

واژه‌نامه فارسی- انگلیسی

آ

Stream channels	آبراهه	Volcanic water	آب با منشأ آتشفشانی
Excess irrigation	آب زائد آبیاری	Return flow	آب برگشتی
Water master	آب سالار	Retained water	آب باقی‌مانده
Hard water	آب سنگین	Overdraft	آب برداری بیش از ظرفیت
Hygroscopic water	آب غشائی	Aquiclude	آب بند ( غیر قابل نفوذ )
Jetting nozzle	آبفشان	Pellicular water	آب پوسته‌ای
Geysers	آبفشانها	Subpermafrost water	آب تحت لایه همیشه یخ زده
Suprapermafrost water	آب فوق لایه همیشه یخ زده	Gravitational water	آب ثقلی
Constant temperature chamber	اتاقک حرارت ثابت	Runoff	آب‌های جاری سطحی
Joint	اتصال (پیوندگاه)	Juvenile water	آب تازه (غیرفسیلی)
Cost allocation	اختصاص هزینه	Atmospheric (Meteoric) water	آب جوئی
U.S.Geological survey	اداره بررسی‌های زمین شناسی ایالات متحده	Aquifer	آبخوان (لایه آبدار)
Entrapped water	آب محبوس	Artesian Aquifer	آبخوان آرتزین (سفره آبدار)
Suspended water	آب معلق	Free aquifer	آبخوان آزاد
Magmatic water	آب مواد مذاب معدنی	Unconfined aquifer	آبخوان باز (سفره آب آزاد)
Capillary water	آب موئین	Confined aquifer	آبخوان بسته (سفره آب تحت فشار)
Water supply	آب وارد به حوضه	Coastal aquifer	آبخوان ساحلی
Vadose water	آب واسط بین سطح ایستابی و سطح زمین	Perched aquifer	آبخوان سوار (سفره آب معلق)
Subsurface inflow	آب ورودی زیر سطحی	Available water for plant	آب قابله برای گیاه
Surface inflow	آب ورودی سطحی	Cosmic water	آب کیهانی
Retained inflow	آب ورودی مانده سالانه	Water courses	آبگذرها
Percolating waters	آبهای نافذ	Aquifuge	آبگریزها
Imported water	آب تغذیه مصنوعی حوضه	Non- Arteian aquifer	آبخوان غیر آرتزین
Exported water	آب استحصالی از حوضه	Pressure aquifer	آبخوان فشاری
Trial and error	آزمایش و خطا	Source aquifer	آبخوان منبع
Step drawdown pumping test	آزمایش‌های پمپاژ پله‌ئی	Alluvial aquifer	آبخوان واریزی
Contamination	آلودگی	Extensive aquifer	آبخوان وسیع
		Subsurface outflow	آب خروجی زیر

Surface outflow	سطحي آب خروجي سطحي
Intrapermafrostwater	آب داخل لايه هميشه بيخ زده
Yield	آبدهي
Connate water	آب اوليه - آب بين ذره اي
Non – moving water	آب راکد

Effluent stream	انشاءات رودخانه	ا	
		Well line	ابزار حفاري درون چاهي
	ب	Reamer	ابزار فراخ كننده (برقو)
Head	بار	Percussion tools	ابزار وارد آوردن ضربه
Energy head	بار انرژي	Economic pumping lift	ارتفاع مقرون به صرفه براي پمپاژ
Unconfined head	بار نامحدود	Suction lift	ارتفاع مكش
Velocity head	بار سرعت	Flame spectrophotometry	اسپكتروفوتومتری شعله اي
Central head	بار مركزي	Mass spectrography	اسپكتروگرافي توده اي
precipitatin	بارندگي	Conjunctive use	استفاده توأم
Estimated perimeter heads	بار هاي تخميني پيرامون	Emulsified asphalt	اسفالت امولسيون شده
Tidal efficiency	بازده جزر و مد	Linear scale	اشل خطي
Spreading efficiency	بازده پخش آب	Head loss	افت بار
Texture	بافت	Residual drawdown	افت باقيمانده
Discharge	بده (دبي)	Potential loss	افت پتانسيل
Infiltration basin	بركه نفوذپذير	Increment increase	افزايش تدريجي
Recovery	برگشت		افزايش در حجم آب منابع سطحي
Extrapolation	برونيابي	Increase in surface storage	
Levee	بند		افزايش در حجم آب منابع زيرزميني
Optimum rate	بهترين ميزان	Increase in ground water storage	
Anomaly	بيقاعدگي	Diffusion	افشانديگي
	پ	Calcium acrylate	اكريلات كلسيم
Downstream	پاياب	Solid carbon dioxide	اكسيد دو كربن جامد
Velocity potential	پتانسيل سرعت	Chemical equivalence	اكي والان شيميايي
Potentiometer	پتانسيومتر	Equivalent weights	اكي والان وزن
Distribution	پخش	Ground water reservoirs	انبارهاي زيرزميني آب
Spreading of water	پخش آب		انجمن مهندسين آمريكائي
Lateral dispersion	پراكنديگي جاني	American water works association	
Longitudinal dispersion	پراكنديگي طولي	Discontinuity	انقطاع
Packer	پكرن (مسدود كننده)	Refraction	انكسار
Backwashing	Upper culmination	Upper culmination	اوج
Eskers	پشته هاي سنگريزه اي	Avocado	اوكادو
Step wise pumping	پمپاژ پله اي	Multiple hoist	اهرم چند شاخه

Cycle pumping  
Intermittent pumping

پمپاژ دوره اي  
پمپاژ متناوب

Surging

ايجاد موج

Water bearing formations	تشکیلات تراوا	Gross pumpage	پمپاژ ناویژه
Elastic bodies	تشکیلات قابل ارتجاع	Gross annual pumpage	پمپاژ ناویژه سالانه
Salt balance	تعادل املاح	Net draft	پمپاژ ویژه
Hydrologic equilibrium	تعادل هیدرولوژی	Bladeless pump	پمپ بدون پره
Recharge	تغذیه	Vacum pump	پمپ تخلیه
Natural recharge	تغذیه طبیعی	Turbine pump	پمپ توربینی
Induced recharge	تغذیه مصنوعی	Hand operated pitcher	پمپ دستی
Secular variations	تغییرات چندساله ای-قرنی	Gear pump	پمپ دنده ای
Seasonal variations	تغییرات فصلی	Submersible pump	پمپ شناور
Lines of equal change in ground water levels	تغییرات یکسان سطوح آب زیرزمینی	Sand pump	پمپ شن کش
Gradual transition zone	تغییر شکل تدریجی	Plunger pump	پمپ غوطه ور
Decrease in ground water storage	تقلیل در حجم آب معدنی زیرزمینی	Air lift pump	پمپ مکشی
Decrease in surface storage	تقلیل در حجم آب منابع سطحی	Toe	پنجه
Well completion	تکمیل چاه	Incrustation	پوسته گذاری
Characteristic well losses	تلفات مخصوص چاه	Double-wall casing	پوشش لوله جداره
Screen	توری	Occurrence	پیدایش
Brass screen	توری برنجی	Tapered steel drive point	پیشرو فولادی مخروطی
Spatial distribution	توزیع سه بعدی	<b>ت</b>	
Well development	توسعه چاه	Base exchange	تبادل (قلیائی)
Safe yield	تولید مجاز	Cation exchange	تبادل کاتیون
Walking beam	تیر لنگر	Kames	تپه یخچالی
Chisel	تیغه (مرز)	Subsurface	تحت الارضی
Pressure ridge	تیغه فشار (پیک فشار)	Sub capillary	تحت موئی
Cutting blades	تیغه های برشی	Ionic mobility	تحرک یونی
Localized storage changes	تغییرات محلی ذخیره آب زیرزمینی	Interconnection	تداخل
Tidal period	تناوب جزر و مد	Continuity	تداوم
Intrusive bodies	توده های نفوذی آذرین	Seepage	تراوش
		First quarter	تربیع اول
		Last quarter	تربیع دوم
		Arrangement	ترتیب
		Injection of compressed air	تزریق هوای فشرده
		Drainage facilities	تسهیلات زهکشی
		Nuclear radiation	تشعشع هسته ای
		Formations	تشکیلات (سازند)

ج		ج	
		Two-dimensional fluid displacement	جابجا شدن دو بعدی يك سياله
Well knife	چاقوي چاه	Wetting front	جبهه مرطوب
Imaginary discharging well	چاه آب مجازي	Wave front	جبهه موج
Measuring well	چاه اندازه گيري	Well face	جدار چاه
Exploratory test holes	چاه اکتشافی	Temperature log	جدول راهنمای دمایی چاه
Shaft	چاه باریک (میله)	Radio active log	جدول راهنمای رادیواکتیو
Pumping well	چاه پمپاژ	Drilling-time log	جدول راهنمای زمان نسبت به عمق چاه
Recharge well	چاه تغذیه ای	Caliper log	جدول راهنمای قطر چاه
Dry type of recharge well	چاه تغذیه نوع خشک	Resistivity absorption	جدول راهنمای مقاومت
Driven well	چاه حبشه ای	Selective absorption	جذب انتخابی
Flowing well	چاه با آب در جریان	Hoist	جرثقیل
Dug well	چاه دستی	Saturated flow	جریان اشباع
Relief wells	چاه فشار شکن	Base flow	جریان طبیعی آب (جریان پایه)
Jetted wells	چاه فورانی	Steady flow	جریان ثابت شعاعی
Completely penetrating well	چاه کامل	Steady radial flow	جریان جبران کننده
Control well	چاه کنترل	Compensating flow	جریان رو به بالا
Test hole	چاه گمانه (آزمایشی)	Upward flow	جریان رو به پائین
Bored well	چاه مته ای	Unsteady radial flow	جریان شعاعی متغیر
Image well	چاه مجازي	Unsaturated flow	جریان غیر اشباع
Observation well	چاه مشاهده ای	Irrotational flow	جریان غیر چرخشی
Partially penetrating well	چاه ناقص	Non-uniform flow	جریان غیر یکنواخت
Wetype of recharge well	چاه نفوذی (تغذیه) نوع تر	Unsteady flow	جریان متغیر
Collector wells	چاههای جمع آوری آب	Turbulent flow	جریان متلاطم
Thermal springs	چشمه های آب گرم	Inclined flow	جریان متمایل آب زیرزمینی
Volcanic springs	چشمه های آتشفشانی	Axial flow	جریان محوری
Artesian springs	چشمه های آرتزین	Consistent flow	جریان مداوم
Contact springs	چشمه های تماسی	Continous downvalley flow	جریان مداوم رو به پائین دره
Perennial springs	چشمه های دائمی	Laminar flow	جریان ورقه ای
Warm springs	چشمه های آب گرم	Steady unidirectional flow	جریان يك جبهه ثابت
Fissure springs	چشمه های درزی	Uniform flow	جریان یکنواخت
Fracture springs	چشمه های شکافی	Unconfined flows	جریانهای نامحدود

Depression springs	چشمه های واقع در زمین فروافتاده	Plunger	جسم غوطه ور
Tubular springs	چشمه های خروجی از مجاری لوله ای شکل		

خ			
Saline soils	خاکهای شور	Periodic springs	چشمه های متناوب
Alkali soils	خاکهای قلیائی	Air hammer	چکش بادی
A straight line fitted	خط جایگزینی	Drop hammer	چکش سقوط آزاد
An arbitrary base line	خط مقایسه دخواه	Rig	چارچوب (دککل حفاری)
Equipotential line	خط هم قوه	stratification	چینه بندی
Flow lines	خطوط جریان	ح	
Contours	خطوط هم ارتفاع	Initial capillary fringe	حاشیه موئین ابتدایی
Pores	خلل و فرج	Steady state condition	حالت ثابت
Pore space	خلل و فرج	Maximum water capacity	حداکثر ظرفیت آبرگیری
Voids	خلل و فرج	Suction limit	حد مکش
Interstices	خلل و فرج	Range	حدود تغییرات یا دامنه نوسانها
Original interstices	خلل و فرج اصلی	Recording resistance thermoemeter	حرات سنج مقاومتی ثابت
Secondary openings	خلل و فرج ثانوی	Test drilling	حفاری آزمایشی شناسائی
Isolated interstices	خلل و فرج غیر متصل	Lower culmination	حضيض (افتادگی)
Secondary interstices	خلل و فرج فرعی	Cathodic protection	حفاظت های کاتدی
Communicating interstices	خلل و فرج متصل	Water rights	حقوقه ها
Deflection	خمش	Prescriptive right	حقوقی که بر اثر مرور زمان ایجاد می شوند بهره برداری آب
Elastic properties	خواص انعطاف پذیری	Withdrawal area	
corrosion	خوردگی	Recharge area	حوضه آبرگیری حوضه پتانسل جریان دو بعدی
د		Two-dimensional potential flow field	
Data	داده	Area of influence	حوضه تأثیر
Basic data	داده های اساسی	Flow field	حوضه جریان
Threshold saturation	درجه اشباع آستانه	Well field	حوضه چاه
Turbidity	درجه کدر بودن (آشفستگی)	Drainage area	حوضه زهکشی
Percent sodium	درصد سدیم	Flooding area	حوضه سیلگیر
Abandoned vallies	دره های متروک	Supply reservoir	ذخیره آب
Buried vallies	دره های مدفون	Receiving reservoir	حوضچه آبرگیر
Hinged openings	بازشدگی های در امتداد محورچین	Setting basin	حوضچه رسوبگیر
Air compressor	دستگاه متراکم کننده هوا	Drainage basin	حوضه آبریز
Neutrone probe	دستگاه پخش کننده نوترن	Ground water basins	حوضه های آب زیرزمینی
Out- wash plains	دشتهای شسته شده		



Mast	دکل	Underground storage basins	حوضه های ذخیره زیرزمینی
Bentonite slurries	دوغاب بنتونیت		
Dike	دیواره (ستون)		
Bank storage	ذخیره ساحلی		
Perforated metal basket	سبد فلزات مشبک		
Upstream	سرآب (سر منشأ رودخانه)	<b>ر</b>	
Influent stream	سرشاخه های رودخانه	Outcrop	رخنمون
Angular velocity	سرعت زاویه ای	Tracer	ردیاب (شاخص)
Current meter	سرعت سنج جریان آب	Morainal deposits	رسوبات یخچالی
Apparent velocity	سرعت ظاهری	Upland till	رسوبات یخچالی نفوذناپذیر ارتفاعات
Actual velocity	سرعت واقعی	Dike	رگه های سنگهای آذرین
Ground water surface	سطح آب زیرزمینی	Lost river	رودخانه گمشده - رودخانه گمشده
Final free surface	سطح آزاد نهایی	Image stream	رودخانه مجازی روش اولویت در تصاحب
Piezometric level	سطح پیزومتری	Doctrine of prior appropriation	روش ثقلی
Seepage surface	سطح تراوش	Gravity method	روش چندالکترودی
Hydrostatic pressure level	سطح فشار ایستائی آب	Multi electrode method	روش حقوق به هم پیوسته
Boundary surface	سطح محدود	Doctrine of correlative rights	روش خطوط همباران
Interface	سطح مشترک	Isohyetal method	روش دورانی معکوس
Datum	سطح مقایسه (مأخذ)	Reverse rotary method	روش دورانسی هیدرولیکی
Alluvial planes	سطحهای واریزی	Hydraulic rotary method	روش زمین شناسی
Ground water table	سطح آب زیرزمینی	Geological method	روش ضربه ای
Intrusive rocks	آذرین درونی	Cable tool method	روش لرزه نگاری انعکاسی
Unconsolidated rocks	سنگهای ناپیوسته	Seismic reflection method	روش مالکیت زمین
Total hardness	سختی کل (آب)	Doctrine of land	روش مجازی
Pilot holes	سوراخهای راهنما	Method of images	روش مغناطیسی
Drill pipe	سوزن حفاری	Magnetic method	روش مقاومت الکتریکی
Incompressible fluid	سیاله غیرقابل تراکم	Electrical resistivity method	
Multiple well system	سیستم چند چاهی		
Water circulatory system	سیستم گردش آب زمین	<b>ز</b>	
Hydraulic flow system	سیستم هیدرولیکی جریان		
Equivalent hydraulic system	سیستم هیدرولیکی معادل		
Flows	سیلانها	Meniscus	زاویه تماس بین سطح مایع و

Basaltic flow	(مايعات) سيلان بازالتي	ديواره لوله زهكشي داخلي	Interior drainage
<b>س</b>			
		سازند	Formation
		سنگهاي آذرين دروني	Intrusive bodies
		ساروج سيماني (دوغ آب سيمان)	Cement grout
		ساقه حفاري (استم)	Drilling stem
		لوله حفاري (سوزن)	Drill rod
Standard coefficient of permeability	ضريب نفوذپذيري پايه		
<b>ش</b>			
Field coefficient of permeability	ضريب نفوذپذيري صحرائي	شبكة جريان	Flow net
	ضريب نفوذ پذيري غير اشباع	شدت نوسانها	Amplitude
Unsaturated coefficient of permeability		شستشوي چاه	Well washing
Field capacity	ضريب نگهداري آب در خاک	شعاع تأثير	Radius of influence
Heat conductivity	ضريب هدايت گرما	شكلهاي نامنظم	Irregular configurations
<b>ط</b>			
Grain orientations	طرز قرار گرفتن ذرات نسبت به يكدیگر	شمائي	Schematic
Analytic technique	طريقه تحليلي	شوري	Salinity
Field technique	طريقه صحرائي	شيب	Dip
Model technique	طريقه نمونه سازي	شيب آبي	Hydraulic gradient
Length of a light path	طول مسير نوري	شيب اسيديته	Ph gradient
Stroke	طول مسير رفت و برگشت پيستون	شيب ژئوترمال	Geothermal gradient
<b>ص</b>			
		صافي سنگريزه اي	Gravel filter
Cementation factor	عامل سيماني شدن	صعود خالص	Net rise
Slimness	عامل نازكي	<b>ض</b>	
Penetration factor	عامل نفوذ	ضريب آبردهي	Specific yield
Lens	عدسي	ضريب آبچسبي	Specific retention
Time lag	عقب افتادگي زمانی	ضريب آب غشائي	Hygroscopic coefficient
Salt grass	علف شوره زار	ضريب اصطكاك	Friction factor
Electric sounding wire	عمق سنج الكتريكي	ضريب اندازه	Scale factor
<b>غ</b>			
Mass concentration	غلظت توده اي	ضريب تبديل	Conversion factor
Total ionic concentration	غلظت كل يوني	ضريب تخلخل	Porosity factor
Ionic concentration	غلظت يوني	تخلخل مؤثر	Effective porosity
Dowsing	غيبگويي	ضريب تعادل رطوبتي	Moisture equivalent
		ضريب توزيع خلل و فرج	Void distribution coefficient

