطح ایستابی در واحد سطح ذخیره می کنند. میزان ضریب پر شدگی به دلیل پدیده پس ماند کمتر از آبدهی ویژه آبخوان است.

آبدهی مجاز یا برداشت قابل اطمینان : مقدار آبی است که سالانه می توان از یک آبخوان برداشت کرد بدون آنکه نتیجه نامطلوبی بوجود آورد. برداشت بیش از تغذیه به پایین رفتن دائمی سطح ایستابی یا پیزومتریک و در نتیجه کاهش ضریب ذخیره یا ظرفیت آبدهی آبخوان منجر خواهد شد.

www.Endbook.net

نمونه سوالات تستی

1- **در یک پروفیل خاک ناحیه موئینه ای در یکی از مکان های زیر قرار دارد** :

1) در سطح زمین در ناحیه نفوذ هوا

2) در منطقه غیر اشباع و زیر منطقه بینابین (Intermediate)

3) در زیر سطح اشباع و بالای سنگ کف

4) در بالای سطح اشباع و زیر منطقه نفوذ هوا

2- **نشست زمین در اثر بهره برداری از آبخوان ناشی از کدام یک از موارد زیر است؟**

1) کاهش تنش بین دانه ای
2) افزایش فشار آب منفذی
3) افزایش تنش موثر
4) افزایش بار هیدرولیکی

3- **تخلخل (Prosity) به کدامیک از عوامل زیر بستگی ندارد؟**

1) طرز قرار گرفتن دانه ها
2) شکل دانه ها
3) نسبت ابعاد دانه ها
4) جنس دانه ها

4- **فشار در سطح ایستابی آبخوان آزاد** :

1) برابر فشار آتمسفر است.
2) نصف فشار آتمسفر است.
3) بیش از فشار آتمسفر است.
4) مستقل از فشار آتمسفر است.

5- **طبقه بندی آبخوان ها بر پایه کدام یک از گزینه های زیر است؟**

1) ضخامت آبخوان
2) تراوایی لایه پوششی آبخوان
3) آبدهی آبخوان
4) عمق آبخوان

6- **ضخامت حاشیه مویینه در روی سطح ایستابی به کدامیک از گزینه های زیر بستگی دارد؟**

1) با قطر ذرات رابطه عکس دارد.
2) با توان دو قطر ذرات رابطه دارد.
3) با قطر ذرات رابطه مستقیم دارد.
4) با جنس و قطر ذرات رابطه مستقیم دارد.

7- **اگر تخلخل یک نمونه غیراشباع n و ضریب پوکی آن α باشد، کدام یک از روابط زیر صحیح است؟**

1) $n = \frac{\alpha}{1+\alpha}$
2) $n = \frac{\alpha}{1-\alpha}$
3) $n = \frac{1-\alpha}{\alpha}$
4) $n = \frac{1+\alpha}{\alpha}$

www.Endbook.net

8- **میزان نشت از یک لایه نیمه تراوا** :

1) با کاهش نفوذپذیری لایه نیمه تراوا افزایش می یابد.

2) با افزایش ضخامت لایه نیمه محصور افزایش می یابد.

3) با افزایش ضخامت لایه نیمه تراوا افزایش می یابد.

4) با افزایش اختلاف بار فشار در طرفین لایه نیمه تراوا افزایش می یابد.

9- **بار فشار (Pressure head) در منطقه اشباع عبارت است از** :

1) ارتفاع سطح آب در چاه مشاهده ای از سطح مبنا

2) ارتفاع کف چاه مشاهده ای از سطح مبنا

3) ارتفاع بالا آمدن آب در چاه مشاهده ای

4) عمق سطح ایستابی از سطح زمین

10- **آب معلق (Vadose water) به آن بخشی از آب خاک گفته می شود که** :

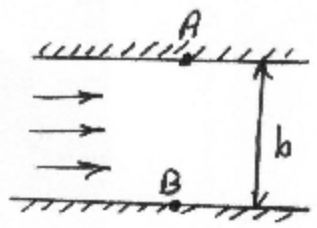
1) در سفره معلق جریان دارد.

2) در منطقه اشباع جریان دارند.

3) در فضای بین ذرات خاک تحت نیروی ثقل جریان می یابند.

4) در اطراف ذرات خاک جمع شده اند و تحت اثر نیروی ثقل جریان نمی یابند.

11- **در سفره محبوس زیر اختلاف بار آبی (h) در دو نقطه A و B چگونه است؟**



1) در نقطه B بیشتر از A است.

2) در نقطه A بیشتر از B است.

3) در هر دو نقطه A و B بار آبی برابر است.

4) در نقطه B به اندازه ضخامت لایه بیشتر از A است.

12- **کدامیک از جملات زیر صحیح است؟**

1) حداکثر ضریب ذخیره می تواند برابر با تخلخل باشد.

2) دو خاک با تخلخل یکسان، همیشه دارای ضریب ذخیره یکسانی است.

www.Endbook.net

3) خاکی که از نظر اندازه ذرات غیریکنواخت است همیشه دارای ضریب ذخیره بیشتری نسبت به خاکی با اندازه ذرات یکسان است.

4) ضریب ذخیره برابر با مقدار آبی است که در اثر بارندگی در خاک ذخیره می شود.

13- در لایه های آبدار، افزایش کدام یک از عوامل زیر باعث افزایش مقاومت ویژه ظاهری می شود؟

1) مقدار آب 2) تخلخل 3) املاح محلول 4) مقدار رس

14- در لایه افقی محبوس عامل جریان افقی آب چیست ؟

1) بار ارتفاع 2) بار فشار 3) بار سرعت 4) مجموع بار ارتفاع و بار سرعت

15- کدام عبارت در مورد نگهداشت ویژه صحیح است؟

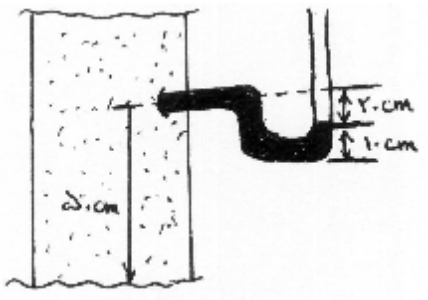
1) رس و گراول بیش از ماسه است. 2) دانه درشت بیش از دانه ریز است.

3) ماسه بیش از گراول است. 4) هیچ ربطی به اندازه دانه ها ندارد.

16- بیشترین آبدهی مخصوص مربوط به کدام نوع از رسوبات زیر است؟

1) ماسه ریزدانه 2) ماسه متوسط 3) مخلوط ماسه و گراول 4) گراول

17- بار مکش (suction head) در یک ستون خاک مطابق شکل روبه رو چند متر است؟



1) 0/1

2) 0/2

3) 0/3

4) 0/5

18- کدام عدد می تواند تخمینی از تخلخل رسوب بادی (تلماسه) باشد؟

1) 5 تا 10 درصد 2) 10 تا 20 درصد 3) 20 تا 30 درصد 4) 45 درصد

19- 3×10^6 متر مکعب آب از سطح آبخوان دایره ای به شعاع 5 کیلومتر و افت 0/4 متر در سطح آب زیرزمینی، پمپاژ شده است. آبدهی ویژه آبخوان برابر است با :

1) 0/038 2) 0/095 3) 0/382 4) 0/955

www.Endbook.net

20- **تخلخل کل یک آبخوان 30 درصد می باشد. چنانچه از 400 متر مکعب این آبخوان بتوان 80 متر مکعب آب برداشت کرد، نگهداشت ویژه آبخوان عبارت است از :**

1) 5 درصد 2) 10 درصد 3) 15 درصد 4) 20 درصد

21- **کدام رابطه در مورد تخلخل موثر (N)، آبدهی ویژه (Y) و نگهداشت ویژه (R) صحیح است؟**

1) $N = Y$ 2) $N = Y + R$ 3) $R = N + Y$ 4) $Y = N + R$

22- **معمولاً نگهداشت ویژه رسوبات چگونه است؟**

1) اندازه دانه ها تاثیری بر نگهداشت ویژه ندارد.
2) دانه متوسط بیش از دانه ریز و درشت است.
3) دانه درشت بیش از دانه ریز است.
4) دانه ریز بیشتر از دانه متوسط یا درشت است.

23- **مقدار تخلخل و نگهداشت ویژه برای یک سفره به ترتیب 20 و 15 درصد است، مقدار آب مورد نیاز به متر مکعب برای بالا آوردن سطح آب به اندازه 5 متر در منطقه ای به وسعت 25 کیلومتر مربع برابر است با :**

1) $6/25 \times 10^4$ 2) $6/6 \times 10^4$ 3) $4/25 \times 10^5$ 4) $2/65 \times 10^3$

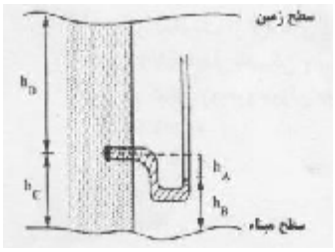
24- **اگر از بارش 60 سانتی متری، نصف آن مستقیماً به آب زیرزمینی برسد و سطح آب را به اندازه 3 متر در سفره (بطور متوسط) بالا بیاورد، ضریب ذخیره این سفره چند درصد است؟**

1) 10 2) 20 3) 30 4) 40

25- **مقدار ارتفاع مویینه (Capillary fringe) در بالای سطح ایستابی :**

1) با اندازه خلل و فرج رابطه مستقیم دارد.
2) با وزن مخصوص آب رابطه عکس دارد.
3) با کشش سطحی ذرات خاک رابطه عکس دارد.
4) با اندازه ذرات خاک رابطه مستقیم دارد.

26- **با توجه به مکش سنج در ستون خاک روبه رو، فشار مکش معادل کدام می باشد؟**



1) h_A
2) h_B
3) h_C
4) h_D

www.Endbook.net

27- در یک آبخوان محصور، آب آزاد شده از آبخوان ناشی از کدام یک از موارد زیر است؟

1) انبساط آبخوان بر اثر کاهش تنش موثر و تراکم آب منفذی

2) انبساط آبخوان بر اثر کاهش تنش موثر و انبساط آب منفذی

3) تراکم آبخوان بر اثر افزایش تنش موثر و انبساط آب منفذی

4) تراکم آبخوان بر اثر افزایش تنش موثر و تراکم آب منفذی

28- آبهای موجود در منطقه میانی که توسط نیروهای هیگروسکوپی و مویین نگاه داشته می شوند، چه نام دارند؟

1) آب معلق 2) آب هیگروسکوپی 3) آب مویین 4) آب پوسته ای

29- در صورتی که هر گزینه ضریب یکنواختی یک رسوب خاص باشد، تخلخل کدام رسوب کمتر است؟

1) 1/3 2) 1/356 3) 3/4 4) 1/1012

30- کدامیک از گزینه های زیر جهت لایه محصور کننده کف یک آبخوان تحت فشار مناسب تر است؟

1) Aquifer 2) Aquitard 3) Aquiclude 4) Aquifuge

31- کدامیک از گزینه های زیر جهت تشکیل آبخوان مناسب تر است؟

1) لُس ها 2) تیل ها 3) شیل ها 4) تلماسه ها

32- حداکثر رطوبتی که یک خاک خشک در مجاورت هوایی با رطوبت نسبی 50 درصد و دمای 25 درجه سانتی گراد می تواند جذب کند، چه نامیده می شود؟

1) ضریب هیگروسکوپی 2) گنجایش زراعی 3) رطوبت معادل 4) حداکثر گنجایش آب

33- کمترین آبدهی مخصوص مربوط به کدام نوع از رسوبات زیر است؟

1) ماسه ریزدانه 2) ماسه درشت دانه 3) ماسه متوسط دانه 4) گراول

www.Endbook.net

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 2 صحیح است**. آب مویین در زیر منطقه میانی، بالای منطقه اشباع و در منطقه غیر اشباع قرار دارد.

2- **گزینه 3 صحیح است**. با بهره برداری از آب زیرزمینی مقدار فشار آب بین منفذی کاهش یافته و در نتیجه تنش موثر افزایش می یابد و در نتیجه سبب نشست زمین می گردد.

3- **گزینه 4 صحیح است**. جنس دانه ها تاثیری در کاهش یا افزایش تخلخل ندارد.

4- **گزینه 1 صحیح است**. فشار در سطح ایستابی آبخوان آزاد برابر با فشار آتمسفر در محل مورد نظر است.

5- **گزینه 3 صحیح است**. در بین گزینه های موجود گزینه سوم قابل قبول می باشد.

6- **گزینه 1 صحیح است**. هرچه قطر ذرات کوچکتر باشد (دانه ریزتر باشد)، ضخامت حاشیه مویینه بیشتر خواهد شد.

7- **گزینه 1 صحیح است**. اگر تخلخل یک نمونه غیراشباع n و ضریب پوکی آن α باشد، رابطه میان آنها بصورت $n = \frac{\alpha}{1+\alpha}$ می‌باشد.

8- **گزینه 4 صحیح است**. میزان نشت از یک لایه نیمه تراوا با افزایش اختلاف بار فشار در طرفین لایه نیمه تراوا افزایش می یابد.

9- **گزینه 3 صحیح است**. بار فشار در منطقه اشباع برابر است با ارتفاع بالا آمدن آب در چاه مشاهده ای یا پیزومتر.

10- **گزینه 4 صحیح است**. آب معلق، آبی است که در اطراف ذرات خاک جمع شده اند و تحت اثر نیروی ثقل جریان نمی یابند.

11- **گزینه 3 صحیح است**. به دلیل محبوس بودن آبخوان (تحت فشار) بار آبی در هر دو نقطه برابر است.

12- **گزینه 1 صحیح است**. حداکثر ضریب ذخیره می تواند برابر با تخلخل باشد.

13- **گزینه 2 صحیح است**. در لایه های آبدار، افزایش تخلخل باعث افزایش مقاومت ویژه ظاهری می شود.

14- **گزینه 1 صحیح است**. بار سرعت نقش چندانی در حرکت آب ندارد، بلکه بار ارتفاع عامل جریان افقی در لایه محبوس می باشد.

15- **گزینه 3 صحیح است**. هرچه میزان رسوبات دانه ریز در یک آبخوان بیشتر باشد، نگهداشت ویژه آن آبخوان بیشتر است.

www.Endbook.net

16- **گزینه 2 صحیح است**. ماسه متوسط دانه بیشترین مقدار آبدهی متوسط را دارا می باشد.

17- **گزینه 2 صحیح است**. بار مکش در شکل نشان داده شده برابر با 20 سانتی متر و یا 0/2 متر می باشد.

18-**گزینه 4 صحیح است**. ماسه های بادی دارای جور شدگی و گردشدگی خوبی هستند و در صورتی که دارای آرایش مکعبی باشند، دارای تخلخلی در حدود و یا بیش از 45 درصد هستند.

19-**گزینه 2 صحیح است**. با توجه به صورت مسئله داریم :

$$V = 3\times10^6, r = 5km = 5000m, h = 0/4, S_y = ?$$

بنابراین داریم :

$$S_y = \frac{V}{Ah} \rightarrow S_y = \frac{3\times10^6}{3/14(5000)^2\times0/4} \rightarrow S_y = 0/0955$$

20- **گزینه 2 صحیح است**.

$$\alpha = S_y + S_r \rightarrow S_y = (\frac{80}{400})\times100 = 20 \rightarrow 30 = 20 + S_r \rightarrow S_r = 30-20 = 10$$

21- **گزینه 1 صحیح است**. تخلخل موثر برابر با آبدهی ویژه می باشد.

22- **گزینه 4 صحیح است**. معمولاً نگهداشت ویژه رسوبات دانه ریز بیشتر از دانه متوسط یا درشت است.

23- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به صورت مسئله داریم :

$$A = 25km^2, h = 5m, \alpha = 20, S_r = 15, V = ?$$

بنابراین می بایست، ابتدا مقدار آبدهی ویژه را به دست آورده، سپس V را محاسبه نماییم :

$$\alpha = S_r + S_y \rightarrow 20 = 15 + S_y \rightarrow S_y = 5$$

$$S_y = \frac{V}{Ah} \rightarrow 5 = \frac{V}{250000\times5} \rightarrow V = 6/25\times10^6$$

24- **گزینه 1 صحیح است**.

$$\frac{60}{2} = 30 \rightarrow$$

$$S = \frac{V_y}{V_t} = \frac{30}{3} = 10$$

25- **گزینه 2 صحیح است**. مقدار ارتفاع مویینه در بالای سطح ایستابی با وزن مخصوص آب رابطه عکس دارد.

www.Endbook.net

26- **گزینه 1 صحیح است**. بار یا فشار مکش در شکل نشان داده شده معادل h_A می باشد.

27- **گزینه 3 صحیح است**. در یک آبخوان محصور، آب آزاد شده از آبخوان ناشی از تراکم آبخوان بر اثر افزایش تنش موثر و انبساط آب منفذی است.

28- **گزینه 4 صحیح است**. آبهای موجود در منطقه میانی که توسط نیروهای هیگروسکوپی و مویین نگاه داشته می شوند، آب پوسته ای نامیده می شوند.

29- **گزینه 4 صحیح است**. هرچه میزان ضریب یکنواختی رسوب به واحد (1) نزدیک تر باشد، تخلخل آن رسوب نیز کمتر است.

30- **گزینه 4 صحیح است**. هرچه میزان تراوایی و نفوذپذیری لایه محصور کننده زیرین و بالای آبخوان تحت فشار کمتر باشد، شرایط مناسب تری حاکم است.

31- **گزینه 4 صحیح است**. بهترین گزینه در میان موارد ذکر شده تلماسه های بادی با جور شدگی خوب و نفوذپذیری بالا می باشند.

32- **گزینه 1 صحیح است**. حداکثر رطوبتی که یک خاک خشک در مجاورت هوایی با رطوبت نسبی 50 درصد و دمای 25 درجه سانتی گراد می تواند جذب کند، ضریب هیگروسکوپی نامیده می شود.

33- **گزینه 1 صحیح است**. هرچه مصالح ریزدانه تر باشد، آبدهی ویژه نیز کمتر می باشد.

www.Endbook.net

فصل دوم:جریان آب در خاک

جریان آب در خاک

آب های زیرزمینی از ترازهای پر انرژی تر به تراز های کم انرژی تر حرکت می کنند و انرژی مذکور نتیجه فشار ارتفاع هوا و فشارهای متفاوت است. به دلیل سرعت بسیار کم جریان های آب زیرزمینی به طور معمول از انرژی جنبشی ذرات آب صرف نظر می شود. در مطالعه جریان آب های زیرزمینی مسیر حرکت آب را به صورت خط مستقیمی در نظر می گیرند، که این خطوط را خط جریان می نامند.

انواع جریان آب زیرزمینی :

جریان یکنواخت : در صورتی که جریان آب نسبت به فاصله تغییری نکند، جریان یکنواخت و بدون تغییر نامیده می شود.

جریان غیر یکنواخت : در صورتی که جریان آب نسبت به فاصله طی شده تغییر کند، جریان غیر یکنواخت نامیده می شود که در این نوع جریان، خطوط جریان دارای پیچ و خم و مسیر غیر یکنواخت می باشد.

جریان ماندگار (دائم) : در صورتی که جریان آب نسبت به زمان تغییری نکند، جریان ماندگار نامیده می شود.

جریان غیر ماندگار (غیر دائم): در صورتی که جریان آب نسبت به زمان تغییر کند، جریان غیر ماندگار و یا گذرا نامیده می شود.

جریان ورقه ای : در این جریان، مولکول های آب در مسیرهای هموار و تقریباً موازی با مرزهای جامد فضاهای خالی حرکت می کنند. این جریان دارای سرعت نسبتاً کم است و جریانی آرام شناخته می شود.

جریان متلاطم : با افزایش سرعت در جریان آب، مولکول های آب نامنظم حرکت می کنند و آشفتگی هایی در جریان بوجود می آورند.

نوع جریان از لحاظ میزان آشفتگی را با عدد رینولدز نشان می دهند، که این عدد از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$N_R = \frac{\rho V D}{\mu}$$

V = سرعت سیال

www.Endbook.net

ρ = چگالی سیال

μ = گرانروی یا ویسکوزیته سیال

D = بعد مشخصه مجرا (بطور مثال در یک لوله این پارامتر برابر قطر لوله می باشد)

در صورتی که N_R کمتر از 2100 یا (1) باشد : جریان ورقه ای است.

در صورتی که N_R بیشتر از 2100 یا (1) باشد : جریان آشفته (متلاطم) است.

قانون دارسی :

در صورتی که دو پیزومتر در دو نقطه از یک خط جریان قرار داده شود، سرعت آب زیرزمینی در خط جریان مذکور طبق رابطه زیر محاسبه می شود :

$$V = K\frac{(h_1 + z_1) - (h_2 + z_2)}{L}$$

V = سرعت دارسی جریان آب (زمان/طول)

h_1 = بار فشار در پیزومتر اول (طول)

h_2 = بار فشار در پیزومتر دوم (طول)

z_1 = بار ارتفاع در زیر پیزومتر اول (طول)

z_2 = بار ارتفاع در زیر پیزومتر دوم (طول)

L = فاصله بین پیزومتر اول و پیزومتر دوم در امتداد یک خط جریان (طول)

K = ضریب نفوذ پذیری (زمان/طول)

در این رابطه سرعت بدست آمده، سرعت واقعی آب نمی باشد و تنها نشان دهنده سرعت ظاهری یا سرعت دارسی جریان آب است. سرعت واقعی آب از سرعت دارسی بیشتر می باشد و رابطه بین این دو سرعت آب به صورت زیر بیان می شود :

$$V = V_a \times \alpha$$

V_a = سرعت واقعی

V = سرعت دارسی

www.Endbook.net

α = تخلخل

بار فشار (h) در یک نقطه برابر است با ارتفاع آب در پیزومتری که تا آن نقطه فرو رفته باشد و از تقسیم فشار (P) بر وزن مخصوص آب (γ) بدست می آید. مجموع بار فشار (h) و بار ارتفاع (z) در یک نقطه را بار کل یا بار هیدرولیک (H) گویند. بنابراین در رابطه سرعت دارسی جریان آب، $(z_1 + h_1)$ برابر با بار کل در پیزومتر یا نقطه اول (H_1) و $(z_2 + h_2)$ برابر با بار کل در پیزومتر یا نقطه دوم است. نسبت اختلاف بار (افت پتانسیل) یعنی $H_1 - H_2$ و طول مسیر جریان (L) را گرادیان هیدرولیکی یا شیب آبی می گویند. در صورت افقی بودن جریان آب در آبخوان ها، شیب سطح ایستابی یا سطح پیزومتریک برابر با گرادیان هیدرولیک است. مقدار ضریب نفوذپذیری یا هدایت هیدرولیکی یا ضریب تراوایی (K) نیز بستگی به مشخصات مواد سازنده آبخوان دارد.

بنابراین طبق قانون دارسی دبی آب عبوری از یک مقطع به عوامل زیر بستگی دارد :

- با سطح مقطع نمونه رابطه مستقیم دارد.
- با خصوصیات فاز جامد (خاک یا سنگ) رابطه مستقیم دارد.
- با ویژگی سیال (ویسکوزیته) نسبت عکس دارد.

با توجه به موارد فوق رابطه زیر بیانگر دبی (گذر حجمی) آب در یک مقطع می باشد :

$$Q = KiA$$

Q = دبی جریان آب

K = ضریب نفوذپذیری (ضریب تراوایی یا هدایت هیدرولیکی)

i = گرادیان هیدرولیکی

A = سطح مقطع

اعتبار قانون دارسی :

قانون دارسی در شرایط زیر اعتبار دارد :

- محیط دارای تخلخل باشد.
- در محیط، رژیم جریان ورقه ای و دائم برقرار باشد (عدد رینولدز کوچکتر از یک باشد).
- محیط از رس متراکم تشکیل نشده باشد.

www.Endbook.net

ضریب نفوذ پذیری یا هدایت هیدرولیکی :

مقدار K در رسوبات و سنگ ها به اندازه دانه ها و مقدار فضاهای خالی و چگونگی ارتباط منافذ با یکدیگر بستگی دارد.

اندازه گیری آزمایشگاهی ضریب نفوذپذیری : در آزمایشگاه نمونه خاک را در استوانه ای قرار داده و جریان آب را از آن عبور می دهند، آب پس از عبور از نمونه در بالای آن جمع می شود و آب سرریز شده به داخل یک ظرف مـی ریـزد. لازم به ذکر است که میزان آب ورودی و خروجی در این آزمایش ثابت می باشد. بنابراین میزان حجـم آب خروجـی (V) را در فاصله زمانی t اندازه گیری شده و ضریب نفوذپذیری به کمک قانون دارسی محاسبه می شود، در این رابطه به جای Q، از $\frac{V}{t}$ استفاده شده است :

$$\alpha = \frac{VL}{AHt}$$

A = سطح مقطع نمونه

L = ارتفاع نمونه

H = مجموع افت بار

محاسبه ضریب نفوذ پذیری معادل در خاک های لایه بندی شده :

ممکن است لایه های با مقادیر K متفاوت بر روی یکدیگر رسوب کنند و با توجه به اینکـه گرادیـان هیـدرولیکی (i) در کلیه لایه ها برابر می باشد، دو حالت زیر بوجود می آید :

حالت اول، جریان آب عمود بر لایه های خاک :

$$K_v = \frac{H}{(\frac{H_1}{K_1}) + (\frac{H_2}{K_2}) + (\frac{H_3}{K_3}) + \mathbf{L} + (\frac{H_n}{K_n})}$$

حالت دوم، جریان آب به موازات لایه های خاک :

$$K_H = \frac{1}{H}(K_1H_1 + K_2H_2 + K_3H_3 + \mathbf{L} + K_nH_n)$$

که در روابط دو حالت بالا :

H = ضخامت کل لایه ها

H_n = ضخامت هر یک از لایه ها

www.Endbook.net

K_n = ضریب نفوذپذیری هر یک از لایه ها، می باشد.

محاسبه ضریب نفوذپذیری به کمک ردیاب ها :

به وسیله افزودن یک ماده ردیاب به آب زیرزمینی در بالادست آبخوان و اندازه گیری زمان (t) لازم برای رسیدن ردیاب به نقطه ای در پایین دست آبخوان و اندازه گیری مسافت طی شده توسط ردیاب از نقطه تزریق تا نقطه نمونه برداری (L) می توان با استفاده از رابطه زیر سرعت متوسط آب را بدست آورد :

$$V_a = \frac{L}{t}$$

بنابراین با کمک رابطه دارسی و سرعت متوسط بدست آمده به کمک ردیاب، می توان ضریب نفوذپذیری را با استفاده از رابطه زیر بدست آورد :

$$K = V_a \alpha i$$

ردیاب ها بر اساس روش اندازه گیری به انواع زیر دسته بندی می شوند :

- رنگ سنجی : استفاده از رنگ های آلی، نمک های انحلال پذیر کرمات، قرمز کنگو، آبی متیلن و فلوئورسئین سدیم.
- تجزیه شیمیایی : استفاده از نمک های محلول کلرید، بور، بوراکس، اسید بوریک، سولفات مس.
- هدایت الکتریکی : استفاده از هر نوع الکترولیت قوی.
- تشعشعات هسته ای : استفاده از برم 82، کلسیم 45، کبالت 60، تریتیم، ید 131، فسفر 32 و روبیدیم 86.
- طیف نگاری جرمی : استفاده از هلیم، دوتریم، اکسیژن 18.

انواع محیط های دارای جریان آب : محیط ها و رسوبات متخلخلی که در آنها جریان آب وجود دارد، از لحاظ مقدار ضریب نفوذپذیری در جهات مختلف (X و Y) به انواع مختلفی به شرح زیر تقسیم می شوند :

محیط ایزوتروپ : این محیط از موادی که در آنها ضریب نفوذ پذیری در تمام جهات افقی و قائم برابر باشد، تشکیل شده است ($K_y = K_x$) رسوبات دارای دانه های کروی و تقریباً کروی به این حالت نزدیک می باشند.

محیط انیزوتروپ : این محیط از موادی تشکیل شده است که در آنها ضریب نفوذپذیری در جهات قائم و افقی با یکدیگر برابر نمی باشد ($K_y \neq K_x$) رسوبات دارای کج شدگی و غیر کروی به این حالت نزدیک می باشند. مانند رسوبات دارای ساخت فلسی (رسوباتی که بر روی قسمت پهن خود در آب های جاری رسوب کرده و ممکن است کمی رو به بالا در جهت جریان کج شده باشند) که ضریب نفوذپذیری در جهت قائم (K_Y) کمتر از جهت افقی (K_X) است.

www.Endbook.net

بطور کلی :

در محیط ایزوتروپ $K_x = K_y$ می باشد.

در محیط انیزوتروپ $K_X \neq K_y$ می باشد.

در محیط هموژن $K_{x1} = K_{x2}$ می باشد.

در محیط هتروژن $K_{x1} \neq K_{x2}$ می باشد.

ویژگی محیط ایزوتروپ – هموژن : $K_x = K_y$ و $K_{x1} = K_{x2}$ و $K_{y1} = K_{y2}$

ویژگی محیط انیزوتروپ – هموژن (لایه بندی افقی ، عمودی) : $K_X \neq K_y$ و $K_{x1} = K_{x2}$ و $K_{y1} = K_{y2}$

ویژگی محیط ایزوتروپ – هتروژن (لایه بندی مایل) : $K_x = K_y$ و $K_{x1} \neq K_{x2}$ و $K_{y1} \neq K_{y2}$

ویژگی محیط انیزوتروپ – هتروژن : $K_X \neq K_y$ و $K_{x1} \neq K_{x2}$ و $K_{y1} \neq K_{y2}$

ضریب آبگذری (T) :

ضریب آبگذری یا قابلیت انتقال آب، نشان دهنده قابلیت عبور آب در تمام ضخامت آبخوان می باشد و از طریق رابطه زیر محاسبه می شود :

$T = DK$

D = ضخامت آبخوان

K = ضریب نفوذپذیری

بنابراین رابطه دارسی را با توجه به ضریب آبگذری می توان به صورت زیر نیز نوشت :

$Q = WTi$

W = عرض آبخوان در جهت عمود بر جریان

مقدار T را در آبخوان های آزاد و تحت فشار با آزمون های پمپاژ چاه ها تعیین می نمایند و واحد آن توان دوم طول / زمان و معمولاً متر بر روز است.

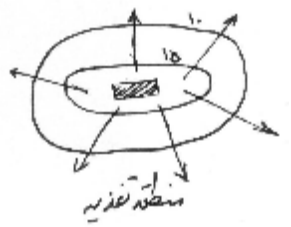
www.Endbook.net

نقشه های تراز آب زیرزمینی :

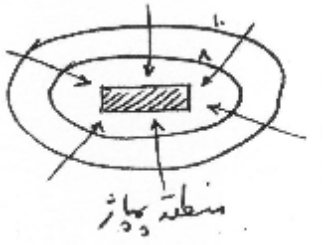
آب از نقاطی که پتانسیل آنها بیشتر است به طرف نقاطی که پتانسیل کمتری دارند، جریان پیدا می کند. جهت جریان در هر نقطه بر خطوط تراز (خطوط هم پتانسیل) عمود است. فضای بین دو خط جریان مجاور را کانال جریان می نامند. از تلاقی صفحه جریان آب زیرزمینی با سطح تراز (هم پتانسیل یا اکی پتانسیل) منحنی پیزومتری بدست می آید.

با توجه به نقشه های آب زیرزمینی می توان اطلاعات مفیدی از وضعیت آب زیرزمینی منطقه به شرح زیر بدست آورد :

1 – **منطقه تغذیه** : در صورتی که ارتفاع منحنی های تراز بسته به سمت مرکز افزایش یابد، نشان دهنده تغذیه طبیعی و یا مصنوعی در آن منطقه است.



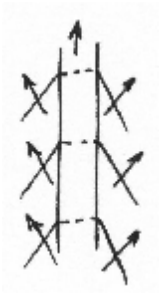
2 – **منطقه تخلیه** : در صورتی که ارتفاع منحنی های تراز بسته به سمت مرکز کاهش یابد، نشان دهنده تخلیه محلی آب زیرزمینی بر اثر پمپاژ، چشمه، تبخیر و ... در آن منطقه است.



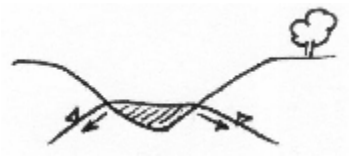
3 – **شناسایی منطقه تغذیه و تخلیه به کمک خطوط جریان** : با ترسیم خطوط جریان آب زیرزمینی می توان محل تخلیه و جاری شدن آب های زیرزمینی به یک منطقه خاص، مانند دریا یا دریاچه و یا تغذیه آب زیرزمینی توسط رودهای جاری شده در دامنه کوه ها را تعیین کرد.

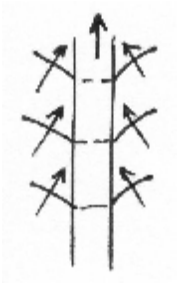
www.Endbook.net

4 – **رابطه آبخوان با رودخانه ها و دریاچه ها** : زمانی که خطوط تراز از یک رودخانه دور شوند، نشانه آن است که رودخانه آبخوان را تغذیه می کند (رود دهنده) و چنانچه خطوط جریان به سمت رودخانه باشد، رودخانه آب زیرزمینی را زهکشی می نماید (رود زاینده).



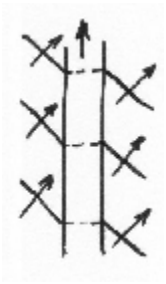
الف – رودخانه آبخوان (دشت) را تغذیه می کند :



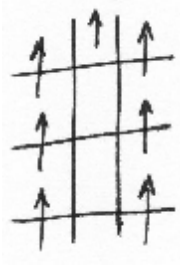


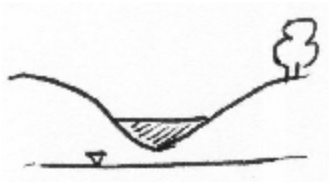
ب – رودخانه آبخوان (دشت) را تخلیه می کند :

ج - رودخانه در حال تخلیه آبخوان (دشت) در سمت چپ و در سمت راست در حال تغذیه آبخوان (دشت) است :



د- رودخانه و آبخوان (دشت) هیچگونه رابطه هیدرولیکی مستقیمی ندارند :





www.Endbook.net

5 – وضعیت خطوط تراز آب زیرزمینی در نتیجه تغییرات ضریب نفوذپـذیری (K) : در صـورتی کـه جریـان آب زیرزمینی از منطقه ای که دارای ضریب نفوذپذیری K_1 است به منطقه ای که دارای ضـریب نفوذپـذیری K_2 اسـت وارد شود، دو حالت زیر به وجود می آید :

$K_1>K_2$: فاصله بین خطوط تراز کاهش می یابد.

$K_1<K_2$: فاصله بین خطوط تراز افزایش می یابد.

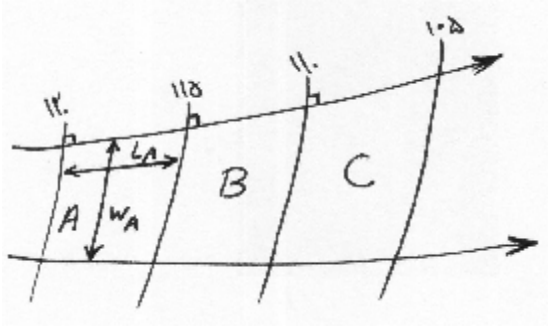
6 – تعیین تغییرات تراز آب در یک منطقه : با قرار دادن دو نقشه تراز آب زیرزمینی یک منطقه مربوط بـه دو زمـان متفاوت بر روی یکدیگر می توان نقشه تغییرات تراز آب را درآن نقطه به شرح زیر بدست آورد :

ابتدا دو نقشه بر روی یکدیگر قرار می گیرند، محل های تلاقی منحنی های میزان با یکـدیگر را علامـت گـذاری کـرده و اختلاف ارتفاع میان دو منحنی میزان در محل تلاقی نوشته می شود. بطور مثال یک منحنی تـراز بـا ارتفـاع 94 ممکـن است در سه نقطه با منحنی میزان 93، 94 و 95 تلاقی داشته باشد که اختلاف در سه نقطه به ترتیب برابـر بـا 1- ، 0 و 1+ می باشد. در انتها نقاط دارای اختلاف پتانسیل یکسان را بـه یکـدیگر متصـل مـی کنـیم و نقشـه تغییـرات تـراز آب زیرزمینی بدست می آید.

7 – محاسبه گردایان هیدرولیکی (i) : بر روی یک خط جریان، اختلاف ارتفـاع دو منحنـی تـراز مجـاور و متـوالی را بدست آورده و بر فاصله بین آنها تقسیم می کنیم.

8 – محاسبه ضریب آبگذری (T) : در صورت ایزوتوپ بودن آبخوان، با ترسیم خطوط جریان به طور عمود بر خطـوط هم پتانسیل، یک شبکه جریان بوجود می آید و در این حالت در شبکه های جریان اشکال مربعی شکلی دیده می شـود. با فرض جریان ماندگار افقی در قطعه A، با استفاده از رابطه دارسی می توان T_A را به صورت زیر محاسبه نمود :

$$q_A = T_A W_A \frac{\Delta H_A}{L_A}$$



www.Endbook.net

q_A = جریان در قطعه A

T_A = ضریب آبگذری در قطعه A

W_A = عرض متوسط قطعه A

L_A = طول متوسط قطعه A

ΔH_A = افت تراز آب زیرزمینی در طول قطعه A

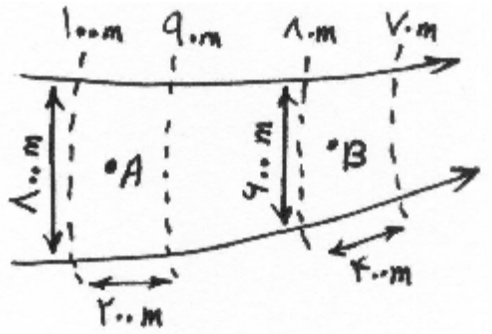
در نتیجه با معلوم بودن T_A می توان T_B را بوسیله معادله زیر نیز محاسبه نمود :

$$T_B = \frac{q_B L_B W_A \Delta H_A}{q_A L_A W_B \Delta H_B} T_A$$

9 – **محاسبه ضریب نفوذپذیری (K)** : در صورت معلوم بودن ضریب نفوذپذیری در یک قطعه از شبکه جریان (K_A)، می توان مقدار ضریب نفوذپذیری در قطعه مجاور (K_B) را از طریق رابطه زیر محاسبه کرد :

$$K_B = \frac{L_B W_A}{L_A W_B} K_A$$

مثال 1 : در شکل زیر خطوط هم پتانسیل و دو خط جریان در بخشی از یک آبخوان نشان داده شده است. مقدار ضریب قابلیت انتقال اندازه گیری شده در منطقه A معادل 300 متر مربع بر روز است. با فرض ثابت بودن دبی در لوله جریان، مقدار ضریب قابلیت انتقال در نقطه B چند متر مربع بر روز است؟



پاسخ 1 : با توجه به اینکه میزان دبی در هر دو قطعه ثابت است، داریم :

$$T_B = \frac{q_B L_B W_A \Delta H_A}{q_A L_A W_B \Delta H_B} T_A \rightarrow T_B = \frac{400 \times 800 \times 10}{200 \times 600 \times 10} \times 300 \rightarrow T_B = \frac{960000000}{1200000} \rightarrow T_B = 800 \frac{m^2}{day}$$

www.Endbook.net

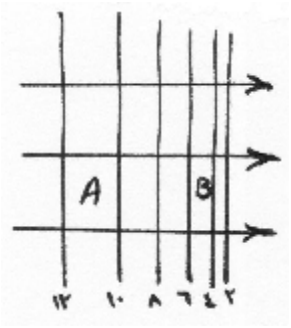
10 - در مطالعه نقشه های تراز آب زیرزمینی باید به نکات زیر توجه داشت :

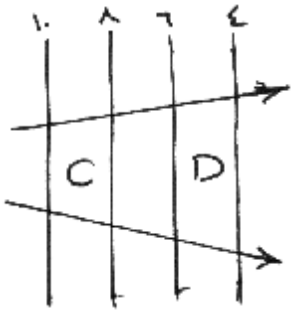
- هرچه فاصله بین خطوط هم پتانسیل بیشتر باشد، مقدار ضریب آبگذری بیشتر است و برعکس. (ضریب آبگذری A بیشتر از B است)

- هرچه فاصله بین خطوط جریان بیشتر باشد، مقدار ضریب آبگذری کمتر است و برعکس. (ضریب آبگذری C بیشتر از D است)

- هرچه فاصله بین خطوط تراز (هم پتانسیل) بیشتر باشد، مقدار گرادیان هیدرولیک کمتر است و برعکس. (گرادیان هیدرولیک A کمتر از B است)

- هرچه فاصله بین خطوط تراز بیشتر باشد، مقدار ضریب نفوذپذیری بیشتر است و برعکس. (ضریب نفوذپذیری A بیشتر از B است)

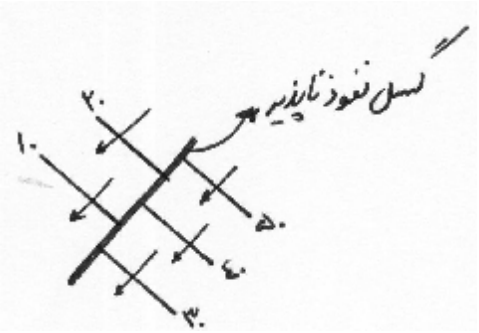




- خط تقسیم آب زیرزمینی (خطی است در سطح افق که حوضه آب زیرزمینی را به بخش هایی تقسیم می کند) از نظر مطالعات آلودگی آبخوان ها اهمیت دارد.

- اگر مرزهای آبخوان نفوذناپذیر باشند، به دلیل اینکه هیچگونه جریانی از آن عبور نمی کند، خطوط جریان موازی با مرزهای آبخوان می باشند.

- سطوح و زون های نفوذناپذیر باعث تغییر جهت خطوط جریان می شوند.



www.Endbook.net

نمونه سوالات تستی

1- **گرادیان هیدرولیک یا شیب آب زیرزمینی به یکی از عوامل زیر بستگی دارد** :

1) سطح مقطع آبدار و مقدار افت
2) نسبت $\frac{dh}{dl}$
3) طول مسیر $\ln\frac{Q}{L}$
4) مقدار نفوذپذیری (K)

2- **در استوانه ای پر از ماسه جریان آب را برقرار کرده ایم. سطح مقطع استوانه** 12/56 **سانتی متر مربع، گرادیان هیدرولیک** 0/47 **و دبی** 10/65 **سانتی متر مکعب در دقیقه است. مقدار نفوذپذیری پس از محاسبه، یکی از ارقام زیر می باشد** :

1) 1/8 سانتی متر بر دقیقه
2) 27 سانتی متر بر دقیقه
3) 120 سانتی متر بر دقیقه
4) 5/14 سانتی متر بر دقیقه

3- **جریان غیر دائم به یکی از حالات ذیل بستگی دارد** :

1) فشار و سرعت در مقاطع زمانی ثابت است.
2) سرعت در مقاطع زمانی عکس فشار می باشد.
3) سرعت و فشار در مقاطع مختلف زمان متغیر می باشد.
4) سرعت و فشار با مقدار دبی نسبت عکس دارد.

4- **ضریب قابلیت انتقال آب در زمین (T) به یکی از عوامل زیر بستگی دارد** :

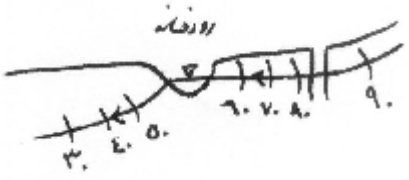
1) حاصل ضرب دبی در ضخامت لایه آبدار
2) حاصل ضرب نفوذپذیری در ضریب ذخیره
3) حاصل ضرب تخلخل مفید در ضخامت لایه آبدار
4) حاصل ضرب ضریب تراوایی در ضخامت لایه آبدار

5- **معادله سرعت در جریان غیر دائم یکی از روابط زیر می باشد** :

1) V = f(x,y,z,R)
2) V = f(x,y,z)
3) V = f(S,T,y)
4) V = f(x,y,z,t)

6- **در شکل داده شده** :

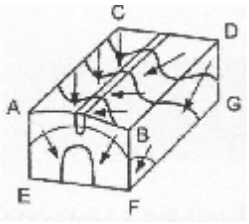
1) رودخانه در حال تخلیه، چاه در حال تغذیه می باشد.



2) چاه در حال تغذیه و رودخانه در حال تغذیه و تخلیه می باشد.
3) رودخانه در حال تغذیه و چاه در حال تخلیه می باشد.
4) چاه و رودخانه هر دو در حال تخلیه می باشند.

www.Endbook.net

7- **در بلوک دیاگرام داده شده یکی از حالات زیر برقرار است :**



1) دشت در حال تغذیه است.

2) رودخانه در حال تخلیه است.

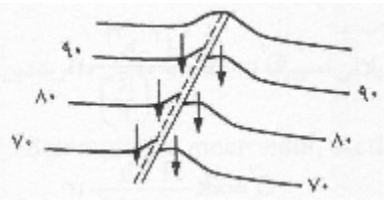
3) دشت در حال تخلیه و رودخانه در حال تغذیه است.

4) دشت و رودخانه هر دو در حال تغذیه می باشند.

8- **در معادله دارسی مقدار دبی با یکی از روابط زیر ارتباط دارد :**

1) $Q = KSA\frac{dh}{dl}$ 2) $Q = 2\pi TA\frac{dh}{dl}$ 3) $Q = KA\frac{dh}{dl}$ 4) $Q = TKW(u)\frac{dh}{dl}$

9- **منحنی های پیزومتری در شکل داده شده نشان دهنده چیست؟**



1) گسل آبده و آبگیر است.

2) گسل فقط آبگیر است.

3) گسل در یک طرف آبگیر و در طرف دیگر غیر قابل نفوذ است.

4) گسل در هر دو طرف غیرقابل نفوذ است.

10- **در یک لایه آبدار به شکل استوانه به طول 30 متر و قطر 4 سانتی متر از ماسه پر شده است. حجم آب خروجی از انتهای استوانه در مدت یک دقیقه معادل 10/65 سانتی متر مکعب بر دقیقه می باشد. اختلاف بار فشار $\Delta h = 14/1$ سانتی متر و ضریب نفوذپذیری یکی از اعداد زیر را سانتی متر بر دقیقه داده است :**

1) 38 2) 1/8 3) 5/3 4) 12/36

11- **منحنی پیزومتری تشکیل گردیده است از :**

1) برخورد دو صفحه جریان آب با شیب آب زیرزمینی

2) تلاقی سطح توپوگرافی با سطح آب زیرزمینی

3) تلاقی صفحه جریان آب زیرزمینی با سطح اکی پتانسیل

4) تلاقی خطوط اکی پتانسیل با خطوط پستی و بلندی

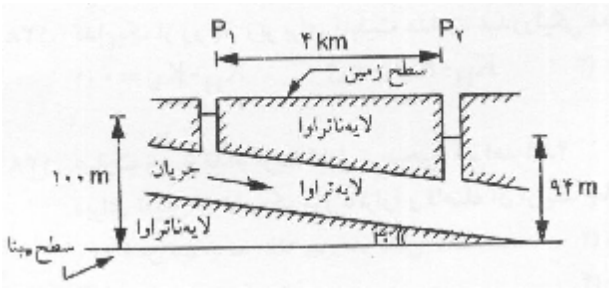
12- **قانون دارسی در کدامیک از شرایط زیر اعتبار دارد؟**

1) جریان دائم (Steady) و آشفته (Turbulent) 2) جریان دائم و ورقه ای (Laminer)

www.Endbook.net

3) جریان غیردائم (Unsteady) و ورقه ای　　4) جریان غیردائم و آشفته

13- گرادیان هیدرولیکی حاکم بر آبخوانی مطابق شکل داده شده چند در هزار است؟



P_1 = پیزومتر اول

P_2 = پیزومتر دوم

1) 0/75　　2) 1/299

3) 1/5　　4) 1

14- کدام یک از عوامل زیر در قابلیت انتقال آبخوان تحت فشار دخالت دارد؟

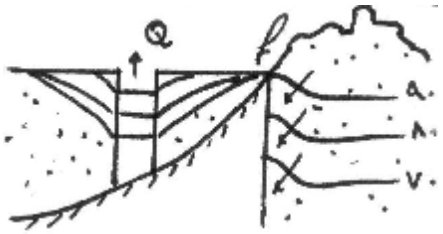
1) عمق سطح پیزومتریک　2) ضخامت آبخوان　3) ضخامت لایه ناتراوا　4) عمق آبخوان

15- ضریب نفوذپذیری در جهت قائم در دو لایه که بر روی هم قرار دارند با کدام یک از روابط ذیل ارتباط دارد؟

1) $K_v = \frac{h_1 \times h_2}{\frac{K_1}{V_1} + \frac{K_2}{V_2}}$　　2) $K_v = \frac{h_1 + h_2}{\frac{K_1}{V_1} + \frac{K_2}{V_2}}$

3) $K_v = \frac{h_1 + h_2}{\frac{K_1}{H_1} + \frac{K_2}{H_2}}$　　4) $K_v = \frac{h_1 - h_2}{\frac{K_1}{H_1} - \frac{K_2}{H_2}}$

16- در شکل زیر با توجه به خطوط اکی پتانسیل در رابطه با گسل کدام حالت ذیل بستگی دارد؟



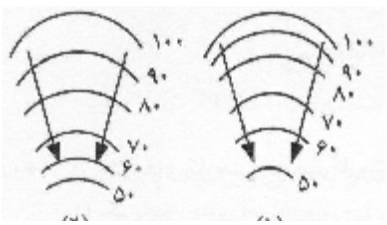
1) گسل در حال تغذیه (آبگیری) و چاه در حال تخلیه می باشد.

2) گسل و چاه هر دو در حال تخلیه می باشند.

3) گسل و چاه هر دو در حال تغذیه می باشند.

4) گسل در حال تخلیه و چاه در حال تغذیه می باشد.

17- در دو شکل زیر رابطه گرادیان هیدرولیک با نفوذپذیری کدام یک از حالات ذیل می باشد؟



1) در هر دو شکل گرادیان هیدرولیک و نفوذپذیری در حال کاهش می باشند.

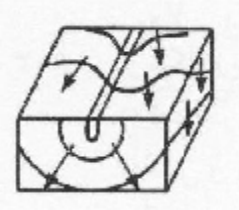
2) در هر دو شکل گرادیان هیدرولیک و نفوذپذیری در حال افزایش می باشند.

www.Endbook.net

3) در شکل (1) گرادیان هیدرولیک در حال کاهش و نفوذپذیری در حال افزایش و در شکل (2) گرادیان هیدرولیک در حال افزایش و نفوذپذیری در حال کاهش می باشد.

4) در هر دو شکل گرادیان هیدرولیک در حال افزایش و نفوذپذیری در حال کاهش می باشند.

18- در شکل سه بعدی مقابل، رودخانه و دشت در چه ارتباطی قرار دارند؟



1) رودخانه در حال تغذیه و دشت در حال تخلیه می باشد.

2) رودخانه و دشت در حال تغذیه می باشند.

3) رودخانه در حال تخلیه و دشت در حال تغذیه می باشد.

4) رودخانه و دشت در حال تخلیه می باشند.

19- تفاوت هدایت هیدرولیکی و نفوذپذیری در چیست؟

1) هدایت هیدرولیکی هم به جنس و مشخصات محیط و هم به نوع سیال بستگی دارد، ولی نفوذپذیری فقط به جنس و مشخصات محیط بستگی دارد.

2) هدایت هیدرولیکی همیشه بیشتر از نفوذپذیری است.

3) نفوذپذیری هم به جنس و مشخصات محیط و هم به نوع سیال بستگی دارد، ولی هدایت هیدرولیکی فقط به جنس و مشخصات محیط بستگی دارد.

4) هدایت هیدرولیکی همیشه کمتر از نفوذپذیری است.

20- در یک محیط آبرفتی هموژن و ایزوتروپ کدام مورد صحیح است؟

1) $\frac{kx_1}{kx_1} \neq \frac{kx_2}{kx_2} \neq \mathbf{L} \neq 1$

2) $\frac{kx_1}{kx_1} = \frac{kx_2}{kx_2} = \mathbf{L} = 1$

3) $\frac{kx_1}{kx_1} = \frac{kx_2}{kx_2} = \mathbf{L} = 2$

4) $\frac{kx_1}{kx_1} = \frac{kx_2}{kx_2} = \mathbf{L} = 10$

21- سرعت آلوده کننده ها و یا ردیاب های غیر قابل جذب در آب زیرزمینی معمولاً .....

1) کمتر از سرعت واقعی است.

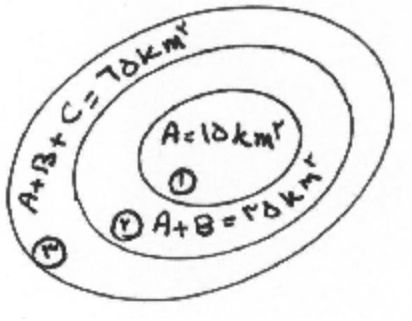
2) با سرعت دارسی برابر است.

3) بیشتر از سرعت دارسی است.

4) هیچ ارتباطی به سرعت آب ندارد.

www.Endbook.net

22- اگر در آبخوان شکل زیر که دارای آبدهی ویژه 20 درصد است، سطح ایستابی در منطقه 1 و 2 و 3 به ترتیب 0/5 ، 1 و 0/5 متر نزول کند، چه مقدار آب از آبخوان خارج می شود؟



1) $5/32\times10^{6}\,m^{3}$

2) $8/5\times10^{6}\,m^{3}$

3) $56\times10^{6}\,m^{3}$

4) $78\times10^{6}\,m^{3}$

23- با توجه به نقشه پیزومتریک نیم رخ زیر، سطح آب زیرزمینی در مسیر **AB** ..... است.

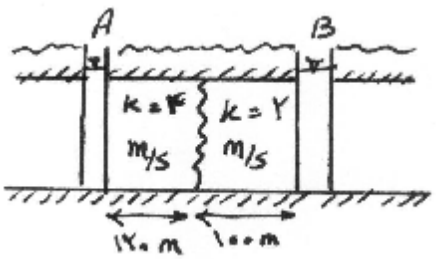
1) سهمی

2) خطی

3) خطی و هذلولی

4) هذلولی

24- با توجه به داده های شکل زیر، ضریب هدایت هیدرولیکی متوسط (**k**) بین دو چاه **A** و **B** چند متر در ثانیه است؟



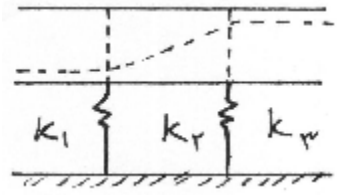
1) 2/5

2) 2/75

3) 2/8

4) 3/75

25- با توجه به شکل مقابل کدام گزینه صحیح است؟



1) $K_2>K_3>K_1$

2) $K_1>K_3>K_2$

3) $K_2<K_3<K_1$

4) $K_1<K_2<K_3$

www.Endbook.net

26- در معادله برنولی، مولفه $\frac{P}{\gamma}$ نشانگر چیست؟

1) بار پیزومتری
2) ارتفاع آب داخل پیزومتر
3) بار هیدرولیکی
4) ارتفاع سطح آب از سطح مبنا

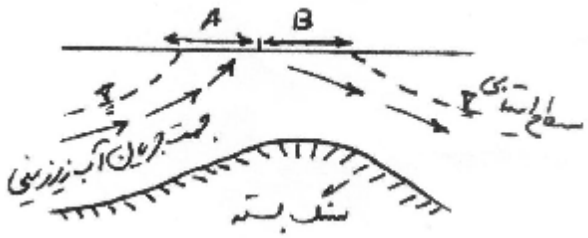
27- در چه صورت جریان آب زیرزمینی فقط در اثر بار فشار است؟

1) بار کل بزرگتر از بار فشار باشد.
2) بار کل برابر بار ارتفاعی باشد.
3) لایه آبدار افقی باشد.
4) شیب لایه آبدار و شیب آب زیرزمینی یکسان باشد.

28- اختلاف دو خط جریان (Stream line) نشانگر چیست؟

1) اختلاف پتانسیل
2) اختلاف قابلیت انتقال
3) تغییرات ضخامت لایه آبدار
4) میزان دبی عبوری

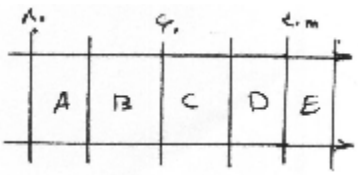
29- در شکل زیر که مربوط به نیم رخ طولی یک رودخانه است، ارتباط هیدرولیکی رودخانه با آب زیرزمینی در محدوده های A و B به ترتیب چگونه است؟



1) تغذیه کننده و تغذیه شونده
2) کلاً تغذیه شونده
3) تغذیه شونده و تغذیه کننده
4) کلاً تغذیه کننده

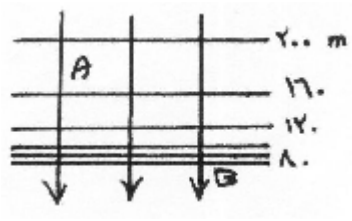
www.Endbook.net

30- در یک لایه آبدار با قابلیت انتقال ثابت و نقشه هم پتانسیل روبه رو، عمق سنگ کف در کدام بخش کمتر است؟



1) A
2) C
3) E
4) در تمامی نقاط یکسان است.

31- هدایت هیدرولیکی در منطقه **A** نسبت به منطقه **B** :

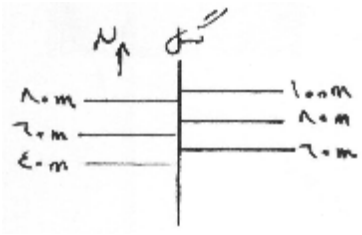


1) کمتر است.
2) بیشتر است.
3) برابر است.
4) نصف است.

32- متوسط سرعت واقعی جریان آب در لایه آبداری با هدایت هیدرولیکی 20 متر بر روز، تخلخل 10 درصد و گرادیان هیدرولیکی یک، چند متر بر روز است؟

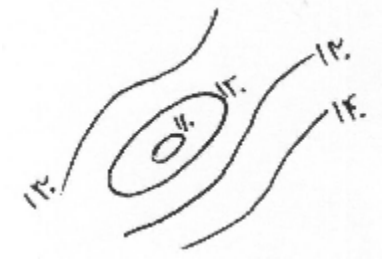
1) 2
2) 4
3) 6
4) 8

33- با توجه به خطوط هم پتانسیل، جهت جریان آب زیرزمینی در اطراف گسل چگونه است؟



1) شمال به جنوب
2) شرق به غرب
3) غرب به شرق
4) جریان وجود ندارد.

34- در دشتی هیچگونه چاه پمپاژی وجود ندارد و دشت توسط کانال های سطحی آبیاری می شود نقشه هم پتانسیل مطابق شکل برای این دشت تهیه شده است. خطوط هم پتانسیل بسته دلیل بر :



1) وجود یک گسل در منطقه است.
2) حرکت عمودی به طرف پایین می باشد.
3) دانه ریز بودن محدوده خطوط هم پتانسیل بسته است.
4) آبیاری بیشتری در محدوده خطوط هم پتانسیل انجام می گیرد.

www.Endbook.net

35- در یک لایه آبدار که جریان آب زیرزمینی از قانون دارسی تبعیت می کند، رابطه بین سرعت جریان آب (V) و شیب هیدرولیکی (S) به صورت ..... است.

1) $V \propto \frac{1}{S^2}$ 2) $V \propto \frac{1}{S}$ 3) $V \propto S^2$ 4) $V \propto S$

36 - شیب هیدرولیکی در کدام یک از شرایط زیر بسیار زیاد است؟

1) محیط عبور آب دانه ریز باشد.
2) سرعت حرکت آب در خاک بسیار کم باشد.
3) سطح مقطع عبور آب زیاد باشد.
4) جریان آب یک بعدی باشد.

37- سرعت محاسبه شده از معادله دارسی نشان دهنده سرعتی است که .....

1) بیشتر از سرعت واقعی جریان آب زیرزمینی است.
2) معادل با متوسط سرعت واقعی جریان آب زیرزمینی است.
3) آب گویا از تمام سطح مقطع عمود بر جریان عبور می کند.
4) مولکول های آب در یک محیط متخلخل دارند.

38- سفره ای از سه لایه با قابلیت انتقال های متفاوت تشکیل یافته است، به طوری که $T_3 = 800\frac{m^2}{d}, T_2 = 1000\frac{m^2}{d}, T_1 = 1200\frac{m^2}{d}$ است. مقدار قابلیت انتقال متوسط این سفره چند متر مربع بر روز است؟

1) 1000 2) 1500 3) 3000 4) 4000

39- مولفه $\frac{P}{\gamma}$ در پیزومتر معرف چیست؟

1) طول پیزومتر
2) ارتفاع آب از سنگ کف
3) عمق آب در پیزومتر از سطح زمین
4) قسمتی از طول پیزومتر که پر از آب است.

40- در یک لایه آبدار افزایش فاصله خطوط هم پتانسیل در یک قسمت از آن نشان دهنده کدام یک از موارد زیر است؟

1) برداشت از آن قسمت سفره بیشتر است.
2) تغذیه به آن قسمت از سفره زیاد است.
3) فشار در تمام نقاط یکسان است.
4) هدایت هیدرولیکی آن قسمت از سفره بیشتر است.

www.Endbook.net

41- **بیان ریاضی وضعیت نفوذپذیری لایه آبداری به شرح** $\frac{\partial k_x}{\partial x}=0, \frac{\partial k_y}{\partial y}=0, \frac{\partial k_z}{\partial z}=0$ **و** $k_x \neq k_y \neq k_z$ **می باشد، لایه مذکور دارای چه ویژگی است؟**

1) ناهمگن و غیر همسو 2) همگن و همسو 3) همگن و غیر همسو 4) ناهمگن و همسو

42- **کدام گزینه در مورد قانون دارسی صحیح است؟**

1) سرعت جریان آب از داخل دانه های شن غیر یکنواخت متناسب با طول جریان است.