Anisotropic	غریکسان در هر سو	Viscosity coefficient	ضریب چسبندگی
<b>ف</b>		Storage coefficient	ضریب ذخیره
Gradient formula	فرمول شیب	Sand shape factor	ضریب شکل دانه شن
Hydrostatic pressure	فشار ایستائی آب	Specific capacity	ضریب ظرفیت
Uplift pressure	فشار بالابرنده	Packing factor	ضریب فشردگی
Compressive stress	فشار تراکمی	Coefficient of transmissibility	ضریب قابلیت انتقال
Super capillary	فوق موئی	Coefficient of permeability	ضریب نفوذپذیری
Stainless stell	فولاد زنگ نزن	Laboratory coefficient permeability	ضریب نفوذ پذیری آزمایشگاهی
Storm	طوفان	<b>ق</b>	
Fault	گسل	Intrinsic permeability	قابلیت نفوذ ذاتی
Drilling mud	گل حفاری	Specific permeability	قابلیت نفوذ مخصوص
Bailer	گل کش	English rule of unlimited use	قانون انگلیسی استفاده نامحدود
pit	گودال	American rule of reasonable use	قانون امریکائی استفاده معقول
Recharge pits	گودالهای تغذیه	Water yielding capability	قابلیت آبدی
Tolerant crops	گیاهان مقاوم	Heat conductivity	قابلیت هدایت گرمایی
Sensitive crops	گیاهان حساس	Water holding capability	قابلیت نگهداری آب
Semi tolerant crops	گیاهان نیمه مقاوم	Constant strength	قدرت ثابت
Drive clamps	گیره لوله گیر	Soil water zone	قسمت آب خاک
<b>ل</b>		Dewatered portion	قسمت تخلیه
Dredge	لاروب	Capillary zone	قسمت موئین
Bed	لایه	Intermediate zone	قسمت میانی
Confining bed	لایه محصور کننده	Isolated pockets	قسمتهای مجزا
Lave beds	لایه های گدازه	Hard pan	قشر سنگی شده
Cutting edge	لبه بریده شده	Polarization	قطبی شدن
Beveled cutting edge	لبه کونیک لوله	Hole caliper	قطرسنج
Gravel envelope	لفاف سنگریزه	Effective grain diameter	قطر موثر دانه
Discharge pipe	لوله آبدی	Analogy	قیاس
Intake pipe	لوله آبگیر	<b>ک</b>	
Well pipe	لوله چاه	Drilling line	کابل حفاری
Suction pipe	لوله مکش	Bailer line	کابل گل کش
Air pipe	لوله هوا	Pressed carbon	کربن متراکم
Lava tubes	لوله های ( مجاری ) درگدازه ها	Drive shoe	کفشک پیشرو لوله جدار
<b>م</b>		Consumptive use	کل آب تعریق و تبخیر
Semi infinite solid subject	ماده جامد نیمه محدود	Actual annual consumptive use	کل تعریق و تبخیر حقیقی سالانه
Elastic material	ماده قابل ارتجاع		

Fresh- water- barrier	مانع آب شیرین	Colorimetry	کلریمتری
		Total dissolved solids	کل مواد جامد محلول
Chalked tape	متر گچی		گ
Average annual supply	متوسط آب ورودی سالانه	Infiltration galleries	گالریهای نفوذ
Weighted average	متوسط وزنی	Wedge	گاوه
Drill bit	مته	Wdge of sea water	گاوه آب دریا

Reconnaissance study	مطالعات مقدماتي	Auger	مته آگر
Moving average	معدل متحرك	Hand operated earth auger	مته دستي
Harmonic mean	معدل يکنواخت	Power driven earth auger	مته مکانیکی
Criteria	معیارها	Conduit	مجرا
Shear resistance	مقاومت برشي	Channel	مجرا
Actual resistivity	مقاومت حقیقی	Water passages	جراهاي آبی
Apparent resistivity	مقاومت ظاهري	Total energy head	مجموع بارهاي انرژی
Specific resistivity steady state profile		Center line of the trough	محور دره
Tensiometer	مکش سنج	Media	حیطها
Underground water resources	منابع آب زیرزمینی	Drive cap	محافظ لوله کوب
Drawdown curve	منحنی افت	Most probable number	متملترین شماره
Composite drawdown curve	منحنی افت مرکب	Recharge cone	مخروط تغذیه
Long lateral curve	منحنی مقاومت جانی بلند	Cone of depression	مخروط فرورفتگی
Ground water flow curve	منحنی جریان آب زیرزمینی	Proportional mixing	خلوط متناسب
Volume curve	منحنی حجم		مدت نوسانهای بزرگ منظم
Recession curve	منحنی عقب نشینی	Period of large regular fluctuations	مدت نوسانهای کوچک منظم
Base pressure curve	منحنی فشار پایه	Period of small regular fluctuations	
Long normal curve	منحنی مقاومت معمولی بلند	Electrical mode	مدل الکتریکی
Type curve	منحنی شاخص	Viscous fluid model	مدل سیاله چسبنده
Saturated zone	منطقه اشباع	Bulk modulus of compression	مدول حجمی تراکم آب
Transmission zone	منطقه انتقال	Modulus of elasticity	مدول قابلیت ارتجاع
Wetting zone	منطقه مرطوب	Actual line of saturation	مرز حقیقی اشباع
Seepage area	منطقه تراوش- حوضه تراوش	Visual line of saturation	مرز عینی اشباع
Aeration zone	منطقه تهویه	Inflow boundaries	مرزهای جریان ورودی
Inflow producing region	منطقه مولد جریان	Water table ridge	مرز سطح ایستابی
Deflocculation	منعقد شدن	Reservoir problems	مسائل مخزن
Effectiveness of the well	مؤثر بودن چاه	Submerged	مستغرق
Solid conductors	مواد هادی جامد	Perforator	مشبك کننده
Gelatin conductors	مواد هادی ژلاتینی	Individual drawdown curve	منحنی افت فردی
Liquid conductors	مواد هادی مایع	Sand model	مدل شنی
Capillary	مویی	Membrane model	مدل غشائی
Long time mean	میانگین دراز مدت		
Median	میانه		
Rotating table	میز دوار		
Parts per million	میلیونیم		

Long period fluctuation	نوسانهاي دراز مدت	<b>ن</b>	
Semi confined	نيمه محصور	Pollution	آلودگي
		Irregularities	ناهماهنگيها
<b>و</b>		Net fall	نزول خالص
Electric resistor	وسيله ايجاد مقاومت الكتريكي هدايت الكتريكي مخصوص	Discharge ratio	نسبت بده
Specific electrical conductance		Sodium adsorbtion ratio	نسبت جذب سدیم
Initial costs	هزينه هاي اوليه	Time ratio	نسبت زمان
Maintenance costs	هزينه هاي نگهداري	Velocity ratio	نسبت سرعت
Geometric similarity	همجنس	Length ratio	نسبت طول
Isoresistivity	هم مقاومت	Subsidence ratio	نسبت فرورفتگي
Hydrograph	هيدروگراف - نمودار آبي	Leaky	نشت کننده
		Permeameter	نفوذ سنج
<b>ي</b>		Constant head permeameter	نفوذ سنج با بار ثابت
Glacial	بچالي	Falling head permeameter	نفوذسنج با بار متغير
Isotropic	يكسان در هر سو	Non discharging permeameter	نفوذسنج غيرآبده
		Equilibrium points	نقاط تعادل
		Matching pint	نقطه انطباق
		Shok point	نقطه ايجاد لرزه
		Wilting point	نقطه پژمردگي
		Boiling point	نقطه جوشش
		Drive point	نقطه فرورونده (پيشرو)
		Log of ph	نمایش میزبان اسیدیته
		Potential log	نمودار پتانسیل
		Well log	نمودار مشخصات چاه
		Prototype	نمونه واقعي
		Inertial forces	نیروهاي ماندگي
		Viscous forces	نیروهاي چسبندگي
		Resistive forces	نیروهاي مقاوم
		Compressive forces	نیروهاي تراکمي
		Firm power	نیروي ثابت
		Capillary potential	نیروي جذب موئين
		Adhesive force	نیروي کشش سطحي
		Tension potential	نیروي کشش
		Sampling	نمونه برداري

واژه‌نامه انگلیسی- فارسی

A		B	
Abandoned vallies	دره های متروک	Backwasing	پس زدن آب- شستشوی معکوس
Actual line of saturation	مرز واقعی اشباع	Bailer	گلکش
Actual resistivity	مقاومت حقیقی	Bailer line	کابل گلکش
Actual velocity	سرعت واقعی	Bank storage	ذخیره آب
Adhesive forces	نیروهای کشش سطحی	Basaltic flow	سیلان بازالتی
Aeration zone	منطقه تهویه	Base flow	جریان طبیعی آب
Air compressor	دستگاه متراکم کننده هوا	Base pressure curve	منحنی فشار پایه
Air hammer	چکش بادی	Bed	لایه (در زمین شناسی)
Air lift pump	پمپ مکشی	Bentonite slurries	دوغاب بنتونیت
Air pipe	لوله هوا	Bladeless pump	پمپ بدون پره
Alluvial aquifer	آبخوان در رسوبات واریزه ای	Blowout	فوران
Alteration	تغییرات	Boiling point	نقطه جوش
Amplitude	شدت نوسانها	Bore hole	چاهک
American water works association	انجمن مهندسين امريكائي تاسيسات آبي	Bored well	چاه مته ای
Angular velocity	سرعت زاویه ای	Brass screen	توری برنجی
Anisotropic	غیر یکسان در هر سو	Break down	فروریختگی
Analogy	قیاس	Bulk modulus of compression	مدول حجمی تراکم آب
Anomaly	بیقاعدگی	Buried vallis	دره های مدفون
Apparent resistivity	مقاومت ظاهری	<b>C</b>	
Apparent velocity	سرعت ظاهری	Cable tool method	روش ضربه ای
Aquicluded	آب بند (غیرقابل نفوذ)	Casing	لوله گذاری در چاه
Aquifer	آبخوان (سفره آبی)	Caliper log	جدول راهنمای قطر چاه
Aquifuge	آبگریز	Capillary conductivity	هدایت موئین
Area of influence	حوضه تأثیر	Capillary potential	نیروی جذب موئین
Artesian aquifer	آبخوان آرتزین	Capillary water	آب موئین
Auger	متنه (در نمونه برداری خاک)	Cathodic protection	حفاظت کاتدی
Atmospheric water	آب جوئی	Cation or Base exchange	تبادل کاتیون
Average annual supply	متوسط آب ورودی سالانه	Cementation factor	عامل سیمانی شدن
Axial flow	جریان محوری.	Cement grout	ساروج سیمان
		Center line of the trough	فرورفتگی
		Central head	بار مرکزی
		Channel	مجرأ
		Characteristic well losses	تلفات مخصوص چاه
		Chemical equivalence	اکی والان شیمیائی
		Chisel	تیغه
		Clastic	تخریبی
		Coastal aquifer	آبخوان ساحلی
		Coefficient of permeability	ضریب نفوذپذیری

		D		
Coefficient of transmissibility	ضریب قابلیت انتقال	Data	داده - مختصات	
Collar	وزنه (در دستگاه حفاری)	Datum	مأخذ	
Collector wells	چاههای جمع آوری آب	Deflection	خمش	
Colorimetry	کلریمتری	Deflocculation	منعقد شدن	
Communicating porosity	خلل و فرج متصل	Depression springs	چشمه های گود	
Compensating flow	جریان جبران کننده	Diffusion	افشاندگی	
Completely penetrating well	چاه کامل	Dike	رگه های سنگهای آذرین	
Composite drawdown curve	منحنی افت مرکب	Discharge	بده (دبی)	
Compressive force	نیروی تراکمی	Discharge pipe	لوله آبد	
Compressive stress	فشار تراکمی	Discharge ratio	نسبت آبدی	
Conduit	مجرأ	Displacement pump	پمپ جابجائی	
Cone of depression	مخروط فرورفتگی	Distribution	پخش	
Configuration	پیکر بندی - شکل	Double- wall casing	پوشش دو جداره	
Confined aquifer	آبخانه (سفره آب) محصور	Downstream	پایاب	
Confined bed	لایه محصور کننده	Downward flow	جریان رو به پایین نفوذی	
Conjunctive use	استفاده توأم	Dowsing	غیبگویی	
Connate water	آب فسیلی - آب بین ذره ای	Drag type (blade)bit	مته تیغه ای	
Consistent flow	جریان مداوم	Drainage area	حوضه زهکشی	
Constant-head permeameter	نفوذسنجی با بار ثابت	Drainage basin	حوضه آبریز	
Constant temperature chamber	اتاقک حرارت ثابت	Drainage holes	چاههای زهکشی	
Consumptive use	کل آب تعریق و تبخیر	Drawdown curve	منحنی افت	
Contact springs	چشمه های تماسی	Dredge	لاروب	
Contamination	آلودگی	Drill bit	مته	
Contours	خطوط هم ارتفاع	Drilling bit	مته حفاری	
Control wells	چاههای کنترل	Drilling line	کابل حفاری	
Convergent series	سری متقارب	Drilling stem	میله حفاری	
Conversion factor	ضریب تبدیل	Drilling time log	نمودار سرعت حفاری	
Corrosion	خوردگی	Drill pipe	سوزن حفاری	
Cosmic water	آب کیهانی	Drill rod	میله حفاری	
Cost allocation	اختصاص هزینه - تخصیص هزینه	Drive cap	محافظ لوله کوب	
Cutting suspension	معلق نگه داشتن ذرات حفاری	Drive clamp	لوله گیر	
Current meter	سرعت سنج	Drive well	چاه حبشه ای	
Cutting blades	تیغه های برشی	Drive point	زائده فرورونده (پیشرو)	
Cutting edge	لبه برشی	Drive shoe	کفشک پیشرو لوله جدار	
Cycle pumping	پمپاژ دوره ای	Dry type of recharge well	چاه تغذیه نوع خشک	
		Dug well	چاه دستی	



Duplex  
Drop hammer

چاه دوتائي  
چکش سقوط آزاد

<b>E</b>		<b>F</b>	
Effective grain diameter	قطر مؤثر دانه	Falling head permeameter	نفوذ سنج با بار متغیر
Effectiveness of the well	مؤثر بودن چاه	Fault	گسل
Effective porosity	ضریب تخلخل مؤثر	Field capacity	ضریب نگهداری آب در خاک
Effluent stream	انشعابات رودخانه	Field coefficient of permeability	ضریب قابلیت نفوذ صحرائی
Elastic material	ماده قابل ارتجاع	Firm power	نیروی ثابت
Elastic properties	خواص انعطافپذیری	Fissure springs	چشمه های درزی
Electrical model	مدل الکتریکی	Flame spectrophotometry	اسپکتروفوتومتری شعله ای
Electrical resistivity method	روش مقاومت الکتریکی	Flooding area	حوضه سیل گیر
Electric resistor	وسیله ایجاد مقاومت الکتریکی	Flow field	حوضه جریان
Electric sounding wire	عمق سنج الکتریکی	Flow lines	خطوط جریان
Emulsified asphalt	آسفالت امولسیون شده	Flow net	شبه جریان
Energy head	بار انرژی	Flow	جریان
Entrapped water	آب محبوس	Formation	سازند
ion of continuity	معادله وابستگی جریان	Fracture springs	چشمه های شکافی
Equilibrium point	نقطه تعادل	Free aquifer	آبخوان آزاد
Equipotential lines	خطوط هم قوه	Fresh water barrier	مانع آب شیرین
Equivalent hydraulic system	سیستم هیدرولیکی	Friction factor	ضریب اصطکاک
Equivalent weight	اکیوالان وزن	Full moon	بدر (ماه)
Eskers	پشته های سنگریزه ای	Functional equation	معادله تابعی
Estimated perimeter heads	بارهای تخمینی محیطی	<b>G</b>	
Excess irrigation	آبیاری بیش از اندازه	Gear pump	پمپ دنده ای
Exploratory test holes	چاههای اکتشافی	Geological method	روش زمین شناسی
Exported water	آبی که مصنوعاً از حوضه خارج شده	Geometric similarity	همانند هندسی
n rods	میله های اضافی	Geothermal gradient	شیب ژئوترمال
Extensive aquifer	آبخوان	Geysers	آبفشانها
Extrapolation	برون یابی	Glacial	یخبالی
		Gradual transition zone	منطقه تغییر شکل تدریجی
		Grain orientations	طرز قرار گرفتن ذرات نسبت به یکدیگر
		Gravel envelope	لغاف سنگریزه
		Gravel filter	صافی سنگریزه ای
		Gravitational water	آب ثقلی یا آزاد
		Gravity method	روش ثقلی در آبیاری
		Gross annual pumpage	پمپاژ ناویژه سالانه
		Gross pumpage	پمپاژ ناویژه
		Ground water basin	حوضه آب زیرزمینی
		Ground water divide	خط مقسم آب
		Ground water flow curve	منحنی جریان آب زیرزمینی

Ground water reservoirs	مخازن آب زیرزمینی
Ground water surface	سطح آب زیرزمینی
Ground water table	تراز آب زیرزمینی

<b>H</b>		<b>I</b>	
Hand held drill	حفاري دستي	Image stream	رودخانه مجازي
Hand operated earth auger	مته دستي	Image well	چاه مجازي
Hand operated pitch pump	پمپ دستي	Imaginary discharging well	چاه آبدۀ مجازي
Hard pan	قشر سنگي شده	Imported water	آبيکه مصنوعاً به حوضه وارد شده
Hard water	آب سنگين	Inclined flow	جريان متمايل
Harmonic mean	معدل يکنواخت	Incompressible fluid	سياله غيرقابل تراکم
Head	بار	Incremental increase	افزايش تدريجي
Head loss	افت فشار ارتفاع	Incrustation	پوسته گذاري
Heat conductivity	قابليت هدايت گرما	Individual draw down curve	منحنی افست انفرادي
Hinged openings	بازشدگيهاي در امتداد محورچين	Induced recharge	تغذيه مصنوعي
Hoist	جرثقیل	Inertial forces	نيروهاي ماندگي
Hole caliper	قطرسنج چاه	Infiltration basin	برکه نفوذ
Homogenous	همجنس	Infiltration galleries	گالريهاي نفوذ
Hydrograph	شيب آبي	Inflow boundaries	مرزهاي جريان ورودي
Hydraulic rotary method	روش دوراني هيدروليکي	Influent stream	سرششاخههاي رودخانه
Hydrograph	هيدروگراف، آب نگار	Initial capillary fringe	حاشيه مـوئين ابتدائي
Hydrological cycle	دور بسـتـه هيدرولوژي	Initial costs	هزينههاي اوليه
Hydrostatic pressure	فشار ايستائي آب	Intake pipe	لوله آبيگر
Hydrostatic pressure level	سطح فشار ايستائي	Interface	سطح مشترک
Hygroscopic coefficient	ضريب آب غشائي	Intermittent pumping	پمپاژ متناوب
Hygroscopic water	آب غشائي (آب نم)	Interstices	خلل و فرج
		Intrapermafrost water	آب داخل لايه هميشه يخنزده
		Intrapolation	درونيابي
		Intrinsic permeability	قابليت نفوذ ذاتي
		Intrusive bodies	تودههاي آذرين دروني
		Intrusive rocks	سنگهاي آذرين دروني
		Ionic concentration	غلظت يوني
		Irregular configurations	پيکربنديهاي نامنظم
		Irrotational flow	جريان غيرچرخشي
		Isohyetal method	روش خطوط همباران
		Isolated interstices	خلل و فرج فرعي (پراکنده)
		Isoresistivity	هم مقاومتی
		Isotropic flow	جريان همسان و همگرا

<b>J</b>	
Jack hammer	چکش حفاری
Jetted well	چاه فورانی
Jetting nozzle	آبفشان
Joint	اتصال - پیوندگاه
Juvenile water	آب جوان
<b>K</b>	
Kames	تپه یخچالی
Karst	غار
<b>L</b>	
Laminar flow	
Lateral dispersion	پراکندگی جانبی
Lava beds	لایه های گدازه
Lava tubes	دودکش های سنگ های گدازه
Leak	تراوش
Lens	عدسی
Levee	بند - خاک ریز
Linear scale	اشل خطی - مقیاس خطی
Localized storage changes	تغییرات محلی ذخیره آب زیرزمینی
Log of ph	جدول راهنمای اسیدیته
Longitudinal dispersion	پراکندگی طولی
Long lateral curve	منحنی جانبی طویل
Long normal curve	منحنی عمودی طویل
Long time mean	میانگین دراز مدت
Lower culmination	حضيض (افتادگی)
Lost river	رودخانه گمشده
Lost circulation	فرار گل حفاری
Low yield drilling clay	رس ناخالص با بازدهی کم در گل حفاری
<b>M</b>	
Magmatic water	آب با منشأ مواد مذاب معدنی
Magnetic method	روش مغناطیسی

Mass spectrography	اسپکتروگرافی توده ای
Mast= derrick	دکل
Maintenance costs	هزینه های نگهداری
Matching point	حداکثر ظرفیت آبگیری
Maximum water capacity	حداکثر ظرفیت آبگیری
Measuring wells	چاه های اندازه گیری
Median	میان
Membrane model	مدل غشائی
Method of images	روش مجازی
Modulus of elasticity	مدول قابلیت ارتجاع
Meniscus	زاویه تماس بین سطح مایع و دیواره
Moisture equivalent	ضریب تعادل رطوبتی
Morainal deposits	رسوبات یخچالی
Moving average	معدل متحرک
Multiple well system	سیستم چند چاهی
Morainal deposits	رسوبات یخچالی
Moving average	معدل متحرک
Multiple well system	سیستم چند چاهی

Male and female  
Mass concentration

رزوه نر و ماده  
غلظت توده اي

**N**

Natural recharge	تغذیه طبیعی	Permeameter	نفوذسنج
Net draft	پمپاژ ویژه	PH gradient	شیب PH
Net fall	نزول خالص	Piezometric level	سطح پیزومتری
Net rise	صعود خالص	Pilot holes	چاههای راهنما
Neutron probe	میله پخش نوترون	Plunger	جسم غوطه‌ور
Non- artesian aquifer	آبخوان غیر آرتزین	Plunger pump	پمپ غوطه‌ور (شناور)
Non-discharging permeameter	نفوذسنج غیرآبده	Point sinks	چاهکهای نقطه ای
Non equilibrium equation	معادله عدم تعادل	Pollution	ناپاکی - آلودگی
Non moving water	آب راکد	Pores	خلل و فرج
Non uniform flow	جریان غیریکنواخت	Porosity	ضریب تخلخل

**O**

Observation well	چاه مشاهداتی	Pore water pressure	فشار آب منافذ سنگ
Occurrence	پیدایش	Potential log	جدول راهنمای پتانسیل
Optimum rate	بهترین میزان، میزان مطلوب	Potential loss	افت پتانسیل
Original interstices	خلل و فرج اصلی	Potentiometer	فشارسنج
Outcrop	رخنمون	Power driven earth auger	مته مکانیکی آگر
Overdraft	آب برداری بیش از حد	Pumping well	چاه بهره‌برداري

**P**

Packer	پرکن	Precipitation	بارندگی
Packing factor	ضریب فشردگی	Pressed carbon	کربن متراکم
Partial penetrating well	چاه نواقص (مرحله ای)	Pressure aquifer	آبخوان فشاری
Parts per million	میلیونیم	Pressure ridge	حدفشار
Pellicular water	آب پوسته ای		
Penetration factor	عامل نفوذ		
Perched aquifer	آبخوان (سفره آبدار معلق)		
Percolating waters	آبهای نافذ		
Percussion tools	ابزار وارد آوردن ضربه		
Perennial springs	چشمه های دائمی		
Perforated metal basket	سبد فلزی مشبک		
Perforater	مشبک کننده		
Periodic springs	چشمه های متناوب		

**R**

Radioactive log	نمودار راهنمائي رادیواکتیو
Radius of influence	شعاع تأثیر
Range	حدود تغییرات یا دامنه نوسانها
Reamer	ابزار فراخ کننده
Receiving reservoir	حوضچه آبگیر
Recession curve	منحنی افت
Recharge	تغذیه
Recharge area	حوضه تغذیه
Recharge cone	مخروط تغذیه
Recharge pits	گودالهاي تغذیه
Recharge well	چاه تغذیه
Reconnaissance study	مطالعات مقدماتي
Recording resistance thermometer	گرماسنج ثبات
Recovery	برگشت
Relative suitability	مناسب بودن نسبي
Refraction	انکسار
Relief well	چاه فشارگیر
Residual drawdown	افت باقیمانده
Resistive forces	نیروهاي مقاوم
Resistivity log	جدول راهنمائي مقاومت
Retained inflow	آب ورودی مانده
Retained water	آب بازمانده
Return flow	آب بازگردان
Reverse rotary method	روش دورانی معکوس
Rig	دستگاه حفاری
Rotating table	میز دوار
Runoff	آب جاری در سطح زمین شاخص کیفیت سنگ
Rock quality designation (R.Q.D)	

**S**

Safe yield	تولید مجاز	Standard coefficient of permeability	ضریب قابلیت نفوذ
Saline soils	خاکهای شوری		پایه
Sampling	نمونه برداری	Steady flow	جریان ثابت
Sand model	مدل شنی	Steady radial flow	جریان ثابت شعاعي



Sand pump	Steady state condition	حالت ثابت
Sand shape factor	ضریب شکل دانه شن	مقطع حالت ثابت
Saturated flow	جریان اشباع	جریان یک جهته ثابت
Saturated zone	منطقه اشباع	آزمایشهای پمپاژ پله ای
Scale factor	ضریب اندازه - ضریب مقیاس	آزمایشهای پله ای
Secondary openings	خلل و فرج ثانوی	ضریب ذخیره
Secular variations	تغییرات چندین ساله ای	چینه بندی
Seepage area	منطقه تراوش	آبراهه
Seepage surface	سطح تراوش	ضربه
Seismic reflection method	روش لزرزه نگاری انعکاسی	مستغرق
Seismic refraction method	روش لزرزه نگاری انکساری	پمپ شناور
Selective absorption	جذب انتخابی	آب تحت لایه همیشه یخ زده
Semi tolerant crops	گیاهان نیمه مقاوم	نسبت فرورفتگی
Sensitive crops	گیاهان حساس	فوق موئین
Setting basin	حوضچه رسوب	حوضچه آبد
Shaft	چاه باریک (میله)	آب ورودی سطحی
Shear resistance	مقاومت برشی	ایجاد موج
Shock point	نقطه ایجاد لرزه	موانع تحت الارضی
Sodium absorption ratio	نسبت جذب سدیم	آب ورودی زیرسطحی
Solid conductors	مواد هادی جامد	آب خروجی زیرسطحی
Source aquifer	آبچانه منبع	ارتفاع مکش
Spatial distribution	توزیع فضایی	حد مکش
Specific capacity	ضریب ظرفیت هدایت الکتریکی مخصوص	لوله مکش
Specific electrical conductance	قابلیت نفوذ مخصوص	آب معلق
Specific permeability	قابلیت نفوذ مخصوص	آب فوق لایه همیشه یخ زده
Specific resistivity	مقاومت مخصوص	Suprapermafrost water
Specific retention	ضریب آب چسبی	Surface outflow
Specific yield	ضریب آبدهی	
Spreading efficiency	بازده پخش آب	
Spreading of water	پخش آب	
Standard candle	شمع استاندارد	

T		U	
Temperature log	جدول راهنمائي دماي چاه	Unconfined aquifer	آبخوان باز ( سفره آب غير محصور)
Tensiometer	مکش سنج	Unconfined flow	جريان غير محصور
Tension potential	نيروي تنش	Unconfined head	بار نامحدود
Test drilling log	جدول راهنمائي حفاري چاه	Unconsolidated rocks	سنگهاي ناهمجوش
Test hole	چاه گمانه	Underground storage basin	حوضه ذخيره زيرزميني
Texture	بافت	Uniform flow	جريان يکنواخت
Thermal springs	چشمه هاي آب گرم	Unsaturated flow	جريان غير اشباع
Threshold saturation	درجه اشباع آستانه	Unsteady flow	جريان متغير
Tidal efficiency	بازده جزر و مد	Unsteady radial flow	جريان شعاعي متغير
Tidal period	دوره مد	Upland till	رسوبات يچالي
Time lag	عقب افتادگي زماني	Uplift pressure	نفوذناپذير ارتفاعات فشار افزايشي
Time ratio	نسبت زمان	Upper culmination	اوج
Tolerant crops	گياهان مقاوم	Upstream	سـرآب (سرمنشأ رودخانه)
Total dissolved solids	کل مواد جامد محلول	Upward flow	جريان رو به بالا
Total energy head	مجموع بارهاي انرژي	<b>V</b>	
Total hardness	سختي کل آب	Vacuum pump	پمپ تخليه
Total ionic concentration	غلظت کلي يوني	Vadose water	آب واسطه
Tracer	ردياب	Velocity head	بار سرعت
Transmission zone	منطقه انتقال	Velocity potential	پتانسيل سرعت
Tubular springs	چشمه هاي خروجي از مجاري لوله اي شکل	Velocity ratio	نسبت سرعت
Turbidity	درجه کدر بودن - آشفته گي	Viscosity	چسبندگي، غلظت
Turbine pump	پمپ توربيني	Viscous fluid model	مدل سياله چسبندگي (غلظت)
Trubulent flow	جريان متلاطم	Viscous forces	نيروهاي چسبندگي
Two dimensional fluid displacement	جابجا شدن دو بعدي يك سياله	Visual line of saturation	مرز عيني اشباع
Type corve	منحني نمونه (شاخص)	Void distribution coefficient	ضريب توزيع خلل و فرج
		Voids	خلل و فرج
		Volcanic springs	چشمه هاي آتش فشاني
		Volcanic water	آب آتشفشانيها
		Volume curve	منحني حجم

Y

Yield  
Yield of clay

آبدهي  
خاصيت گل زائي رس

W

Walking beam	ميل لنگ
Warm springs	چشمه هاي داغ
Water circulatory system	سيستم گردش آب
Water courses	كره زمين آبگذرها
Water holding capacity	قدرت نگهداري آب
Water master	آب سالار
Water passages	مجاراي آب- مجراهاي آبي
Water rights	حقابه ها
Water supply	آب وارده به حوضه
Water table ridge	برآمدگي سطح آب سفره
Water yielding capability	چاههاي آب قدرت آبدهي
Wave front	جبهه موج
Wedge of sea water	گوه آب دريا
Weighted average	متوسط وزني
Well completion	تكميل چاه
Well development	توسعه چاه
Well face	جدار چاه
Well field	حوضه چاه
Well knife	چاقوي چاه
Well line	ابزار حفاري در درون چاهي
Well log	جدول مشخصات چاه
Well pipe	لوله چاه
Well point system	سيستم نقطه چاه
Well washing	شستشوي چاه
Wetting front	جبهه خيس كننده
Wetting zone	منطقه خيس كننده
Wet type of recharge well	چاه تغذيه نوع تر
Wilting point	نقطه پژمردگي
Withdrawal area	حوضه برداشت آب

فصل اول  
آب زیرزمینی

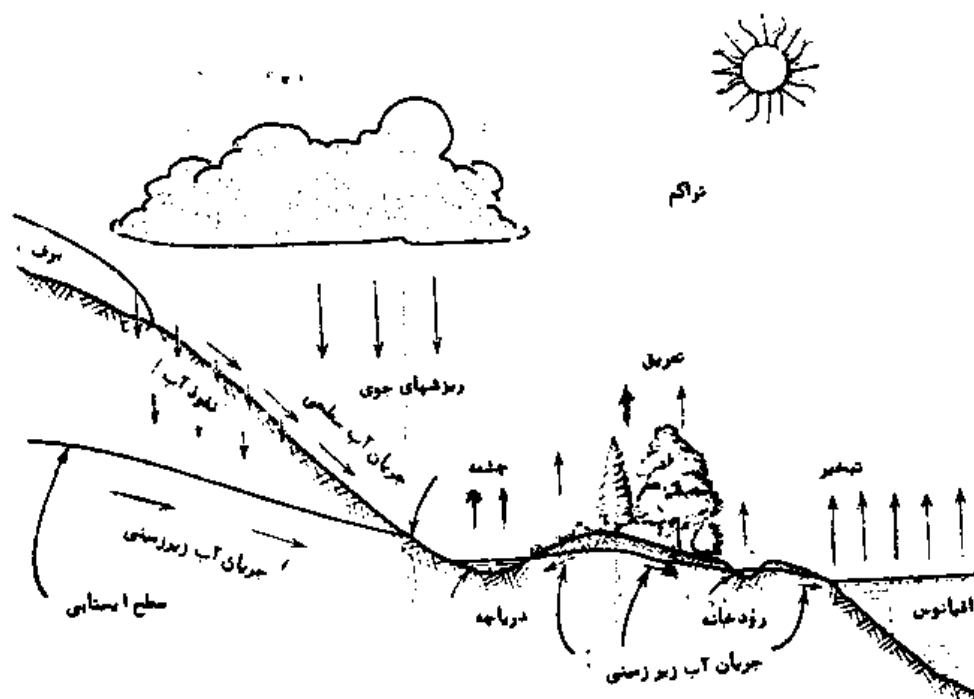
## گردش آب در طبیعت

آب موجود در کره زمین از دریاها و اقیانوسها منشاء گرفته است که در اثر تبخیر و صعود به طبقات بالای جو به شکل نزولات آسمانی به خشکیها برگشته و پس از تغییرات مختلفی مجدداً به دریاها میریزد و این چرخه همچنان تکرار می شود. حجم آبهای موجود در کره زمین ۱۳۷۰ میلیون کیلومتر مکعب تخمین زده شده است که ۷۳٪ سطح کره خاکی را می پوشاند و بخش اعظم آن را آبهای شور دریاها و اقیانوسها تشکیل می دهد.

مقدار آبهای شیرین رودخانه ها، دریاچه ها و ذخائر زیرزمینی حدود ۱ میلیون کیلومتر مکعب برآورد می شود. میزان یخ های موجود در قطبین زمین معادل ۲۵ میلیون کیلومتر مکعب آب شیرین می باشد و بالاخره اتمسفر زمین حدود ۵۰,۰۰۰ کیلومتر مکعب آب بصورت ابر و رطوبت دارا می باشد.

در اثر گرمای تابش نورخورشید بر سطح دریاها، دریاچه ها، رودخانه ها و جنگلها و مردابها بخار آب متصاعد و در ارتفاعات فوقانی جو در اثر سرما اشباع شده و بصورت برف و باران مجدداً به زمین بر می گردد. میزان نزولات جوی سالیانه بالغ بر ۱۲۰,۰۰۰ کیلومتر مکعب محاسبه شده است. قسمتی از آن آبهای جاری را بوجود می آورد که بصورت رودخانه به دریاها میریزد. در حدود نصف نزولات آسمانی در سطح زمین تبخیر شده به همراه آبهای حاصل از تعریق گیاهان و حیوانات به جو بر می گردد و در حدود یک چهارم این نزولات در زمین نفوذ کرده و ذخائر آبی زیرزمینی را بوجود می آورند.

مقداری از این بارشها نیز بصورت برف دائمی قطبی و یا یخچالهای طبیعی در مناطق مرتفع کوهستان باقی می ماند.



### چرخه آب در طبیعت

## زمین شناسی آبهای زیر زمینی و بررسی مناطق با پتانسیل آبی

دانش مطالعه آبهای زیر زمینی را آبشناسی (هیدروژئولوژی) می‌نامند اغلب چاه‌های بهره برداری آب در زمینهای آبرفتی نفوذ پذیر جوان متعلق به دوران چهارم زمین شناسی حفر شده‌اند زیرا دستیابی به این قبیل منابع آبی بصورت چاه و قنات راحت و کم هزینه می‌باشد. البته بخشی از احتیاجات آبی نیز از ذخائر واقع در آهکهای کارستی تأمین می‌شود.