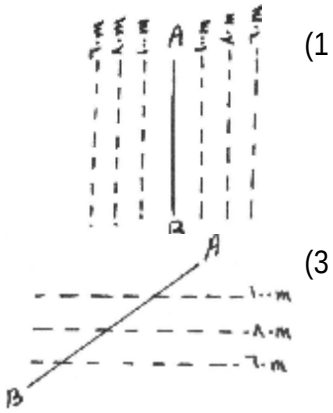
2) سرعت جریان آب از داخل دانه های شن و قلوه غیریکنواخت متناسب با شیب خط انرژی است.

3) سرعت جریان آب از داخل دانه های شن یکنواخت متناسب با شیب خط انرژی است.

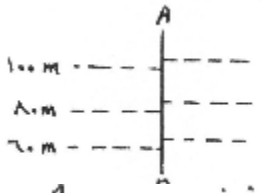
4) سرعت جریان آب از داخل دانه های قلوه سنگ و رسی متناسب با افت انرژی است.

43- **چنانچه مرز AB یک مرز نفوذناپذیر باشد، کدام شکل خطوط هم پتانسیل را به درستی نشان می دهد؟**

1)

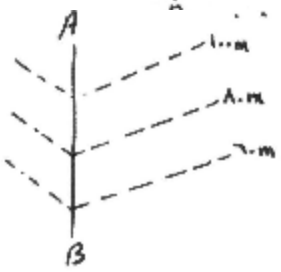


2)



3)

4)

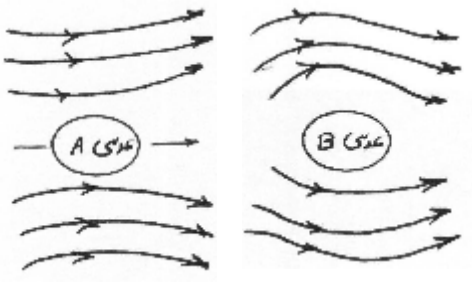


44- **نسبت کدام نیروها به یکدیگر را عدد رینولدز می گویند؟**

1) اینرسی به چسبندگی 2) چسبندگی به اینرسی 3) چسبندگی به ثقل 4) ثقل به چسبندگی

www.Endbook.net

45- با توجه به شکل روبرو، هدایت هیدرولیکی (K) لایه های (عدسی ها) نشان داده شده در شکل به چه صورتی است؟



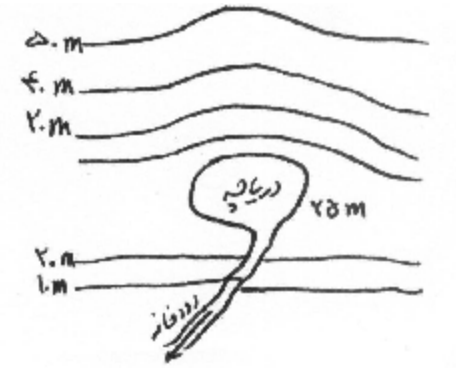
1)عدسی A دارای K کم و عدسی B دارای K زیاد است.

2) عدسی A دارای K زیاد و عدسی B دارای K کم است.

3)عدسی A و عدسی B هر دو دارای K تقریباً یکسانی هستند.

4)عدسی A و عدسی B هر دو دارای K تقریباً کمی هستند.

46- در شکل رو به رو، رابطه هیدرولیکی بین آب های زیرزمینی و آب های سطحی به چه صورتی است؟



1) دریاچه در شمال و جنوب باعث تغذیه آبخوان می شود.

2) دریاچه در شمال باعث تغذیه آب های زیرزمینی می شود.

3) دریاچه با آب های زیرزمینی ارتباط هیدرولیکی ندارد و آبخوان فقط در جنوب به وسیله رودخانه تغذیه می شود.

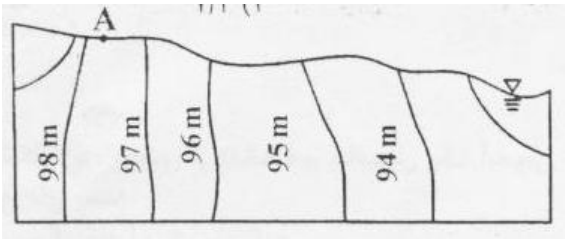
4) آب های زیرزمینی در شمال باعث تغذیه دریاچه می شوند و در جنوب دریاچه توسط رودخانه زهکشی می شوند.

47- چنانچه در بخشی از یک سفره محبوس هدایت هیدرولیکی مواد تشکیل دهنده سفره نصف شود و عمق و عرض جریان تغییری نکند و هم چنین جریان بصورت پایدار باشد، شیب سطح پیزومتری در بخش مذکور چگونه تغییر می کند؟

1) یک سوم می شود. 2) نصف می شود. 3) دو برابر می شود. 4) تغییری نمی کند.

www.Endbook.net

48- **در شکل رو به رو وضعیت نقطه A به چه صورتی است؟**



1) بار فشاری صفر و بار هیدرولیکی 97/5 متر

2) بار فشاری و بار هیدرولیکی معادل 97/5 متر

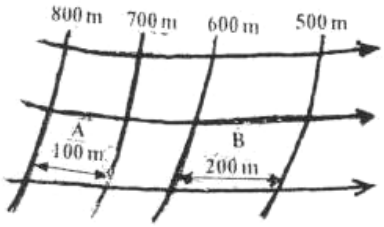
3) بار هیدرولیکی صفر و بار فشاری 97/5 متر

4) بار فشاری و بار هیدرولیکی صفر

49- **طرف چپ معادله** $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = -S_s \frac{\partial h}{\partial t}$ **نشانگر چیست؟**

1) سرعت جریان 2) تغییرات بار هیدرولیکی 3) تغییر ذخیره آبخوان 4) تغییرات دبی عبوری

50- **با توجه به شبکه جریان روبه رو، چنانچه هدایت هیدرولیکی در محدوده A معادل 20 متر بر روز باشد، مقدار آن در محدوده B چند متر بر روز می باشد؟**



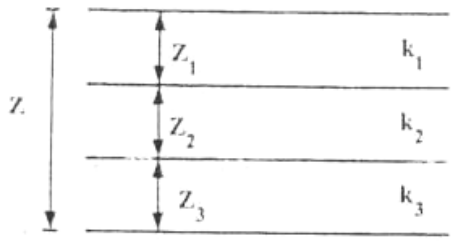
1) 2

2) 10

3) 20

4) 40

51- **در آبخوان لایه ای روبه رو کدام یک از موارد ذیل صادق است؟**



1) میانگین مولفه افقی هدایت هیدرولیکی با افزایش z کاهش می یابد.

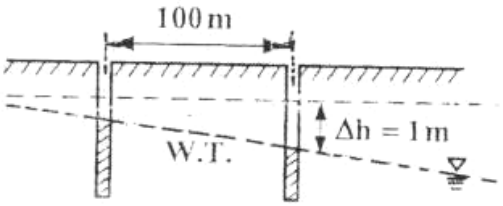
2) میانگین مولفه افقی هیدرولیکی با افزایش z افزایش می یابد.

3) میانگین مولفه عمودی هدایت هیدرولیکی با افزایش z کاهش می یابد.

4) میانگین مولفه های عمودی و افقی هدایت هیدرولیکی مستقل از z می باشند.

www.Endbook.net

52- در آزمایش ردیابی فاصله دو چاهک 100 متر و اختلاف ارتفاع سطح آب در آنها 1 متر می باشد (شکل زیر). اگر سرعت حرکت ردیاب برابر با 2/5 متر در روز اندازه گیری شده باشد، هدایت هیدرولیکی لایه آبدار چند متر در روز است؟ ($\alpha = 0/25$ می باشد.)



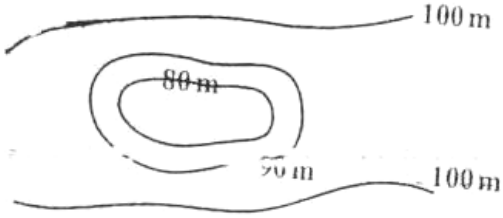
1) 0/625

2) 62/5

3) 250

4) 1000

53- در شکل زیر بخشی از نقطه هم پتانسیل یک آبخوان نشان داده شده است که ارزش هر کانتور بر روی شکل مشخص است. در محدوده کانتورهای بسته :



1) از سنگ کف آب فرار می کند.

2) از سنگ کف آب به آبخوان نشت می کند.

3) مقدار بارش سالانه بیشتر است.

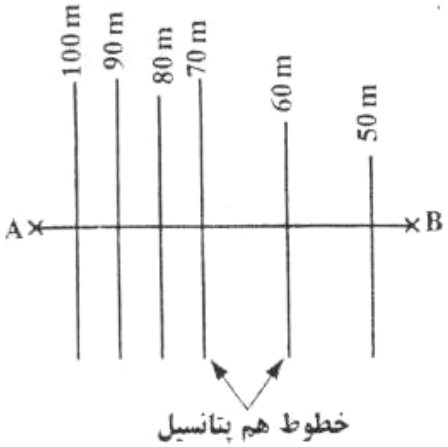
4) تغذیه بیشتری از سطح زمین به آبخوان اتفاق می افتد.

54- دقت اندازه گیری هدایت هیدرولیکی در آزمایشگاه برای کدامیک از موارد زیر بیشتر است؟

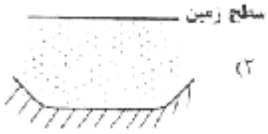
1) رس و سیلت　　2) رس و گراول　　3) ماسه و سیلت　　4) ماسه و گراول

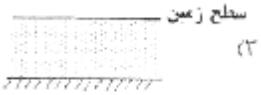
www.Endbook.net

55- در زمین همگن و ایزوتروپ با نقشه شبکه جریان شکل روبه رو کدام یک از گزینه ها مقطع A-B را نشان می دهد؟



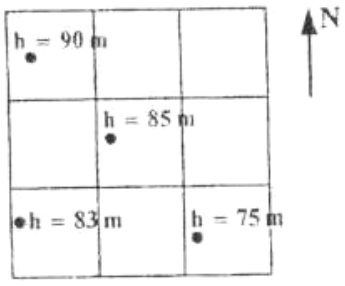
1)

2)


3)


4)

56- با توجه به سطح آب زیرزمینی اندازه گیری شده در شکل روبه رو، جهت جریان به چه سمتی است؟



1) از شمال به جنوب

2) از غرب به شرق

3) از شمال غرب به سمت جنوب شرق

4) از شمال شرق به جنوب غرب

57- سرعت متوسط میان روزنه ای در سفره آب زیرزمینی با تخلخل 40 درصد چند برابر سرعت دارسی است؟

1) 5 برابر 2) 2/5 برابر 3) 0/4 برابر 4) یک پنجم

www.Endbook.net

58- سرعت هدایت هیدرولیکی در جهت افقی به جهت قائم در کدام شرایط بیشتر است؟

1) در شرایطی که لنزهای رسی در آبرفت وجود داشته باشد.

2) در شرایطی که آبرفت ها دانه ریز باشند.

3) در شرایطی که لنزهای رسی در آبرفت وجود نداشته باشد.

4) در شرایطی که آبرفت ها متراکم شده اند.

59- در صورتی که خصوصیات جریان آب نسبت به فاصله طی شده تغییر یابد، چه نامیده می شود؟

1) جریان یکنواخت 2) جریان غیر یکنواخت 3) جریان ورقه ای 4) جریان غیرماندگار

60- عدد رینولدز با کدام پارامتر رابطه معکوس دارد؟

1) سرعت سیال 2) چگالی سیال 3) گرانروی سیال 4) قطر مجرا

61- در کدامیک از محیط های زیر می توان رسوبات غیر کروی و دارای کج شدگی را مشاهده نمود؟

1) محیط ایزوتروپ 2)محیط انیزوتروپ

3) محیط دارای جریان یکنواخت 4) محیط دارای جریان ماندگار

62- بیان ریاضی ضریب نفوذپذیری در محیط ایزوتروپ – هموژن، معادل کدام گزینه است؟

1) $K_{y1} \neq K_{y2}$ و $K_{x1} \neq K_{x2}$ و $K_X \neq K_y$

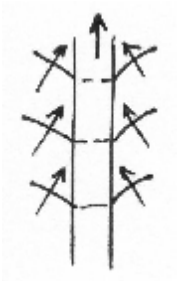
2) $K_{y1} \neq K_{y2}$ و $K_{x1} \neq K_{x2}$ و $K_x = K_y$

3) $K_{y1} = K_{y2}$ و $K_{x1} = K_{x2}$ و $K_X \neq K_y$

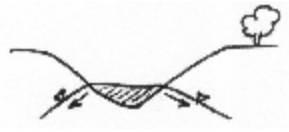
4) $K_{y1} = K_{y2}$ و $K_{x1} = K_{x2}$ و $K_x = K_y$

www.Endbook.net

63- **کدام گزینه پروفیل نقشه رو به رو را صحیح نشان می دهد؟**



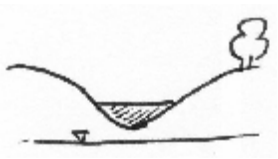
1)



2)

3)

4)



64- **بر اساس قانون دارسی دبی آب عبوری از یک مقطع با ..... نسبت عکس دارد.**

1) سطح مقطع نمونه

2)خصوصیات فاز جامد

3) دبی آب خروجی از مقطع

4)ویسکوزیته سیال

www.Endbook.net

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 2 صحیح است**. گرادیان هیدرولیک به نسبت اختلاف ارتفاع به طول مسیر بستگی دارد.

2- **گزینه 1 صحیح است**. بر اساس صورت سوال داریم :

$$i = 0/47 \quad \text{و} \quad Q = 12/65 \frac{cm^2}{min} \quad \text{و} \quad A = 12/56 cm^2$$

بنابراین بر اساس قانون دارسی داریم :

$$K = \frac{Q}{Ai} = \frac{10/65}{0/47 \times 12/56} = 1/804$$

3- **گزینه 3 صحیح است**. زمانی که فشار و سرعت و بطور کلی خصوصیات آب طی گذشت زمان متغیر باشد، جریان غیر دائم است.

4- **گزینه 4 صحیح است**. ضریب آبگذری یا قابلیت انتقال آب (T) برابر با حاصل ضرب ضریب نفوذپذیری یا ضریب تراوایی در ضخامت لایه آبدار می باشد.

5- **گزینه 4 صحیح است**. سرعت در جریان غیردائم در زمان های مختلف متفاوت است.

6- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به جهت جریان ها، چاه در حال تغذیه رودخانه است و از طرفی رودخانه نیز در حال تخلیه شدن است.

7- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به جهت جریان ها، دشت در حال تخلیه شدن و رودخانه در حال تغذیه است.

8- **گزینه 3 صحیح است**. رابطه دارسی عبارت است از :

$$Q = KA \frac{dh}{dl}$$

9- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به شکل و جهت جریان آب، در سمت راست، گسل آبده و در سمت چپ، گسل آبگیر است.

10- **گزینه 2 صحیح است**.

$$K = \frac{QL}{Ah} = \frac{10/65 \times 30}{\pi 2^2 \times 14/1} = 1/8 \frac{cm}{min}$$

www.Endbook.net

11- **گزینه 3 صحیح است**. منحنی پیزومتری یا خطوط تراز آب زیرزمینی از تلاقی صفحه جریان آب زیرزمینی با سطح اکی پتانسیل (هم پتانسیل) تشکیل شده است.

12- **گزینه 2 صحیح است**. قانون دارسی در محیط دارای رژیم جریان ورقه ای و دائم برقرار می باشد (عدد رینولدز کوچکتر از یک باشد).

13- **گزینه 3 صحیح است**.

$$i = \frac{dh}{dl} = \frac{100-94}{4} = \frac{6}{4} = 1/5$$

14- **گزینه 2 صحیح است**. ضریب آبگذری یا قابلیت هدایت هیدرولیکی با ضخامت آبخوان و ضریب نفوذپذیری رابطه مستقیم دارد.

15- **گزینه 2 صحیح است**.

$$K_v = \frac{h_1 - h_2}{\frac{K_1}{V_1} + \frac{K_2}{V_2}}$$

16- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به جهت جریان، گسل در حال تغذیه و چاه در حال تخلیه می باشد.

17- **گزینه 3 صحیح است**. در شکل اول با توجه به افزایش فاصله بین خطوط تراز (هم پتانسیل) در جهت جریان آب، مقدار گرادیان هیدرولیک کاهش و نفوذپذیری افزایش می یابد و در شکل دوم با توجه به کاهش فاصله بین خطوط تراز (هم پتانسیل) در جهت جریان آب، مقدار گرادیان هیدرولیک افزایش و نفوذپذیری کاهش می یابد.

18- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به جهت جریان آب، رودخانه در حال تخلیه و دشت در حال تغذیه توسط رودخانه می باشد.

19- **گزینه 1 صحیح است**. هدایت هیدرولیکی هم به جنس و مشخصات محیط و هم به نوع سیال بستگی دارد، ولی نفوذپذیری فقط به جنس و مشخصات محیط بستگی دارد.

20- **گزینه 2 صحیح است**. در یک محیط آبرفتی هموژن و ایزوتروپ شرایط زیر برقرار است :

$$\frac{kx_1}{kx_1} = \frac{kx_2}{kx_2} = \mathbf{L} = 1$$

www.Endbook.net

21- **گزینه 3 صحیح است**. سرعت آلوده کننده ها و یا ردیاب های غیر قابل جذب در آب زیرزمینی معمولاً بیشتر از سرعت دارسی است.

22- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به شکل داریم :

$$A_1 = 15km^2, A_2 = 20km^2, A_3 = 30km^2$$

بنابراین :

$$1) 15 \times 0/5 = 7/5 km^3$$
$$2) 20 \times 1 = 20 km^3$$
$$3) 30 \times 0/5 = 15 km^3$$
$$(1)+(2)+(3) = 42/5 km^3$$
$$42/5 \times \%20 = 8/5 \times 10^6 m^3$$

23- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به شکل سطح آب زیرزمینی در مسیر AB هذلولی است.

24- **گزینه 2 صحیح است**.

$$K_v = \frac{h_1 - h_2}{\frac{K_1}{V_1} + \frac{K_2}{V_2}} = \frac{120+100}{\frac{120}{4} + \frac{100}{2}} = 2/75$$

25- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به تعریف نفوذپذیری و رابطه آن که عبارت است از : سرعت دارسی در گرادیان هیدرولیک واحد و با توجه به شکل و سطح ایستابی موجود، $K_1 > K_3 > K_2$ صحیح است.

26- **گزینه 2 صحیح است**. در معادله برنولی، مولفه $\frac{P}{\gamma}$، معرف ارتفاع آب در داخل پیزومتر است.

27- **گزینه 3 صحیح است**. زمانی که لایه آبدار افقی باشد، جریان آب زیرزمینی فقط در اثر بار فشار خواهد بود.

28- **گزینه 2 صحیح است**. اختلاف دو خط جریان (Stream line)، اختلاف قابلیت انتقال می باشد.

29- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به جهت جریان، محدوده A تغذیه شونده و محدوده B تغذیه کننده است.

30- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به اینکه قابلیت انتقال ثابت است، هرچه خطوط هم پتانسیل از یکدیگر فاصله بگیرند، نشان دهنده این است که سنگ کف یا بستر در ارتفاع کم (بالا) قرار دارد. بنابراین در منطقه A سنگ کف در عمق کمتری قرار گرفته است.

www.Endbook.net

31- **گزینه 2 صحیح است.** با توجه به اینکه هرچه فاصله بین خطوط هم پتانسیل بیشتر باشد، مقدار ضریب آبگذری بیشتر است و برعکس، هدایت هیدرولیکی (ضریب آبگذری) در منطقه A نسبت به منطقه B بیشتر است.

32- **گزینه 1 صحیح است.** بر اساس رابطه سرعت واقعی داریم :

V : سرعت واقعی، K : هدایت هیدرولیکی، α : تخلخل، i : گرادیان هیدرولیکی

بنابراین :

$$V = K\alpha i \rightarrow V = 20\times 10\times 0/01 \rightarrow V = 2\frac{m}{d}$$

33- **گزینه 1 صحیح است.** با توجه به اعداد خطوط هم پتانسیل جهت جریان آب زیرزمینی از شمال به جنوب است.

34- **گزینه 2 صحیح است.** با توجه به وزن هر کنتور، کنتورهای بسته نشان دهنده حرکت عمودی رو به پایین هستند.

35- **گزینه 4 صحیح است.** با توجه به رابطه دارسی سرعت جریان آب با شیب هیدرولیکی نسبت مستقیم دارد.

36- **گزینه 1 صحیح است.** در صورتی که محیط عبور آب از رسوبات دانه ریز تشکیل شده باشد، شیب هیدرولیکی به وجود آمده بسیار زیاد می باشد.

37- **گزینه 3 صحیح است.** سرعت محاسبه شده از معادله دارسی نشان دهنده سرعتی است که آب گویا از تمام سطح مقطع عمود بر جریان عبور می کند.

38- **گزینه 3 صحیح است.** بر اساس صورت سوال داریم :

$$\overline{T} = T_1 + T_2 + T_3 \rightarrow \overline{T} = 1000 + 1200 + 800 \rightarrow \overline{T} = 3000$$

39- **گزینه 4 صحیح است.** مولفه $\frac{P}{\gamma}$ در پیزومتر معرف قسمتی از طول پیزومتر که پر از آب است.

40- **گزینه 4 صحیح است.** هرچه در یک لایه آبدار فاصله خطوط هم پتانسیل بیشتر شود، مقدار هدایت هیدرولیکی نیز بیشتر می شود.

41- **گزینه 4 صحیح است.** با توجه به روابط ارائه شده، مقادیر نفوذپذیری در نقاط مختلف متفاوت (ناهمگن) ولی در جهات مختلف یکسان است (همسو).

www.Endbook.net

42- **گزینه 3 صحیح است**. فقط گزینه سوم (سرعت جریان آب از داخل دانه های شن یکنواخت متناسب با شیب خط انرژی است) یکی از شروط اصلی اعتبار قانون دارسی است.

43- **گزینه 2 صحیح است**. تنها گزینه دوم نشان دهنده یک مرز نفوذناپذیر است.

44- **گزینه 1 صحیح است**. رابطه عدد رینولدز به شرح زیر می باشد :

$$N_R = \frac{\rho VD}{\mu} \rightarrow N_R = \frac{\text{نیروی اینرسی}}{\text{نیروی ویسکوزیته یا چگالی}}$$

45- **گزینه 2 صحیح است**. هرچه فاصله بین خطوط جریان بیشتر باشد، مقدار ضریب آبگذری کمتر است و برعکس.

46- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به شکل، آب های زیرزمینی در شمال باعث تغذیه دریاچه می شوند و در جنوب دریاچه توسط رودخانه زهکشی می شوند.

47- **گزینه 3 صحیح است**. چنانچه در بخشی از یک سفره محبوس هدایت هیدرولیکی مواد تشکیل دهنده سفره نصف شود و عمق و عرض جریان تغییری نکند و هم چنین جریان بصورت پایدار باشد، شیب سطح پیزومتری دو برابر خواهد شد. زیرا بر اساس رابطه دارسی شیب سطح پیزومتری با هدایت هیدرولیکی رابطه معکوس دارد :

$$Q = KiA \rightarrow i = \frac{Q}{KA}$$

48- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به شکل و با توجه به اینکه نقطه A دقیقاً در موقعیت مماس با سطح ایستابی قرار دارد، در نقطه A بار فشاری صفر و بار هیدرولیکی 97/5 متر است.

49- **گزینه 4 صحیح است**. طرف چپ معادله $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = -S_s \frac{\partial h}{\partial t}$ نشانگر تغییرات دبی عبوری می باشد.

50- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به اینکه هرچه فاصله بین خطوط تراز بیشتر باشد، مقدار ضریب نفوذپذیری بیشتر است و برعکس و با توجه به رابطه زیر که نشان دهنده رابطه مستقیم میان ضریب نفوذپذیری و طول متوسط قطعه B می باشد، با دو برابر شدن فاصله ضریب نفوذپذیری نیز افزایش خواهد یافت.

$$K_B = \frac{L_B W_A}{L_A W_B} K_A$$

W_A = عرض متوسط قطعه A

L_A = طول متوسط قطعه A

www.Endbook.net

51- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به روابط زیر در آبخوان لایه ای نشان داده شده، میانگین مولفه افقی هدایت هیدرولیکی با افزایش z کاهش و میانگین مولفه عمودی هدایت هیدرولیکی با افزایش z افزایش می یابد :

جریان آب عمود بر لایه های خاک :

$$K_V = \frac{Z}{(\frac{Z_1}{K_1})+(\frac{Z_2}{K_2})+(\frac{Z_3}{K_3})+\mathbf{L}+(\frac{Z_n}{K_n})}$$

جریان آب به موازات لایه های خاک :

$$K_H = \frac{1}{Z}(K_1Z_1 + K_2Z_2 + K_3Z_3 + \mathbf{L} + K_nZ_n)$$

Z = ضخامت کل لایه ها

Z_n = ضخامت هر یک از لایه ها

K_n = ضریب نفوذپذیری هر یک از لایه ها، می باشد.

52- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به رابطه دارسی و بدست آوردن هدایت هیدرولیکی بوسیله ردیاب ها داریم :

$$K = V_a \alpha i \rightarrow k = 2/5 \times 25 \times 1 \rightarrow k = 62/5$$

53-**گزینه 1 صحیح است**. با توجه به شکل در محدوده کانتورهای بسته از سنگ کف آب فرار می کند.

54- **گزینه 3 صحیح است**. دقت اندازه گیری هدایت هیدرولیکی در آزمایشگاه برای ماسه و سیلت بیشتر است.

55- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به افزایش فاصله خطوط هم پتانسیل و کاهش وزن خطوط کنتوری، گزینه اول مقطع مذکور را صحیح نشان می دهد.

56- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به افت سطح آب زیرزمینی از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق، جهت جریان آب زیرزمینی از شمال غرب به سمت جنوب شرق است.

57- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به رابطه زیر داریم :

$$V_d = V_a \times \alpha \rightarrow V_a = \frac{V_d}{\alpha}$$

V_a = سرعت واقعی

V_d = سرعت دارسی

www.Endbook.net

α = تخلخل

58- **گزینه 1 صحیح است**. سرعت هدایت هیدرولیکی در جهت افقی به جهت قائم در شرایطی کـه لنزهـای رسـی در آبرفت وجود داشته باشد، بیشتر است.

59- **گزینه 2 صحیح است**. در صورتی که جریان آب نسبت به فاصله طی شده تغییر کند، جریان غیر یکنواخت نامیده می شود که در این نوع جریان، خطوط جریان دارای پیچ و خم و مسیر غیر یکنواخت می باشد.

60- **گزینه 3 صحیح است**. بر اساس رابطه رینولدز داریم :

$$N_R = \frac{\rho VD}{\mu}$$

V = سرعت سیال،ρ = چگالی سیال،μ = گرانروی یا ویسکوزیته سیال،D = بعد مشخصه مجرا (بطور مثـال در یـک لولـه این پارامتر برابر قطر لوله می باشد)

61- **گزینه 2 صحیح است**. در محیط های انیزوتروپ می توان رسوبات غیرکروی و دارای کج شدگی را مشاهده نمـود. به دلیل اینکه این محیط از موادی تشکیل شده است که در آنها ضریب نفوذپذیری در جهات قائم و افقی با یکدیگر برابـر نمی باشد ($K_X \neq K_Y$) رسوبات دارای کج شدگی و غیر کروی به این حالت نزدیک می باشند.

62- **گزینه 4 صحیح است**. در محیط ایزوتروپ – هموژن ، $K_x = K_y$ و $K_{x_1} = K_{x_2}$ و $K_{y_1} = K_{y_2}$ می باشد.

63- **گزینه 2 صحیح است**. به دلیل اینکه در نقشه رودخانه آبخوان (دشت) را تخلیه می کند، بنابراین پروفیـل نشـان داده شده در شکل گزینه دوم صحیح می باشد.

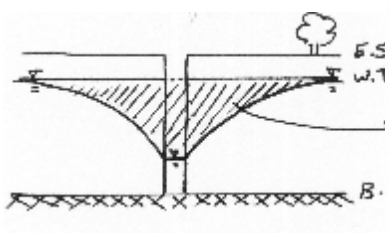
64- **گزینه 4 صحیح است**. بر اساس قانون دارسی دبی آب عبوری از یک مقطع با ویسکوزیته سیال نسبت عکس دارد.

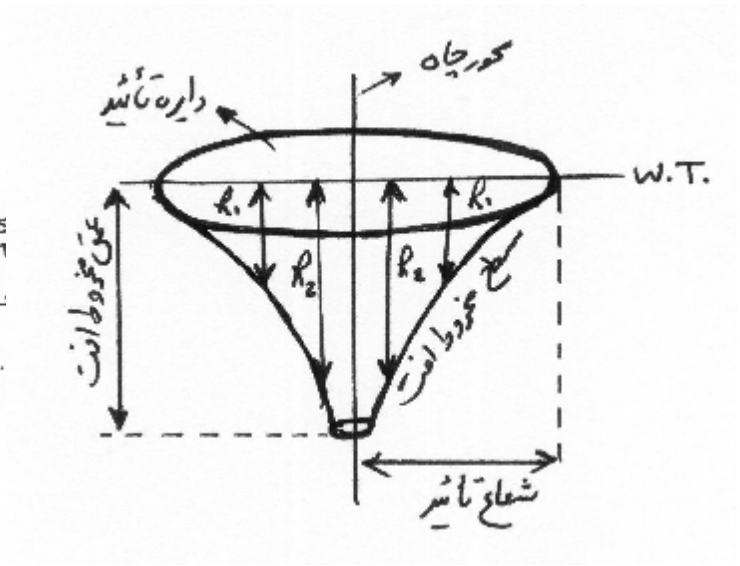
www.Endbook.net

فصل سوم:آزمون های پمپاژ

تشخیص خصوصیات هیدرولیکی آبخوان ها بوسیله آزمون های پمپاژ

در صورت حفر چاه در آبخوان ها، سطح اولیه آب موجود در آبخوان قبل از پمپاژ و تخلیه به نام سطح استاتیک معروف است و در اثر پمپاژ آب چاه، سطح ایستابی موجود بصورت مخروطی کاهش می یابد. در این صورت با نزدیک تر شدن به چاه میزان گرادیان هیدرولیکی افزایش یافته و به دنبال آن سرعت جریان آب نیز افزایش می یابد. به کاهش یافتن آب در چاه و آبخوان به شکل گفته شده، مخروط افت گفته می شود. منطقه ای را که در آن سطح مخروط افت با سطح ایستابی آبخوان بصورت مماس و منطبق قرار می گیرد، دایره تاثیر و شعاع این دایره را نیز شعاع تاثیر می نامند. با افزایش شدت و مدت پمپاژ یا برداشت آب از چاه، دایره و شعاع تاثیر و عمق مخروط افت نیز افزایش می یابد و چنانچه میزان تخلیه آبخوان با میزان تغذیه آن برابر شود، این روند کاهش قطع می شود (ایجاد سطح دینامیک). همچنین با افزایش ضریب آبگذری (T) شاهد افزایش شعاع تاثیر و کاهش عمق مخروط افت می باشیم. در صورتی مخروط افت در چاه، حالتی متقارن نسبت به محور چاه به خود می گیرد که آبخوانی که چاه در آن حفر شده، همگن، همسانگرد (ایزوتروپ) و دارای گسترش افقی نامحدود باشد. شکل زیر نشان دهنده یک مخروط افت در یک چاه پمپاژ شده می باشد.





www.Endbook.net

روابط جریان های شعاعی :

روابط جریان های شعاعی در دو حالت جریان ماندگار و جریان غیرماندگار بررسی می شود. این معادلات بر اساس فرضیات زیر بررسی می گردند : (فرضیات دوپویی)

1- چاه با دبی ثابتی پمپاژ شود.

2- چاه حفاری شده کلیه ضخامت آبخوان را قطع کرده باشد.

3- لوله موجود در چاه در سرتاسر طول چاه مشبک باشد.

4- آبخوان مورد نظر همگن، ایزوتروپ، دارای گسترش افقی و نامحدود باشد.

5- جریان آب در آبخوان فقط حالتی افقی داشته باشد و جریان دیگری بجز جریان شکل گرفته از پمپاژ در آبخوان وجود نداشته باشد.

6- فقط در جریان غیر ماندگار، آب از ذخیره آبخوان و در اثر افت سطح ایستابی یا پیزومتریک آزاد شود.

7- فقط در جریان غیر ماندگار، حجم آب داخل چاه در برابر حجم آب استخراجی ناچیز باشد.

الف – روابط شعاعی در حالت جریان ماندگار :

بر اساس فرضیات ذکر شده، دبی چاه در آبخوان تحت فشار با توجه به استوانه ای بودن آن و دایره ای بودن سطح مقطع، برابر است با :

$$Q = K2\pi rD(\frac{dh}{dr})$$

Q : دبی چاه

K : هدایت هیدرولیکی

r : فاصله شعاعی از چاه

D : ضخامت آبخوان

$\frac{dh}{dr}$ = گرادیان هیدرولیکی

بر اساس قانون دارسی معادله تعادل (دبی را می توان بر حسب مقادیر مختلف h در دو فاصله متفاوت بدست آورد) عبارت است از :

www.Endbook.net

$$Q=\frac{2/73T(h_2-h_1)}{\log(r_2/r_1)} \qquad \text{یا} \qquad Q=\frac{2\pi T(h_2-h_1)}{\ln(r_2/r_1)}$$

T : ضریب آبگذری آبخوان

h و r : شیب بار پیزومتریک (h) در فاصله (r) از چاه

در آبخوان آزاد به جای ضخامت آبخوان (D) ارتفاع سطح ایستابی از مرز پایینی آبخوان مورد استفاده قرار می گیرد (ضخامت اشباع آبخوان)، بنابراین میزان دبی در این شرایط برابر است با :

$$Q=\frac{1/36K(h_2^2-h_1^2)}{\log(r_2/r_1)}$$

ب – روابط شعاعی در حالت جریان ماندگار :

در آبخوان تحت فشار بر اساس قانون تیس (Theis)، ضریب ذخیره آبخوان برابر است با :

$$s=\frac{Q}{4\pi T}\left[-0/5772-\ln u+u-\frac{u^2}{2\times 2!}+\frac{u^3}{3\times 3!}-\mathbf{L}\right]$$

در این معادله تابع داخل کروشه تابع چاه نامیده و با W(u) نشان داده می شود، بنابراین :

$$s=\frac{QW(u)}{4\pi T}$$

همچنین u در معادله فوق برابر است با :

$$u=\frac{r^2S}{4Tt}$$

که در معادلات فوق :

Q : دبی ثابت چاه

T : ضریب آبگذری

t : زمان گذشته از شروع پمپاژ

S : ضریب ذخیره

s : مقدار افت سطح پیزومتریک در پیزومتر نزدیک چاه اصلی

r : فاصله پیزومتر تا چاه اصلی

www.Endbook.net

معادلات فوق توسط ژاکوب به شکل ساده تری مطرح شد. ژاکوب با فرض کوچک بودن**u**، دو جمله اول داخل کروشه را مورد اهمیت قرار داد و معادله را به شکل زیر عنوان کرد :

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2/25Tt}{r^2 S}$$

یا $$s = \frac{2/3Q}{4\pi T} \log \frac{2/25Tt}{r^2 S}$$

در این بخش، از مطالعات آبخوان های آزاد به دلیل پیچیده بودن روابط صرف نظر شده است، اما در صورتی که مقدار افت (s) در مقایسه با ضخامت سفره کم باشد، از روابط تیس و ژاکوب می توان در این نوع آبخوان های آزاد نیز استفاده کرد.

مثال 1 : سفره آبداری دارای $T = 200\frac{m^2}{day}$ و $S = 7/5\times10^{-4}$ می باشد. میزان افت چاه 100 متر دورتر از چاه پمپاژ با دبی $1728\frac{m^3}{day}$ برای زمان 3 روز چند متر است؟

پاسخ 1: با توجه به داده های مسئله داریم :

Q : $1728\frac{m^3}{day}$ و T : $200\frac{m^2}{day}$ و t : 3 روز و r : 100 متر و S : $7/5\times10^{-4}$، بنابراین بر اساس رابطه ژاکوب، مقدار افت (s) برابر خواهد بود با :

$$s = \frac{2/3Q}{4\pi T} \log \frac{2/25Tt}{r^2 S} \rightarrow s = \frac{2/3(1728)}{4(3/14)(200)} \log \frac{2/25(200)(3)}{(100)^2 (7/5\times10^{-4})} \rightarrow s = 3/568$$

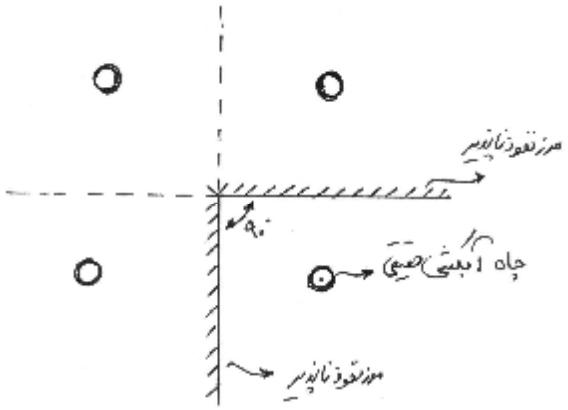
سیستم های چاه های مجازی جهت یک چاه در حال پمپاژ یا تغذیه مجاور مرزهای آبخوان :

در حالت های زیر دوایر توپر نشان دهنده چاه های تغذیه مجازی و دوایر توخالی نشان دهنده چاه های آبکشی مجازی می باشند.

حالت اول، آبخوان توسط دو لایه نفوذناپذیر عمود بر هم احاطه شده است :

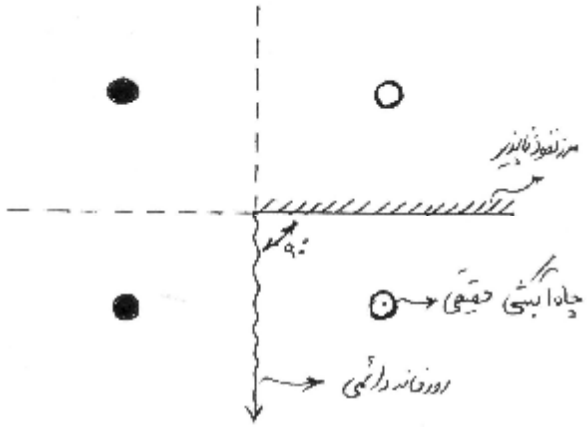
در این حالت چاهی در حال پمپاژ در یک آبخوان فرض شده است که اطراف آن توسط لایه ها و مرزهای نفوذناپذیر احاطه شده است. در این حالت برای متعادل ساختن میزان افت، علاوه بر چاه های آبکشی مجازی 1 و 2، تصویر این دو چاه در ادامه لایه ها یعنی چاه سومی نیز مورد نیاز است.

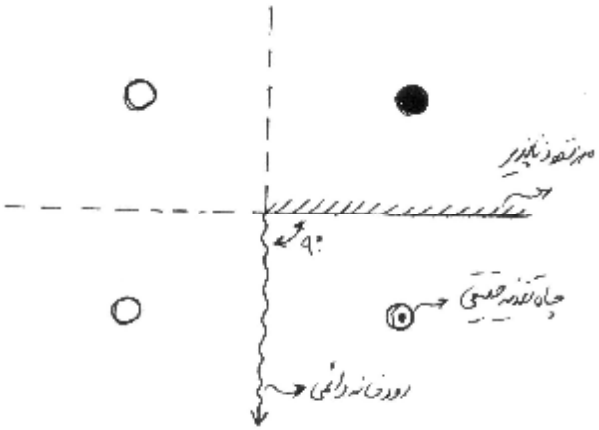
www.Endbook.net



حالت دوم، آبخوان توسط یک لایه نفوذناپذیر و یک رودخانه عمود بر یکدیگر احاطه شده است :

در این حالت در صورتی که چاه حقیقی آبکشی باشد، در آن طرف مرز نفوذناپذیر بصورت چاه آبکشی مجازی و در آن طرف رودخانه بصورت چاه تغذیه مجازی منعکس می شود. در صورتی که چاه حقیقی تغذیه ای باشد، در آن طرف مرز نفوذناپذیر بصورت چاه تغذیه ای مجازی و در آن طرف رودخانه بصورت چاه آبکشی مجازی منعکس می شود.





www.Endbook.net

افت چاه :

به دلیل افت سطح ایستابی یا پیزومتریک و بر اثر عبور آب از شبکه های لوله جدار در یک چاه در حال پمپاژ، سطح آب در چاه پایین تر از سطح ایستابی یا پیزومتریک موجود در اطراف چاه قرار می گیرد، که به این حالت افت چاه یا افت شبکه گفته می شود. به دلیل ورقه ای بودن جریان آب در آبخوان ها، مقدار افت در آبخوان ها بصورت خطی با دبی (Q) تغییر می کند. در داخل چاه جریان آب بصورت متلاطم است و به همین دلیل افت چاه با توان n ام Q، یعنی بصورت Q^n تغییر می کند.

بنابراین افت کل در چاهی (D_w) که در آبخوان تحت فشار حفر شده برابر است با :

$$D_w = \frac{Q}{2\pi KD}\ln\frac{r_0}{r_w} + CQ^n$$

$$D_w = h_0 - h_w$$

در این معادله C عدد ثابتی است که با توجه به شعاع، ساختمان و شرایط چاه تغییر می کند. در رابطه فوق $\frac{\ln(r_0/r_w)Q}{2\pi KD}$ برابر با افت آبخوان و CQ^n برابر با افت شبکه می باشد. در صورت تقسیم دبی به افت داخل چاه، دبی ویژه یا ظرفیت ویژه چاه بدست می آید که استعداد آبدهی چاه را نشان می دهد. ظرفیت ویژه چاه با افزایش Q کاهش می یابد.

افت چاه در سیستم های چند چاهی :

در سیستم های چند چاهی، مقدار افت در هر نقطه از منطقه تاثیری که بر اثر پمپاژ از چند چاه مجاور هم ایجاد می شود برابر است با:

$$D_T = D_1 + D_2 + D_3 + \mathbf{L} + D_n$$

D_T : مقدار افت کل در یک نقطه

D_n : افت هر چاه به تنهایی

با توجه به اینکه تعداد چاه ها و چگونگی وضعیت و قرار گیری آنها در تعیین میزان افت موثر می باشند، مقدار افت در یک نقطه در منطقه تاثیر چند چاه آبکشی حفر شده در یک آبخوان تحت فشار برابر است با :

www.Endbook.net

$$h_0 - h = \sum_{i}^{n} \frac{Q_i}{2\pi KD} \ln \frac{R_i}{r_i}$$

همچنین مقدار افت در یک نقطه در منطقه تاثیر چند چاه آبکشی حفر شده در یک آبخوان آزاد برابر است با :

$$h_0^2 - h^2 = \sum_{i}^{n} \frac{Q_i}{\pi K} \ln \frac{R_i}{r_i}$$

که در معادلات فوق :

$h_0 - h$ و $h_0^2 - h^2$: مقدار افت در یک نقطه در منطقه تاثیر

Q : دبی چاه i ام

K : هدایت هیدرولیکی (ضریب نفوذپذیری)

D : ضخامت آبخوان ها

R_i : فاصله چاه i ام تا نقطه ای که در آن افت قابل صرف نظر کردن است

r_i : فاصله چاه i ام تا نقطه مورد نظر، می باشد.

بطور کلی افزودن سرعت ورود آب به چاه، کمتر کردن قطر چاه، کاستن از درصد منفذهای جداره چاه و افزایش دبی بهره برداری و استخراج چاه باعث کاهش افت چاه یا افت شبکه می شود.

www.Endbook.net

محاسبه ضریب آبگذری (T) و ضریب ذخیره (S) در آزمون های پمپاژ :

محاسبه ضریب ذخیره و ضریب آبگذری در آبخوان های تحت فشار و آزاد در شرایط ماندگار و غیر ماندگار محاسبه می شود که به شرح زیر می باشد :

الف – محاسبه T و S در شرایط ماندگار و در آبخوان های تحت فشار :

محاسبه در این شرایط بر اساس معادله تعادل صورت می گیرد. بر اساس این معادله مقدار T برابر است با :

$$T=\frac{Q\log(\frac{r_2}{r_1})}{2/73(s_1-s_2)} \quad \text{یا} \quad T=\frac{Q\ln(\frac{r_2}{r_1})}{2\pi(s_1-s_2)}$$

در این معادله (s_1-s_2) افت تعادلی می باشد.

جهت محاسبه S با داشتن مقادیر Q، T و s می توان به ترتیب از فرمول های زیر استفاده نمود :

$$s=\frac{QW(u)}{4\pi T} \quad -1$$

$$u=\frac{r^2S}{4Tt} \quad -2$$

ب- محاسبه T و S در شرایط ماندگار و در آبخوان های آزاد :

محاسبه در این شرایط نیز بر اساس معادله تعادل صورت می گیرد. بر اساس این معادله داریم :

$$Q=\frac{2\pi Th(s_1-s_2)}{\ln\frac{r_2}{r_1}}$$

بنابراین براساس معادله بالا مقدار Th برابر خواهد بود با :

$$Th=\frac{Q\ln(\frac{r_2}{r_1})}{2\pi(s_1-s_2)}$$

در معادله بالا Th برابر با ضریب آبگذری برای ارتفاع متوسط آبخوان در حال پمپاژ بین دو پیزومتر r_1 و r_2 می باشد.

بنابراین مقدار T برای کل ضخامت آبخوان برابر است با :

$$T=\frac{h_0}{\overline{h}}Th$$

که در این معادله :

www.Endbook.net

h_0 : کل ضخامت آبخوان

$\bar{h}$: ارتفاع متوسط آبخوان بین r_1 و r_2 می باشد.

همچنین ارتفاع متوسط آبخوان بین r_1 و r_2 $(\bar{h})$ از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$\bar{h} = \frac{2h_0 - s_1 - s_2}{2}$$

پس از محاسبه T، جهت محاسبه S با داشتن مقادیر Q ،T و s می توان به ترتیب از فرمول های زیر استفاده نمود :

$$s = \frac{QW(u)}{4\pi T} \quad -1$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \quad -2$$

پ- محاسبه T و S در شرایط غیر ماندگار و در آبخوان های تحت فشار :

در این حالت برای بدست آوردن T و S از روابط تیس استفاده می شود :

$$T = \frac{Q}{4\pi s} W(u)$$

و

$$S = \frac{4Tu}{\frac{r^2}{t}}$$

با توجه به اینکه u و W(u) هر دو تابع T و S می باشند، سه روش برای این محاسبات پیشنهاد شده که به شرح زیر می باشند :

1- **روش تیس** : روش تیس روشی ترسیمی می باشد. بر اساس روش تیس با ترسیم s نسبت به $\frac{r^2}{t}$ و W(u) را نسبت به u در روی کاغذهای یکسان و جداگانه و انطباق این دو نمودار می توان مقادیر s، $\frac{r^2}{t}$، W(u) و u وابسته به یکدیگر را بدست آورد.

www.Endbook.net

2- **روش ژاکوب** : این روش بر اساس معادله ژاکوب ($s=\frac{2/3Q}{4\pi T}\log\frac{2/25Tt}{r^2S}$) و با اندازه گیری مقادیر افت (s) سطح آب در پیزومتر مجاور چاه اصلی در طول زمان (t) و ترسیم نمودار مقادیر s بر حسب logt و اندازه گیری شیب این نمودار (Δs) که برابر با $\frac{2/3Q}{4\pi T}$ می باشد، بر اساس رابطه زیر می توان مقدار T را محاسبه نمود :

$$T=\frac{2/3Q}{4\pi\Delta s}$$

با ادامه دادن خط مستقیم نمودار ذکر شده تا قطع کردن محور زمان (t_0) می توان مقدار S را از رابطه زیر محاسبه نمود :

$$S=\frac{2/25Tt_0}{r^2}$$

راه حل ذکر شده تنها در صورتی که $u\leq 0/01$ باشد، اعتبار دارد.

3- **آزمون برگشت** : در این روش تنها می توان مقدار T را محاسبه نمود، همچنین با این روش می توان مقدار T را که قبلاً توسط آزمون پمپاژ بدست آمده، بار دیگر کنترل نمود. زمانی که آزمون پمپاژ کامل شود، پس از قطع پمپاژ سطح آب موجود در چاه اصلی و چاه های مشاهده ای بالا می آید، که به این حالت برگشت یا جبران گفته می شود. در این روش مقدار افت باقیمانده(s') از طریق رابطه زیر محاسبه می شود :

$$s'=\frac{2/3Q}{4\pi T}\log\frac{t}{t'}$$

t : زمان شروع پمپاژ

t' : زمان پس از خاموش کردن پمپ

www.Endbook.net

ت- محاسبه T و S در شرایط غیر ماندگار و در آبخوان های آزاد :

روش های تیس و ژاکوب اشاره شده در بالا برای آبخوان های آزاد نیز کاربرد دارند. فقط باید توجه داشت که فرض های اساسی ذکر شده در آنها نیز صدق کند و اینکه برای بدست آوردن مقدار T کل آبخوان، مقادیر بدست آمده در آزمون های پمپاژ می بایست در $\frac{h_0}{h}$ ضرب شود.

مثال 2 : چاهی در یک آبخوان تحت فشار با دبی ثابت 1890 متر مکعب در روز پمپاژ می شود تا به حالت ماندگار برسد. در صورتی که در اثر پمپاژ مقدار افت در پیزومترهایی به فاصله 20 و 200 متری چاه، به ترتیب برابر با 8 و 1 متر باشد، ضریب آبگذری آبخوان را به دست آورید.

پاسخ 2 : با توجه به داده های مسئله داریم :

Q : $1890\frac{m^3}{day}$ و r_1 : 20 متر و r_2 : 200 متر و s_1: 8 متر و s_2: 1 متر ، بنابراین بر اساس رابطه محاسبه T در شرایط ماندگار و در آبخوان های تحت فشار، داریم :

$$T=\frac{Q\log(\frac{r_2}{r_1})}{2/73(s_1-s_2)}\rightarrow T=\frac{1890\log(\frac{200}{20})}{2/73(8-1)}\rightarrow T=\frac{1890}{19/11}\rightarrow T=98/9m$$

مثال 3 : چاهی در یک آبخوان آزاد به ضخامت کل 600 متر، با دبی ثابت 2013 متر مکعب در روز پمپاژ می شود تا به حالت ماندگار برسد. در صورتی که در اثر پمپاژ مقدار افت در پیزومترهایی به فاصله 30 و 300 متری چاه، به ترتیب برابر با 6 و 0/5 متر باشد، ضریب آبگذری آبخوان را به دست آورید.

پاسخ 3 : با توجه به داده های مسئله داریم :

Q : $2013\frac{m^3}{day}$ و r_1 : 30 متر و r_2 : 300 متر و s_1: 6 متر و s_2: 0/5 متر و h_0: 600 متر، بنابراین طبق مراحل زیر پیش می رویم:

ابتدا بر اساس رابطه محاسبه ضریب آبگذری برای ارتفاع متوسط آبخوان (Th) در شرایط ماندگار و در آبخوان های آزاد، Th را بدست می آوریم :

www.Endbook.net

$$Th = \frac{Q\ln(\frac{r_2}{r_1})}{2\pi(s_1 - s_2)} \rightarrow Th = \frac{2013\ln(\frac{300}{30})}{2(3/14)(6-0/5)} \rightarrow Th = \frac{4635/1}{34/54} \rightarrow Th = 134/19$$

در مرحله دوم ، برای بدست آوردن ضریب آبگذری (T) آبخوان، می بایست ارتفاع متوسط آبخوان بین دو پیزومتر ($\bar{h}$) به دست آید :

$$\bar{h} = \frac{2h_0 - s_1 - s_2}{2} \rightarrow \bar{h} = \frac{2(600) - 6 - 0/5}{2} \rightarrow \bar{h} = 596/75m$$

با بدست آوردن ارتفاع متوسط آبخوان ($\bar{h}$)، ضریب آبگذری (T) برابر خواهد بود با :

$$T = \frac{h_0}{\bar{h}} Th \rightarrow T = \frac{600}{596/75}(134/19) \rightarrow T = 134/92$$

تغذیه مصنوعی :

به مجموعه عملیاتی که توسط انسان طراحی می شود تا آب آبخوان بصورت مصنوعی تامین شود تغذیه مصنوعی گفته می شود. با تغذیه مصنوعی آبخوان ها می توان به اهداف زیر دست یافت :

1- با تغذیه مصنوعی می توان سطح پیزومتریک در آبخوان های تحت فشار و سطح ایستابی در آبخوان های آزاد را افزایش داد.

2- به وسیله تغذیه مصنوعی می توان آب را در آبخوان ها جهت مصارف آتی ذخیره نمود. در آبخوان های آزاد به دلیل گسترش زیاد و ضریب ذخیره بالا می توان مقادیر قابل توجهی آب را ذخیره نمود، در آبخوان های تحت فشار به دلیل اینکه ضریب ذخیره پایین است نمی توان آب زیادی را به آبخوان تزریق کرد، در عوض می توان با تزریق حجم کمی آب در این آبخوان ها بار پیزومتریک را تا ارتفاع زیادی بالا برد.

3- با تزریق آبی با کیفیتی مناسب به آبخوان، می توان کیفیت آب زیرزمینی را بالا برد.

4- جلوگیری از نشست زمین در مناطقی که استفاده غیر اصولی از آبخوان ها صورت می گیرد.

5- کاهش اختلاف بین تغذیه و تخلیه آبخوان.

تغذیه مصنوعی آبخوان ها به روش های متعددی بسته به شرایط منبع آب، نوع آبخوان، شرایط زمین شناسی و توپوگرافی، نوع خاک و شرایط اقتصادی پروژه، انتخاب می شود، این روش ها عبارتند از :

www.Endbook.net

1- **روش افزایش تراوش** : در این روش سعی بر این است که با تغییر شرایط توپوگرافی و زیست محیطی زمان و سطح نفوذ رواناب به داخل زمین افزایش یابد.

2- **روش های پخش سطحی** : در این روش استخرها یا گودالهایی مسطح و نفوذپذیر ساخته شده و آب های سطحی به داخل این استخرها هدایت می شود و به زیر سطح زمین تراوش می کند. در این روش آب ضمن ذخیره سازی، تصفیه نیز می شود.

3- **روش تغذیه بوسیله چاه ها** : هدایت جریان آب از سطح زمین به داخل آبخوان ها بوسیله چاه های تغذیه ای، چاه های آبکشی و یا چاه های دو منظوره، به روش تغذیه بوسیه چاه ها معروف است.با تزریق آب به داخل چاه های تغذیه سطح ایستابی یا پیزومتریک اطراف چاه بالا آمده و تشکیل مخروط برآمدگی را می دهد. معادلات این روش در آبخوان (به شرط قطع کل ضخامت آبخوان توسط چاه) تحت فشار عبارت است از :

$$Qr = \frac{2\pi KD(h_w - h_0)}{\ln(\frac{r_0}{r_w})}$$

همچنین برای آبخوان های آزاد عبارت است از :

$$Qr = \frac{\pi K(h_w^2 - h_0^2)}{\ln(\frac{r_0}{r_w})}$$

Qr : دبی تغذیه چاه

4- **روش تغذیه بوسیله قنات ها** : با تزریق آب در مجاری قنات های خشک شده می توان آبخوان را تغذیه نمود.

5- **روش تغذیه واداری (القایی)** : احداث تاسیسات استخراج آب و یا شبکه های زهکشی به موازات و در فاصله نزدیکی از یک رودخانه یا یک منبع دائمی آب و پایین آمدن سطح ایستابی بر اثر استخراج آب بوسیله این تاسیسات، جریان آب از طریق رودخانه یا دریاچه و ... به داخل آبخوان هدایت می شود. تاثیر مفید این روش در تشکیلات شن و ماسه ای سخت نشده و با نفوذپذیری بالا بیشتر است.

لازم به ذکر است که روش پخش آب در حوضچه های سطحی، انتقال آب به مجاری قنات های خشک و ایجاد و احداث بند در بستر آبراهه های طبیعی از روش های مناسب جهت تغذیه مصنوعی آبخوان های آزاد می باشند و به علت اینکه لایه بالایی آبخوان های تحت فشار ناتراوا یا کم تراوا می باشند، روش های ذکر شده جهت تغذیه آبخوان های تحت فشار

www.Endbook.net

مناسب نیست. می توان مناسب ترین روش تغذیه مصنوعی برای آبخوان های تحت فشار را تزریق آب به درون چاه های تغذیه دانست.

نفوذ آب شور در آبخوان های ساحلی :

در آبخوان های ساحلی، نفوذ آب شور دریا یا دریاچه به درون این آبخوان ها امری معمول و قابل پیشگیری یا تصحیح است. در آبخوان های قرار گرفته در سواحل، آب شیرین همواره به سمت دریا یا دریاچه جریان دارد و تخلیه آب شیرین از آبخوان ساحلی به سمت دریا یا دریاچه صورت می گیرد. بنابراین و با توجه به تعادل طبیعی بین آب شیرین و آب شور و ایجاد یک سطح مشترک به عنوان سطح جدا کننده این دو نوع آب (به دلیل چگالی های متفاوت این دو نوع آب) هرچه جریان آب شیرین از سمت آبخوان ساحلی به سمت دریا بیشتر باشد، نفوذ آب دریا یا آب شور به داخل آبخوان های ساحلی حاوی آب شیرین کمتر است. تخلیه، استخراج و بهره برداری بی رویه و غیر اصولی آب از آبخوان های ساحلی، باعث افزایش یافتن جریان آب شور از دریا به آبخوان می شود و در انتها باعث شور شدن آب شیرین در این آبخوان ها خواهد شد. لازم به ذکر است که سطح مشترک میان آب شور و شیرین در آبخوان های ساحلی در واقع یک سطح خطی یا صفحه ای نمی باشد. این قسمت در واقع یک منطقه باریک و دارای ضخامت در حد چند متر است که به منطقه پراکندگی موسوم است. در این منطقه آب شیرین و شور با نسبت های متفاوت با یکدیگر درآمیخته اند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در سواحل، هرچه به دریا نزدیک تر شویم، ارتفاع سطح ایستابی در آبخوان های ساحلی نسبت به سطح تراز دریا کمتر شده و سطح مشترک بین آب شور و شیرین می بایست در زیر سطح تراز دریا قرار گیرد. در آبخوان های ساحلی با افزایش میزان استخراج آب، کاهش بارندگی و کاهش سرعت جریان آب زیرزمینی از ساحل به دریا، عمق برخورد به آب شور کاهش می یابد.

در آبخوان های تحت فشار نیز وضعیت به همین شکل است. رابطه تقریبی تاد جهت بررسی جریان آب شیرین در آبخوان های تحت فشار ساحلی پیشنهاد شده است :

$$q = \frac{1}{2}\left(\frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f}\right)\frac{Kb^2}{L}$$

q : جریان آب شیرین به طرف دریا در واحد طول

K : هدایت هیدرولیکی

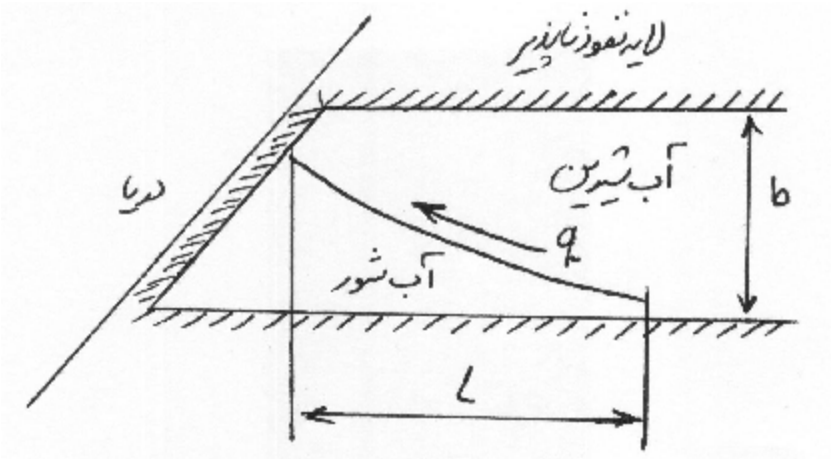
ρ_s: چگالی آب شور

www.Endbook.net

ρ_f: چگالی آب شیرین

L : طول زبانه آب شور

b : ضخامت آبخوان



رابطه تاد برای آبخوان های آزاد ساحلی نیز کاربرد دارد. در استفاده از این فرمول برای آبخوان های آزاد ساحلی به جـای ضخامت آبخوان (b) ضخامت اشباع شده آبخوان آزاد ساحلی قرار داده می شود.

آبخوان های موجود در جزیره های کوچک واقع شده در دریاها و اقیانوس ها نیز مورد هجوم آب دریا و اقیانوس قرار مـی گیرند. چون جریان آب شیرین از آبخوان به دریا بصورت شعاعی صورت می گیرد، بنابراین سطح ایستابی در این آبخـوان ها به شکل عدسی محدب است.

روش های تشخیص نفوذ آب دریا به آبخوان های ساحلی :

1- **روش رول** : در این روش آلودگی آبهای زیرزمینی توسط آب دریا بر اساس نسبت یون کلرید به مجموع یون های بی کربنات و کربنات ارزیابی می شود :

$$\frac{Cl^-}{HCO_3^- + CO_3^{2-}}$$

به دلایل زیر افزایش نسبت ذکر شده در بالا، می تواند دلیل مناسبی جهت وارد شدن آب دریا در آب زیرزمینـی آبخـوان های ساحلی باشد :

- میزان یون کلرید در آب دریا بیش از سایر یون ها می باشد.

www.Endbook.net

- میزان یون کلرید در آب زیرزمینی معمولاً ناچیز است.