آبی را که در بین دانه‌های تشکیل دهنده زمینهای آبرفتی جریان دارد به نام آب ثقلی (percolation) می‌نامند و بخشی از آن که به دانه‌ها و ذرات خاک می‌چسبد و قابل استحصال نمی‌باشد بنام آب مرطوب کننده (imbibition) می‌نامند.

دو عامل مهم بشرح ذیل در قابلیت ذخیره سازی و آبدهی رسوبات آبرفتی و سنگها موثر می‌باشد:

### الف - تخلخل (Porosity)

تخلخل عبارتست از نسبت در صد فضاهای خالی موجود در بین دانه‌های تشکیل دهنده خاک یا سنگ به حجم کل آن. آبهای زیر زمینی در فضاهای موئینه‌ای تحت تاثیر نیروی کشش سطحی صعود کرده و بالاتر از سطح ایستایی قرار می‌گیرد. حداکثر اندازه فضاهای موئینه‌ای ۳ میلی متر است و فضاهای بزرگتر را موئینه درشت می‌نامند. آب در سفره‌های حاوی این نوع تخلخل بصورت جریان آرام و یا آشفته در داخل شکافها حرکت می‌نماید ولیکن نمی‌تواند به بالاتر از سطح ایستایی صعود کند. در رسوبات ریز دانه سیلتی ورسی که دارای تخلخل موئینه‌ای خیلی کوچک هستند در اثر نیروی چسبندگی بسیار قوی موجود بین ملکولهای آب با سطح ذرات خاک، حرکت آزاد آب بسیار کند و به سختی صورت می‌گیرد. نیروی جذب موئینه‌ای آب در رسوبات دانه درشت و قلوه سنگی کمتر از رسوبات دانه ریز ماسه‌ای و سیلتی بوده و بهمین دلیل جریان آب در داخل رسوبات دانه درشت سریعتر از رسوبات دانه ریز است. خلل و فرج اولیه در بین ذرات و دانه‌های رسوبات و سنگها در زمان تشکیل آنها بوجود آمده است ولیکن خلل و فرج ثانویه در اثر پدیده‌های بعدی بصورت ترک و شکاف ناشی از عوامل جوی و یا نیروهای تکتونیکی و سپس تاثیر پدیده شستشو و انحلال ایجاد شده‌اند. سنگهای آهکی و دولومیتی نمونه بارز سنگهای دارای تخلخل ثانویه می‌باشند.

#### ب - قابلیت نفوذ (permeability)

قابلیت نفوذ یا نفوذ پذیری عبارت است از قابلیت عبور آب از درون فضاهای خالی بین ذرات تشکیل دهنده سفره آب (Aquifer) که به شکل دانه‌ها و چگونگی ارتباط فضاهای با یکدیگر و عدم وجود رسوبات ریزدانه مثل رس و سیلت در داخل این فضاهای بستگی دارد. لایه‌های تشکیل شده از مخلوط دانه‌های ریز و درشت دارای قابلیت نفوذ کمتری نسبت به لایه‌های با اندازه دانه بندی یکنواخت هستند. بین تخلخل کل و قابلیت نفوذ پذیری رابطه مستقیمی وجود ندارد. خاک رس با وجود قابلیت نفوذ و قدرت نگهداری آب به میزان زیاد، به علت کوچکی ذرات و در نتیجه ریزی فضاهای خالی و بالا بودن قدرت جذب مولکولی آب عملاً

غير قابل نفوذ مي‌باشد. رسوبات داراي خلل و فرج بزرگ داراي قابليت نفوذ پذيري بشتر هي هستند.

### زمين‌هاي نفوذ پذير بر دو نوع مي‌باشند:

- ۱- زمين‌هاي ماسه‌اي با دانه بندي ريز منفصل و يکنواخت که در بين فضاهاي خالي آن جريان پيدا مي‌کند. اين قبيل زمينها داراي قدرت تصفيه نسبتاً بالائي هستند و با عمل رسوب گيري آبهاي جاري و صاف کردن آن، خلل و فرج خود را از دست داده و در نتيجه ميزان آبدهي آنها کاهش مي‌يابد.
  - ۲- زمين‌هاي متشکل از دانه‌ها و قطعات درشت با فضاهاي خالي بزرگ بين دانه‌اي که آب بصورت نامنظم و با شدت بشتر هي در آن حرکت مي‌کند. در اين زمينها خاصيت موئينه‌اي بسيار کم و قدرت صاف کنندگي (پالایش) پايين مي‌باشد. زمين‌هاي متشکل از سنگهاي غير آهکي چنانچه داراي شکستگی و جابجايي زياد باشند با قابليت نفوذ بالا مي‌توانند سفره‌هاي آبي نسبتاً مناسبي را بوجود آورند نظير بعضي از انواع سنگهاي آذرين و يا دگرگوني و کنگلومراها.
- سنگهاي آهکي در اثر نفوذ آب باران حاوي انيدريد کربنيک داراي حفرات، مجاري و يا غارهاي (Caves) هستند که بعضاً واجد ذخيره آبي مي‌باشند. پديده انحلال در اينگونه سنگها را کارست (karst) گويند.
- آب باران پس از نفوذ در زمين‌هاي متخلخل نفوذ پذير در صورت برخورد با يك لايه غير قابل نفوذ تحتاني در درون فضاها و شکافها ذخيره شده و سفره آبدار (aquifer) را تشکيل مي‌دهد.



## وضعیت آب در لایه های زمین:

لایه های زمین در ارتباط با مقدار آب به دو بخش تهویه و اشباعی تقسیم می شوند.

### بخش تهویه:

این بخش از سطح زمین تا سطح فوقانی لایه اشباعی را شامل می شود و محل عبور آب های نفوذی است. در فصل گرما و خشکی بععلت وقوع تبخیر سطحی حرکت آب از پایین به بالا خواهد بود. در زیر بخش تهویه، ناحیه اشباعی که همیشه از آب اشباع می باشد، قرار گرفته است. بخش تهویه به سه قسمت مجزا تقسیم می گردد که ضخامت آنها بستگی به وضعیت دانه بندی لایه ها دارد:

### الف - ناحیه سطحی:

این ناحیه در مجاورت با هوا قرار دارد و ریشه گیاهان بوته ای و علفی در این قسمت قرار دارد و ضخامت آن در رسوبات ریزدانه و نواحی مرطوب تا چند متر و در رسوبات درشت دانه نواحی خشک به چندین سانتی متر می رسد. آب موجود در این قسمت در اثر نیروی حرکت موئینه و جذب ملکولی از پایین به بالا و بر خلاف نیروی جاذبه زمین حرکت کرده و توسط گیاهان جذب شده و یا در اثر تبخیر سطحی از بین می رود.

در اثر بارندگی و نفوذ آب به داخل این قسمت، نیروی حرکت وزنی بر نیروی موئینه فائق آمده و در نتیجه به قسمتهای زیرین نفوذ می نماید.

### ب - ناحیه حد واسط:

بخش موئینه زیرین را به قسمت سطحی فوقانی مرتبط می کند و محل عبور آب های نفوذی ثقلی می باشد. آب موجود در این ناحیه در اثر نیروی جذب ملکولی و موئینه به حالت معلق (آب غشائی) نگهداری می شود که به علت عدم امکان جذب توسط ریشه گیاهان و غیر قابل استحصال بودن، آب مرده نامیده می شود. ضخامت این ناحیه تابع وضعیت دانه بندی آن و عمق قرار گیری بخش اشباعی می باشد. در رسوبات دانه درشت نواحی خشک که بخش اشباعی در اعماق پایین قرار دارد، ضخامت این ناحیه تا ۱۰۰ متر هم می رسد و در مناطق پر باران با رسوبات ریز دانه ممکن است ضخامت آن

بسیار ناچیز و در حد صفر باشد.

### پ - حاشیه موئینه:

بصورت يك نوار باريك مرطوب منطقه اشباعي را به ناحیه حد واسط مرتبط مي‌کند آب موجود در اين نوار (آب جذبي) در اثر نيروي جذب موئينه‌اي روبه بالا از لايه اشباعي زيرين منشاء گرفته است.

از آنجائیکه مقدار نيروي حرکت موئينه‌اي در رسوبات ريز دانه سيلتي و رسي خيلي بيشتر از رسوبات درشت دانه مي‌باشد لذا ضخامت اين حاشيه در رسوبات ريز دانه به ۲ الي ۳ متر مي‌رسد و حال آنکه در لايه‌هاي درشت دانه تا چند ميلي متر کاهش مي‌يابد.

### بخش اشباعي

اين بخش در حقيقت همان سفره آبدار (Aquifer) مي‌باشد که کليه خلل و فرج و شکاف‌هاي آن از آب پر شده است و ضخامت آن بستگي به ميزان تغذيه و يابرداشت آب و عمق قرارگيري لايه غير قابل نفوذ زيرين دارد. در لايه‌هاي اشباعي سرعت حرکت آب بطرف نقطه تخلیه به شکل و اندازه خلل و فرج و شکافها و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر و شیب لايه بستگي دارد. سرعت جريان در رسوبات دانه درشت يکخواه

بیشتر از رسوبات دانه ريز مي‌باشد. سطح آب در لايه اشباع را سطح ایستايي Stable Water Table (S. W. T.) مي‌نامند. شکل سطح ایستايي و شیب آن تابع شیب توپوگرافي بوده و کمی برجسته مي‌باشد و نسبت به موقعیت نقطه تغذيه و تخلیه و تغييرات نفوذپذيري تغيير می نماید.

سفره‌هاي آبدار متشکل از رسوبات مخلوط سيلت و ماسه ريز دانه که داراي خلل و فرج بسيار ريز مي‌باشند جزو لايه‌هاي نیمه قابل نفوذ يا نیمه تراوا (Aquiclude) مي‌باشند که سرعت حرکت آب در اين لايه‌ها اندک است.

لايه‌هاي غير قابل نفوذ از جنس رسوبات بسيار دانه ريز رسي مي‌باشند که به دليل وجود فضاهاي میکرو سکويي بسيار کوچک نمی‌توانند آب را از خود عبور دهند. در واقع

ذرات ریز رسی ابتدا ملکولهای آب را تحت تاثیر نیروی جاذبه ملکولی بخود جذب کرده و سپس به علت ریز بودن منافذ بین دانه‌های اجازه عبور آب را ازخود نمی‌دهد.

### **وضعیت حرکت آبهای نفوذی در داخل خلل و فرجها**

آبهای نفوذی در منافذ و شکافهای زمین‌های آبرفتی و یا سنگی به سه حالت حرکت می‌کند.

- ۱- **حرکت ثقلی:** حرکت آب در امتداد قائم و نیروی جاذبه با فائق آمدن بر نیروهای موئینه و کشش سطحی از سطح زمین به لایه اشباعی زیرین می‌رسد.
- ۲- **حرکت صعودی:** این حرکت از سطح لایه اشباعی درخلاف جهت نیروی جاذبه زمین و در اثر نیروی موئینه از پایین به بالا صورت می‌گیرد.
- ۳- **حرکت افقی:** این حرکت در داخل حفرات و منافذ لایه اشباعی سفره آبدار انجام گرفته و جهت آن از منطقه تغذیه بطرف منطقه تخلیه و بهره برداری می‌باشد.

### **انواع سفره‌های آبدار**

#### **۱- سفره آب آزاد**

هر گاه لایه‌های نفوذ پذیر مرتبط با سطح زمین بر روی یک لایه غیر قابل نفوذ عمقی قرار گرفته باشد تشکیل سفره آب آزاد را می‌دهد. این نوع سفره آبی از بارشهای جوی بطور مستقیم تغذیه می‌کند و بعلاوه آنکه فاقد لایه پوششی غیر قابل نفوذ می‌باشد در معرض خطر آلودگی‌های سطحی مثل فاضلابها قرار دارد. سطح آب این قبیل سفره‌ها که با کم و زیاد شدن تغذیه و یا برداشت آب، بالا و پایین می‌گردد، بنام سطح آب آزاد یا سطح ایستابی (Water Table) نامیده می‌شود.

## ۲- سفره آب نیمه آزاد

اگر چنانچه سفره آب بوسیله لایه غیر قابل نفوذ و یا کم نفوذ پوشیده شده باشد بطوریکه سطح آب سفره بالاتر از سطح تحتانی لایه پوششی قرار داشته باشد، بنام سفره آب نیمه آزاد یا نیمه تحت فشار نامیده می‌شود.

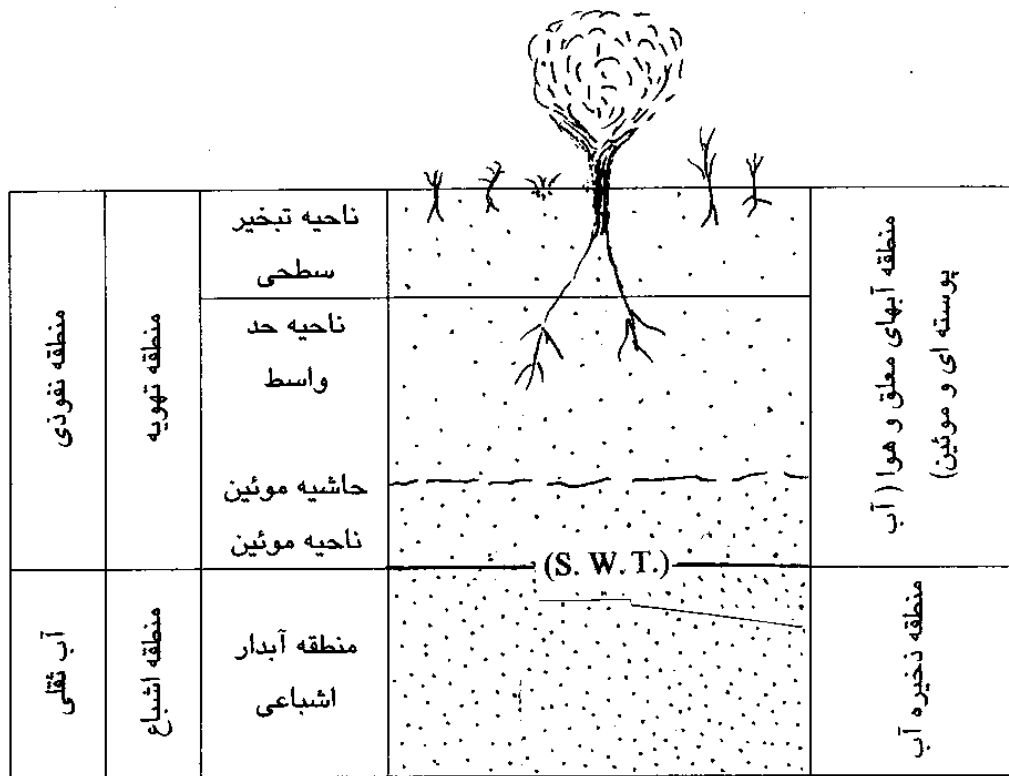
## ۳- سفره آب تحت فشار

اگر چنانچه سفره آب زیرزمینی توسط دو لایه غیر قابل نفوذ و یا نیمه قابل نفوذ از پایین و بالا احاطه شده باشد، تشکیل سفره آب تحت فشار را می‌دهد. چنانچه در این گونه سفره‌ها چاهی حفر گردد، سطح آب چاه بالاتر از سطح ایستابی سفره قرار می‌گیرد بطوریکه ممکن است آب تا نزدیکی سطح زمین برسد که به آن سفره نیمه آرتزین می‌گویند و یا آنکه آب از دهانه چاه به بیرون سرازیر شود که به آن سفره آبدار آرتزین یا سفره آبدار تحت فشار با جریان آزاد می‌گویند. تغییرات سطح آب این قبیل چاه‌ها بستگی به فشار آب ناشی از شیب لایه آبدار، اختلاف ارتفاع منطقه تغذیه با محل تخلیه (دهانه چاه) بزرگی خلل و فرج و شکاف‌های لایه آبدار دارد. سطح آب فرضی در داخل سفره تحت فشار و یا سطح آب در داخل چاه حفر شده در این سفره را سطح پیزومتریک (piezometric) می‌گویند.

در اثر برداشت بیش از حد آب از سفره تحت فشار و کاهش ارتفاع آب، سطح پیزومتریک به زیر سطح پائینی طبقه غیر قابل نفوذ یا نیمه قابل نفوذ پوششی افت کرده و سفره آب آزاد بوجود می‌آید.

## ۴- سفره آب معلق

چنانچه بخشی از منطقه تهویه بوسیله یک لایه غیر قابل نفوذ در بالای ناحیه اشباعی از سفره آزاد آب جدا شده باشد و آبهای فرو رو سطحی در آن ذخیره شود، تشکیل سفره آب معلق را می‌دهد. این قبیل سفره‌ها به دلیل وسعت کم و ضخامت اندک فاقد آبدهی مکفی و دائمی می‌باشند. سطح آب چنین سفره‌هایی به راحتی تحت تاثیر بارشهای جوی، برداشت آب و یا عمل تبخیر در فصول گرم در نوسان می‌باشد.



X X سنگ کف X X X X  
X X X X X X X

((گسترش آب در پوسته زمین))

نوع آب		منطقه	آب نم	آب غشایی	آب موئین	آب ثقیل
ناحیه	منطقه					
سطحی	منطقه تهویه					
ناحیه حد واسط						
حاشیه موئین						
منطقه اشباع						

«وضعیت آب موجود در لایه‌های زمین از سطح به عمق»

## سنگ‌شناسی آذرین، رسوبی و دگرگونی در ارتباط با ذخائر آبی

کانی‌ها به صورت انفرادی و یا تجمعی سنگها را به وجود آورده‌اند. لذا شناخت آندسته ازکانی‌ها که در ارتباط با ذخائر آبی می‌باشند حائز اهمیت است. برای تعیین مشخصات يك کانی خارج از محیط آزمایشگاه از وسایلی همچون چاقو، محک (يك قطعه چینی بدون لعاب)، ذره‌بین دستی با بزرگنمایی ۱۰، اسید هیدروکلریک رقیق (جوهر نمک) و آهنربا می‌توان بهره جست. کانیها را براساس درجه سختی به ده قسمت دسته کرده اند که هر کانی می‌تواند کانی قبلی خود را خراش بدهد:

- ۱- تالک
- ۶- فلدسپار
- ۷- ژیپس ( گچ)
- کوارتز
- ۸- کلسیت (آهک)
- توپاز
- ۴-فلوئورین
- ۹- کربنوم
- ۵- آپاتیت
- ۱۰- الماس

تالک و گچ با ناخن خط بر می‌دارند. کلسیت یا سنگ آهک، فلورین و آپاتیت با چاقو خط بر می‌دارند. البته آهک با اسید هیدروکلریک رقیق می‌جوشد و گاز کربنیک آزاد می‌کند.