- معمولاً فراوان ترین یون در آب های زیرزمینی، یون بی کربنات است.

- یون بی کربنات در آب دریا معمولاً ناچیز است.

2- **تهیه مقاطع عمود بر ساحل دریا** : تهیه این نقشه ها بر اساس تغییرات کیفی و هدایت الکتریکی ویژه تهیه شده و مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد.

راه های پیشگیری و جلوگیری از نفوذ آب به درون آبخوان های ساحلی :

1- **تغییر در میزان بهره برداری از آب زیرزمینی** : با کاهش میزان بهره برداری از یک چاه و استفاده بهینه و مناسب از آبخوان می توان حضور جریان طبیعی ساحل به دریا را تثبیت نموده و از بوجود آمدن جریان دریا به ساحل جلوگیری به عمل آورد.

2- **تغییر در محل و تراکم چاه های تخلیه** : تغییر محل چاه ها تا حدودی از پیشرفت آب دریا جلوگیری به عمل می آورد. در صورتی که تراکم چاه ها در کناره ها و نزدیک به دریا باشد، به علت شیب زیاد سطح آب زیرزمینی جریان آب از دریا به ساحل به سهولت صورت می گیرد. در صورتی که تراکم چاه ها با فاصله بیشتری نسبت به دریا قرار گیرد، با کاهش شیب سطح آب زیرزمینی می توان میزان جریان آب دریا به ساحل را تا حد زیادی کاهش داد.

3- **تغذیه مصنوعی آبخوان های ساحلی** : تغذیه مصنوعی آبخوان هایی که توسط آب دریا آلوده می شوند، راه دیگری جهت کاهش آلودگی آبخوان های ساحلی می باشد. معمولاً آبخوان های آزاد ساحلی توسط روش پخش سطحی و آبخوان های تحت فشار ساحلی به روش تزریق آب در چاه های تغذیه ساحلی تغذیه مصنوعی می شوند.

4- **ایجاد یک خط افت بوسیله پمپاژ** : در این روش تعدادی چاه تغذیه در امتداد یک خط و به موازات ساحل دریا یا دریاچه حفر می شود. با استخراج آب این چاه ها، خط افتی در تراز آب زیرزمینی ایجاد می شود که باعث استخراج آب های شور شده و از پیشرفت آنها به سمت ساحل جلوگیری می شود.

5- **احداث سد زیرزمینی** : با احداث سد زیرزمینی از مواد غیر قابل نفوذ، جهت کاهش نفوذپذیری آبخوان های ساحلی، جریان آب از دریا به خشکی کاهش می یابد. این روش بیشتر در مناطقی عملی است که دره ای آبرفتی باریک و کم عمق به آبخوانی بزرگتر در خشکی متصل شود.

www.Endbook.net

نمونه سوالات تستی

1- **در معادله تیس (Theis) مقدار u به پارامترهای زیر بستگی دارد :**

1) $u=\frac{kr^2}{Q}$ 2) $u=\frac{2\pi k}{r}$ 3) $u=\frac{r^2S}{4tT}$ 4) $u=\frac{Q}{4\pi T}$

2- **در فرمول ژاکوب مقدار افت ویژه به یکی از موارد زیر بستگی دارد :**

1) نسبت لگاریتم زمان به مجذور فاصله پیزومتر تا چاه $\frac{t}{R^2}$

2) نسبت افت به ضریب ذخیره $\frac{s}{S}$

3) نسبت لگاریتم دبی (آبده چاه) به زمان $\frac{Q}{t}$

4) نسبت لگاریتم فاصله پیزومتر به زمان $\frac{R}{t}$

3- **آزمایش لوژان برای اندازه گیری نفوذپذیری در یکی از موارد زیر به کار می رود :**

1) تشکیلات سنگی 2) خاک های رسی 3) خاک های درشت دانه 4) رسوبات یخچالی

4- **در فرمول ژاکوب مقدار افت ویژه به یکی از روابط زیر بستگی دارد :**

1) $\frac{s}{Q}=\frac{0/283}{T}\log\frac{2/25r^2}{4\pi T}$ 2) $\frac{s}{Q}=\frac{0/183}{T}\log\frac{2/25t}{r^2S}$

3) $\frac{s}{Q}=\frac{0/183}{4T}\log\frac{2/25tT}{S}$ 4) $\frac{s}{Q}=\frac{0/183}{T}\log\frac{2/25tT}{r^2S}$

5- **آزمایش لوژان و لوفران برای اندازه گیری ضرایب زیر به کار می رود :**

1) K.T.S 2) S,P 3) K ، S و $\log\frac{t}{r^2}$ 4) ضریب نفوذپذیری یا K

6- **مناسب ترین روش اندازه گیری ضریب قابلیت انتقال آب در زمین یکی از طرق زیر می باشد :**

1) آزمایش پمپاژ دراز مدت با پیزومتر 2) آزمایش پمپاژ دراز مدت بدون پیزومتر

3) آزمایش برگشت (Recovery) با پیزومتر 4) آزمایش پمپاژ کوتاه مدت

www.Endbook.net

7- در فرمول تیس (**Theis**) مقدار **u** به یکی از روابط زیر بستگی دارد :

1) $u = \frac{K^2 S}{2\pi T}$ 2) $u = \frac{R^2 St}{T}$ 3) $u = \frac{\log KS}{2\pi}$ 4) $u = \frac{r^2 S}{4tT}$

8- در یک آکیفر تحت فشار، مقدار نفوذپذیری از طریق اندازه گیری صحرایی با یکی از روابط زیر بستگی دارد :

1) $K = \frac{Q}{\pi(2b)(h_2 - h_1)} \log \frac{r_2^{-1}}{r_1}$ 2) $K = \frac{Q}{\pi(2b)(h_2 - h_1)} \ln \frac{r_2}{r_1}$

3) $K = \frac{Q}{\pi(2b)(h_2 - h_1)^2} \ln \frac{r_2}{r_1}$ 4) $K = \frac{Q}{\pi(2b)(h_2 - h_1)^3} \ln \frac{r_1}{r_2}$

9- معادله اصلاح شده جی کوب (**Jacob**) در آزمایش پمپاژ وقتی معتبر است که :

1) فاصله پیزومترها از محور چاه زیاد و دبی کم باشد.

2) زمان پمپاژ طولانی و فاصله پیزومترها از محور چاه کم باشد.

3) زمان پمپاژ کوتاه و فاصله پیزومترها از محور چاه زیاد باشد.

4) دبی چاه زیاد و مدت پمپاژ کوتاه باشد.

10- با پمپاژ در آبخوان، جریان شعاعی وقتی به رژیم دائمی (**Steady**) می رسد که :

1) چاه با قطر زیاد حفاری نشده باشد.

2) چاه تا سنگ کف حفر نشده باشد.

3) توسعه مخروط افت وجود داشته باشد.

4) مقدار جریان های شعاعی در آبخوان با دبی چاه اختلاف نداشته باشد.

11- اگر چاهی بین دو گسل با زاویه 45 درجه قرار گیرد، مقدار افت در چاه اصلی نسبت به چاه های تصویری به کدامیک از روابط زیر بستگی دارد؟

1) $\frac{180}{\alpha - \beta} - 1$ 2) $\frac{360}{\alpha - \beta} - 1$ 3) $\frac{270}{\alpha} - 1$ 4) $\frac{360}{\alpha} - 1$

www.Endbook.net

12- **در استفاده از فرمول Theis (تیس) لایه آبدار یا آکیفر بایستی کدام یک از شرایط ذیل را دارا باشد؟**

1) زمین همگن و ایزوتروپ بوده و آبخوان کم و بیش تحت فشار باشد.

2) زمین ناهمگن و آنیزوتروپ باشد.

3) آبخوان آزاد و جریان آب از پایین و بالا برقرار باشد.

4) مقدار $u \le 0,01$ و آبخوان آزاد و جریان آب فقط از پایین به سمت بالا باشد.

13- **مقدار افت ویژه در داخل چاه به چه عواملی بستگی دارد؟**

1) به مقدار $\frac{s}{Q}$ (افت ویژه) نسبت به زمان $\left[\frac{1}{t}\right]$

2) به مقدار ضریب ذخیره (S) نسبت به زمان (t)

3) به مقدار دبی نسبت به فاصله چاه از پیزومتر

4) نسبت دبی به افت $\left[\frac{Q}{s}\right]$ با زمان $\left[\frac{1}{t}\right]$

14- **در رابطه تیس مقدار افت (S) با کدامیک از عوامل زیر بستگی دارد؟**

1) $s=\frac{Q}{4\pi T}\frac{W(u)}{S}$

2) $s=\frac{0/183}{T}W(u)$

3) $s=\frac{Q}{2/3\pi}(u)$

4) $s=\frac{Q}{4\pi T}W(u)$

15- **در یک آزمایش پمپاژ در صورتی که مقدار $Q=9\ m^3/s$ و افت $s=1/5\ m$ و مقدار $W(u)=2$ و $u=8/6\times10^{-2}$ باشد. مقادیر T و S کدامیک از حالت های زیر می باشد؟**

1) $S=1/72\times10^{-4}$, $T=10^{-5}$

2) $S=4/2\times10^{-8}$, $T=8$

3) $S=1/72\times10^{-4}$, $T=2$

4) $S=4/6\times10^{-2}$, $T=18$

16- **مقدار افت فشار در چاه ها به کدامیک از عوامل زیر بستگی دارد؟**

1) به حالت دانه بندی لایه آبدار

2) به نحوه مشبک کردن لوله آبده و مقدار CQ^n

3) به فاصله سطح استاتیک تا سنگ کف

4) به فاصله سطح زمین تا لوله مشبک

17- **شعاع تاثیر هر چاه به کدامیک از گزینه های زیر بستگی دارد؟**

1) شعاع چاه و پیزومتر

2) قابلیت انتقال آبخوان

3) سطح مقطع آبخوان

4) ضریب ذخیره آبخوان

www.Endbook.net

18- **چرا در مفروضات تایس (Theis) قطر چاه کم در نظر گرفته می شود؟**

1) از آب ذخیره شده داخل چاه صرف نظر شود.

2) آبدهی چاه کم باشد تا زودتر رژیم جریان دائم (Steady) شود.

3) جریان شعاعی در اطراف چاه به وجود آید.

4) آبدهی چاه ثابت بماند.

19- **کدام یک از شرایط زیر برای استفاده از روش Jacob در آزمایش پمپاژ ضروری است؟**

1) پمپاژهای درازمدت و پیزومترهای نزدیک به چاه
2) پمپاژهای درازمدت و پیزومترهای دور از چاه
3) پمپاژهای کوتاه مدت و پیزومترهای دور از چاه
4) پمپاژهای کوتاه مدت و پیزومترهای نزدیک به چاه

20- **اگر یک حلقه چاه در نزدیکی مرز آبخوان (Aquifer Boundary) حفاری و پمپاژ شود، جریان های اطراف آن چگونه است؟**

1) جریان های افقی، شعاعی و متقارن
2) جریان ها شعاعی، نامتقارن و افقی
3) جریان های شعاعی، متقارن و غیر افقی
4) جریان ها افقی و یک جهته

21- **کدام گزینه فرضیه دوپویی را نقض می کند؟**

1) ارتفاع آب در چاه و آبخوان یکسان باشد.
2) شیب هیدرولیکی در طول خط عمودی ثابت باشد.
3) شیب سطح ایستابی ناچیز باشد.
4) مولفه عمودی جریان غالب باشد.

22- **با افزایش هدایت هیدرولیکی یک آبخوان ....**

1) شعاع تاثیر چاه پمپاژ موجود در آن افزایش می یابد.
2) شیب مخروط افت افزایش می یابد.
3) شعاع تاثیر چاه پمپاژ موجود در آن کاهش می یابد.
4) مقدار افت کلی در چاه پمپاژ افزایش می یابد.

23- **چاهی که در یک آبخوان تحت فشار حفر شده است، با دبی ثابت 3768 مترمکعب بر روز پمپاژ می شود. چنانچه بر روی نمودار نیمه لگاریتمی افت – زمان، اختلاف افت در یک سیکل لگاریتمی برابر 2/3 متر باشد، قابلیت انتقال (T) آبخوان چند متر مربع بر روز است؟**

1) 130
2) 300
3) 450
4) 690

www.Endbook.net

24- **افزایش کدام پارامتر باعث افزایش سرعت جریان آب به داخل چاه پمپاژ می گردد؟**

1) مقدار دبی برداشت از چاه (Q)
2) مساحت باز اسکرین به کار برده شده در چاه
3) طول اسکرین مورد استفاده در چاه
4) قطر اسکرین به کار گرفته شده در چاه

25- **مقدار دبی خارج شده از یک چاه به ازای مقدار افت سطح ایستابی نشانگر کدام یک از خصوصیات است؟**

1) آبدهی ویژه
2) افت چاه
3) بازدهی چاه
4) ظرفیت ویژه

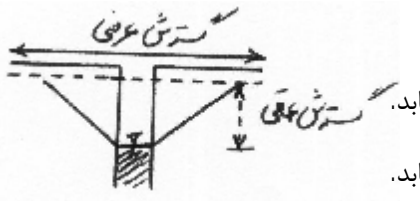
26- **در یک آبخوان آرتزین افت معادل X در چاه مشاهده ای به فاصله 100 متری از چاه بهره برداری پس از یک ساعت رخ داده است. این افت پس از چند ساعت در چاه مشاهده ای به فاصله 300 متر از چاه بهره برداری رخ خواهد داد؟**

1) $\frac{1}{9}$
2) 3
3) 9
4) 27

27- **گسترش عمقی و عرضی مخروط افت چاه پمپاژ حفر شده در سفره آزاد در صورتی که ضریب آبدهی ویژه آن افزایش یابد، مطابق کدام گزینه است؟**

1) گسترش عمقی مخروط افت کاهش و گسترش عرضی آن افزایش می یابد.
2) فقط گسترش عمقی مخروط افت افزایش می یابد.
3) گسترش عمقی مخروط افت زیاد و گسترش عرضی آن کم می شود.
4) گسترش عمقی و عرضی مخروط افت کاهش می یابد.

28- **نمودار زیر مخروط یک چاه پمپاژ را نشان می دهد. مخروط افت این چاه برای شرایطی که ضخامت سفره تغییر نکند و قابلیت انتقال (T) سفره نصف شود، مطابق کدام یک از موارد زیر خواهد بود؟**



1) مخروط افت هم از نظر عمقی و هم از نظر عرضی گسترش می یابد.
2) گسترش عمقی مخروط افت کاهش و گسترش عرضی آن افزایش می یابد.
3) گسترش عمقی مخروط افت افزایش و گسترش عرضی آن کاهش می یابد.
4) مخروط افت هم از نظر عمقی و هم از نظر عرضی کاهش می یابد.

www.Endbook.net

29- **کدام مورد باعث افزایش افت چاه (Well loss) می شود؟**

1) افزایش عمق چاه
2) افزایش قطر چاه
3) ایجاد صافی شنی
4) دبی بهره برداری از چاه

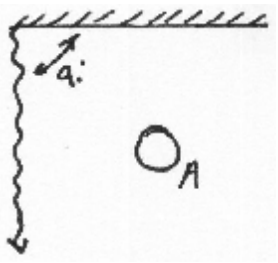
30- **طول آزمایش پمپاژ در سفره آزاد بیشتر بستگی به کدام گزینه دارد؟**

1) ضخامت سفره و شعاع تاثیر
2) ضریب ذخیره و قابلیت انتقال سفره
3) ضخامت سفره و عمق چاه
4) بافت مواد سفره

31- **اگر قابلیت انتقال دو سفره آزاد و محبوس برابر باشد، نسبت دبی به افت در آنها در شرایط برداشت یکسان آب چگونه است؟**

1) بستگی به ضخامت آنها دارد.
2) در سفره محبوس بیشتر است.
3) در سفره آزاد بیشتر است.
4) ربطی به نوع سفره ندارد.

32- **دو مرز یک لایه آبدار را سازند نفوذناپذیر و رودخانه مطابق شکل زیر تشکیل می دهند. چاه A در نزدیکی این مرزها در حال پمپاژ است. اگر بخواهیم چاه های مجازی را جایگزین هیدرولیکی این مرزها قرار دهیم، چه ترکیبی از چاه های مجازی لازم است؟**



1) دو چاه تخلیه و یک چاه تغذیه
2) دو چاه تغذیه و یک چاه تخلیه
3) سه چاه تخلیه
4) سه چاه تغذیه

33- **در یک سفره آزاد جهت استفاده از فرمول های تایس برای محاسبه T و S بایستی .....**

1) آبدهی ویژه سفره زیاد و ضریب ذخیره آن خیلی کم باشد.
2) افت در سفره کم و ضخامت اشباع سفره کاملاً زیاد باشد.
3) ضخامت سفره کم ولی قابلیت انتقال آن بیشتر باشد.
4) مقدار پمپاژ و قابلیت انتقال کم باشد.

www.Endbook.net

34- **معادله برنولی در سفره آب زیرزمینی چه فرق عمده ای با لوله ها دارد؟**

1) بار سرعت برای سفره های آب زیرزمینی حذف شده است.

2) بار فشاری برای سفره های آب زیرزمینی بیشتر است.

3) بار ارتفاعی برای سفره های آب زیرزمینی بیشتر است.

4) هر سه مورد صحیح است.

35- **در مورد افت چاه (Well loss) کدام گزینه صحیح است؟**

1) با دبی رابطه خطی کاهشی نشان می دهد.

2) با دبی رابطه خطی افزایشی نشان می دهد.

3) با توان دوم دبی رابطه خطی کاهشی نشان می دهد.

4) با توان دوم دبی رابطه خطی افزایشی نشان می دهد.

36- 3×10^6 **متر مکعب آب از سطح آبخوان دایره ای به شعاع 5 کیلومتر و افت 0/4 متر در سطح آب زیرزمینی، پمپاژ شده است. آبدهی ویژه آبخوان برابر است با :**

1) 0/038 2) 0/095 3) 0/382 4) 0/955

37- **در صورتی که دبی پمپاژ و زمان پمپاژ ثابت باشد، هرچه اندازه ذرات** .....

1) کوچکتر باشد، توسعه عمودی مخروط افت کمتر می شود.

2) بزرگتر باشد، توسعه عمودی مخروط افت کمتر می شود.

3) کوچکتر باشد، توسعه مخروط افت به صورت جانبی و عمودی بیشتر می شود.

4) بزرگتر باشد، توسعه جانبی مخروط افت کمتر می شود.

38- **اگر در یک سفره محبوس، آبدهی آن کم باشد، علت آن کم بودن** ..... **می باشد.**

1) ضخامت لایه آبدار 2) هدایت هیدرولیکی (k) 3) ضریب ذخیره (S) سفره 4) قابلیت انتقال (T) سفره

39- **در یک لایه آبدار هرچه قابلیت انتقال (T) بیشتر باشد،** .....

1) شعاع موثر کوچکتر است.

2) شعاع موثر بزرگتر است.

3) مخروط افت دارای شیب بیشتری است.

4) مقدار افت در چاه پمپاژ بیشتر است.

40- **در کدامیک از لایه های آبدار زیر مخروط افت ایجاد شده در اثر پمپاژ چاه متقارن است؟**

1) لایه آبدار ناهمگن و ایزوتروپ

2) لایه آبدار همگن و ایزوتروپ

www.Endbook.net

3) لایه آبدار ناهمگن و انیزوتروپ 4) لایه آبدار همگن و انیزوتروپ

41- در آبخوان های تحت فشار کدام روش جهت تغذیه مصنوعی پیشنهاد می شود؟

1) پخش سطحی 2) انتقال آب به مجاری قنات های خشک

3) تزریق آب به درون چاه های تغذیه 4) احداث بند در بستر آبراهه های طبیعی

42- کدام گزینه نشان دهنده نفوذ آب شور در آبخوان ساحلی حاوی آب شیرین می باشد؟

1) افزایش یون کلرید 2) افزایش یون بی کربنات 3) کاهش یون کلرید 4) افزایش CO_3^{2-}

43- بر اساس رابطه تاد در آبخوان های تحت فشار ساحلی حاوی آب شیرین، جریان آب شیرین به طرف دریا در واحد طول با کدامیک از پارامترهای زیر رابطه معکوس دارد؟

1) هدایت هیدرولیکی 2) چگالی آب شور 3) طول زبانه آب شور 4) ضخامت آبخوان

44- چاهی در یک آبخوان تحت فشار با دبی ثابت 2110 متر مکعب در روز پمپاژ می گردد. در صورتی که در اثر پمپاژ مقدار افت در پیزومترهایی به فاصله 10 و 100 متری چاه، به ترتیب برابر با 11 و 1 متر باشد، ضریب آبگذری (T) آبخوان برابر با کدام گزینه خواهد بود ؟

1) 101/28 2) 77/29 3) 93/2 4) 54/38

45- چاهی در یک آبخوان آزاد به ضخامت کل 300 متر حفر شده است. در صورتی که در اثر پمپاژ، مقدار افت در دو پیزومتر قرار گرفته در فواصل معینی از چاه برابر با 10 و 8 متر باشد، ضریب آبگذری آبخوان برابر با کدام گزینه خواهد بود؟ (ضریب آبگذری متوسط آبخوان = 180 متر مربع در روز)

1) 131/9 2) 170/21 3) 185/56 4) 190/2

46- در آزمون برگشت، مقدار افت باقیمانده در چاه (s') با افزایش کدام پارامتر، کاهش می یابد؟

1) ضریب ذخیره (S) 2) ضریب آبگذری (T) 3) دبی چاه (Q) 4) زمان شروع پمپاژ (t)

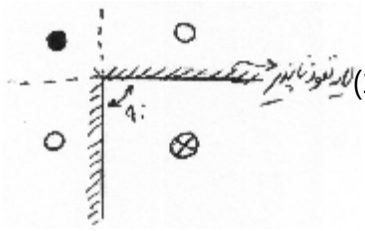
47- یک چاه به قطر ثابت در آبخوانی با $T=100\frac{m^2}{day}$ و $S=0/003$ حفر شده است. مقدار دبی چاه را می بایست در چه حدی نگاه داشت تا مقدار افت در طول یک سال آینده، هرگز از 20 متر تجاوز نکند؟ ($W_{(u)}=10$)

1) 1890 2) 983 3) 2321 4) 2512

www.Endbook.net

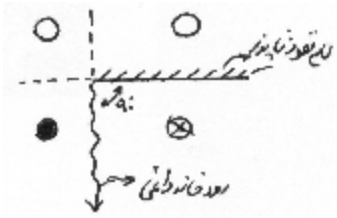
48- در صورتی که دوایر توپر نشان دهنده چاه های آبکشی مجازی و دوایر توخالی نشان دهنده چاه های تغذیه مجازی باشند و ⊗ نشان دهنده چاه اصلی آبکشی باشد، کدام گزینه موقعیت چاه ها را در منطقه جهت متعادل ساختن میزان افت، صحیح نشان می دهد؟

1)

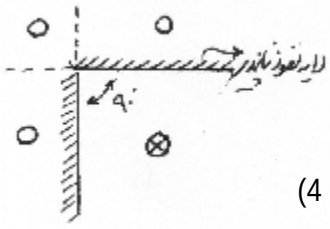


2)

3)



4)



www.Endbook.net

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 3 صحیح است**. در معادله تیس مقدار u برابر است با :

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

که در این معادله :

T : ضریب آبگذری

t : زمان گذشته از شروع پمپاژ

S : ضریب ذخیره

r : فاصله پیزومتر تا چاه اصلی می باشد.

2- **گزینه 1 صحیح است**. بر اساس رابطه ژاکوب مقدار افت ویژه (s) به نسبت لگاریتم زمان به مجذور فاصله پیزومتر تا چاه بستگی دارد :

$$s = \frac{2/3Q}{4\pi T} \log \frac{2/25Tt}{r^2 S}$$

3- **گزینه 1 صحیح است**. آزمایش لوژان برای اندازه گیری نفوذپذیری در سنگ و آزمایش لوفران برای اندازه گیری نفوذپذیری در خاک است.

4- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به رابطه ژاکوب داریم :

$$s = \frac{2/3Q}{4\pi T} \log \frac{2/25Tt}{r^2 S} \rightarrow \frac{s}{Q} = \frac{0/183}{T} \log \frac{2/25tT}{r^2 S}$$

5- **گزینه 4 صحیح است**. آزمایش لوژان و یا آزمایش لوفران برای محاسبه و اندازه گیری ضریب نفوذپذیری (k) در سنگ ها و خاک ها کاربرد دارند.

6- **گزینه 3 صحیح است**. مناسب ترین روش اندازه گیری ضریب قابلیت انتقال آب در زمین آزمایش برگشت (Recovery) با پیزومتر می باشد.

7- **گزینه 4 صحیح است**. در معادله تیس مقدار u برابر است با :

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

www.Endbook.net

8- **گزینه 2 صحیح است**. در یک آکیفر تحت فشار، مقدار نفوذپذیری از طریق اندازه گیری صحرایی از طریق رابطه زیر محاسبه می شود :

$$K = \frac{Q}{\pi(2b)(h_2 - h_1)} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

9- **گزینه 2 صحیح است**. راه حل ژاکوب برای حالت u بسیار کوچک ($u \leq 0/01$) اعتبار دارد. اگر r نسبتاً کوچک باشد، این شرط معمولاً در لایه های آبدار تحت فشار پس از یک ساعت و در آبخوان های آزاد پس از 12 ساعت فراهم می شود. بنابراین معادله اصلاح شده ژاکوب (Jacob) در آزمایش پمپاژ زمانی معتبر است که زمان پمپاژ طولانی و فاصله پیزومترها از محور چاه کم باشد.

10- **گزینه 4 صحیح است**. جریان شعاعی وقتی به رژیم دائم می رسد که مقدار جریان شعاعی در آبخوان با دبی چاه اختلافی نداشته باشد.

11- **هیچکدام**. با توجه به نامفهوم بودن سوال، نمی توان پاسخ منطقی را یافت.

12- **گزینه 1 صحیح است**. در این شرایط می بایست آبخوان، همگن و ایزوتروپ و جریان، کم و بیش افقی باشد.

13- **گزینه 2 صحیح است**. مقدار افت ویژه در داخل چاه به مقدار ضریب ذخیره (S) نسبت به زمان (t) بستگی دارد :

$$\frac{s}{Q} = \frac{2/3}{4\pi T} \log \frac{2/25tT}{r^2 S}$$

14- **گزینه 4 صحیح است**. در رابطه تیس مقدار افت (S) به $\frac{Q}{4\pi T} W(u)$ بستگی دارد :

$$s = \frac{Q}{4\pi T}\left[-0/5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2\times 2!} + \frac{u^3}{3\times 3!} - \mathbf{L}\right] \rightarrow s = \frac{QW(u)}{4\pi T}$$

15- **هیچکدام** . گزینه ها پاسخ صحیح را نشان نمی دهند.

$$s = \frac{QW(u)}{4\pi T} \rightarrow 1/5 = \frac{92(2)}{4(3/14)T} \rightarrow 18/84T = 184 \rightarrow T = 9/76$$

16- **گزینه 2 صحیح است**. مقدار افت فشار در چاه ها به نحوه مشبک کردن لوله آبده و مقدار CQ^n بستگی دارد.

17- **گزینه 2 صحیح است**. قابلیت انتقال آبخوان در شعاع تاثیر موثر است.

www.Endbook.net

18- **گزینه 2 صحیح است**. در صورتی که آبدهی چاه کم باشد تا زودتر رژیم جریان دائم (Steady) شود، قطر چاه کم در نظر گرفته می شود.

19- **گزینه 1 صحیح است**. در حالت پمپاژهای درازمدت و پیزومترهای نزدیک به چاه استفاده از فرمول ژاکوب الزامی است.

20- **گزینه 2 صحیح است**. در صورتی که یک حلقه چاه در نزدیکی مرز آبخوان (Aquifer Boundary) حفاری و پمپاژ شود، جریان های اطراف آن شعاعی، افقی و نامتقارن می باشند.

21- **گزینه 4 صحیح است**. وجود مولفه جریان عمودی فرضیه دوپویی را نقض می کند.

22- **گزینه 1 صحیح است**. با افزایش هدایت هیدرولیکی آبخوان شعاع تاثیر چاه پمپاژ موجود در آن افزایش می یابد.

23- **گزینه 2 صحیح است**. داده های زیر در مسئله موجود است :

Q : 3768 متر مکعب بر روز

Δs : 2/3 متر

بنابراین بر اساس معادلات ژاکوب جهت بدست آوردن و محاسبه T و S در شرایط غیر ماندگار و در آبخوان های تحت فشار داریم :

$$T = \frac{2/3Q}{4\pi\Delta s} \rightarrow T = \frac{2/3\times 3768}{4\times 3/14\times 2/3} \rightarrow T = 300\frac{m^2}{day}$$

24- **گزینه 1 صحیح است**. افزایش مقدار دبی برداشت از چاه باعث افزایش سرعت جریان آب به داخل چاه پمپاژ می شود.

25- **گزینه 4 صحیح است**. مقدار دبی خارج شده از یک چاه به ازای مقدار افت سطح ایستابی نشانگر ظرفیت ویژه چاه است.

26- **گزینه 3 صحیح است**. داده های زیر در مسئله موجود است :

r_1^2 : 100 متر ، r_2^2 : 300 متر ، t_1 : 1 ساعت

بنابراین بر اساس معادلات تیس داریم :

www.Endbook.net

$$\frac{r_1^2 s}{4\pi t_1} = \frac{r_2^2 s}{4\pi t_2} \rightarrow \frac{(100)^2 \times s}{4\pi \times 1} = \frac{(300)^2 \times s}{4\pi t_2} \rightarrow (100)^2 t_2 = (300)^2 \times 1 \rightarrow t_2 = 9$$

27- **گزینه 4 صحیح است**. زمانی که ضریب آبدهی ویژه یک سفره آزاد افزایش یابد، گسترش عمقی و عرضی مخروط افت چاه پمپاژ کاهش می یابد.

28- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به شکل گسترش عمقی مخروط افت افزایش و گسترش عرضی آن کاهش می یابد.

29- **گزینه 4 صحیح است**. با افزایش دبی بهره برداری از چاه، افت چاه نیز افزایش می یابد.

30- **گزینه 4 صحیح است**. طول آزمایش پمپاژ در سفره آزاد بیشتر بستگی به بافت مواد سفره دارد.

31- **گزینه 3 صحیح است**. چنانچه قابلیت انتقال دو سفره آزاد و محبوس برابر باشد، نسبت دبی به افت در آن ها در شرایط برداشت یکسان در سفره آزاد بیشتر است.

32- **گزینه 2 صحیح است**. جهت جایگزینی چاه ها می توان به جای مرز سازند نفوذناپذیر، دو چاه تغذیه ای و به جای رودخانه، یک چاه تخلیه ای قرار داد.

33- **گزینه 2 صحیح است**. در متدهای ارائه شده تایس می بایست مقدار افت نسبت به ضخامت اشباع شدگی بسیار ناچیز باشد.