سنگ‌شناسی (petrology) علم مطالعه سنگهای سازنده پوسته زمین (Litospher) می‌باشد. سنگها را بر مبنای طرز تشکیل آنها به سه دسته تقسیم می‌نمایند:

### ۱- سنگهای آذرین (Igneous Rocks):

از سرد شدن مواد مذاب درونی زمین بوجود می‌آیند و شامل سنگهای آذرین درونی و بیرونی می‌باشند. سنگهای آذرین بیرونی (volcanic rocks) در اثر فورانهای آتشفشانی بوجود آمده و با سرعت سرد شده و مخفی بلورمی باشند. بازالت یا سنگ پا با ترکیب قلیائی و ریولیت به رنگ خاکستری روشن با ترکیب اسیدی از سنگهای آذرین

بیرونی هستند. کوه دماوند یک آتشفشان خاموش متعلق به اواخر دوران سوم و اوایل دوران چهارم زمین شناسی است. سنگهای آذرین درونی (plutonic rocks) مثل گرانیت در زیر لایه های پوسته زمین و بتدریج سرد شده اند و بافت آنها از کانیدهای متبلور درشت و ریز بوجود آمده است. کوه الوند همدان از جنس سنگهای گرانیتی می باشد.

## ۲- سنگهای دگرگونی

سنگهای آذرین و رسوبی اعماق زمین چنانچه بمدت طولانی تحت تاثیر فشار و حرارت و یا محلولهای شیمیایی فعال قرار گیرند به سنگهای دگرگونی (Metamorphic rocks) تبدیل می شوند. این سنگها لایه لایه بوده و کانیدها در جهت معینی امتداد یافته اند. سنگ شیدست از دگرگونی رسوبات رسی به وجود آمده است. سنگهای دگرگونی ممکن است بصورت ناحیه ای در محل ناودیسها (Syncline) و یادگرگونی مجاورتی در اثر بالا آمدن توده های گرم گرانیتی از اعماق زمین، بوجود آمده باشند. سنگهای دگرگونی مجاورتی و ناحیه ای در منطقه استان همدان تا حوالی ملایر، بروجرد و اراک گسترش دارند.

سنگهای آذرین و دگرگونی از نظر پتانسیل آبی فاقد ارزش می باشند و لذا از توضیحات بیشتر خودداری می شود.

## ۳- سنگهای رسوبی (Sedimentary Rocks):

سنگهای رسوبی از نظر منشاء تشکیل به دو دسته سنگهای تخریبی مکانیکی و شیمیایی تقسیم می شوند: سنگهای رسوبی تخریبی: از سخت شدن مواد حاصل از تخریب سنگهای رسوبی، آذرین و یا دگرگونی قدیمی تر که توسط جریان آب و یا باد حمل شده و در محیطهای دریایی و یا خشکی ته نشین شده اند، بوجود آمده است.

قطعات سنگهای حمل شده با طی مسافت طولانی زوایای تیز خود را از دست داده و گرد می شوند. این قطعات گرد شده چنانچه بوسیله سیمان آهکی یا سیلیسی محلول در آب حوضه رسوبی به یکدیگر جوش بخورند تشکیل سنگ یک پارچه ای را بنام سنگ جوش (کنگلومرا Conglomerate) می دهند. چنانچه قطعات سنگی مسافت کمی را طی نموده و زوایای تیز خود را حفظ کرده و بوسیله سیمان بیکدیگر جوش خورده باشند تشکیل سنگ برش (Breccia) را می دهند.

از رسوب خاکهای رسی، سنگ رس (Clay stone) و از رسوب دانه های ماسه و بهم چسبیدن آنها توسط سیمان، ماسه سنگ (Sand stone) بوجود می آید.

سنگ توف (Tuff) از رسوب خاکسترهای آتشفشانی در آب دریاها بوجود می آید مثل سنگهای سبز شمال تهران. سنگهای رسوبی شیمیایی از رسوب املاح کربنات کلسیم، سیلیس، سولفاتها و انواع نمکهای محلول در اثر فعال و انفجالات شیمیایی در آب دریاها بوجود می آیند. سنگ آهک (Limestone)، چرت (Chert) با ترکیب سیلیسی، سنگ گچ (CaSO<sub>4</sub>, ۲ H<sub>2</sub>O) و سنگهای نمکی با ترکیب NaCl, KCl از این دسته می باشند.

همچنین ممکن است سنگهای آهکی از بقایای مرجانها و اسفنجهای دریایی که از املاح آهک محلول در آب دریا تغذیه می کنند و یا تجمع پوسته آهکی صدفهای دریایی بوجود آمده باشد.

از مشخصه های سنگهای رسوبی، لایه لایه یا مطبق بودن آنها می باشد.

سنگهای آهکی از نظر پتانسیل ذخائر آبی اهمیت خاصی دارند. آب باران با حل کردن گاز کربنیک موجود در هوا خاصیت اسیدی پیدا کرده و در نتیجه نفوذ در داخل درز و شکافها می تواند آنرا در خود حل کرده و به مرور موجب وسیع تر شدن این مجاری و فضاها شود. با فراخ شدن این مجاری در طول میلیونها سال حفرات کارستی بسیار بزرگی در دل کوهها بوجود می آید که چنانچه راه فراری نداشته باشند، مخزن خوبی برای آبهای نفوذی خواهند بود. چنانچه در حین حفاری در سازندهای آهکی به چنین غارهایی برخورد شود می باید بسیار با احتیاط عمل نمود تا مبادا ادامه حفاری و برخورد به غارهای خشک سبب فرار آب این مخازن طبیعی شود.

غار علیصدر همدان نمونه بارز یک غار کارستی آبدار بزرگ می باشد.

با تغیرات عمق حوضه رسوبی در طول زمان، ممکن است لایه های آهکی مخصوص اعماق زیاد بصورت تدریجی به لایه های آهک مارنی و سپس مارن که خاص اعماق کمتر است، تبدیل شوند. در مناطقی که چنین رسوباتی بصورت متناوب قرار



گرفته باشند (نواحی جنوب استان فارس) به علت آنکه لایه های مارنی غیر قابل نفوذ می باشند، ممکن است لایه های آهکی به علت ضخامت کم و یا پوشش مارنی و یا وجود ناخالصی مارن در متن آهک، فاقد ذخائر قابل توجه آب باشند. لذا توصیه می شود قبل از اقدام به حفاری، بررسی و مطالعات زمین شناسی و ژئوفیزیکی برای تعیین غارهای آهکی آبدار انجام شود.

سازندهایی مثل سروک، آسماری، جهرم، تاربور، لار، مزدوران، تیرگان، شتری، جمال، سنگ آهک قم و سنگهای آهکی کرتاسه از مهمترین سازندهای کارستی کشورمان می باشند که در شرایط مناسب آب و هوایی ذخایر عظیمی از آب زیرزمینی می تواند در آنها تشکیل شود.

توضیح اینکه مارن یا گل سرشور به رنگهای سبز، سبز کبود، کرم روشن قهوه ای از ته نشست خاک رس در محیطهای آبی حاوی آهک محلول بوجود می آید. خاک مارن با جذب آب به صورت گل چسبنده در آمده و آب را از خود عبور نمی دهد و بعد از خشک شدن سخت و شکننده می شود. نسبت مخلوط خاک رس و آهک از ۳۵ تا ۶۵ درصد متغیر است و با تغییرات نسبت رس و آهک، سنگ حاصله بنام مارن آهکی، مارن و آهک مارنی نامیده می شود یکی از راه های شناخت مارن خاصیت جذب آب آن می باشد به طوریکه به زبان خیس می چسبد.

لایه های مارنی به علت خاصیت جذب آب در حین حفاری متورم شده و با تنگ کردن مجرای چاه باعث گیر افتادن سر مته حفاری و ابزار متصل به آن می شوند.

توصیه می شود برای کاهش میزان جذب آب و در نتیجه بادکردگی لایه های مارن و رس مقداری نمک طعام به آب حفاری اضافه شود.

آن دسته از مواد رسوبی که در خشکی ها توسط آبهای جاری موقت و یا دائمی، باد و یا یخچالهای طبیعی بوجود آمده اند و متعلق به دوران چهارم زمین شناسی هستند به علت جوان بودن معمولاً فاقد سیمان بوده و یا اینکه سیمان بین دانه ها بسیار ضعیف می باشد. رسوبات آبرفتی منفصل ماسه و گراول بدلیل تخلخل و نفوذ پذیری بالا و ظرفیت زیاد ذخیره سازی آب مهمترین سفره های آبدار را تشکیل می دهند که بعلت سهولت حفاری و عمق کم سطح ایستابی

بیشترین تعداد چاه های بهره برداری آب کشور را شامل می‌شوند. رسوبات منفصل با پتانسیل ذخیره سازی آب به اشکال گوناگون به شرح ذیل بوجود می‌آیند.

### **زمین‌شناسی سفره‌های آبدار آبرفتی**

#### **الف- دره‌ها یا گودیهای مدفون**

دره‌ها و یا گودیهای قدیمی در مناطق کوهستانی اگر توسط واریزه‌های درجا و یا مواد حمل شده توسط سیلابها و یخچالهای طبیعی پر شده و در زمانها بعدی توسط رسوبات جدیدتر پوشیده شده باشند، می‌توانند تشکیل سفره‌های با توانائی ذخیره آب را بدهند. بدیهی است که جنس سنگهای کوههای منشاء تشکیل دهنده این سفره‌ها می‌باید از سنگها و مواد غیر قابل نفوذ مثل مارن، سنگ رس، گچ و مواد مشابه نباشد. این قبیل سفره‌ها یا از طریق درز و شکاف و شکستگی‌های کوههای مجاور تغذیه می‌گردند و یا اینکه مستقیماً از طریق مواد رسوبی پوشاننده سطحی. حجم آب ذخیره شده به عمق و وسعت دره‌ها و ضخامت رسوبات نفوذ پذیر بستگی دارد.

#### **ب- رودخانه‌ها و آبراهه‌های مدفون**

آبراهه‌های عمیق نواحی کوهستانی و رودخانه‌هایی که از زمانهای گذشته توسط قلوه سنگها و قطعات سنگهای ریز و درشت رودخانه‌ای پر شده‌اند و امروز ممکن است در بعضی موارد توسط رسوبات متفاوت سیلابی و یا بادی پوشیده شده باشند، مخازن خوبی برای تشکیل سفره‌های آبدار زیر زمینی می‌باشند.

دانه بندی رسوبات رودخانه‌ای بسیار متغیر بوده و با تغییرات آبدی رودخانه و طول مسافت حمل مواد از ریزدانه سیلت و ماسه تا قطعات بزرگ قلوه سنگ را شامل می‌شود.

حجم آب ذخیره شده و مقدار آبدی چاه‌های محفوره در چنین زمین‌هایی بستگی مستقیم به عمق و وسعت آبراهه و جنس و دانه بندی مواد پرکننده دارد. هر چه دانه‌ها درشت‌تر و یکنواختی و گرد شدگی بیشتر باشد، میزان تخلخل و در نتیجه مقدار آب ذخیره شده بیشتر خواهد بود. تغذیه این

قبیل سفره ها توسط جریانهای سطحی موقت یا دائم صورت می‌گیرد.

### ج- دشتهای آبرفتی

سنگهای کوهها و ارتفاعات در اثر عوامل مخرب تکتونیکی و جوی شکسته شده و بوسیله جریانهای آبی به سمت دریاها حمل می‌گردند. این مواد در اثر حمل با یکدیگر برخورد کرده و شکسته شده و بتدریج ریزتر می‌گردند. از طرفی جریان آب که در مناطق کوهستانی بعلت شیب تند، قوی می‌باشد، با رسیدن به دشت وسیع کم شیب و پخش شدن در سطح، قدرت خود را از دست داده و دیگر قادر به حمل مواد درشت دانه نمی‌باشد. لذا این قبیل رسوبات از ناحیه کوهستانی بطرف دشت و دریا بتدریج ریز دانه می‌گردند بطوریکه در نزدیکی ساحل به رسوبات ریز دانه ماسه، سیلت و رس تبدیل می‌شوند. بهترین مثال آن رسوبات آبرفتی جلگه خوزستان می‌باشد که از کوههای آهکی و مارنی زاگرس سرچشمه گرفته و به خلیج فارس ختم می‌گردد و رسوبات آن توسط رودخانه‌های کارون و کرخه حمل و ته نشین شده‌اند. این رسوبات در نواحی کوهپایه‌ای دزفول، شوشتر، مسجد سلیمان، رامهرمز و بهبهان قلوه سنگهای درشت دانه می‌باشند و حال آنکه در منطقه اهواز و بطرف جنوب به رسوبات ماسه‌ای دانه ریز، سیلت و رس تغیر یافته‌اند. در منطقه شمال ایران بدلیل نزدیکی دریا به منطقه کوهستانی و در نتیجه مسافت کم حمل مواد و از طرفی جنس اغلب سنگها که آذرین و سخت می‌باشند، رسوبات ساحلی در بعضی مناطق از نوع قلوه سنگی و در اکثر مناطق ماسه‌ای می‌باشد. رسوبات آبرفتی دشتهای خصوصاً در نواحی نزدیک به رشته کوهها، مخازن خوبی برای آبهای زیر زمینی می‌باشند و بخش عمده آبهای استخراجی زیر زمینی در ایران از این گونه منابع تامین می‌گردد. تغذیه این سفره ها در ناحیه کوهستانی از آبهای حاصل از بارش برف و باران و نفوذ در داخل شکستگی‌های سنگها و جریان آن در زیر زمین و به داخل رسوبات آبرفتی و یا از نفوذ آبهای جاری آبراهه‌ها به درون رسوبات درشت دانه مخروط افکنه‌ای کوهپایه‌ها و سپس جریان زیرزمینی بطرف دشت صورت می‌گیرد. همچنین در

مناطقى كه جنس رسوبات سطحى از مواد نفوذ پذير تشكيل شده باشد، تغذيه مستقيم از نزولات جوى منشاء مى‌گيرد.

## رسوبات منفصل آبدار

### رسوبات يچچالي

از آغاز دوران چهارم زمين شناسى و در دوره پلئستوسن (Pleistocene) كه به دوران يخبندان مشهور است به مدت ۲ تا ۳ ميليون سال در حدود يك سوم سطح خشكى هاى زمين را توده هاى عظيم يخ فرا گرفته بود. در حدود ۸۰۰۰ سال پيش و با آغاز دوره عصر جديد (Holocene) همزمان با گرم شدن كره زمين و ذوب تدريجى برفها از وسعت منطقه پوشيده از يخ كاسته شد. با عقب نشيني يخ ها، وسعت منطقه پوشيده از برف به محدوده قطبهاى جنوب و شمال فعلى کاهش يافت.

يچچالها در مناطق كوهستانى ضمن حركت خود به كمك قطعات سنگ و خاك همراه مى‌توانند دره هاى عميق U شكل حفر نمايند و بتدريج كه شيب بستر كم مى‌شود سرعت حركت آنها نيز كم شده و با ذوب تدريجى، محتويات خود را در كف دره ها ته نشين نمايند.

رسوبات يچچالي بسيار ناهمگن بوده و از تخته سنگهاى بزرگ تا قلوه سنگ و شن و ماسه و سيلت و رس تشكيل شده اند. اين رسوبات معمولاً فاقد لايه بندي مى‌باشند. رسوبات يچچالي ميليونها كيلومتر مربع از سطح زمين را پوشانده اند و در مناطق شمالى آمريكا، كانادا و كشورهاي شمالى اروپا و آسيا، با حفر چاه از ذخائر آبى موجود در اين رسوبات استفاده مى‌گردد. اين رسوبات در بخش شمالى شهر تهران در بعضى مناطق ديده مى‌شوند. چون حجم بيشتري رسوبات يچچالي را رسوبات ريز دانه رس و سيلت تشكيل مى‌دهد كه در لابه لاي دانه ها و قطعات درشتتر قرار گرفته اند، لذا ميزان نفوذ پذيرى و در نتيجه ابدهى آنها نسبتاً ضعيف مى‌باشد.

### رسوبات بادى

رسوبات بادى كه در مقايسه با رسوبات رودخانه اى و يچچالي از وسعت كمترى برخوردار هستند. از مواد دانه ريز سيلت و ماسه تشكيل شده اند و به دو گروه لس ها و

تپه‌های ماسه‌ای تقسیم می‌شود:

لُسه‌ها (Loess): از تجمع مواد دانه ریز یکنواخت سیلتی همراه با مقدار کمی خاک رس و ماسه ریزدانه بوجود آمده‌اند. ممکن است در مواردی ذرات تشکیل دهنده بوسیله سیمان آهکی به یکدیگر چسبیده باشند و کلاً به دلیل ریزدانه بودن و نفوذپذیری ضعیف نمی‌توانند سفره‌های آبی قابل توجه بوجود آورند. این رسوبات متعلق به دوره پلیستوسن بوده و بوسیله باد و یا یخچالها در سطح خشکی‌ها و یا در داخل دریاچه‌ها بوجود آمده‌اند و رنگ آنها کرم تا قهوه‌ای مایل به زرد می‌باشد. گسترش آنها از شمال اروپای مرکزی تا شرق چین می‌باشد. همچنین در دره می‌سی‌سی‌پی و شمال غربی آمریکا وجود دارد. معمولاً بدون لایه بندی بوده و ضخامت آنها کمتر از ۳۰ متر می‌باشد.

### رسوبات ماسه‌ای

ماسه‌های بادی در صحراها تنها منبع تامین آب می‌باشند. نفوذپذیری آنها بالا بوده و لذا آبدهی مناسب باکیفیت مطلوب دارند. در اثر نیروی مکش پمپ آب، دانه‌های ماسه از زمین اطراف چاه مکیده شده و بتدریج و با گذشت زمان، حفره خالی ایجاد شده تحمل نگهداری لایه‌های فوقانی را نداشته و در اثر ریزش آن و فشار به لوله جدار باعث قیچی کردن لوله‌ها و گیر افتادن پمپ و متعلقات در درون چاه می‌شود، از طرفی ورود ماسه به داخل چاه و مکش آن توسط پمپ موجبات خورندگی لوله‌ها و قطعات پمپ را فراهم می‌نماید. در مناطقی که سطح ایستابی نزدیک به سطح زمین باشد، اقتصادی ترین روش بهره برداری از این منابع آبی حفر چاه دستی دهانه گشاد و سنگ چینی دیواره آن می‌باشد.

سفره‌های آبدار ماسه‌ای با سطح ایستابی کم عمق در حد چندین متر در منطقه غرب اهواز بطرف بستان و مرز عراق وجود دارد و نمونه عمیق آن که به حدود ۶۰ تا ۷۰ متر هم می‌رسد در بخش غربی شهرستان ایران‌شهر دیده می‌شود.

برای حفر چاه‌های عمیق در این قبیل سفره‌ها لازم است که لوله گذاری جداره چاه با دو قطر و اختلاف حداقل ۶ اینچ صورت گیرد و بین دو جدار را شن ریزی (گراول

پکینگ) نمایند. البته بهتر است که در حد فاصل لوله جدار بزرگتر و زمین، شنریزی صورت گیرد تا در اثر مرور زمان و ورود تدریجی ماسه بدرون چاه، حفره ایجاد شده توسط دانه‌های شن پرشود.

### رسوبات آبرفتی دانه‌ریز

رسوبات دانه ریز شیل، سیلت و رس دارای فضاهای بسیار کوچک بین دانه‌های می‌باشند که آب ورودی به آنها در اثر نیروی جاذبه ملکولی به سطح دانه‌ها می‌چسبد و در نتیجه مانع جریان آزاد آب در بین فضاهای خالی می‌شود. لذا نفوذپذیری آنها بسیار ضعیف بوده و آبدهی چاه‌های محفوره در چنین زمین‌هایی بسیار ناچیز می‌باشد.

شیل (Shale) از تراکم مواد رسوبی تخریبی ریز دانه نظیر سیلت و خاک رس تحت نیروی فشار ناشی از وزن رسوبات پوشاننده فوقانی بوجود می‌آید و دارای لایه بندی ظریف و نازک بوده که در اثر اعمال نیرو به موازات سطوح لایه بندی به ورقه‌های نازک تبدیل می‌شود. سطوح لایه بندی از کانیدهای رسی و ذرات سیلیس تشکیل شده و بصورت سطح هوازده در آمده‌اند. عموماً نرم می‌باشند و لیکن درجه سخت شدگی آنها به اندازه‌ای است که در اثر خیس شدن متلاشی نمی‌شوند. شیلها معمولاً از حداقل ۵۰٪ سیلت و ۳۵٪ کانی رسی یا ذرات میدکا و ۱۵٪ کانیدهای کوارتز یا فلدسپات بوجود آمده‌اند رنگ شیلها قرمز، قهوه‌ای، سیاه و یا خاکستری می‌باشد. سیلت به ذرات موجود در خاک به قطر ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۵ میلی‌متر می‌گویند. رس (Clay) عبارتست از کانیدها و یا ذرات تخریبی با هر ترکیبی و یا ذرات کانیدهای رسی متبلور با قطر کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر تا ۴ میکرون و به ۴ دسته رسهای درشت، متوسط، ریز و خدلی ریز دانه تقسیم می‌شوند. ذرات کوچکتر از ۴ میکرون دارای خاصیت کلونیدی می‌باشند.

خاکهای رسی مخلوطی از ذرات کلونیدی با خاصیت پلاستیکی شدید شامل کانیدهای رس و کانیدهای فرعی ذرات ریز کوارتز، فلدسپاتهای تجزیه شده، کربنات‌ها و کانیدهای ترکیببات آهنی می‌باشد. مخلوط آن با آب تبدیل به گل با خاصیت تغییر شکل پذیری پلاستیکی می‌شود و نمونه ساخته شده از آن بعد از خشک شدن، شکل خود را حفظ و در اثر

حرارت کاملاً سخت می‌شود. بعضی از رسها خاصیت پلاستیکی ندارند.

خاک رس از مخلوط بیش از ۵۰٪ ذرات کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر و حداقل بمیزان یک چهارم از کانیهای رسی تشکیل شده است، برای تشخیص سیلت و رس از یکدیگر چنانچه یک مکعب به ابعاد یک سانتی‌متر از نوع خیس آنها درست نمائیم و بعد از خشک شدن کامل نمونه آنها بین دو انگشت بفشاریم، سیلت در اثر اعمال فشار خرد می‌شود و حال آنکه رس سالم می‌ماند.

### زمین‌شناسی سازندهای متراکم (سنگی) آبدار سنگهای آهکی

سنگهای آهکی دارای تخلخل ثانویه می‌باشند و مقدار این تخلخل بستگی به درجه خلوص سنگ و میزان درز و شکافهای موجود در آن دارد. در اثر تاثیر نیروهای تکنونیک ناشی از حرکات کوهزائی، این سنگها دچار شکستگی شده که محل مناسبی برای نفوذ بارشهای اسیدی می‌باشد. آب باران با حل کردن گازکربنیک موجود در هوا خاصیت اسیدی پیدا کرده و در نتیجه سبب حل شدن آهک و گشاد شدن درز و شکافها می‌شود. جریان آب در داخل این شکافها می‌تواند آهکهای با درجه خلوص کمتر را که همراه خاک رس می‌باشند سریعتر شسته و غارهای کوچک و بزرگ بوجود آورد.

در صورتیکه این غارها راه فرار نداشته باشند، آب در داخل آنها ذخیره شده و مخزن خوبی برای تامین آب می‌باشند. البته تعیین موقعیت غارها با روشهای ژئوالکتریکی قبل از اقدام به حفاری می‌تواند از بروز خسارت و ضرر و زیان ناشی از حفاری در آهکهای فاقد غارهای کارستی و اجد آب مناسب جلوگیری نماید. بعضاً اتفاق می‌افتد چاههایی که بدون انجام مطالعات علمی زمین‌شناسی و آبشناسی در کوههای آهکی حفاری شده‌اند و به آب مناسب برخورد نذموده‌اند. در مناطقی که لایه‌های آهکی با لایه‌های مارن بطور متناوب قرار گرفته‌اند مثل نواحی شرقی و جنوب شرقی شیراز و یا نواحی جنوبی استان فارس، شانس کمی‌برای دستیابی به ذخائر آبی مناسب وجود دارد.

در مناطق واقع در امتداد رشته کوه‌های زاگرس، آهک‌های آسماری، جهرم، تاربور و شهبازان، در کوه‌های البرز سنگ آهک لار و کرتاسه و در رشته کوه‌های کپه داغ سازند مزدوران و تیرگان بهترین گزینه برای حفاری می‌باشند.

### **سنگ‌های گچی**

سنگ‌های گچی با قابلیت انحلال نسبتاً زیاد و در نتیجه نفوذپذیری بالا، حوضه‌های آبی مناسبی را بوجود می‌آورند. البته آب‌های استحصالی از این قبیل منابع دارای ترکیبات سولفات می‌باشند که کیفیت خوبی برای شرب ندارند.

### **ماسه سنگ و سنگ جوش**

هرگاه دانه‌های ماسه و شن و یا قلوه سنگ بوسیله سیمان آهکی یا سیلیسی به یکدیگر جوش خورده باشند، تشکیل سنگ‌های یکپارچه‌ای را می‌دهند که بدلیل پرشدگی خلل و فرج و فضاهای بین دانه‌ای باملات سیمان فاقد نفوذپذیری می‌باشند. اگر چنانچه در اثر نیروهای تکتونیکی وارده، این سنگ‌ها دارای درز و شکاف و شکستگی گردند، می‌توانند مقداری آب در خود ذخیره نمایند و لیکن از نظر میزان آبدهی در اکثر مواقع فاقد ارزش سرمایه گذاری هستند.

### **سنگ‌های آذرین**

سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب قلیائی مثل بازالت و یا پومیس (سنگ پا) که از سرد شدن مواد مذاب جاری در سطح زمین بوجود آمده اند دارای حفره‌ها و فضاهای خالی زیادی ناشی از خروج گازهای محلول در ماده مذاب می‌باشند. این حفرات اکثراً به یکدیگر ارتباط ندارند و بهیمن دلیل نفوذپذیری آنها خیلی ضعیف بوده و لذا نمی‌توانند سفره آبی خوبی به حساب آیند. بازالت‌های ستونی منشوری شکل با درز و شکستگی‌های فراوان و یا توده‌ای شکل با مجاری متقاطع و شاخه شاخه که در اثر خروج گازها به هنگام سرد شدن سریع مواد مذاب ایجاد شده‌اند، می‌توانند محل مناسبی برای ذخیره سازی آب باشند.



## خصوصیات رسوبات در ارتباط با آب

مواد رسوبي جوان متعلق به دوران چهارم زمین شناسي که حداکثر حدود ۳ ميليون سال از عمر تشکیل آنها می‌گذرد بصورت رسوبات آبرفتي مخروطه افکنه‌اي، دریاچه‌اي و بادي و یخچالي در خشکي‌ها بوجود آمده اند، فاقد چین خوردگی بوده و شیب آنها تابع شکل توپوگرافي زمین بستر تشکیل این مواد می‌باشد. این رسوبات اکثراً دارای دانه بندي ناهمگن و از مخلوط قطعات سنگهاي ریز و درشت منفصل بدون سیمان و یا با سیمان ضعیف تشکیل شده‌اند و بخش اعظم آبهاي استخراجي از چاه‌هاي محفوره در این قبیل تشکیلات حاصل می‌شود.

از طرفي سنگهاي رسوبي قديمي‌تر از دوران چهارم زمین شناسي که در حوضه‌هاي رسوبي دریايي و یا بعضاً در خشکي بوجود آمده‌اند، تحت تاثیر حرکات کوهزائي دورانهاي مختلف زمین شناسي قرار گرفته و به صورت چین خورده و تکتونیزه می‌باشند. این سنگها چنانچه تحت تاثیر عوامل فرسایشی قرار نگرفته باشند همگی سخت و تقریباً بدون خلل و فرج می‌باشند و در صورتي می‌توانند از نظر پتانسیل‌هاي آبي مورد توجه قرار گیرند که دارای درز و شکاف و فضاهای نفوذ پذیر ثانویه شده باشند. گسلها و شکستگی و درز و شکاف‌هاي ناشی از تاثیر نیروهاي دروني زمین بصورت کششي و همچنین باز شدگی‌هاي ناشی از انحلال و شسته شدن مواد نرمتر و یا خرد شده می‌تواند ظرفیت نفوذ پذیری و ذخیره سازي آب را در این قبیل سنگها افزایش دهد.

## بررسی مناطق با پتانسیل آبی

اولین قدم برای اقدام به حفر چاه بهره برداري آب، شناسایی سازندهاي با قابلیت ذخیره سازي و آبدهي مناسب می‌باشد. اصولاً منابع تامین آب زیر زمینی به دو دسته تقسیم می‌شود.

الف- منابع آبی مستقر در زمینهاي آبرفتي

ب- منابع آبی مستقر در سازندهاي آهکی واجد شکستگی و غار

رسوبات آبرفتي ریز دانه همراه با خاک رس، سازندهاي مارني و یا سنگهاي متراکم یکپارچه رسوبي، آذرین و یا

دگرگونی بدون شکستگی و درز و شکاف نمی‌توانند برای تأمین آب به حساب آیند.

ضمناً بهتر است در سازندهای آهکی مارنی و یا رسوبات تیپ آبرفتی که بوسیله سیمان سیلیسی و یا آهکی بهم جوش خورده اند با احتیاط بدنبال آب جستجو کرد.

### مشخصات و ضرائب سفره آبدار

سفره های آبی براساس عوامل تخلخل، نفوذ پذیری، ضریب قابلیت انتقال و ضریب ذخیره سازی از یکدیگر تفکیک و رده بندی می‌شوند.

### تخلخل

تخلخل (P) عبارتست از درصد نسبت حجم فضاهای خالی (w) به

حجم کل توده سنگ (v) که مقدار آن از فرمول  $P = \frac{100 \times w}{v}$

محاسبه می‌شود.

حداکثر میزان تخلخل گزارش شده مربوط به رسوبات آبرفتی ریزدانه عصر جدید در دلتای می‌سی‌سی‌پی آمریکا می‌باشد که در حدود ۸۰ تا ۹۵ درصد است.

تخلخل در سنگهای سخت با میزان درز و شکاف موجود و چگونگی ارتباط آنها با یکدیگر رابطه مستقیم دارد.

### تخلخل مفید

تخلخل مفید عبارتست از حجم فضاهای خالی مرتبط به هم که آب بتواند آزادانه در آن جریان یابد. در سفره های آب آزاد حجم آب استحصال شده از حجم معینی از خاک یا سنگ

معرف تخلخل مفید می‌باشد و از فرمول  $Pe = \frac{VE \times 100}{V}$  محاسبه

می‌گردد.

در این فرمول Pe تخلخل مفید، VE حجم فضاهای خالی مرتبط به هم و V حجم کل نمونه می‌باشد.

تخلخل مفید با شکل، اندازه و یکنواختی دانه ها و میزان سیمان شدگی ذرات نسبت مستقیم دارد.

برای مثال مقدار تخلخل کل در خاک رس حدود ۶۰٪ می‌باشد و حال آنکه تخلخل مفید آن از حداکثر ۱۰٪ تجاوز نمی‌کند

زیرا بدلیل آنکه دانه های رس خیلی ریز می باشند حفرات بین دانه ها نیز بسیار ریز هستند. همچنین میزان تخلخل مفید در ماسه درشت با دانه بندی یکنواخت بیش از مخلوط ماسه درشت و ریز می باشد.

درصد تخلخل مفید	نوع رسوب یا سنگ
۱-۱۰	خاک رس
۱۰-۳۰	ماسه
۱۵-۳۰	ماسه درشت (شن)
۱۵-۲۵	مخلوط ماسه و شن
۵-۱۵	ماسه سنگ
۰/۵-۵	شن
۰/۵-۵	سنگ آهک

### نفوذپذیری

قدرت هدایت جریان آب در سفره های آبی را نفوذپذیری یا قدرت هدایت هیدرولیکی سفره می گویند. ضریب نفوذپذیری (K) در یک سفره آبی عبارتست از سرعت عبور آب به حجم یک متر مکعب از مقطع یک متر مربع سفره در تحت شیب گرادیان هیدرولیکی یک متر در یک متر و حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد در مدت یک روز.

نفوذپذیری با مقدار تخلخل مفید رابطه مستقیم داشته و یکی از فاکتورهای مهم تعیین کننده مشخصات سفره آبی می باشد. ضریب نفوذپذیری بین  $10^2$  تا  $10^{-9}$  سانتی متر در ثانیه در رسوبات مختلف تغییر می کند.

$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$	$10^1$	$10^2$
$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$	$10^1$
رس	ماسه دانه ریز وسیلت مخلوط ماسه و رس	ماسه ، ماسه + شن بدون ذرات ریز	شن و سنگریزه بدون ذرات ریز	بدون ذرات ریز	بدون ذرات ریز	بدون ذرات ریز	بدون ذرات ریز	بدون ذرات ریز	بدون ذرات ریز	بدون ذرات ریز
بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری	بدون نفوذپذیری

## «جدول تغییرات ضریب نفوذپذیری در رسوبات آبرفتی»

### ضریب قابلیت انتقال (Transmissibility)

ضریب قابلیت انتقال (T) سفره آب زیر زمینی عبارتست از توانایی عبور آب از کل ضخامت سفره اشباعی و برابر است با حاصلضرب ضریب نفوذپذیری آن سفره در ضخامت لایه اشباعی آبدار که عبارتست از مقدار حجم آب بر حسب متر مکعب که از مسیری قائم به مقطع یک متر مربع و ارتفاع معادل ضخامت سفره اشباعی و گرادیان هیدرولیکی واحد در درجه حرارت سفره در واحد زمان عبور کند.

Q : حجم آب عبوری (متر مکعب در روز)

K : ضریب نفوذ پذیری بر حسب متر مکعب در روز

I : گرادیان هیدرولیکی بر حسب متر در متر

A : سطح مقطع عبور جریان آب بر حسب متر مربع در روز

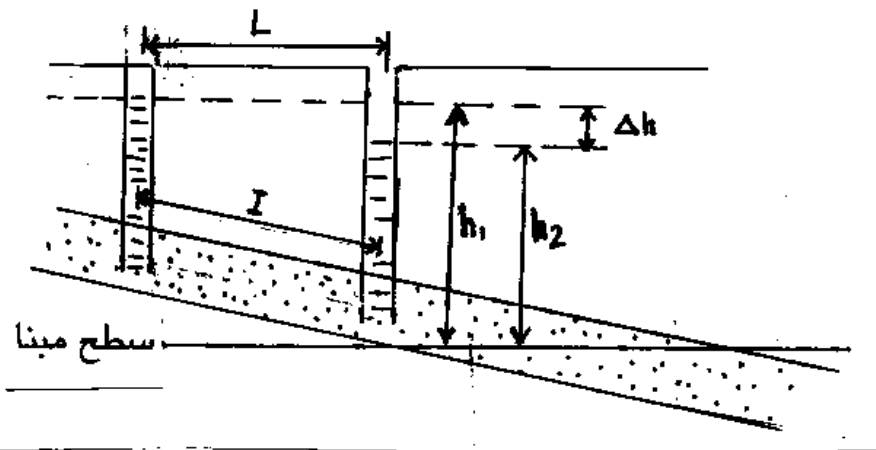
T : ضریب قابلیت انتقال آب بر حسب متر مکعب

L : عرض مقطع بر حسب متر که تخلیه در آن صورت می‌گیرد.

حجم آب عبوري (متر مکعب در روز)  
Q

$$I = \frac{\Delta h \rightarrow (m)}{L} \quad T = \frac{Q}{K \cdot I \cdot A} = \frac{Q}{T \cdot I \cdot L} \rightarrow (m)$$

(گرادیان متر / متر) (ضخامت متر) (متر) درولیکی I از تقسیم مقدار اختلاف ارتفاع آب در دو چاه پیزومتر به فاصله این دو چاه از یکدیگر به دست می‌آید.