34- **گزینه 1 صحیح است**. معادله برنولی از سه قسمت بار سرعت، بار فشار و بار ارتفاع تشکیل شده است.

35- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به روابط پمپاژ گزینه دوم صحیح است :

$$s = \frac{2/3Q}{4\pi T}\log\frac{2/25Tt}{r^2 S} \quad \text{یا} \quad s = \frac{QW(u)}{4\pi T}$$

36- **گزینه 2 صحیح است**.

$$S_y = \frac{V}{Ah} \rightarrow S_y = \frac{3\times 10^6}{3/14(5000)^2 \times 0/4} \rightarrow S_y = 0/0955$$

37- **گزینه 2 صحیح است**. در صورتی که دبی پمپاژ و زمان پمپاژ ثابت باشد، هرچه اندازه ذرات بزرگتر باشد، توسعه عمودی مخروط افت کمتر می شود.

www.Endbook.net

38- **گزینه 4 صحیح است**. اگر آبدهی یک آبخوان تحت فشار کم باشد، می توان نتیجه گرفت که قابلیت انتقال (T) آن آبخوان ضعیف و کم است.

39- **گزینه 2 صحیح است**. در یک لایه آبدار هرچه قابلیت انتقال (T) بیشتر باشد، شعاع تاثیر بزرگتر است.

40- **گزینه 2 صحیح است**. در لایه های آبدار همگن و ایزوتروپ مخروط افت ایجاد شده در اثر پمپاژ، متقارن می باشد.

41- **گزینه 3 صحیح است**. به علت اینکه لایه بالایی آبخوان های تحت فشار ناتراوا یا کم تراوا می باشند، مناسب ترین روش تغذیه مصنوعی برای آبخوان های تحت فشار، تزریق آب به درون چاه های تغذیه است.

42- **گزینه 1 صحیح است**. بر اساس رابطه زیر افزایش میزان یون کلرید و کاهش یافتن یون بی کربنات می تواند نشانه ای جهت نفوذ آب دریا به داخل آبخوان ساحلی حاوی آب شیرین باشد :

$$\frac{Cl^-}{HCO_3^- + CO_3^{2-}}$$

43- **گزینه 3 صحیح است**. بر اساس رابطه زیر (رابطه تاد) در آبخوان های تحت فشار ساحلی حاوی آب شیرین، جریان آب شیرین به طرف دریا در واحد طول (q) با هدایت هیدرولیکی (K)، چگالی آب شور (ρ_s) و ضخامت آبخوان (b) رابطه مستقیم و با طول زبانه آب شور (L) رابطه مستقیم دارد :

$$q = \frac{1}{2}\left(\frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f}\right)\frac{Kb^2}{L}$$

44- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به صورت مسئله داده های زیر موجود است :

Q : 2110 متر مکعب بر روز، r_1 : 10 متر، r_2 : 100 متر، s_1 : 11 متر، s_2 : 1 متر، T : ؟

بنابراین داریم :

$$T = \frac{Q\log\frac{r_2}{r_1}}{2/73(s_1 - s_2)} \rightarrow T = \frac{2110\times\log\frac{100}{10}}{2/73(11-1)} \rightarrow T = \frac{2110}{27/3} \rightarrow T = 77/29$$

45- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به صورت مسئله داده های زیر موجود است :

h_0 : 300 متر، s_1 : 10 متر، s_2 : 8 متر، T : ؟

www.Endbook.net

بنابراین داریم :

$$\bar{h}=\frac{2h_0-s_1-s_2}{2}\rightarrow \bar{h}=\frac{2(300)-10-8}{2}\rightarrow \bar{h}=291m$$

$$T=\frac{h_0}{\bar{h}}Th\rightarrow T=\frac{300}{291}(180)\rightarrow T=185/56$$

46- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به رابطه محاسبه افت باقیمانده در چاه (s')، با افزایش ضریب آبگذری (T)، مقدار افت باقیمانده در چاه، کاهش می یابد :

$$s'=\frac{2/3Q}{4\pi T}\log\frac{t}{t'}$$

47- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به صورت مسئله داده های زیر موجود است :

T : 100 متر مربع بر روز، S : 0/003، s : 20 متر، Q : ؟

بنابراین داریم :

$$s=\frac{QW_{(u)}}{4\pi T}\rightarrow 20=\frac{Q\times 10}{4\times 3/14\times 100}\rightarrow 10Q=25120\rightarrow Q=2512$$

48- **گزینه 2 صحیح است**. در صورتی که چاه حقیقی آبکشی باشد، در آن طرف مرز نفوذناپذیر بصورت چاه آبکشی مجازی و در آن طرف رودخانه بصورت چاه تغذیه مجازی منعکس می شود. در صورتی که چاه حقیقی تغذیه ای باشد، در آن طرف مرز نفوذناپذیر بصورت چاه تغذیه ای مجازی و در آن طرف رودخانه بصورت چاه آبکشی مجازی منعکس می شود.

www.Endbook.net

فصل چهارم:اکتشاف و بهره برداری از آبهای زیرزمینی

اکتشاف آب های زیرزمینی :

در اکتشاف منابع آب زیرزمینی مراحل زیر به ترتیب اجرا می شوند :

1- **بررسی های زمین شناسی** : شامل بررسی های سنگ شناسی، زمین شناسی ساختمانی، چینه شناسی و زمین ریخت شناسی (ژئومورفولوژی) می باشد و در نهایت به تهیه نقشه های هیدروژئولوژی می انجامد. مطالعات زمین شناسی دارای سرعت زیاد و هزینه کمی می باشند.

2- **مطالعات آب شناسی** : شامل اطلاعات کافی در رابطه با نحوه و میزان تغذیه و تخلیه آب های زیرزمینی می باشد. آمار برداری از چاه ها، قنات ها و چشمه ها از دیگر موارد در مطالعات آب شناسی است. وجود چشمه های کوچک با آبدهی پایین در دامنه کوه ها و تپه ها به دلیل وجود سنگ هایی با نفوذپذیری کم، نشان دهنده آبخوان هایی با سطوح ایستابی کم عمق و هدایت هیدرولیکی ضعیف بوده و وجود چشمه های بزرگ با آبدهی بالا در کوهپایه، پای دامنه ها و دره ها نشان دهنده وجود سنگ هایی با نفوذپذیری بالا و آبخوان هایی با سطوح ایستابی با عمق زیاد و هدایت هیدرولیکی قوی می باشد.

3- **مطالعات ژئوفیزیکی سطحی** : در بررسی های ژئوفیزیکی نمی توان به طور مستقیم جنس سنگ ها، تخلخل و ... را بدست آورد، در این روش ها تنها می توان محل های مناسب از جهت وجود آبخوان های با صرفه را تعیین و بررسی کرد. در این نوع مطالعات مقاومت ویژه ظاهری سنگ ها و مصالح زمین توسط علم ژئوالکتریک و بر اساس روابط زیر بدست می آید :

رابطه Wenner :

$$\rho_a = 2\pi\alpha\frac{V}{I}$$

ρ_a : مقاومت ویژه ظاهری مواد

α : فاصله بین الکترودها

V : اختلاف ولتاژ بین دو الکترود پتانسیل

I : شدت جریان

www.Endbook.net

رابطه **Schlumberger** :

$$\rho_a = \pi \frac{(\frac{L}{2})^2 - (\frac{b}{2})^2}{b} \times \frac{V}{I}$$

L : فاصله الکترودهای جریان

b : فاصله بین الکترودهای پتانسیل

در صورتیکه مقدار ρ_a کمتر از 10 اهم متر باشد، رسوبات از نوع رس و مارن است و یا ممکن است لایه های مورد نظر دارای آب شور باشند. پس از بدست آوردن مقادیر مقاومت ویژه در فواصل طولی معین، نتایج بر روی پروفیل ها و نقشه هایی به نام نقشه ها و مقاطع ژئوالکتریک پیاده می کنند. این نقشه ها تغییرات مقاومت ویژه ظاهری را در عمق تا حدودی ثابت نشان می دهند.

4- **حفاری های اکتشافی** : دقیق ترین، بهترین، کامل ترین و پرهزینه ترین روش جهت شناسایی مناطق جهت آب زیرزمینی حفر گمانه ها و چاه های اکتشافی می باشد. از طریق مطالعات حفاری می توان به جنس، ضخامت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مصالح تشکیل دهنده لایه های تحت الارضی، عمق سنگ بستر، بررسی فیزیکی، شیمیایی و کیفی آب زیرزمینی، عمق سطح ایستابی یا پیزومتریک، تفکیک لایه های آبدار شیرین و شور، تعداد آبخوان ها، تعیین K، T و S و ... پی برد.

5- **چاه نگاری** : چاه نگاری شامل بررسی شرایط لایه ها و آب های تحت الارضی بوسیله سنجش برخی خصوصیات لایه ها و آب از طریق دستگاه های سنجش در طول چاه حفاری شده، می باشد که اطلاعات بدست آمده بصورت نمودارهایی به نام چاه نگاشت نمایش داده می شوند. انواع چاه نگاشت ها عبارتند از :

الف – نمودار پتانسیل خودزا (SP) : اطلاعات این نمودار از طریق اندازه گیری اختلاف پتانسیل بین الکترود متصل به سطح زمین در سر چاه و الکترود فرستاده شده در چاه، بدست می آید. این نمودارها دارای دو نیمه منفی (سمت چپ) و مثبت (سمت راست) است. قسمت مثبت (خط شیل) این نمودار نشان دهنده مصالح و سنگ های نفوذناپذیر دارای آب با املاح و نمک پایین می باشد و قسمت منفی (خط ماسه) آن نشان دهنده مصالح و سنگ های نفوذپذیر با املاح و نمک بالا می باشد.

ب – نمودار مقاومت ویژه : در قسمت مطالعات ژئوفیزیکی سطحی توضیح داده شده است.

www.Endbook.net

پ – نمودار گاما : بر اساس آشکار سازی و نشر پرتو گاما تهیه می شود. این نمودار بیشتر جهت شناسایی مصالح و لایه های حاوی رس بکار می رود. رس و شیل (بطور کلی تمامی لایه های رس دار) بیشتر از ماسه سنگ ها و سنگ آهک ها حاوی عناصر ناشر گاما می باشند.

ت – نمودار نوترون : بر اساس کند شدن نوترون ها تهیه می شود و بیشتر جهت شناسایی موقعیت سطوح ایستابی و لایه های اشباع به کار می رود.

ث – نمودار گاما – گاما : این نمودار ها بر اساس اندازه گیری شدت پرتوهای بازگشتی و انعکاسی اشعه گاما تهیه می شود و جهت شناسایی میزان تخلخل و چگالی ظاهری لایه ها به کار می رود.

6- **مطالعات کیفیت آب زیرزمینی** : مطالعات کیفی آب زیرزمینی از چهار لحاظ به شرح زیر مورد ارزیابی قرار می گیرد :

الف – مطالعات شیمیایی آب های زیرزمینی : این مطالعات بر اساس تجزیه شیمیایی آب های زیرزمینی صورت می گیرد. املاح موجود در آب پس از انجام آزمایشات و تجزیه شیمیایی بصورت واحدهایی به شرح زیر معرفی می شوند :

mg/l : عبارت از غلظت عناصر یا یون های محلول در آب بر حسب میلی گرم در لیتر است.

ppm : یکی از واحدهای مورد استفاده جهت معرفی میزان غلظت عناصر و یون های موجود در آب ppm یا قسمت در میلیون می باشد :

$$ppm = \frac{mg/l}{\text{چگالی نسبی آب}}$$

meq/l : میلی اکی والان در لیتر است که معادل 1/1000 وزن اکی والان گرم در لیتر می باشد. یک اکی والان گرم یک یون از تقسیم وزن اتمی یون به ظرفیت آن یون بدست می آید.

epm : یک میلی اکی والان در لیتر در صورتی که چگالی نسبی محلول برابر با 1 باشد، معادل یک اکی والان در میلیون (epm) است.

$$epm = \frac{ppm}{\text{وزن اکی والان}}$$

مثال 1 : در آنالیز شیمیایی یک نمونه آب، غلظت $CaCO_3$، 112 میلی گرم بر لیتر برآورد شده است. این غلظت معادل چند میلی اکی والان بر لیتر است؟

www.Endbook.net

پاسخ 1 : با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان $CaCO_3$ محاسبه می شود :

$$Ca = 40, Mg = 23, C = 12, O = 16$$

وزن اکی والان کربنات کلسیم $(CaCO_3^{+2})$: $\frac{40+12+(3\times16)}{2} = \frac{100}{2} = 50$

سپس وزن یون را بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه می کنیم :

$$CaCO_3^{+2} \rightarrow \frac{112}{50} = \chi \rightarrow \chi = 2/24$$

در مطالعات شیمیایی آب موارد زیر بررسی می شوند :

- کل مواد جامد محلول در آب (T.D.S) و قابلیت هدایت الکتریکی ویژه (ES) : مجموع کل مواد جامد محلول در آب می باشد که این پارامتر فقط شامل مواد جامد است و از مواد بینابین مانند کلوئیدها و گازهای محلول و ... صرف نظر می شود. مقدار کل مواد جامد موجود در آب بر حسب میلی گرم در لیتر و یا ppm بیان می شود. در این روش محلول مورد نظر خشک شده و باقیمانده خشک و جامد موجود معرف مواد جامد می باشد. البته این پارامتر به دلیل فرآیندهای شیمیایی و دیگر فرآیندها ممکن است دقیق نباشد، بنابراین جهت تکمیل این پارامتر از پارامتر قابلیت هدایت الکتریکی محلول نیز استفاده می شود. بر اساس این پارامتر خطر شوری آب بررسی می شود، هرچه میزان نمک و املاح موجود در آب بیشتر باشد، قابلیت هدایت الکتریکی آب نیز بیشتر خواهد بود. دما و نوع یون ها و غلظت یون ها نیز بر مقدار هدایت الکتریکی ویژه تاثیرگذار خواهد بود. واحد اندازه گیری هدایت الکتریکی ویژه در آب های زیرزمینی، $\mu S/cm$ (میکروزیمنس بر سانتی متر) یا $\mu mho/cm$ (میکرو مو بر سانتی متر) می باشد. بر اساس رابطه زیر می توان مقدار تقریبی T.D.S را بدست آورد :

$$T.D.S = ES \times 0/64$$

- سختی کل آب (TH) : به میزان واکنش آب با صابون و رسوب گذاری مواد محلول در آب در محل های جوشانیدن آب، سختی آب گویند. به این ترتیب آب هایی که مقدار قابل توجهی کلسیم و منیزیم را در خود بصورت محلول دارند در واکنش با صابون کف نمی کنند. بنابراین آبهای با غلظت بالای کلسیم و منیزیم، آب های سخت نامیده می شوند (جدول

www.Endbook.net

زیر). با بدست آوردن مجموع غلظت یون های Ca^{2+} و Mg^{2+} بر حسب کربنات کلسیم معادل آنها بـه ppm مـی تـوان سختی کل آب را بدست آورد :

$$TH = Ca \times \frac{CaCO_3}{Ca} + Mg \frac{CaCO_3}{Mg}$$

$$TH = 2/5\ Ca + 4/1\ Mg$$

نوع سختی	میزان سختی بر حسب $CaCO_3$ (میلی اکی والان گرم در لیتر)
سبک	۵۰ >
سختی کم	50 تا 150
متوسط	150 تا 300
خیلی سخت	300 <

مثال 2 : در آنالیز شیمیایی یک نمونه آب، اطلاعات زیر بدست آمده است :

نوع کاتیون یا آنیون	غلظت بر حسب میلی گرم در لیتر
Ca^{2+}	85
Na^{+}	105
Mg^{2+}	25

مقدار سختی کل این آب را محاسبه نمایید.

پاسخ 2 : با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان هر یک از یـون هـا محاسبه می شود :

$$Ca = 40, Mg = 23, C = 12, O = 16$$

وزن اکی والان کلسیم (Ca^{2+}) : $\frac{40}{2} = 20$

وزن اکی والان منیزیم (Mg^{2+}) : $\frac{23}{2} = 11/5$

وزن اکی والان کربنات کلسیم $(CaCO_3^{+2})$: $\frac{40+12+(3\times16)}{2} = \frac{100}{2} = 50$

در انتها بر اساس رابطه محاسبه سختی کل داریم :

$$TH = Ca \times \frac{CaCO_3}{Ca} + Mg \frac{CaCO_3}{Mg} \rightarrow TH = 85(\frac{50}{20}) \times 25(\frac{50}{11/5}) \rightarrow TH = 212/5 + 108/69 \rightarrow TH = 321/19$$

www.Endbook.net

- **قلیائیت** : توانایی آب در جهت خنثی سازی اسید را میزان قلیائیته آب می گویند. با بدست آوردن غلظت کربنات کلسیم، که برابر با مجموع اکی والان های CO_3^{2-} و HCO_3^- می باشد، می توان میزان قلیائیت آب را بدست آورد.

- **اسیدیته** : توانایی آب در واکنش با یون های هیدروکسیل را میزان اسیدیته آب می گویند. اسیدیته را می توان با مقدار یون های H^+ یا H_2SO_4 و یا $CaCO_3$ بر حسب میلی گرم در لیتر بدست آورد.

پس از انجام مطالعات فوق و بدست آوردن داده ها، جهت تجزیه و تحلیل، اطلاعات بدست آمده بصورت نقشه ها و نمودارهایی نشان داده می شوند، در این نمودارها آب زیرزمینی را محلولی متشکل از سه کاتیون (کلسیم، منیزیم و فلزات قلیایی (سدیم + پتاسیم)) و سه آنیون (سولفات، کلرید و بی کربنات + کربنات) می دانند، این نمودارها عبارتند از :

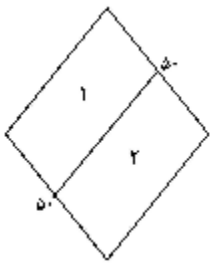
نمودار مستطیلی (ستونی) : این نمودار از دو ستون هم ارتفاع تشکیل شده که یک ستون آن مقدار کاتیون ها و ستون دیگر مقدار آنیون ها را بر حسب epm نشان می دهد.

نمودار استیف : در این نمودار مقادیر آنیون ها و کاتیون ها را بر حسب epm بر روی خطوط افقی نمایش می دهند که با متصل نمودن نقاط مذکور، اشکال خاصی بدست می آید.

نمودار پی پر (piper) : در نمودار پی پر مشخصات شیمیایی آب را بر حسب غلظت نسبی اجزای آن نشان می دهند. بوسیله نمودار پی پر می توان به تفاوت ها و شباهت های بین نمونه های آب پی برد، همچنین می توان تاثیر اختلاط بین آبهای مختلف را نیز مورد مطالعه و بررسی قرار داد. میدان اصلی این نمودار یک لوزی است که با توجه به شکل های زیر به 9 منطقه به شرح زیر تقسیم می شود :

منطقه یک : قلیایی های خاکی بیش از قلیایی ها می باشد.

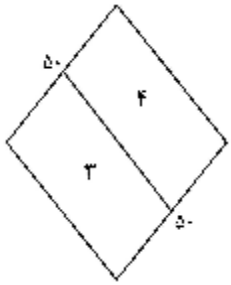
منطقه دو : قلیایی ها بیش از قلیایی های خاکی است.



منطقه سه : اسیدهای ضعیف بیش از اسیدهای قوی است.

منطقه چهارم : اسیدهای قوی بیش از اسیدهای ضعیف است.

www.Endbook.net



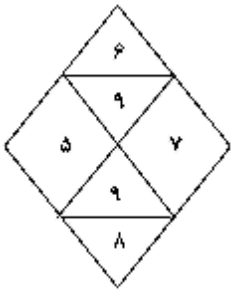
منطقه پنجم : قلیایی های خاکی (کلسیم و منیزیم) و اسیدهای ضعیف بیش از قلیایی ها و اسیدهای قوی می باشد و مقدار سختی کربناتی (کربنات ها و بی کربنات های منیزیم و کلسیم) بیش از 50 درصد است.

منطقه ششم : میزان سختی غیر کربناتی (ترکیب سایر آنیون ها با کلسیم و منیزیم) بیش از 50 درصد است.

منطقه هفتم : قلیایی ها و اسیدهای قوی بیش از قلیایی های خاکی و اسیدهای ضعیف می باشد و میزان قلیایی غیر کربناتی بیش از 50 درصد است.

منطقه هشتم : میزان قلیایی کربناتی بیش از 50 درصد است.

منطقه نهم : مقدار هیچگونه زوج آنیون – کاتیونی بیش از 50 درصد نمی باشد.



لازم به ذکر است آب دریاها و اقیانوس ها و همچنین آب های بسیار شور در منطقه هفتم و نزدیک به راس راست این منطقه قرار دارد و آب هایی که سختی آن ها در برابر مواد محلول موجود بسیار کم باشد، در منطقه هشتم قرار می گیرند.

نمودار لگاریتمی : این نمودار به دلیل ساده بودن و کاربری و چگونگی استفاده ساده آن، در ایران بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

ب – مطالعات فیزیکی آب های زیرزمینی : خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه در آبهای زیرزمینی شامل رنگ (بر اساس مقایسه ستونی از آب مورد مطالعه و ستونی از نمونه استاندارد)، کدری یا توربدیته (بر اساس طول مسیری که نور شمعی استاندارد از مقدار معینی آب مورد مطالعه عبور می کند تا محو شود)، دما، مزه و بوی آب می باشد.

www.Endbook.net

پ – مطالعات خصوصیات باکتریایی آب های زیرزمینی : خصوصیات باکتریایی آب با بررسی و اندازه گیری میزان باکتری های کلی فرم که به اندازه کافی بزرگ می باشند تا شمارش و اندازه گیری شوند، صورت می گیرد.

ت – اندازه گیری میزان سدیم : اندازه گیری این پارامتر بیشتر جهت تعیین کیفیت آب های با مصارف کشاورزی به کار می رود. دو اثر مهم افزایش غلظت سدیم در خاک، کاهش نفوذپذیری و افزایش سختی خاک است. میزان غلظت سدیم در خاک توسط دو پارامتر زیر ارزیابی می شود :

نسبت جذب سدیم (S.A.R) : بر اثر افزایش سدیم در خاک، در صورت انجام واکنش های شیمیایی، یون های سدیم جانشین یون های کلسیم و منیزیم می شوند که میزان این جانشینی طبق رابطه نسبت جذب سدیم بدست می آید :

$$S.A.R = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

درصد سدیم (%Na) : طبق رابطه زیر مقدار سدیم موجود بصورت درصد محاسبه می شود :

$$Na = \frac{(Na + K)}{Ca + Mg + Na + K} \times 100$$

در روابط فوق غلظت کلیه یون ها بر حسب میلی اکی والان در لیتر می باشد. هرچه مقدار درصد سدیم کمتر باشد، آب دارای کیفیت بالاتری می باشد.

7- **تعیین و بررسی معادله بیلان آب زیرزمینی** : این قاعده جهت استفاده بهینه و نامحدود از آبهای زیرزمینی مورد مطالعه قرار می گیرد. برای استفاده بهینه می بایست توازن مناسبی بین آب های ورودی و خروجی در آبخوان آب زیرزمینی برقرار باشد، یعنی :

مقدار آب ورودی به آبخوان = مقدار آب خروجی از آبخوان

بهره برداری از آب های زیرزمینی :

جهت استفاده از منابع آب زیرزمینی از سه روش زیر استفاده می شود :

1- **حفر چاه آب** : حفاری چاه ها بسته به شرایط زمین شناسی، بودجه و زمان مورد نیاز عموماً به دو روش زیر صورت می گیرد :

www.Endbook.net

الف – حفاری ضربه ای : این روش حفاری در لایه ها و سنگ های متراکم و سخت بازدهی بسیار بیشتری نسبت به لایه های سخت نشده و ناپیوسته دارد. در این روش نمونه برداری از مصالح و آب به راحتی امکان پذیر است. این نوع حفاری دارای مکانیسم ساده ای بوده و دارای سرعت کم و محدودیت در عمق حفاری می باشد.

ب – حفاری دورانی : این روش حفاری به کمک گل حفاری صورت می گیرد، گل حفاری باعث خروج سنگریزه ها و مصالح خرد شده، خنک شدن سرمته، تسهیل حفاری و جلوگیری از ریزش دیواره چاه می شود. از روش حفاری دورانی برای حفاری های با عمق زیاد استفاده می شود. از حفاری دورانی می توان در ماسه، رس و سنگ (به استثنای سنگ های پر درز و شکاف) استفاده کرد.

پس از حفاری چاه نوبت به تکمیل و تجهیز چاه می رسد. جهت انجام اعمال ذکر شده، مراحل زیر اجرا می شود :

الف – لوله گذاری : جهت تسهیل حرکت آب و نفوذ آن به داخل چاه و جلوگیری از وارد شدن ذرات دیگر به درون آب چاه و همچنین جهت محافظت و نگهداری دیواره چاه، لوله هایی به نام لوله جدار در چاه قرار داده می شود. در چاه های حفر شده در رسوبات و نهشته های غیر متراکم نسبت به رسوبات سنگی و متراکم نیاز بیشتری جهت لوله گذاری وجود دارد.

ب – صافی شنی (Gravel pack) : در برخی موارد در طول چاه از لوله های جدار اسکرین یا مشبک استفاده می شود. در این مرحله جهت افزایش قطر موثر چاه و حفاظت لوله در مناطق روزنه دار و مشبک لوله، قشری از گراول قرار داده می شود.

پ – توسعه چاه : طی این عملیات مواد ریزدانه، مصالح خرد شده و گل حفاری موجود از لابه لای لایه های موجود در چاه، بوسیله ایجاد جریان متناوب رفت و برگشتی (با اجرای عملیات سنبه زنی یا استفاده از پمپ توربینی)، به درون چاه هدایت شده و سپس توسط پمپاژ و یا دستگاه گل کش از چاه خارج می شود. عملیات توسعه چاه باعث افزایش دبی (آبدهی)، قطر موثر و عمر مفید چاه می شود.

پس از تکمیل و تجهیز چاه نوبت به بررسی میزان آبدهی و مقدار افت چاه جهت تعیین دبی دقیق چاه، انتخاب دستگاه پمپ مناسب از لحاظ قدرت و موتور و ... می باشد. پس از انجام این مرحله نوبت به نصب پمپ و موتور با توجه به میزان آبدهی و افت سطح چاه می رسد.

www.Endbook.net

2- **قنات** : قنات به کانال زیرزمینی گفته می شود که دارای شیب کم و تعدادی میله (چاه قائم) است، بطوری که آب بدون نیاز به پمپاژ و محرک در کانال جریان می یابد. قنات ها معمولاً در رسوبات آبرفتی و مخروط افکنه ها حفر می شوند.

3- **چشمه** : تخلیه تمرکز یافته آبهای زیرزمینی در سطح زمین را چشمه می نامند. چشمه های پر آب معمولاً در سنگ های آهکی و رسوبات آبرفتی دانه درشت دیده می شوند. چشمه ها بر اساس ویژگی های مختلفی به شرح زیر تقسیم می شوند :

الف – از لحاظ نحوه تشکیل :

چشمه های گرانشی : در این نوع چشمه ها خروج آب تحت تاثیر فشار هیدرواستاتیک می باشد.

چشمه های غیر گرانشی : این نوع چشمه ها بر اساس فعالیت هایی غیر از نیروی گرانشی نظیر تکتونیک، آتشفشان و ... تشکیل می شوند.

ب – از لحاظ دمای آب :

چشمه های سرد : دارای آب با دمای بسیار کمتر از دمای میانگین سالیانه هوا می باشد.

چشمه های معمولی : دمای آب در این چشمه ها تقریباً نزدیک دمای میانگین سالیانه هوا می باشد.

چشمه های گرم : دمای آب در این چشمه ها از میانگین دمای سالیانه هوا بیشتر و از 36/6 درجه سانتیگراد کمتر است.

چشمه های داغ : دمای آب این چشمه ها بیش از میانگین دمای سالیانه هوا و بیشتر از 36/6 درجه سانتیگراد می باشد.

پ – از لحاظ تغییرات دبی :

چشمه های دائمی : دائماً دارای آب می باشند و به دو نوع چشمه ثابت (تغییرات دبی کمتر از 25 درصد) و چشمه های تقریباً متغیر (تغییرات دبی بیشتر از 25 و کمتر از 100 درصد) تقسیم می شوند.

چشمه های متناوب : مدتی آبدار و مدتی خشک هستند.

www.Endbook.net

نمونه سوالات تستی

1- **هدایت الکتریکی آب به عوامل زیر بستگی دارد** :

1) رابطه مستقیم با مقاومت مخصوص
2) رابطه مستقیم با نفوذپذیری لایه آبدار
3) رابطه معکوس با مقاومت مخصوص
4) رابطه معکوس با مقدار تخلخل کل

2- **ضریب جذب سدیم (SAR) به یکی از روابط ذیل بستگی دارد** :

1) $\frac{rNa}{\frac{rCa+rSi}{2}}$
2) $\frac{rCa}{\sqrt{\frac{rCa+rNa}{2}}}$
3) $\frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa+rMg}{2}}}$
4) $\frac{rNa}{\sqrt{\frac{rMg+rFe}{2}}}$

3- **یک اکی والان گرم یا والانس گرم شامل یکی از تعاریف ذیل می باشد** :

1) حاصل تقسیم جرم بر ظرفیت کاتیون و یا آنیون مورد نظر
2) حاصل ضرب جرم در ظرفیت کاتیون و یا آنیون مورد نظر
3) حاصل تقسیم وزن مخصوص بر جرم
4) حاصل ضرب وزن مخصوص در جرم

4- **واحد اندازه گیری مقاومت مخصوص در آب ها یکی از موارد ذیل می باشد** :

1) گرم بر سانتی متر مربع
2) اهم متر
3) میکروگرم بر سانتی متر مکعب
4) میکرومهوس بر متر

5- **در نمودار ویلکوکس (Wilcox) عالی ترین آب قابل شرب در یکی از مناطق ذیل قرار دارد** :

1) در منطقه III دیاگرام
2) در منطقه I دیاگرام
3) در منطقه IV دیاگرام
4) در منطقه II دیاگرام

6- **مقدار قابلیت هدایت الکتریکی به یکی از عوامل زیر بستگی دارد** :

1) با عکس مقاومت و نفوذپذیری متناسب است.
2) با حاصل ضرب مقاومت در مقدار ضخامت بستگی دارد.
3) با عکس مقدار مقاومت ارتباط دارد.
4) با حاصل تقسیم تخلخل مفید بر نفوذپذیری ارتباط دارد.

www.Endbook.net

7- رابطه مقاومت لایه آبدار با ضریب هدایت الکتریکی و شوری :

1) با هر دو نسبت عکس دارد.

2) با هر دو نسبت مستقیم دارد.

3) با شوری نسبت مستقیم و با هدایت الکتریکی نسبت عکس دارد.

4) با شوری نسبت عکس و با هدایت الکتریکی نسبت مستقیم دارد.

8- رابطه جذب سدیم با مجموع کاتیون های کلسیم و منیزیم :

1) نسبت جذب سدیم با عکس مقادیر کلسیم و منیزیم ارتباط دارد.