«مقایسه تخلخل‌های نمونه و ضرائب نفوذپذیری مواد معمولی با منشاءهای متفاوت»

مواد	تخلخل %	ضریب نفوذپذیری متر مکعب / متر مربع / روز
شن‌ها با دانه‌بندی ضعیف	30 - 40	$> 9.79 \times 10^{-4}$
ماسه‌ها با دانه‌بندی تقریباً ضعیف	30 - 40	$9.79 \times 10^{-5}$ تا $9.79 \times 10^{-4}$
ماسه‌ها با دانه‌بندی خوب	20 - 35	$4.89 \times 10^{-6}$ تا $9.79 \times 10^{-5}$
ماسه‌های دانه‌ریز	30 - 35	$9.89 \times 10^{-6}$ تا $4.89 \times 10^{-5}$
ماسه‌های سیلت دار <small>بهای زیرزمینی - دکتر جت‌اله ضیائی (۱۳۲۵)</small>	30 - 40	$9.78 \times 10^{-7}$ تا $1.95 \times 10^{-6}$
سیلت‌ها	40 - 50	$9.78 \times 10^{-8}$ تا $3.26 \times 10^{-7}$
رس‌ها	45 - 60	$< 9.78 \times 10^{-11}$

## ضریب ذخیره

ضریب ذخیره يك سفره آب آزاد عبارتست از حجم آب آزاد شده یا ذخیره شده در داخل يك ستون فرضي از مواد متشكل سفره به سطح مقطع يك متر (واحد) متر مربع و ارتفاع يك (واحد) متر و در واقع برابر تخلخل مفید می‌باشد. ضریب ذخیره بر حسب درصد محاسبه می‌گردد و مقدار آن معمولاً از ۱ تا ۱۰ درصد متغیر بوده و ندرتاً تا ۲۰ درصد می‌رسد.

ضریب ذخیره در سفره تحت فشار برابر حجم آب آزاد شده از حجم يك متر مکعب مواد تشکیل دهنده سفره است که فشار آن يك واحد اضافه یا کم شده باشد. مقدار این ضریب معمولاً بین  $10^{-4} \times (1 \text{ الي } 9)$  متغیر می‌باشد.

## روشهای بهره‌برداري از منابع آب زیرزمینی

حفراري چاه و قنات از روشهای ابداعی بشر برای بهره برداري از ذخائر آبی زیر زمینی می‌باشد.

### قنات یا کاریز

از زمانهای بسیار قدیم در ایران باستان برای بهره برداري از مخازن آب زیرزمینی، در زمینهای آبرفتی کوهپایه ها توسط ابزار دستی حفراري می‌گردیده است و امروزه نیز همچنان متداول می‌باشد. يك رشته قنات از يك پشته یا گالری با شیب حدود يك متر در كيلومتر که کار انتقال آب را به مظهر قنات بعهدده دارد و تعدادی چاه های قائم (میلله) تشکیل شده است. اولین چاه که در نزدیکی کوه تا برخورد به سفره آبی حفر می‌گردد و عمق آن از بقیه چاه های مسیر بیشتر می‌باشد، مادر چاه قنات نام دارد. قسمتی از پشته که از مادر چاه قنات شروع شده و بطرف دشت امتداد می‌یابد در سفره آبی قرار دارد و آب از دیواره ها به داخل گالری وارد می‌شود (بخش ترکار قنات) و بقیه مسیر بانزدیک شدن به دشت و خارج شدن از سفره آبی فقط کار انتقال آب را بعهدده دارد. (بخش خشکه کار قنات) نحوه احداث يك رشته قنات به این ترتیب است که از محل خروج آب (مظهر قنات) واقع در دشت، حفراري پشته آغاز و بطرف دامنه کوه امتداد

می‌یابد بطوریکه از داخل سفره ی آبدار عبور نماید. چاه‌های قائم (میله چاه) بفواصل حدود ۳۰ تا ۵۰ متر از یکدیگر برای خارج نمودن مواد حفاری شده پشته و دست یابی به داخل آن جهت لایروبی و بازسازی‌های بعدی حفر می‌گردد.

ارتفاع سقف پشته معمولاً ۱۲۰ سانتی متر و عرض آن حدود ۶۰ سانتی متر و طول آن با توجه به وضعیت آبدهی منطقه ممکن است تا چند کیلو متر هم برسد. بخش خشکی پشته را که در بالای سطح ایستایی سفره قرار دارد، قسمت خشکه قنات می‌نامند. دهانه چاه‌ها را بعد از خاتمه عملیات می‌بندند. هرنج قنات قسمت اولیه قنات را گویند که از مظهر قنات به طرف دشت بصورت یک کانال روباز و بعمق حداکثر تا ۴ متر حفر می‌گردد.

در زمینهای سست ریزشی (شولاتی) دیواره میلله‌ها را با طوقه (کول) سیمانی و دیواره پشته را معمولاً با کولهای سفالی و یا سیمانی جدار بندی و محافظت می‌نمایند. چنانچه نفوذ پذیری زمین در قسمت خشکه قنات زیاد باشد برای جلوگیری از نفوذ و فرار آب، کف پشته را با ملات سیمان عایق بندی می‌کنند.

در نواحی کوهستانی شیب سفره آبدار زیاد بوده در نتیجه طول بخش آبده قنات کم می‌باشد ولیکن در مناطق دور از کوه که مسطح می‌باشند و شیب سفره آبدار کم است طول قسمت آبده قنات ممکن است تا چند کیلومتر برسد. نظیر چنین قناتهایی را در نواحی یزد و کرمان می‌توان دید. در منطقه خراسان قنات‌های قدیمی با طول نسبتاً زیاد و مادر چاه بعمق تا ۴۰۰ متر وجود دارد که آبدهی آنها تا ۴۰۰ لیتر در ثانیه بالغ می‌شود. بدلیل آنکه آب قنات در تمامی فصول سال و همیشه جاری می‌باشد، برای جلوگیری از به هدر رفتن آن در اواخر پاییز و فصل زمستان می‌توان دهانه قنات را در محل مظهر آن مسدود نمود مشروط بر آنکه دیواره‌های پشته و میلله‌ها در بخش سست و ریزشی توسط کولهای بتنی محافظت شده باشد.

گاهی ممکن است یک لایه نفوذ ناپذیر سفره آبدار را به دو بخش بالائی و پایینی تقسیم نماید در اینصورت دو کانال زیر زمینی به موازات یکدیگر در سفره بالائی و زیرین در

يك امتداد حفر مي‌نمايند و در اينصورت مادر چاههاي دو رشته قنات مي‌توانند از يكدیگر جدا باشند و حال آنکه ميله هاي قنات مي‌توانند بين دو رشته مشترك باشند.

## چاه آب و انواع آن

چاه آب حفره‌اي قائم و يك ساختمان هيدروليكي مي‌باشد كه از سطح زمين شروع شده و تا داخل سفره آبدار ادامه مي‌يابد و آب سفره در اثر نيروي ثقل و حركت جانبي به درون آن نفوذ نموده و توسط سطل و يا پمپ استخراج مي‌گردد.

چاهها را بر حسب روش حفاري، عمق، نحوه بهره برداري، و ضعيت زمين شناسي و ليتولوژي، عمق سطح آب سفره و اهداف حفاري به انواع ذيل تقسيم بندي مي‌كنند.

۱- چاههاي اکتشافی و مطالعاتی که به منظور بررسی و مطالعه مشخصات هيدروليكي و هيدروديناميكي و ضخامت سفره آبدار، ليتولوژي و عمق سنگ کف، وضعيت لايه هاي نفوذناپذير در مناطق بکر و يا ناشناخته حفر مي‌گردند. از اين گروه چاههاي پيزومتري به قطر ۶ اينچ جهت مطالعه سطح ديناميك آنها حفاري مي‌گردند.

۲- چاههاي بهره برداري عميق، كه عمق چاه حفر شده بيش از ۵۰ متر بوده و توسط دستگاههاي حفاري و يا بعضاً با دست حفاري مي‌گردند. بهره برداري از آنها توسط پمپ توربيني و يا شناور صورت مي‌گيرد.

۳- چاههاي نيمه عميق: به دليل بالا بودن سطح ايستابي داراي عمق نسبتاً كم مي‌باشند حفر آنها بدليل ارزاني نيروي كار معمولاً با دست صورت مي‌گيرد و بهره برداري از آنها توسط پمپهاي كمرچاهي سانترفوژ كه در نزديكي سطح آب و در داخل ديواه چاه نصب مي‌گردد، انجام مي‌شود.

قطر چاههاي دستي حدود يك تا دو متر و عمق آنها گاهي تا ۱۰۰ متر هم مي‌رسد. بعد از برخورد به آب، معمولاً براي آنكه آب ورودی به چاه مانع ادامه حفاري نشود از پمپهاي سانترفوژ براي تخلیه آب بهنگام كارکردن استفاده مي‌نمايند. چنانچه جنس زمين از آبرفت درشت دانه غير ريزشی تشكيل شده باشد، مقني مي‌تواند تا حدود ۵ متر زير سطح برخورد به آب، حفاري را ادامه دهد. وليکن در



زمینهای شولاتی، عملیات حفاری به سختی و باکول گذاری انجام می‌شود و چون نمی‌توان بیش از چند متر در سفره آبی به حفاری ادامه داد بناچار مبادرت به حفر گالریهای افقی در جهات مختلف برای استحصال آب بیشتر می‌نمایند. به علت محدودیت حفاری در زیر سطح ایستابی و ضخامت کم ستون آب در داخل چاه در فصول کم باران و ایام پر مصرف سال، سطح آب این چاهها پایین رفته و لذا برای تامین آب مورد نیاز مرتباً می‌باید کف شکنی و لایروبی کردند

### چاه های آرتزین

نام آرتزین از محلی بنام آرتز واقع در کشور فرانسه که برای اولین بار چنین چاهی در آن محل حفاری گردیده گرفته شده است.

هرگاه یک لایه نفوذ پذیر آبدار در بین دو لایه غیر قابل نفوذ قرار گرفته باشد، بهنگام حفاری و برخورد به لایه آبدار، سطح آب در داخل چاه بالا آمده و چنانچه فشار به اندازه کافی باشد آب از دهانه چاه خارج می‌شود.

### چاه فلمن یا چاه های مخزنی گالری دار

در زمینهای از جنس رسوبات سست منفصل شن و ماسه و یا قلوه سنگ با سطح آب نزدیک به سطح زمین، اقتصادی ترین روش استحصال آب در حجم زیاد، حفاری یک حلقه چاه قائم دستی به قطر ۲ تا ۵ متر و تا عمق چند متر زیر سطح آب بمنظور انباشت آب ورودی از گالریهای افقی می‌باشد. دیواره و کف این چاه را با بتن عایق بندی و مستحکم می‌نمایند. سپس گالریهای افقی متعدد در جهات مختلف و با شیب خیلی ملایم و به ارتفاع حدود یک متر از کف چاه عمود بر دیواره چاه در داخل سفره آبدار حفر می‌نمایند. طول این گالریها ممکن است به بیش از ۱۰۰ متر هم برسد. یکی از روشهای جدید احداث چنین چاه هائی استفاده از ماشینهای مخصوص می‌باشد. حفاری چاه قائم برای اعماق بیش از ۲۰ متر می‌تواند با دستگاههای حفاری مخصوص صورت گیرد. در روش فلمن FELMAN متخصص سوئیسی لوله های فولادی مقاوم به قطر ۸ الی ۱۶ اینچ که در قسمت پیشرو

داراي يك مخروط فولادي بسيار مقاوم نوک تيز سوراخ دار مي‌باشد، به کمک دستگاه هاي پرس هيدروليکي با فشار حدود ۷۰ کيلوگرم بر سانتي متر مربع در ديواره چاه و عمود بر آن در جهات مختلف و بطور شعاعي در داخل ماسه هاي سفره آبي و با شيب بسيار ملايم فرو برده مي‌شود.

هنگام فرو بردن لوله فولادي، ماسه هاي سفره آبدار به همراه آب از راه سوراخهاي مخروط پيشرو وارد لوله فولادي کم قطر تري که در وسط لوله فولادي هادي تعبيه شده، مي‌گردد و همراه جريان آب از داخل اين لوله وارد چاه اصلي مادر يا چاه جمع کننده مي‌شود و توسط پمپ آب از درون چاه تخليه مي‌گردد. اين عمل باعث مي‌شود تا لوله با نيروي کم تري در زمين فرو رود بطوريکه مي‌توان اين لوله ها را تا حدود ۸۰ متر در زمين هاي از جنس رسوبات دانه ريز ماسه اي فرو برد.

در خاتمه کار، لوله مشبک متناسب با قطر لوله هادي و به قطر ۷ الي ۱۴ اينچ وارد لوله هادي نموده و آنگاه لوله هادي را بيرون مي‌کشند. سطح مشبک در ارتباط با دانه بندي سازند از ۲۰ تا ۳۰ درصد کل سطح لوله را شامل مي‌شود.

عمق چاه عمودي معمولاً تا ۳۰ متر مي‌رسد که امروزه با کمک روشهاي حفاري نوين چاه هاي عمودي تا عمق ۶۰ متر نيز حفاري مي‌شوند و سطح آب از اين بابت عامل محدود کننده عمق حفاري نمي‌باشد. بلکه جنس رسوبات آبرفتي و سختي و نرمي زمين عامل اصلي تعيين کننده حفاري مي‌باشد.

اين نوع چاهها در بستر آبرفتي رودخانه هاي دائمي و يا آبرفتهاي با سطح آب زير زميني کم عمق با ضخامت کم حدود ۳ تا ۴ متر و گسترش محدود قابليت بهره برداري بسيار زيادي دارند در حالیکه چاه هاي عميق در لايه هاي کم ضخامت کارآيي ندارند. بنابراین مطالعه سيستماتيک مکان يابي در رابطه با منابع آب زيرزميني و سطحي منطقه، زمين شناسي و توپوگرافي و هيدرولوژي ناحيه، وضعيت آبدهي ساليانه و حداقل و حداکثر دبي، ابعاد هندسي شيب و دانه بندي بستر اهميت خاصي دارد. در مرحله بعدي براي مشخص کردن وضعيت آبدهي زمين و ضرايب

هیدرودینامیکی لایه آبدار یک حلقه چاه اصلی بقطر ۱۲ اینچ تا برخورد به سنگ کف برای آزمایش پمپاژ و ۲ تا ۴ حلقه چاه پیزومتر برای اندازه گیری سطح آب زیرزمینی بهنگام آزمایش پمپاژ، حفاری می‌شود. براساس نتایج بدست آمده محل چاه مخزنی، عمق و قطر آن و همچنین طول کوره های افقی و حدود آبدهی مشخص می‌شود و عملیات اجرایی بشرح ذیل صورت می‌گیرد:

ابتدا یک حلقه فولادی با لبه تیز برنده و به ارتفاع یک متر و باندازه قطر خارجی چاه که اصطلاحاً چاقو نام دارد، در روی زمین و محل حفاری قرار می‌گیرد. این حلقه پیشرو باعث سهولت حفاری و پایین رفتن بدنه بتنی چاه می‌گردد. اولین حلقه بتنی مسلح را بر روی آن قالب بندی و بتن ریزی می‌کنند. سپس اقدام به حفاری و تخلیه مواد موجود درون حلقه می‌نمایند. این عمل سبب پایین رفتن چاقو فولادی و حلقه بتونی مستقر بر روی آن می‌گردد. این کار تا رسیدن به عمق مورد نظر ادامه می‌یابد.

دقت و مهارت در اجرای کار از شرایط ضروری برای جلوگیری از کج شدگی چاه و یا ریزش زمین و از بین رفتن ماحصل کار می‌باشد.

در اولین حلقه بتونی که در پایین ترین نقطه چاه قرار دارد چند دریچه به فواصل مشخص در یک یا چند ردیف به منظور انجام حفاری‌های افقی و زهکشی آب از سفره آبدار، قرار می‌دهند.

در خاتمه حفاری چاه قائم کف آنرا بتون می‌نمایند تا از فرار آب جلوگیری شود و در ضمن ماشین آلات حفاری افقی را بتوان مستقر نمود.

بعد از استقرار ماشین حفاری افقی در مقابل دریچه‌ها یک شاخه لوله فولادی ۱۰ اینچ به طول ۳ متر که بر سر آن یک مته حفاری دایره‌ای پیشرو بسته شده است، از درون دریچه دیواره بتن توسط فشار جک‌های هیدرولیکی بنام **Pipe jacking** به درون زمین فرو می‌کنند. لوله‌های بعدی را به این لوله بسته و به همین ترتیب به درون زمین فرو می‌کنند. این لوله‌ها را هادی می‌نامند و در خاتمه حفاری گالری افقی، لوله‌های مشبک از جنس پلی استایون مقاوم در درون آن کار می‌گذارند و سپس لوله‌های فولادی را یکی

يکي بيرون مي آورند. اين لوله هاي مشبك، کار زهکشي آب از سفره زير زمين را به درون چاه بعهدہ دارد و قطر آن معمولاً ۲ اينچ کمتر از لوله هادي است.

طول گالري هاي افقي در صورتیکه به موانعي مثل تخته سنگ و يا تنه درختان قطور برخورد ننمايد با توجه به بافت زمين و بسته به قدرت دستگاه حفاري بين ۳۰ تا ۵۰ متر مي باشد.

پس از پايان عمليات حفاري گالري هاي افقي، در دهانه خروجي آنها به داخل چاه قائم يك شير فلکه که از سطح زمين قابل باز و بسته شدن باشد، نصب مي نمايند.

ميزان آبدهي اين چاه هاي مخزني بين ۲۰۰ تا ۴۰۰ ليتر در ثانيه و در شرايط مناسب تا ۱۰۰۰ ليتر در ثانيه نيز مي رسد. بعد از آماده شدن چاه ابتدا کار توسعه با باز کردن شير فلکه هر گالري و خروج آب از داخل آن به درون چاه قائم تا خارج شدن شن و ماسه و گل و لاي همراه آب و صاف شدن آن صورت مي گيرد و اين کار به نوبت براي هر گالري انجام مي شود.