2) نسبت جذب سدیم (SAR) با حاصل ضرب مقادیر کلسیم و منیزیم رابطه عکس دارد.

3) نسبت جذب سدیم با عکس ریشه دوم مجموع کاتیون های کلسیم و منیزیم ارتباط دارد.

4) نسبت جذب سدیم با تفاضل مقادیر کلسیم و منیزیم رابطه مستقیم دارد.

9- کدام گزینه صحیح است؟

1) تبادل کاتیون سبب رها شدن Ca و Mg و جذب Na توسط سفره است.

2) تبادل کاتیون سبب سخت شدن آب می شود.

3) تبادل کاتیون آب و خاک سبب کاهش سختی آب می شود.

4) تبادل کاتیون آب و خاک سبب تخریب ساختمان خاک می شود.

10- سختی موقت آب ناشی از چیست؟

1) دی اکسید کربن حل شده در آب
2) بی کربنات سدیم و پتاسیم
3) کربنات کلسیم و منیزیم
4) کربنات و بی کربنات کلسیم و منیزیم

11- درجه سختی آب زیرزمینی که دارای 2/5 میلی اکی والان کلسیم و 2 میلی اکی والان یون منیزیم و 1 میلی اکی والان آهن است، چند میلی گرم بر لیتر است؟

1) 148
2) 159
3) 225
4) 300

12- کدام ابزار در حفاری ضربه ای باعث قائم حفر شدن چاه می شود؟

1) سوزن
2) جار یا دنگ
3) لولا
4) مته حفاری

www.Endbook.net

13- **مقاومت عرضی (R.T) یک لایه آبدار عبارت است از مقاومت ویژه آن لایه :**

1) ضرب در ضریب قابلیت انتقال آن لایه
2) تقسیم بر ضخامت لایه آبدار
3) ضرب در ضخامت لایه آبدار
4) ضرب در هدایت الکتریکی لایه آبدار

14- **آنالیز یک نمونه آب زیرزمینی دارای 2/5 میلی اکی والان بر لیتر کلسیم و 1/5 میلی اکی والان بر لیتر منیزیم است، این نمونه آب چگونه است؟ (وزن اتمی کلسیم 40 و منیزیم 23 میلی گرم بر لیتر است).**

1) نرم است.
2) سخت است.
3) نسبتاً سخت است.
4) خیلی سخت است.

15- **در عملیات چاه نگاری با استفاده از نمودار نوترون به طور کلی کدام نوع اطلاعات را می توان به دست آورد؟**

1) مقدار آب یا تخلخل
2) تفکیک مواد رسی از غیر رسی
3) تشخیص سنگ های کربناتی از غیر کربناتی
4) تعیین سن نسبی میزان املاح

16- **هدف اصلی از انجام آزمون افت پله ای چیست؟**

1) تعیین ابعاد مخروط افت
2) تعیین خواص هیدرولیکی سفره
3) تعیین دبی بحرانی
4) تغییرات کیفی آب

17- **روش حفاری ضربه ای برای کدامیک از سفره های زیر مناسب تر است؟**

1) آبخوان سیلتی
2) آبخوان آهکی غاردار
3) آبخوان آبرفتی ماسه ای با جور شدگی خوب
4) آبخوان تپه های ماسه بادی

18- **اساس روش های توسعه چاه بهره برداری عبارت است از :**

1) کاهش قطر موثر چاه
2) نصب لوله مشبک و ایجاد فیلتر شنی
3) حرکت متناوب آب از چاه به سفره و از سفره به چاه
4) خارج نمودن گل حفاری از چاه

19- **در لایه های آبدار افزایش کدامیک از عوامل زیر باعث افزایش مقاومت ویژه ظاهری می شود؟**

1) مقدار آب
2) تخلخل
3) املاح محلول
4) مقدار رس

20- **قلیاییت (Alkalinity) در آبخوان های محبوس و عمیق کربناته بیشتر از چه یونی است؟**

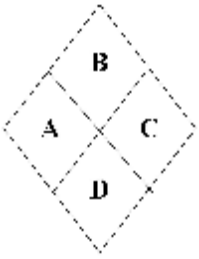
1) OH^-
2) H_2CO_3
3) HCO_3^-
4) CO_3^{2-}

www.Endbook.net

21- **طبقه بندی آب ها برای استفاده در کشاورزی، بر اساس کدام معیارها صورت می گیرد؟**

1) TDS و اسیدیته
2) SAR و هدایت الکتریکی
3) سختی کل و درصد کلسیم
4) PH و قلیاییت

22- **آب اقیانوس ها و آب های خیلی شور در کدام بخش لوزی نمودار پایپر (شکل روبه رو) قرار می گیرند؟**



1) A
2) B
3) C
4) D

23- **تجزیه شیمیایی یک نمونه آب دارای 610 میلی گرم بر لیتر بی کربنات و 30 میلی گرم بر لیتر کربنات است.**
قلیاییت این نمونه چند میلی گرم بر لیتر معادل کربنات کلسیم است؟

1) 320
2) 550
3) 600
4) 640

24- **نمودار گاما بیشتر برای تشخیص کدام یک از لایه های زیر به کار می رود؟**

1) آبدار
2) متخلخل
3) نفوذناپذیر
4) رسی

25- **طبقه بندی آبها برای استفاده در آبیاری، بر اساس کدام معیارها صورت می گیرد؟**

1) S.A.R و هدایت هیدرولیکی
2) T.D.S و اسیدیته
3) سختی کامل و درصد کلسیم
4) PH و قلیاییت

26- **برای تعیین سن آبهای زیرزمینی ..... مورد استفاده قرار می گیرد.**

1) نسبت کربن 14 به کربن 12
2) نسبت کربن 12 به کربن 14
3) نسبت کربن 13 به کربن 14
4) نسبت کربن 12 به کربن 13

27- **مهمترین پارامترهایی که در میزان دبی چشمه ها نقش دارند، عبارتند از :**

1) مقدار بارندگی و نوع آن
2) نوع چشمه و تراوایی سفره آب زیرزمینی
3) مساحت حوضه آبگیر چشمه و تغذیه سالانه
4) نوع سفره آب زیرزمینی و ضخامت آن

www.Endbook.net

28- **کدام یک از تغییرات ذیل در آب عبوری از منطقه خاک (Soil zone) اتفاق می افتد؟**

1) کاهش دی اکسید کربن و افزایش اسیدیته آب
2) افزایش دی اکسید کربن و اسیدیته آب
3) افزایش Eh و مقدار مواد محلول آب
4) کاهش Eh و افزایش اکسیژن محلول آب

29- **غلظت یون SO_4^{-2} در نمونه آب زیرزمینی برابر 85 میلی گرم بر لیتر است، این غلظت بر حسب میلی اکی والان بر لیتر کدام است؟ (وزن اتمی اکسیژن : 16 و وزن اتمی گوگرد : 32).**

1) 1/5
2) 1/77
3) 2/52
4) 2/7

30- **معمولاً با عبور آب از لایه نازک خاک سطحی و نفوذ آب .....**

1) PH و دی اکسید کربن کاهش می یابد.
2) Eh آب کاهش و دی اکسید کربن آن نیز افزایش می یابد.
3) PH آب افزایش و دی اکسید کربن آن نیز افزایش می یابد.
4) PH آب کاهش و دی اکسید کربن آن افزایش می یابد.

31- **در جهت جریان آب زیرزمینی معمولاً تیپ آب از ..... به ..... به ..... تغییر می نماید.**

1) بیکربناته – سولفاته – کلروره
2) سولفاته – کلروره – بیکربناته
3) سولفاته – بیکربناته – کلروره
4) بیکربناته – کلروره – سولفاته

32- **مقادیر Mg، Ca و Na در نمونه آب یک چاه به ترتیب 15، 17 و 20 میلی اکی والان بر لیتر است. نسبت جذب سدیم چقدر است؟**

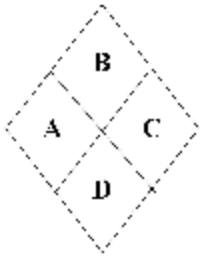
1) 0/5
2) 3/7
3) 5
4) 7/4

33- **فراوانی چشمه های با آبدهی کم در شیب دامنه ها عموماً نشانگر :**

1) سطح ایستابی کم عمق در آبخوان های با نفوذپذیری ضعیف است.
2) سطح ایستابی کم عمق در آبخوان های با نفوذپذیری زیاد است.
3) نفوذپذیری زیاد و عمق زیاد سطح ایستابی است.
4) نفوذپذیری زیاد و عمق کم سطح ایستابی است.

www.Endbook.net

34- در کدام یک از بخش های لوزی در نمودار پایپر در شکل روبه رو سختی کربناته از 50 درصد تجاوز می نماید؟



1) A

2) B

3) C

4) D

35- با استفاده از روابط **Wenner** و **Schlumberger** در مطالعات ژئوالکتریک آبخوان ها، کدامیک از اطلاعات زیر بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم بدست نمی آید؟

1) میزان رس در لایه آبدار
2) میزان آب شور در لایه آبدار
3) سن تقریبی رسوبات لایه آبدار
4) میزان مارن در لایه آبدار

36- قلیاییت برابر است با :

1) مجموع اکی والان های CO_3^{2-} و HCO_3^-
2) مجموع اکی والان های H_2SO_4 و H^+
3) مجموع اکی والان های Ca^{2+} و Mg^{2+}
4) مجموع اکی والان های $CaCO_3^{2-}$ و H_2SO_4

37- در آنالیز شیمیایی یک نمونه آب زیرزمینی، غلظت SO_4^{-2}، به میزان 3/5 اکی والان برآورد شده است. این مقدار معادل چند میلی گرم بر لیتر است؟

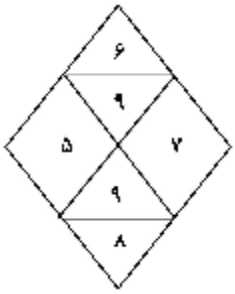
1) 121
2) 168
3) 142
4) 203

38- سختی کل آب بر اساس غلظت کدام یون ها بررسی می شود؟

1) Mg و Na
2) Fe
3) Ca و Na
4) Mg و Ca

www.Endbook.net

39- **با توجه به نمودار پایپر نشان داده شده، در منطقه 6 :**



1) اسیدهای ضعیف بیش از اسیدهای قوی است.

2) میزان قلیایی های کربناتی بیش از 50 درصد است.

3) میزان سختی غیرکربناتی (ترکیب سایر آنیون ها با کلسیم و منیـزیم) بـیش از 50 درصد است.

4) قلیایی ها و اسیدهای قوی بیش از قلیایی های خاکی و اسیدهای ضعیف است.

www.Endbook.net

پاسخنامه سوالات تستی

1- **گزینه 2 صحیح است**. در صورت دانه ریز شدن رسوبات، افزایش تراکم، افزایش آب، کاهش کانی های رسی، کاهش تخلخل، افزایش املاح آب و نفوذ آب شور دریا، مقدار مقاومت ویژه کاهش می یابد.

2- **گزینه 3 صحیح است**. رابطه ضریب جذب سدیم برابر است با :

$$\frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa+rMg}{2}}}$$

3- **گزینه 1 صحیح است**. یک اکی والان گرم از یک یون برابر با تقسیم وزن اتمی بر ظرفیت آن یون است.

4- **گزینه 2 صحیح است**. واحد اندازه گیری مقاومت ویژه آب اهم متر می باشد.

5- **گزینه 2 صحیح است**. در منطقه I میزان شوری و سدیم آب کمترین می باشد و در منطقه IV بیشترین میزان شوری و سدیم در آب وجود دارد، بنابراین از منطقه I به سمت منطقه IV بر میزان سدیم و شوری آب افزوده می شود.

6- **گزینه 3 صحیح است**. مقدار قابلیت هدایت الکتریکی آب با عکس مقدار مقاومت ارتباط دارد.

7- **گزینه 1 صحیح است**. مقاومت ویژه آب با هدایت الکتریکی ویژه و شوری آب رابطه معکوس دارد.

8- **گزینه 3 صحیح است**. نسبت جذب سدیم (SAR) با عکس ریشه دوم مجموع کاتیون های کلسیم و منیزیم ارتباط دارد :

$$\frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa+rMg}{2}}}$$

9- **گزینه 3 صحیح است**. تبادل کاتیون آب و خاک سبب کاهش سختی آب می شود.

10- **گزینه 4 صحیح است**. سختی موقت آب به دلیل وجود کربنات و بی کربنات کلسیم و منیزیم می باشد.

11- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان هر یک از یون ها محاسبه می شود :

$$Ca=40, Mg=23, C=12, O=16$$

وزن اکی والان کلسیم (Ca^{2+}) : $\frac{40}{2}=20$

www.Endbook.net

وزن اکی والان منیزیم (Mg^{2+}) : $\frac{23}{2}=11/5$

وزن اکی والان کربنات کلسیم $(CaCO_3^{+2})$: $\frac{40+12+(3\times16)}{2}=\frac{100}{2}=50$

سپس وزن هر یون را بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه می کنیم :

$$Ca^{2+}\rightarrow\frac{\chi}{2/5}=20\rightarrow\chi=50$$

$$Mg^{2+}\rightarrow\frac{\chi}{2}=11/5\rightarrow\chi=23$$

در انتها بر اساس رابطه محاسبه سختی کل داریم :

$$TH=Ca\times\frac{CaCO_3}{Ca}+Mg\frac{CaCO_3}{Mg}\rightarrow TH=50(\frac{50}{20})\times23(\frac{50}{11/5})\rightarrow TH=125+100\rightarrow TH=225$$

12- **گزینه 2 صحیح است**. جار یا دنگ در حفاری های ضربه ای باعث می شود تا حفاری بصورت قائم صورت گیرد.

13- **گزینه 3 صحیح است**. مقاومت عرضی (R.T) یک لایه آبدار عبارت است از مقاومت ویژه آن لایه ضرب در ضخامت لایه آبدار.

14- **گزینه 2 صحیح است**. . با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان هر یک از یون ها محاسبه می شود :

$$Ca=40, Mg=23, C=12, O=16$$

وزن اکی والان کلسیم (Ca^{2+}) : $\frac{40}{2}=20$

وزن اکی والان منیزیم (Mg^{2+}) : $\frac{23}{2}=11/5$

وزن اکی والان کربنات کلسیم $(CaCO_3^{+2})$: $\frac{40+12+(3\times16)}{2}=\frac{100}{2}=50$

سپس وزن هر یون را بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه می کنیم :

$$Ca^{2+}\rightarrow\frac{\chi}{2/5}=20\rightarrow\chi=50$$

$$Mg^{2+}\rightarrow\frac{\chi}{1/5}=11/5\rightarrow\chi=17/25$$

www.Endbook.net

بر اساس رابطه محاسبه سختی کل داریم :

$$TH = Ca \times \frac{CaCO_3}{Ca} + Mg\frac{CaCO_3}{Mg} \rightarrow TH = 50(\frac{50}{20}) \times 17/25(\frac{50}{11/5}) \rightarrow TH = 125 + 75 \rightarrow TH = 200$$

در انتها بر اساس جدول سختی داریم :

نوع سختی	میزان سختی بر حسب $CaCO_3$ (میلی اکی والان گرم در لیتر)
نرم	۵۰ >
نسبتاً سخت	50 تا 150
سخت	150 تا 300
خیلی سخت	300 <

با توجه به اینکه آب مورد آزمایش قرار گرفته دارای سختی کل 200 می باشد، بنابراین بر اساس رده بندی فوق آب سخت محسوب می شود.

15- **گزینه 1 صحیح است**. نمودار نوترون، بر اساس کند شدن نوترون ها تهیه می شود و بیشتر جهت شناسایی موقعیت سطوح ایستابی و لایه های اشباع (تشخیص آب و تخلخل) به کار می رود.

16- **گزینه 3 صحیح است**. هدف از انجام آزمون افت پله ای تعیین دبی بحرانی چاه است.

17- **گزینه 1 صحیح است**. حفاری ضربه ای در آبخوان های متشکل از سیلت مناسب تر است.

18- **گزینه 3 صحیح است**. اساس روش های توسعه چاه بهره برداری، ایجاد حرکت متناوب از چاه به سفره و از سفره به چاه است که در نهایت سبب خروج مواد ریزدانه، مصالح خرد شده و گل حفاری موجود از لابه لای لایه های موجود در چاه می شود.

19- **گزینه 2 صحیح است**. در صورت دانه ریز شدن رسوبات، افزایش تراکم، افزایش آب، کاهش کانی های رسی، کاهش تخلخل، افزایش املاح آب و نفوذ آب شور دریا، مقدار مقاومت ویژه کاهش می یابد.

www.Endbook.net

20- **گزینه 4 صحیح است**. توانایی آب در جهت خنثی سازی اسید را میزان قلیائیته آب می گویند. با بدست آوردن غلظت کربنات کلسیم، که برابر با مجموع اکی والان های CO_3^{2-} و HCO_3^- می باشد، می توان میزان قلیائیت آب را بدست آورد.

21- **گزینه 2 صحیح است**. طبقه بندی آب ها برای استفاده در کشاورزی، بر اساس SAR و هدایت الکتریکی صورت می گیرد.

22- **گزینه 3 صحیح است**. آب دریاها و اقیانوس ها و همچنین آب های بسیار شور در منطقه هفتم (C) و نزدیک به راس راست این منطقه قرار دارد.

23- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان هر یک از یون ها محاسبه می شود :

$$Ca=40, C=12, O=16$$

وزن اکی والان (CO_3^{2-}) : $\frac{12+(16\times3)}{2}=30$

وزن اکی والان (HCO_3^-) : $\frac{1+12+(16\times3)}{1}=61$

وزن اکی والان کربنات کلسیم ($CaCO_3^{+2}$) : $\frac{40+12+(3\times16)}{2}=\frac{100}{2}=50$

سپس اکی والان هر یون را محاسبه می نماییم :

$$CO_3^{2-}\rightarrow\frac{610}{61}=10$$
$$HCO_3^-\rightarrow\frac{30}{30}=1$$

بر اساس رابطه محاسبه سختی کل داریم :

قلیاییت بر حسب $CaCO_3^{+2}$ = اکی والان HCO_3^- + اکی والان CO_3^{2-}

$$\chi=10+1\rightarrow\chi=11$$

در انتها با توجه به اینکه میزان قلیاییت بر حسب میلی گرم بر لیتر بیان می شود، بنابراین می بایست $\chi=11$ را بر حسب میلی گرم بر لیتر و بر اساس وزن اکی والان کربنات کلسیم (50) بیان نمود :

www.Endbook.net

$$\chi \to \frac{\chi}{50} = 11 \to \chi = 550$$

24- **گزینه 4 صحیح است**. نمودار گاما بر اساس آشکار سازی و نشر پرتو گاما تهیه می شود. این نمودار بیشتر جهت شناسایی مصالح و لایه های حاوی رس بکار می رود.

25- **گزینه 1 صحیح است**. طبقه بندی آب ها برای استفاده در کشاورزی و آبیاری، بر اساس SAR و هدایت الکتریکی صورت می گیرد.

26- **گزینه 1 صحیح است**. برای تعیین سن آبهای زیرزمینی نسبت کربن 14 به کربن 12 مورد استفاده قرار می گیرد.

27- **گزینه 3 صحیح است**. مهمترین پارامترهایی که در میزان دبی چشمه ها نقش دارند، شامل مساحت حوضه آبگیر چشمه و تغذیه سالانه می باشد.

28- **گزینه 2 صحیح است**. افزایش دی اکسید کربن و اسیدیته در آب عبوری از منطقه خاک دیده می شود.

29- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان یون SO_4^{-2} محاسبه می شود :

$$S = 32, O = 16$$

وزن اکی والان (SO_4^{-2}) : $\frac{32 + (16 \times 3)}{2} = 48$

سپس وزن یون را بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه می کنیم :

$$SO_4^{-2} \to \frac{85}{48} = \chi \to \chi = 1/77$$

30- **گزینه 4 صحیح است**. معمولاً با عبور آب از لایه نازک خاک سطحی و نفوذ آب، PH آب کاهش و دی اکسید کربن آن افزایش می یابد.

31- **گزینه 1 صحیح است**. در جهت جریان آب زیرزمینی معمولاً تیپ آب از بیکربناته به سولفاته به کلروره تغییر می نماید.

32- **گزینه 3 صحیح است**. با استفاده از روابط Wenner و Schlumberger در مطالعات ژئوالکتریک آبخوان ها، میزان سن تقریبی لایه ها بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم بدست نمی آید.

www.Endbook.net

33- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به رابطه نسبت جذب سدیم (S.A.R) داریم :

$$S.A.R = \frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa + rMg}{2}}} \rightarrow S.A.R = \frac{20}{\sqrt{\frac{17+15}{2}}} \rightarrow S.A.R = \frac{20}{\sqrt{16}} \rightarrow S.A.R = \frac{20}{4} \rightarrow S.A.R = 5$$

34- **گزینه 1 صحیح است**. وجود چشمه های کوچک با آبدهی پایین در دامنه کوه ها و تپه ها به دلیل وجود سنگ هایی با نفوذپذیری کم، نشان دهنده آبخوان هایی با سطوح ایستابی کم عمق و هدایت هیدرولیکی ضعیف بوده و وجود چشمه های بزرگ با آبدهی بالا در کوهپایه، پای دامنه ها و دره ها نشان دهنده وجود سنگ هایی با نفوذپذیری بالا و آبخوان هایی با سطوح ایستابی با عمق زیاد و هدایت هیدرولیکی قوی می باشد.

35- **گزینه 1 صحیح است**. در منطقه A قلیایی های خاکی (کلسیم و منیزیم) و اسیدهای ضعیف بیش از قلیایی ها و اسیدهای قوی می باشد و مقدار سختی کربناتی (کربنات ها و بی کربنات های منیزیم و کلسیم) بیش از 50 درصد است. در منطقه C نیز قلیایی ها و اسیدهای قوی بیش از قلیایی های خاکی و اسیدهای ضعیف می باشد و میزان قلیایی غیر کربناتی بیش از 50 درصد است.

36- **گزینه 1 صحیح است**. قلیاییت برابر است با مجموع اکی والان های CO_3^{2-} و HCO_3^-.

37- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان یون SO_4^{-2} محاسبه می شود :

$$S = 32, O = 16$$

وزن اکی والان (SO_4^{-2}) : $\frac{32 + (16 \times 3)}{2} = 48$

سپس وزن یون را بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه می کنیم :

$$SO_4^{-2} \rightarrow \frac{\chi}{48} = 3/5 \rightarrow \chi = 168$$

38- **گزینه 4 صحیح است**. سختی کل آب بر اساس غلظت یون های منیزیم (Mg) و کلسیم (Ca) بررسی می شود.

39- **گزینه 3 صحیح است**.

اسیدهای قوی بیش از اسیدهای ضعیف است : منطقه 7

میزان قلیایی های کربناتی بیش از 50 درصد است : منطقه 8

میزان سختی غیرکربناتی (ترکیب سایر آنیون ها با کلسیم و منیزیم) بیش از 50 درصد است : منطقه 6

قلیایی ها و اسیدهای قوی بیش از قلیایی های خاکی و اسیدهای ضعیف است : منطقه 7

www.Endbook.net

آزمون خودسنجی اول

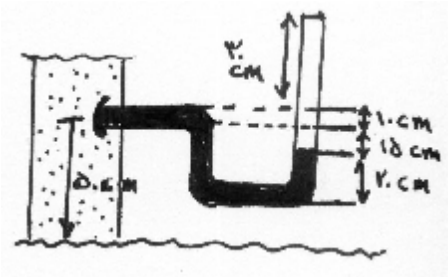
1- کدام گزینه صحیح است؟

1) گرد شدگی پایین ! افزایش تخلخل
2) دولومیتی شدن ! افزایش تخلخل
3) انحلال ! کاهش تخلخل
4) آرایش مکعبی تر دانه ها ! کاهش تخلخل

2- ضریب یکنواختی چهار نمونه خاک ارائه شده است. یکنواختی دانه های تشکیل دهنده کدام خاک بیشتر است؟

1) $U = 28$
2) $U = 28$
3) $U = 28$
4) $U = 28$

3- بار مکش در ستون خاک نشان داده شده، برابر چند سانتی متر است؟



1) 10
2) 15
3) 45
4) 55

4- در عملیات های چاه نگاری، کدامیک از روش های زیر بیشتر جهت تشخیص رس در لایه ها به کار می رود؟

1) نمودار نوترون
2) نمودار گاما – گاما
3) نمودار گاما
4) هر سه مورد

5- در یک نمونه آب 460 میلی گرم بر لیتر بی کربنات و 20 میلی گرم بر لیتر کربنات مشاهده شده است. قلیاییت این نمونه چند گرم بر لیتر است؟

1) 8/2
2) 16/4
3) 410
4) 428

6- تجزیه شیمیایی روی یک نمونه آب زیرزمینی صورت گرفته و نتایج زیر گزارش شده است، درصد سدیم در این نمونه برابر با کدام گزینه است؟

1) 31/31
2) 34/44
3) 25/55
4) 23/23

نوع یون	غلظت بر حسب میلی اکی والان گرم
K	8
Na	23
Ca	28
Mg	31
Fe	9

www.Endbook.net

7- از گراول پک یا صافی شنی در چه زمانی در اطراف چاه پمپاژ استفاده می شود؟

1) در صورتی که چاه در رسوبات سخت نشده حفر شده باشد.

2) در صورتی که رسوبات آبخوان از جورشدگی خوبی برخوردار نباشند.

3) در صورتی که رسوبات آبخوان دانه ریز و یکنواخت باشند.

4) در صورتی که رسوبات آبخوان دانه درشت و یکنواخت باشند.

8- نسبت اختلاف بار (افت پتانسیل) و طول مسیر جریان در قانون دارسی، چه نامیده می شود؟

1) بار ارتفاع آب 2) فشار آب 3) گرادیان هیدرولیکی 4) ضریب تراوایی

9- قانون دارسی در کدام یک از موارد زیر اعتبار ندارد؟

1) محیط دارای تخلخل باشد. 2)رژیم جریان موجود در محیط ورقه ای باشد.

3) عدد رینولدز بزرگتر از یک باشد. 4) محیط از رس متراکم تشکیل نشده باشد.

10- بیان ریاضی $K_x = K_y$ و $K_{x_1} \neq K_{x_2}$ و $K_{y_1} \neq K_{y_2}$، معرف کدام محیط می باشد؟

1) ایزوتروپ – هتروژن 2) ایزوتروپ – هموژن 3) انیزوتروپ – هموژن 4) انیزوتروپ – هتروژن

11- کدام گزینه صحیح است؟

1) هرچه فاصله بین خطوط هم پتانسیل کمتر باشد، مقدار ضریب آبگذری بیشتر است.

2) هرچه فاصله بین خطوط جریان کمتر باشد، مقدار ضریب آبگذری کمتر است.

3) هرچه فاصله بین خطوط تراز (هم پتانسیل) بیشتر باشد، مقدار گرادیان هیدرولیک بیشتر است.

4) هرچه فاصله بین خطوط تراز بیشتر باشد، مقدار ضریب نفوذپذیری بیشتر است.

12- در استوانه ای با سطح مقطع 15 سانتی متر مربع پر از ماسه نفوذپذیر، جریان آب برقرار شده است. در صورتی که گرادیان هیدرولیک بوجود آمده برابر 0/5 و دبی جریان برابر با 13 سانتی متر مکعب در دقیقه باشد، مقدار ضریب نفوذپذیری خاک، برابر با کدام گزینه است؟

1) 23 2) 19/8 3) 17/33 4) 15/93

13- در کدام نوع از آبخوان ها می توان مقادیر قابل توجهی آب سطحی را بوسیله تغذیه مصنوعی ذخیره نمود؟

1) آبخوان های تحت فشار 2) آبخوان های معلق محصور3) آبخوان های آزاد 4) آبخوان های نشتی

www.Endbook.net

14- چاهی با قطر ثابت در آبخوانی با $T = 200\frac{m^2}{day}$ و $S = 4/5\times10^{-3}$ حفر شده است. مقدار دبی چاه را در چه حدی باید نگاه داشت تا مقدار افت در طول 100 روز آینده در پیزومتری به فاصله 100 متر از چاه، هرگز از 10 متر تجاوز نکند؟

1) 2730 2) 1340 3) 3946 4) 789

15- از یک آزمایش پمپاژ اطلاعات زیر بدست آمده :

$$Q = 1210\frac{m^3}{day}, W_{(u)} = 3, s = 2m, u = 8/4\times10^{-2}, r = 20m, t = 10day$$

مقدار T و S آبخوان برابر با کدام گزینه خواهد بود؟

1) $T = 89/73, S = 1/92$ 2) $T = 144/5, S = 1/213$

3) $T = 110/2, S = 2/29$ 4) $T = 100/71, S = 3/29$

16- کدام یک از گزینه های زیر نقض کننده فرضیات دوپویی در روابط جریان شعاعی می باشد؟

1) چاه حفاری شده کلیه ضخامت آبخوان را قطع کرده باشد.

2) آبخوان مورد نظر همگن،انیزوتروپ و دارای گسترش افقی نامحدود باشد.

3) چاه با دبی ثابت پمپاژ شود.

4) لوله موجود در چاه در سرتاسر طول چاه مشبک باشد.

17- کدام گزینه رابطه محاسبه ضریب آبگذری در شرایط جریان ماندگار و در آبخوان های تحت فشار را صحیح نشان می دهد؟

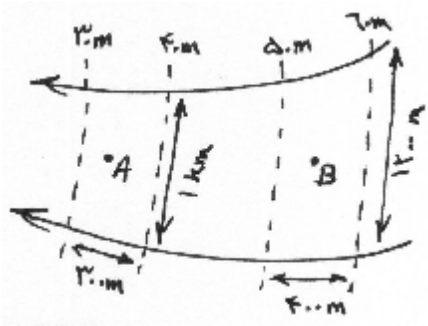
1) $T = \frac{Q\ln(\frac{r_2}{r_1})}{2\pi t}$ 2) $T = \frac{Q\ln t}{2\pi(\frac{r_2}{r_1})}$ 3) $T = \frac{Q\ln(\frac{r_2}{r_1})}{2\pi(s_1 - s_2)}$ 4) $T = \frac{Q\ln(s_1 - s_2)}{2\pi(\frac{r_2}{r_1})}$

18- شعاع تاثیر در کدام یک از آبخوان های زیر معمولاً بیشتر است؟

1) تحت فشار 2) آزاد 3) نشتی 4) نیمه محصور

www.Endbook.net

19- در شکل زیر خطوط هم پتانسیل و دو خط جریان در بخشی از یک آبخوان نشان داده شده است. مقدار ضریب قابلیت انتقال اندازه گیری شده در منطقه **A** معادل 600 متر مربع بر روز است. با فرض ثابت بودن دبی در لوله جریان، مقدار ضریب قابلیت انتقال در نقطه **B** چند متر مربع بر روز است؟



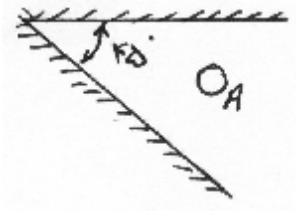
1) 333/333

2) 666/666

3) 777/777

4) 888/888

20- با توجه به شکل زیر چاهی در نزدیکی مرزهای نفوذناپذیر یک آبخوان که با یکدیگر زاویه 45 درجه می سازند، حفر شده است. چند چاه مجازی جهت نامحدود در نظر گرفتن لایه آبدار لازم است؟



1) 2

2) 5

3) 7

4) 8

21- در معادلات تیس در آزمون های پمپاژ مقدار **u** با کدام پارامتر زیر رابطه مستقیم دارد؟

1) ضریب آبگذری　　2) میزان افت

3) ضریب ذخیره　　4) زمان گذشته از شروع پمپاژ

22- کدامیک از موارد زیر از تبعات مراحل توسعه چاه نمی باشد؟

1) افزایش دبی　　2) کاهش قطر موثر　　3) افزایش عمر مفید چاه　　4) کاهش مواد خرد شده

23- سریع ترین و موثرترین راه جلوگیری از پیشروی آب شور در آبخوان های ساحلی کدام است؟

1) افزایش پمپاژ　　2) اجرای پروژه های تغذیه مصنوعی

3) احداث سد زیرزمینی　　4) کاهش پمپاژ

www.Endbook.net

24- **در یک آبخوان تحت فشار با ضریب قابلیت انتقال ثابت، با افزایش فاصله میان خطوط اکی پتانسیل ضخامت لایه آبدار :**

1) افزایش می یابد. 2) کاهش می یابد.

3) ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد. 4) تغییری نمی کند.

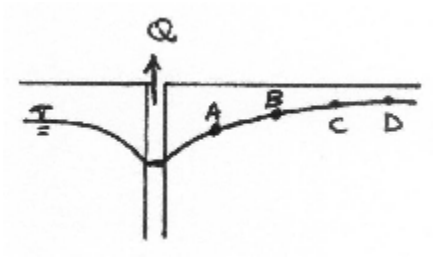
25- **یک سفره معلق نوعی از سفره ..... می باشد.**

1) تحت فشار 2) نشتی 3) محبوس نشتی 4) آزاد

26- **کدامیک از پارامترهای زیر در نفوذپذیری خاک تاثیر بیشتری دارد؟**

1) اسیدیته 2) T.D.S 3) سختی کل 4) S.A.R

27- **در شکل زیر :**



1) S زیاد است.

2) u کم است.

3) T زیاد است.

4) هیچکدام.

28- **در نقشه های مقاومت ویژه ظاهری، کدامیک از سازندهای زیر ρ_a کمتری را نشان می دهد؟**

1) آبرفت های حاوی آب شیرین 2) سنگ های آذرین بدون شکستگی

3) شیل های حاوی آب شور 4) ماسه سنگ های خشک

29- **کدامیک از انواع آزمون های پمپاژ جهت تعیین نوع و عمق نصب پمپ و کیفیت عملیات توسعه چاه آب مناسب تر می باشد؟**

1) آزمون برگشت 2) آزمون پله ای

3) آزمون پمپاژ ساده 4) آزمون پله ای به همراه آزمون برگشت

30- **یک توده سنگ آذرین بیرونی از لحاظ تقسیم بندی آبخوان ها، توانایی تشکیل کدام نوع از آبخوان ها را دارد؟**

1) Aquifer 2) Aquitard 3) Aquiclude 4) Aquifuge

www.Endbook.net

پاسخنامه سوالات

1- **گزینه 2 صحیح است**. دولومیتی شدن باعث افزایش تخلخل می گردد.

2- **گزینه 3 صحیح است**. هرچه ضریب یکنواختی خاک بیشتر باشد، یکنواختی خاک نیز بیشتر خواهد بود.

3- **گزینه 2 صحیح است**. بار مکش در شکل نشان داده شده برابر 15 سانتی متر است.

4- **گزینه 3 صحیح است**. در عملیات های چاه نگاری، روش نمودار گاما بیشتر جهت تشخیص رس در لایه ها به کار می رود.

5- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکـی والان هر یک از یون ها محاسبه می شود :

$$Ca=40, C=12, O=16$$

وزن اکی والان (CO_3^{2-}) : $\frac{12+(16\times3)}{2}=30$

وزن اکی والان (HCO_3^{-}) : $\frac{1+12+(16\times3)}{1}=61$

وزن اکی والان کربنات کلسیم ($CaCO_3^{+2}$) : $\frac{40+12+(3\times16)}{2}=\frac{100}{2}=50$

سپس اکی والان هر یون را محاسبه می نماییم :

$$CO_3^{2-}\rightarrow\frac{460}{61}=7/54$$

$$HCO_3^{-}\rightarrow\frac{20}{30}=0/66$$

بر اساس رابطه محاسبه سختی کل داریم :

اکی والان CO_3^{2-} + اکی والان HCO_3^{-} = قلیاییت بر حسب $CaCO_3^{+2}$

$$\chi=7/54+0/66\rightarrow\chi=8/2$$

در انتها با توجه به اینکه میزان قلیاییت بر حسب میلی گرم بر لیتر بیان مـی شـود، بنـابراین مـی بایسـت $\chi=11$ را بـر حسب میلی گرم بر لیتر و بر اساس وزن اکی والان کربنات کلسیم (50) بیان نمود :

$$\chi\rightarrow\frac{\chi}{50}=8/2\rightarrow\chi=410$$

www.Endbook.net

6- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به رابطه درصد سدیم داریم :

$$Na = \frac{(Na+K)}{Ca+Mg+Na+K}\times 100 \rightarrow Na = \frac{(23+8)100}{28+31+23+8} \rightarrow Na = \frac{31}{90} \rightarrow Na = 34/44$$

7- **گزینه 2 صحیح است**. از گراول پک یا صافی شنی زمانی در اطراف چاه پمپاژ استفاده می شود که رسوبات آبخوان از جورشدگی خوبی برخوردار نباشند.

8- **گزینه 3 صحیح است**. نسبت اختلاف بار (افت پتانسیل) و طول مسیر جریان در قانون دارسی گرادیان هیدرولیکی نامیده می شود.

9- **گزینه 3 صحیح است**. قانون دارسی در زمانی که عدد رینولدز بزرگتر از یک باشد اعتبار ندارد.

10- **گزینه 1 صحیح است**. بیان ریاضی $K_x = K_y$ و $K_{x1} \neq K_{x2}$ و $K_{y1} \neq K_{y2}$، معرف محیط ایزوتروپ – هتروژن است.

11- **گزینه 4 صحیح است**. هرچه فاصله بین خطوط هم پتانسیل بیشتر باشد، مقدار ضریب آبگذری بیشتر است و برعکس ، هرچه فاصله بین خطوط جریان بیشتر باشد، مقدار ضریب آبگذری کمتر است و برعکس ، هرچه فاصله بین خطوط تراز (هم پتانسیل) بیشتر باشد، مقدار گرادیان هیدرولیک کمتر است و برعکس و هرچه فاصله بین خطوط تراز بیشتر باشد، مقدار ضریب نفوذپذیری بیشتر است و برعکس.

12- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به رابطه دارسی داریم :

$$k = \frac{Q}{Ai} \rightarrow k = \frac{13}{15\times 0/5} \rightarrow k = 17/33$$

13- **گزینه 3 صحیح است**. در آبخوان های آزاد می توان مقادیر قابل توجهی آب سطحی را بوسیله تغذیه مصنوعی ذخیره نمود.

14- **گزینه 1 صحیح است**. بر اساس روابط ژاکوب داریم :

$$s = \frac{2/3Q}{4\pi T}\log\frac{2/25Tt}{r^2S} \rightarrow 10 = \frac{2/3Q}{4(3/14)(150)}\log\frac{2/25(200)(100)}{(100)^2\times 4/5\times 10^{-3}} \rightarrow 6/9Q = 18840 \rightarrow Q = 2730$$

15- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به روابط تیس و ژاکوب داریم :

www.Endbook.net

$$s=\frac{QW_{(u)}}{4\pi T}\rightarrow 2=\frac{120\times 3}{4\times 3/14\times T}\rightarrow 25/12T=3630\rightarrow T=144/5$$

$$u=\frac{r^2S}{4\pi t}\rightarrow 8/4\times 10^{-2}=\frac{(20)^2S}{4(144/5)(10)}\rightarrow 485/52=400S\rightarrow S=1/213$$

16- **گزینه 2 صحیح است**. در صورتی که آبخوان مورد نظر همگن،انیزوتروپ و دارای گسترش افقی نامحدود باشد، فرضیات دوپویی در آن صادق نمی باشد.

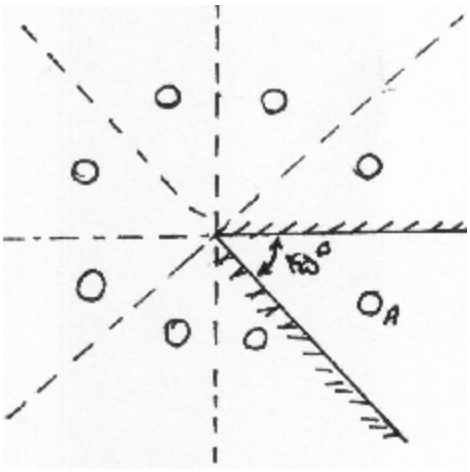
17- **گزینه 3 صحیح است**. رابطه $T=\frac{Q\ln(\frac{r_2}{r_1})}{2\pi(s_1-s_2)}$ جهت محاسبه ضریب آبگذری در شرایط جریان ماندگار و در آبخوان های تحت فشار صحیح می باشد.

18- **گزینه 2 صحیح است**. شعاع تاثیر در آبخوان های آزاد معمولاً بیشتر است.

19- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به اینکه میزان دبی در هر دو قطعه ثابت است، داریم :

$$T_B=\frac{q_BL_BW_A\Delta H_A}{q_AL_AW_B\Delta H_B}T_A\rightarrow T_B=\frac{400\times 1000\times 10}{300\times 1200\times 10}\times 600\rightarrow T_B=\frac{2400000000}{3600000}\rightarrow T_B=666/666\frac{m^2}{day}$$

20- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به شکل نشان داده شده و شکل زیر 7 چاه مجازی جهت نامحدود در نظر گرفتن لایه آبدار لازم است :



21- **گزینه 3 صحیح است**. بر اساس معادلات تیس در آزمون های پمپاژ مقدار u با S رابطه مستقیم دارد :

$$u=\frac{r^2S}{4\pi t}$$

www.Endbook.net

22- **گزینه 2 صحیح است**. عملیات توسعه چاه باعث افزایش قطر موثر می شود.

23- **گزینه 4 صحیح است**. سریع ترین و موثرترین راه جلوگیری از پیشروی آب شور در آبخوان های ساحلی کاهش بهره برداری و پمپاژ است.

24- **گزینه 4 صحیح است**. در یک آبخوان تحت فشار با ضریب قابلیت انتقال ثابت، با افزایش فاصله میان خطوط اکی پتانسیل ضخامت لایه آبدار ثابت است.

25- **گزینه 4 صحیح است**. یک سفره معلق نوعی از سفره آزاد می باشد.

26- **گزینه 4 صحیح است**. ضریب جذب سدیم در مقدار نفوذپذیری خاک موثر است.

27- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به شکل T (ضریب انتقال) زیاد است.

28- **گزینه 3 صحیح است**. در نقشه های مقاومت ویژه ظاهری، شیل های حاوی آب شور ρ_a کمتری را نشان می دهند.

29- **گزینه 2 صحیح است**. آزمون پله ای جهت تعیین نوع و عمق نصب پمپ و کیفیت عملیات توسعه چاه آب مناسب تر می باشد.

30- **گزینه 4 صحیح است**. یک توده آذرین می تواند تشکیل دهنده یک Aquifuge باشد.

www.Endbook.net

آزمون خودسنجی:دوم

1- در صورتی که از یک ستون لایه آبدار تحت فشار با سطح مقطع یک متر مربع، 20 لیتر آب خارج شود و سطح پیزومتریک آن 4 متر افت کند، ضریب ذخیره این لایه آبدار برابر با کدام گزینه خواهد بود؟

1) 2×10^{-2} 2) 2×10^{-3} 3) 5×10^{-2} 4) 5×10^{-3}

2- منطقه مویین خاک در چه قسمتی از پروفیل خاک قرار دارد؟

1) منطقه میانی
2) بین منطقه میانی و منطقه رطوبت خاک
3) بالای منطقه میانی و زیر منطقه رطوبت خاک
4) بالای منطقه میانی

3- در صورتی که پوکی خاک برابر با 0/3 و چگالی فاز جامد خاک برابر با 6 باشد، چگالی ظاهری خاک برابر با کدام گزینه خواهد بود؟

1) 1/911 2) 3/343 3) 2/728 4) 4/219

4- در رابطه Schlumberger، در بررسی های ژئوالکتریکی در چه صورتی رسوبات لایه ها از نوع رس و مارن است؟

1) مقاومت ویژه ظاهری رسوبات بیش از 10 اهم متر باشد.
2) مقاومت ویژه ظاهری رسوبات کمتر از 10 اهم متر باشد.
3) مقاومت ویژه ظاهری رسوبات برابر با 10 اهم متر باشد.
4) مقاومت ویژه ظاهری رسوبات بزرگتر مساوی 10 اهم متر باشد.

5- در عملیات های چاه نگاری از نمودار نوترون بیشتر جهت کدامیک از موارد زیر استفاده می شود؟

1) شناسایی موقعیت سطوح ایستابی
2) شناسایی تخلخل لایه ها
3) شناسایی چگالی نسبی و ظاهری لایه ها
4) میزان رس موجود در لایه ها

6- درجه سختی (TH) نمونه آب زیرزمینی که دارای 3 میلی اکی والان کلسیم و یک میلی اکی والان منیزیم است، چند میلی گرم بر لیتر است؟

1) 50 2) 100 3) 150 4) 200

www.Endbook.net

7- **چشمه ها از لحاظ تغییرات دبی به چند دسته تقسیم می شوند؟**

1) 2 2) 3

3) 4 4) چشمه ها بر این اساس طبقه بندی نمی شوند.

8- **تغییرات جریان آب نسبت به زمان در کدام نوع جریان آب زیرزمینی دیده می شود؟**

1) جریان متلاطم 2) جریان غیر یکنواخت 3) جریان ورقه ای 4) جریان غیر ماندگار

9- **بر اساس قانون دارسی دبی آب عبوری از یک مقطع با ..... نسبت عکس دارد.**

1) سطح مقطع نمونه 2) خصوصیات فاز جامد 3) دبی آب خروجی از مقطع 4) ویسکوزیته سیال

10- **در لایه هایی که جریان آب عبوری از آنها موازی و در امتداد لایه بندی باشد، ضریب نفوذپذیری معادل (K) با کدامیک از پارامترهای زیر رابطه معکوس دارد؟**

1) ضریب نفوذپذیری 2) ضخامت کل لایه ها 3) ضریب آبگذری هر لایه 4) ضخامت هر لایه

11- **بیان ریاضی محیطی که دارای لایه بندی مایل می باشد، نزدیک به کدام گزینه است؟**

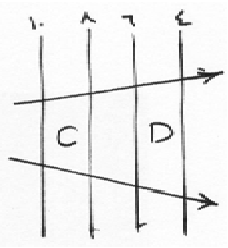
1) $K_x = K_y$ و $K_{x1} \neq K_{x2}$ و $K_{y1} \neq K_{y2}$

2) $K_X \neq K_y$ و $K_{x1} \neq K_{x2}$ و $K_{y1} \neq K_{y2}$

3) $K_X \neq K_y$ و $K_{x1} = K_{x2}$ و $K_{y1} = K_{y2}$

4) $K_x = K_y$ و $K_{x1} = K_{x2}$ و $K_{y1} = K_{y2}$

12- **در شکل روبه رو فاصله میان خطوط هم پتانسیل برابر می باشد، بر این اساس کدام گزینه صحیح است؟**



1) مقدار ضریب نفوذپذیری D بیشتر از C است.

2) مقدار ضریب آبگذری D بیشتر از C است.

3) مقدار ضریب آبگذری D کمتر از C است.

4) مقدار ضریب نفوذپذیری D بیشتر از C است.

13- **یک آبخوان تحت فشار دارای $T = 800$ متر مربع بر روز و $S = 0/0002$ است. در صورت حفر چاه در این آبخوان و پمپاژ با دبی ثابت 12000 مترمکعب در روز، مقدار افت سطح پیزومتریک در فاصله 50 متری چاه بهره برداری، پس از 8 روز پمپاژ برابر با کدام گزینه است؟** $(W_{(u)} = 7/94)$

1) 9/48 2) 10/23 3) 11/82 4) 12/29

www.Endbook.net

14- در رابطه تاد در آبخوان های آزاد جهت محاسبه جریان آب شیرین به طرف دریا در واحد طول، پارامتر **b** معادل با کدام گزینه است؟ $(q = \frac{1}{2}(\frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f})\frac{Kb^2}{L})$

1) ضخامت آبخوان
2) ضخامت اشباع آبخوان
3) ارتفاع سطح ایستابی تا آبخوان
4) طول زبانه آب شور

15- چاهی در یک آبخوان تحت فشار به ضخامت 40 متر و هدایت هیدرولیکی 50 متر بر روز، حفر شده و با دبی ثابت 5460 متر مکعب بر روز پمپاژ می شود تا به حالت ماندگار برسد. در این حالت سطح آب زیرزمینی در پیزومتری که به فاصله 10 متری چاه اصلی قرار گرفته، 2 متر افت می کند، مقدار افت پیزومتریک در فاصله 100 متری چاه برابر با کدام گزینه است؟

1) 0/5
2) 1
3) 1/5
4) 2/3

16- افزایش ضریب آبگذری و کاهش شدت برداشت آب از چاه، به ترتیب چه تاثیری بر شعاع تاثیر چاه می گذارد؟

1) افزایش – کاهش
2) کاهش – کاهش
3) کاهش – افزایش
4) افزایش – افزایش

17- در رابطه تیس در حالت جریان ماندگار، افت چاه با کدامیک از پارامترهای زیر نسبت عکس دارد؟

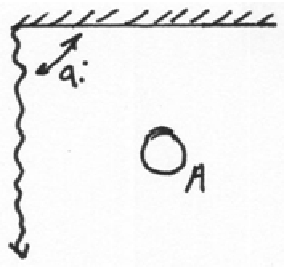
1) ضریب آبگذری
2) دبی پمپاژ چاه
3) ضریب ذخیره
4) زمان گذشته از شروع پمپاژ

18- محاسبه **T** و **S** در شرایط غیرماندگار در آبخوان های تحت فشار به روش ژاکوب، در چه شرایطی اعتبار دارد؟

1) $u \geq 0/01$
2) $u \leq 0/001$
3) $u \leq 0/01$
4) $\Delta s \leq 0/001$

www.Endbook.net

19- **با توجه به شکل زیر، در صورتی که چاه A یک چاه تخلیه ای باشد و با دبی 1211 متر مکعب در روز پمپاژ شود، در آن طرف رودخانه کدامیک از چاه های زیر و به چه تعداد را باید قرار داد تا لایه آبدار نامحدود در نظر گرفته شود؟**



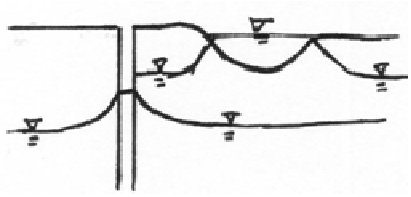
1) چاه تغذیه ای – یک عدد

2) چاه تخلیه ای – یک عدد

3) چاه تغذیه ای – سه عدد

4) چاه تخلیه ای – سه عدد

20- **با توجه به شکل زیر** :



1) رودخانه در حال تخلیه و چاه در حال تغذیه است.

2) رودخانه در حال تغذیه و چاه در حال تخلیه است.

3) رودخانه و چاه هر دو در حال تخلیه هستند.

4) رودخانه و چاه هر دو در حال تغذیه هستند.

21- **آب Vadose در کدام منطقه از پروفیل خاک قرار دارد؟**

1) منطقه غیر اشباع 2) منطقه اشباع 3) تمام مناطق 4) مناطق نفتی

22- **در یک آبخوان همگن و ایزوتروپ فاصله خطوط اکی پتانسیل چگونه است؟**

1) ثابت است 2) افزایش می یابد

3) کاهش می یابد 4) متناوباً کاهش و افزایش می یابد

23- **در یک آبخوان آزاد، جهت جریان همواره** :

1) از میزان افت کمتر به افت بیشتر است.

2) از میزان انرژی کمتر به انرژی بیشتر است.

3) از وزن اکی پتانسیل بیشتر به وزن اکی پتانسیل کمتر است.

4) تغییری نمی کند.

www.Endbook.net

24- وجود چشمه های با آبدهی بالا در پای دامنه های پرشیب نشانگر کدام گزینه است؟

1) وجود سنگ ها و لایه های با نفوذپذیری خوب در منطقه

2) وجود آبخوان هایی با سطوح ایستابی کم عمق در منطقه

3) وجود آبخوان هایی با هدایت هیدرولیکی ضعیف در منطقه

4) وجود آبخوان هایی با کیفیت آب نامطلوب در منطقه

25- بیشترین آبدهی مخصوص مربوط به کدام نوع از رسوبات زیر است؟

1) ماسه ریزدانه 2) ماسه درشت دانه 3) ماسه متوسط دانه 4) گراول

26- آب زیرزمینی با چگالی $1000\frac{kg}{m^3}$ **و ویسکوزیته** $0/001\frac{kg}{sec.m}$ **در رسوباتی با قطر متوسط خلل و فرج برابر با** $0/002m$ **تحت گرادیان هیدرولیک 3 جریان دارد. در صورتی که سرعت جریان آب 0/02 متر در ثانیه باشد، عدد رینولدز برابر با کدام گزینه خواهد بود؟**

1) 1 2) 10 3) 2 4) 20

27- ضخامت و ضریب نفوذپذیری یک مقطع خاک تشکیل شده از سه لایه خاک متفاوت به ترتیب برابر $h=2m, k=0/5$ ، $h=4m, k=1$ **می باشد. در صورتی که آب با دبی ثابت عمود بر لایه های خاک جریان یابد، نفوذپذیری معادل این مقطع برابر با کدام گزینه خواهد بود؟**

1) 0/75 2) 0/83 3) 1/3 4) 1/43

28- بهترین راه برای افزایش قطر موثر چاه چه اقدامی است؟

1) حفاری دورانی 2) استفاده از پمپ توربینی 3) ایجاد صافی شنی 4) کاهش برداشت از چاه

29- در یک آبخوان آزاد به وسعت یک کیلومتر مربع، 100000 متر مکعب آب استخراج شده است و در اثر این برداشت آب، سطح ایستابی 2 متر افت نشان داده است. میزان آبدهی ویژه این آبخوان برابر با کدام گزینه است؟

1) 0/02 2) 0/05 3) 0/2 4) 5

www.Endbook.net

30- در نمودار افت – لگاریتم زمان حاصل از یک چاه مشاهده ای به ازای هر سیکل لگاریتمی 3 متر افت مشاهده شده است. اگر دبی پمپاژ 120 متر مکعب در روز باشد، ضریب آبگذری آبخوان مذکور تا دو رقم اعشار برابر با کدام گزینه خواهد بود؟

1) 4/22　　2) 6/73　　3) 7/32　　4) 8/43

www.Endbook.net

پاسخنامه سوالات

1- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به رابطه ضریب ذخیره داریم :

$$s=\frac{V_y}{V_t}\rightarrow s=\frac{0/02}{4}\rightarrow s=0/005\rightarrow s=5\times10^{-3}$$

2- **گزینه 4 صحیح است**. منطقه مویین خاک در بالای منطقه میانی قرار دارد.

3- **گزینه 2 صحیح است**. با توجه به روبط تخلخل و پوکی داریم :

$$e=0/3\rightarrow \alpha=\frac{e}{1-e}\rightarrow \alpha=\frac{0/3}{1-0/3}\rightarrow \alpha=0/428$$
$$\rho_v=(1-\alpha)\rho\rightarrow \rho_v=(1-0/428)6\rightarrow \rho_v=3/432$$

4- **گزینه 2 صحیح است**. در رابطه Schlumberger، در بررسی های ژئوالکتریکی در صورتی که مقاومت ویژه ظاهری رسوبات کمتر از 10 اهم متر باشد، رسوبات لایه ها از نوع رس و مارن است.

5- **گزینه 1 صحیح است**. نمودار نوترون بر اساس کند شدن نوترون ها تهیه می شود و بیشتر جهت شناسایی موقعیت سطوح ایستابی و لایه های اشباع به کار می رود.

6- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به اینکه وزن اتمی هر یک از عنصرها به شرح زیر می باشد،در ابتدا وزن اکی والان هر یک از یون ها محاسبه می شود :

$$Ca=40, Mg=23, C=12, O=16$$

وزن اکی والان کلسیم (Ca^{2+}) : $\frac{40}{2}=20$

وزن اکی والان منیزیم (Mg^{2+}) : $\frac{23}{2}=11/5$

وزن اکی والان کربنات کلسیم $(CaCO_3^{+2})$: $\frac{40+12+(3\times16)}{2}=\frac{100}{2}=50$

سپس وزن هر یون را بر حسب میلی گرم بر لیتر محاسبه می کنیم :

$$Ca^{2+}\rightarrow \frac{\chi}{3}=20\rightarrow \chi=60$$
$$Mg^{2+}\rightarrow \frac{\chi}{1}=11/5\rightarrow \chi=11/5$$

www.Endbook.net

بر اساس رابطه محاسبه سختی کل داریم :

$$TH = Ca \times \frac{CaCO_3}{Ca} + Mg\frac{CaCO_3}{Mg} \rightarrow TH = 60(\frac{50}{20}) \times 11/5(\frac{50}{11/5}) \rightarrow TH = 150 + 50 \rightarrow TH = 200$$

7- **گزینه 1 صحیح است**. چشمه ها از لحاظ تغییرات دبی به دو دسته تقسیم می شوند. چشمه های دائمی و چشمه های متناوب.

8- **گزینه 4 صحیح است**. در صورتی که جریان آب نسبت به زمان تغییر کند، جریان غیر ماندگار و یا گذرا نامیده می شود.

9- **گزینه 4 صحیح است**. بر اساس قانون دارسی دبی آب عبوری از یک مقطع با ویسکوزیته سیال نسبت عکس دارد.

10- **گزینه 2 صحیح است**. در لایه هایی که جریان آب عبوری از آنها موازی و در امتداد لایه بندی باشد، ضریب نفوذپذیری معادل (K) با ضخامت کل لایه ها رابطه معکوس دارد.

11- **گزینه 1 صحیح است**. در محیطی که دارای لایه بندی مایل است، داریم : $K_x = K_y$ و $K_{x_1} \neq K_{x_2}$ و $K_{y_1} \neq K_{y_2}$

12- **گزینه 3 صحیح است**. در نقشه های آب زیرزمینی هرچه فاصله بین خطوط جریان بیشتر باشد، مقدار ضریب آبگذری کمتر است و برعکس بنابراین در شکل نشان داده شده مقدار ضریب آبگذری D کمتر از C است.

13- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به روابط پمپاژ داریم :

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W_{(u)} \rightarrow s = \frac{12000}{4(3/14)(800)}(7/94) \rightarrow s = 9/48m$$

14- **گزینه 2 صحیح است**. بر اساس رابطه تاد در آبخوان های آزاد جهت محاسبه جریان آب شیرین به طرف دریا در واحد طول، پارامتر b معادل ضخامت اشباع آبخوان است.

15- **گزینه 2 صحیح است**. بر اساس روابط شعاعی داریم :

$$Q = \frac{2/73KD(s_1 - s_2)}{\log\frac{r_2}{r_1}} \rightarrow 5460 = \frac{2/73(50)(40)(2 - s_2)}{\log\frac{100}{10}} \rightarrow 5460 = 10920 - 5460s_2 \rightarrow s_2 = 1$$

16- **گزینه 1 صحیح است**. افزایش ضریب آبگذری و کاهش شدت برداشت آب از چاه، به ترتیب باعث افزایش و کاهش شعاع تاثیر چاه می شود.

www.Endbook.net

17- **گزینه 1 صحیح است**. در رابطه تیس در حالت جریان ماندگار، افت چاه با ضریب آبگذری نسبت عکس دارد.

18- **گزینه 3 صحیح است**. محاسبه T و S در شرایط غیرماندگار در آبخوان های تحت فشار به روش ژاکوب، در شرایط $u \leq 0/01$ اعتبار دارد.

19- **گزینه 1 صحیح است**. با توجه به شکل، جهت نامحدود در نظر گرفتن آبخوان می بایست یک چاه تغذیه ای مجازی در آن طرف رودخانه در نظر گرفته شود.

20- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به شکل و شکل مخروط برآمده، رودخانه و چاه هر دو در حال تخلیه هستند.

21- **گزینه 1 صحیح است**. آب Vadose در منطقه غیر اشباع پروفیل خاک قرار دارد.

22- **گزینه 1 صحیح است**. در یک آبخوان همگن و ایزوتروپ فاصله خطوط اکی پتانسیل ثابت و یکسان است.

23- **گزینه 3 صحیح است**. در یک آبخوان آزاد، جهت جریان همواره از وزن اکی پتانسیل بیشتر به وزن اکی پتانسیل کمتر است.

24- **گزینه 1 صحیح است**. وجود چشمه های بزرگ با آبدهی بالا در کوهپایه، پای دامنه ها و دره ها نشان دهنده وجود سنگ هایی با نفوذپذیری بالا و آبخوان هایی با سطوح ایستابی با عمق زیاد و هدایت هیدرولیکی قوی می باشد.

25- **گزینه 4 صحیح است**. هرچه مصالح ریزدانه تر باشد، آبدهی ویژه نیز کمتر می باشد و بر عکس.

26- **گزینه 4 صحیح است**. با توجه به رابطه محاسبه عدد رینولدز داریم :

$$N_R = \frac{\rho V D}{\mu} \rightarrow N_R = \frac{1000(0/02)(0/002)}{0/001} \rightarrow N_R = \frac{0/04}{0/001} \rightarrow N_R = 40$$

27- **گزینه 1 صحیح است**. بر اساس رابطه محاسبه ضریب نفوذپذیری داریم :

$$k_v = \frac{H}{\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_1}{k_1}} \rightarrow k_v = \frac{6}{\frac{2}{0/5} + \frac{4}{1}} \rightarrow k_v = 0/75$$

28- **گزینه 3 صحیح است**. بهترین راه برای افزایش قطر موثر چاه ایجاد صافی شنی یا گراول پک است.

29- **گزینه 2 صحیح است**. بر اساس روابط آبدهی ویژه داریم :

$$V = \Delta h \times A \times S_y \rightarrow 100000 = 2 \times 1000000 \times S_y \rightarrow S_y = 0/05$$

30- **گزینه 3 صحیح است**. با توجه به روابط تیس و ژاکوب داریم :

$$T = \frac{2/3Q}{4\pi\Delta s} \rightarrow T = \frac{2/3(120)}{4(3/14)(3)} \rightarrow T = \frac{276}{37/68} \rightarrow T = 7/32$$