سپس اقدام به آزمايش پمپاژ و تعيين آبدهي مجاز چاه مي نمايند.

چاه مخزني مي اندوآب در ساحل زرينه رود بيش از ۱۰۰۰ ليتر در ثانيه و چاه مخزني ساحل زرينه رود اصفهان بيش از ۵۰۰ ليتر در ثانيه آبدهي دارد.

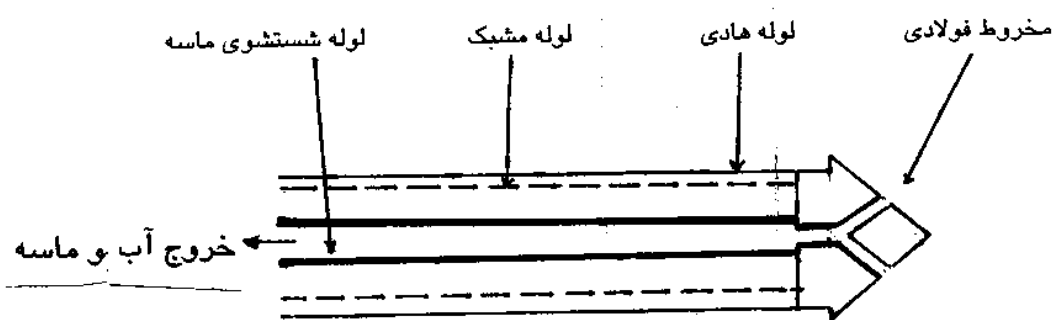
بطور کلي اگر استحصال حجم زيادي آب از يك لايه آبرفتي با ضخامت کم مورد نظر باشد، حفر اين نوع چاهها به دليل تماس بسيار زياد گالري هاي افقي با پايين ترين سطح لايه آبدار، جوابگوي اين نياز مي باشد.

چون آب استحصالي از پايين ترين قسمت لايه آبدار صورت مي گيرد لذا عمل تصفيه فزيکي و رسوبگيري مواد معلق توسط زمين بخوبي انجام مي شود و حتي با وجود آب آلوده سطحي مي توان آب بهداشتي و تميز از لايه هاي زيرين برداشت نمود.

حتي در مناطق داراي آب شور چنانچه يك رودخانه آب شيرين در جريان باشد مي توان به اين وسيله از لايه هاي آبرفتي رودخانه حاوي آب شيرين استفاده نمود و حال آنکه حفر چاه عميق در اين مناطق اکثراً با شکست مواجه مي شود.

علیرغم هزینه اولیه بالا برای احداث این قبیل چاه های مخزنی در موارد بسیاری می‌توانند کاملاً اقتصادی و مقرون به صرفه باشند.

عمر چاه عمودی بتنی بیش از ۱۰۰ سال و عمر گالری های افقی بین ۳۰ تا ۵۰ سال است که قابل بازسازی و استفاده مجدد است. آب استحصال صاف و بهداشتی بوده و احتیاج به احداث تصفیه خانه با هزینه سنگین و گزاف ندارد. هزینه نگهداری ناچیز و بهره برداری آن در حد مصرف انرژی پمپ ها است. در مقایسه با چاه های عمیق نیز بسیار اقتصادی می‌باشد. طول عمر زیاد، آبدی بالا معادل تا ۱۵ حلقه چاه عمیق، شعاع حریم کم و بهره برداری آسان و از همه مهمتر قابل اجرا بودن در زمینهای آبرفتی با ضخامت کم از مزایای این چاه های مخزنی است.



(( لوله افقی فلن آورنده آب به چاه مادر ))

### بررسی جوانب اقتصادی حفر و تجهیز چاه

برای حفر یک حلقه چاه آب و تجهیز آن تا لحظه استحصال آب از زمین می‌باید در درجه اول هزینه های مربوطه محاسبه گردد تا با توجه به هدف استفاده از این آب مشخص شود که آیا این میزان سرمایه گذاری برای دستیابی به این حجم آب اقتصادی می‌باشد یا خیر.

برای مثال حفاری در مناطقی که آب برای کشت گندم با توجه به قیمت تمام شده محصول و مصرف زیاد آب، بهیچ وجه

توجیه اقتصادی ندارد مضافاً اینکه حفظ ذخائر آبی زیرزمینی برای مصارف شرب و بهداشتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در حالت دیگر ممکن است با مقدار آبی که یک هکتار گندم بعمل می‌آید، بتوان چندین هکتار زمین را به روش آبیاری قطره‌ای به تولیدات با ارزش افزوده خیلی بالاتر اختصاص داد و از محل درآمد حاصل از فروش محصولات بتوان مقدار خیلی بیشتری گندم خریداری نمود و یا با اداره یک مجتمع صنعتی عظیم با این مقدار آب تعداد بسیاری را به کار گمارد و از فروش محصولات تولیدی و بهره حاصل از آن، چندین برابر گندم خریداری نمود. لذا قبل از هر گونه اقدامی برای حفر یک حلقه چاه باید موارد ذیل در نظر گرفته شود:

۱- اولویت مصرف آب با توجه به میزان بارندگی و تغذیه سفره آبی و حجم ذخائر زیرزمینی، با کدام بخش از کشاورزی، صنعت و یا اجتماعات انسانی می‌باشد.

۲- در موارد غیر استراتژیک با بررسی ارزش افزوده آب بدست آمده و تاثیر آن در رشد و شکوفایی اقتصادی منطقه

۳- تاثیرات مثبت و یا منفی میزان برداشت آب در هر مورد بر روی سایر موارد فعالیت در منطقه

۴- توجیه اقتصادی هزینه تمام شده هر لیتر آب با بازده حاصله از آن مثلاً چنانچه باغی قدیمی در محدوده اراضی شهری واقع شده باشد برای آبیاری آن نمی‌توان از آب شرب لوله کشی بعلت قیمت گزاف آن استفاده نمود و از طرفی اگر وسعت این باغ کم و درختان آن از نوع گیاهان بدون ثمر باشد، حفاری یک حلقه چاه عمیق و تجهیز آن از نظر هزینه مقرون به صرفه نخواهد بود.

۵- محاسبه فاصله تولید تا مصرف و هزینه انتقال با توجه به کیفیت و کمیت آب

برای جلوگیری از به هدر رفتن وقت و هزینه‌های حفاری با احتمال عدم برخورد به آب مناسب در مناطق بدون سابقه حفاری می‌باید در درجه اول در رابطه با جنس زمین، وضعیت نفوذ پذیری لایه‌ها و تخمین ضخامت سفره آبدار و کیفیت آب از نظر شوری و املاح سنگین و بررسی میزان بارندگی سالیانه، از متخصصین زمین شناسی و آبشناسی و اطلاعات افراد محلی استفاده نمود. همچنین در ادارات و

ارگانهای ذی ربط برای بدست آوردن نتایج مطالعات و بررسی‌های انجام شده قبلی در زمینه اطلاعات ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی، جستجو نمود تا بدینوسیله به وضعیت دانه بندی لایه‌ها و ضخامت سفره آبدار و عمق سنگ کف و وسعت منطقه آبی و کیفیت آب تا حدود زیادی پی برد. البته تعبیر و تفسیر صحیح نتایج بررسی‌های ژئوفیزیکی حاصل کار گروهی متشکل از کارشناسان مختلف با تجربه می‌باشد.

بر طبق یک آمار منتشره در رابطه با حفاری چاه‌های نفت و گاز در سالهای ۱۹۳۸ تا ۱۹۴۳ میلادی در یکی از کشورهای، اهمیت و ارزش مطالعات و بررسی‌های علمی قبل از هرگونه اقدام عملیاتی، محرز گردید.

از کل چاه‌های نفتی که بدون انجام مطالعات زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی بصورت حدس و گمان حفاری گردیدند فقط ۴/۸ درصد به نتیجه رسیدند.

۱۶/۴ درصد چاه‌هایی که براساس فقط مطالعات زمین‌شناسی و ۲۰/۲ درصد آن‌هایی که فقط با مطالعات ژئوفیزیکی و ۲۳ درصد کل چاه‌هایی که براساس بررسی‌های زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی حفاری شدند به نتایج مثبت رسیدند.

بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که حفاری براساس تحقیقات و مطالعات علمی می‌تواند ضریب اطمینان رضایت بخش بودن نتایج حاصله و جلوگیری از به هدر رفتن وقت و سرمایه را تضمین نماید. براساس مطالعات بدست آمده می‌توان روش حفاری را نیز انتخاب نمود، حفاری با دستگاه ضربه‌ای در صورتیکه جنس زمین، و زمان طولانی حفاری این اجازه را به ما بدهد کم هزینه‌تر از دستگاه‌های دوار می‌باشد.

در زمین‌هایی که آب به علت املاح بالا دارای قدرت خوردگی فلزات می‌باشد، استفاده از لوله‌های UPVC بجای لوله‌های جدار فولادی، ضامن حفظ سرمایه گذاری می‌باشد. حفر چاه‌های دستی دهانه گشاد در زمین‌های کم آب با سطح ایستابی کم عمق بعلت ارزانی نیروی کار در کشور ما مقرون به صرفه‌تر از حفاری با دستگاه می‌باشد.

## چگونگی استفاده صحیح از چاه‌ها و کنترل عوامل آلودگی سفره‌های زیرزمینی

در بهره برداری از چاه‌های حفاری شده، با توجه به ظرفیت آبی سفره کارشناسان و مسئولان مربوطه دبی مجاز را معین می‌نمایند و نباید سعی شود بیش از مقدار مجاز تعیین شده نسبت به پمپاژ آب، اقدام نمود. بهره برداران هم بهتر است از این ثروت خدادادی محافظت نموده و بفرکر نسل‌های بعدی نیز باشند. جلوگیری از به هدر رفتن آب در مسیر تولید تا مصرف، استفاده از روشهای آبیاری قطره‌ای یا بارانی و حتی الامکان کشت محصولاتی که نیاز آبی کمتر و بازدهی اقتصادی بیشتری دارند، مدنظر قرار گیرد. کارخانجات از ورود پساب صنعتی و شیمیایی به زمینهای نفوذ پذیر که موجب آلودگی منابع آب زیرزمینی می‌گردد، جلوگیری و از روشهای تصفیه و سالم سازی آب استفاده نمایند.

انتقال صحیح آب از چاه تا محل مصرف خصوصاً در بخش کشاورزی از هدر رفتن آن جلوگیری می‌نماید. بهترین روش انتقال آب بوسیله کانالهای بتونی و یا لوله می‌باشد که از تبخیر و یا نفوذ بخش اعظمی از آب در طول مسیر جلوگیری می‌نماید.

### تعیین روش حفاری در ارتباط با وضعیت زمین‌شناسی لایه‌ها

برای انتخاب نوع دستگاه و روش حفاری می‌باید وضعیت زمین‌شناسی منطقه، جنس زمین، عمق و ضخامت سفره، کمیت و کیفیت آب مطالعه و بررسی شود.

برای نیل به این اهداف بعد از بررسی‌های زمین‌شناسی سطحی و جمع‌آوری اطلاعات و وضعیت آبی از افراد محلی و چاههای حفر شده قبلی می‌توان تصمیم مقتضی اتخاذ کرد.

در مناطق ناشناخته و بدون سابقه حفاری بعد از بررسی‌های اولیه زمین‌شناسی برای شناخت وضعیت لایه‌های زمین و خصوصیات سفره آبی، از مطالعات ژئوفیزیکی به روش ژئوالکتریک می‌توان بهره جست. گاهی ممکن است برای تکمیل مطالعات نیاز به حفاری‌های ژئوتکنیکی و نمونه‌گیری یا مغزه‌گیری (Corring) باشد.

با جمع‌بندی نتایج بدست آمده بشرح ذیل می‌توان سیستم



حفاري را انتخاب نمود تا با كمترين هزينه و صرف وقت،  
بيشترين بازدهي را در حفر يك چاه بدست آورد:  
الف- مطالعه و بررسي نظر زمين شناسان در رابطه با  
مطالعات و بازديد منطقه حفاري  
ب - مطالعه و بررسي نتايج انجام مطالعات ژئوفيزيكي  
منطقه

ج - استفاده از اطلاعات گردآوري شده محلي  
د - بررسي نمونه هاي بدست آمده و نتايج آزمايشات براي  
تعيين جنس زمين و دانه بندي لايه ها در صورت انجام حفاري  
ژئوتكنيكي.

براي مثال حفاري يك حلقه چاه در مناطق سنگي  
كوهستاني از جنس آهك و سطح آب زيرزميني عميق نياز به  
يك دستگاه حفاري قوي مجهز به سيستم هاي دوراني مستقيم  
با گل حفاري، سيستم حفاري ايرليفت و سيستم حفاري با  
چكش (D.T.H) مي باشد.

از طرفي حفاري با استفاده از گل بنتونيت در سنگهاي  
آهكي داراي شكستگي هاي كوچك و آبدهي ضعيف با نفوذ گل  
در داخل شكافها سبب تاثير منفي در ميزان آبدهي چاه  
مي گردد.

در منطقه اي كه جنس زمين از مخلوط مواد آبرفتي ريز و  
درشت غير ريزشي با سطح آب كم عمق است نيازي به  
دستگاههاي حفاري دؤاري گران قيمت نمي باشد و حفاري با  
دستگاه ضربه اي سبك، ارزان ترين و مطمئن ترين شيوه  
است.

در زمينهاي سست كم آب با عمق سطح آب زيرزميني حداكثر  
تا ۶۰ متر چون توسعه چاه دهانه گشاد به تنهائي مقدور  
نمي باشد، براي استحصال آب با حجم بالا مي توان از حفر  
يك حلقه چاه دهانه گشاد و تعدادي گالري هاي افقي در  
جهت مختلف به روش فلمن استفاده نمود و در حفر چندين  
حلقه چاه معادل و صرف هزينه هاي سنگين سرمايه گذاري  
براي بهره برداري و هزينه هاي استهلاك و نگهداري صرفه  
جوئي نمود.

در مناطق كم آب كويري كه آب دور از مناطق مورد نياز  
باشد، شيوه حفر قنات و استحصال و انتقال آب تا محل  
مصرف از نظر اقتصادي، با صرفه ترين روش مي باشد.



## مراحل اخذ صلاحیت حفاری

متقاضیان دریافت صلاحیت حفاری می‌باید به شرکتهای آب منطقه‌ای مراجعه و مراحل ذیل را طی نمایند:

۱- دارا بودن مدرک تحصیلی کارشناسی در رشته‌های مرتبط با گرایشهای حفاری - زمین شناسی- آبیاری - عمران - عمران آب - معدن - مکانیک - آبشناسی و استخراج یا اکتشاف نفت برای مدیر عامل شرکت حفاری و برای متقاضیان پروانه صلاحیت حفاری جدید. به ازاء هر دستگاه حفاری معرفی یک نفر مسئول فنی با داشتن مدرک تحصیلی کارشناسی در رشته‌های تعریف شده و یا مدرک تحصیلی فوق دیپلم با پنج سال سابقه کار و یا دیپلم با ده سال سابقه کار حفاری جهت نظارت بر عملیات حفاری

۲- تسلیم درخواست کتبی طبق فرم شماره ۱

۳- معرفی مسئول فنی شرکت طبق فرم شماره ۲

۴- تنظیم تعهدنامه عدم اشتغال در دستگاه‌های دولتی و وابسته به دولت طبق فرم شماره ۳

۵- تنظیم تعهدنامه عدم انتقال پروانه صلاحیت حفاری به غیر مگر با اطلاع و موافقت دفتر حفاظت و بهره برداری از آبهای زیر زمینی طبق فرم شماره ۴

۶- تنظیم تعهدنامه کتبی محضری مبنی بر عدم هر گونه ادعای حق در صورت رد صلاحیت علمی طبق فرم شماره ۵

۷- انجام آزمون عملی با دستگاه حفاری توسط شرکت سهامی آب منطقه‌ای و اعلام نتیجه به دفتر حفاظت و بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی طبق فرم شماره ۶

۸- شرکت در آزمون کتبی و مصاحبه حضوری توسط دفتر حفاظت و بهره‌برداری از آبهای زیر زمینی و اعلام نتیجه طبق فرم شماره ۶

۹- صدور پروانه صلاحیت حفاری توسط کمیسیون صلاحیت حفاران

## شرایط تجدید پروانه صلاحیت حفاری:

- ۱- تسلیم درخواست کتبی به دفتر حفاظت و بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی
- ۲- ارائه فتوکپی مصدق اساسنامه، شرکتنامه و اظهارنامه ثبتی شرکت
- ۳- روزنامه رسمی حاوی آگهی تاسیس و ثبت شرکت
- ۴- روزنامه رسمی حاوی آگهی‌های تغییرات حاصله از ابتدای تاسیس شرکت تا به حال
- ۵- تایید اداره ثبت شرکتها مبنی بر موجودیت و فعال بودن شرکت
- ۶- فتوکپی مصدق مدارک تحصیلی کلیه شرکاء و مدیران
- ۷- آخرین صورتجلسه هیات مدیره در مورد تغییرات شرکت که به تایید ثبت شرکتها رسیده باشد
- ۸- فتوکپی مصدق شناسنامه و یک قطعه عکس مدیر عامل
- ۹- فتوکپی مصدق اوراق مالکیت
- ۱۰- آخرین اظهارنامه یا مفاسد حساب، مالیاتی (مربوط به سال قبل از درخواست پروانه صلاحیت)
- ۱۱- اعلام آدرس دقیق محل استقرار دستگاههای حفاری جهت بازدید
- ۱۲- پرسشنامه تکمیل شده تشخیص صلاحیت حفاران
- ۱۳- معرفی مسئول فنی شرکت
- ۱۴- ارائه تعهدنامه رسمی توسط مدیر عامل آن شرکت مبنی بر حضور فیزیکی مسئول فنی معرفی شده هنگام استقرار دستگاه حفاری تا ترخیص آن در تمام مراحل حفاری و پمپاژ در محل چاه و تکمیل و امضاء کلیه فرمهای مربوطه که توسط دفتر حفاظت و بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی تهیه و ارائه می‌گردد (شناسنامه چاه) و مکاتبات فنی توسط مسئول فنی و تهیه صورتجلسه تحویل چاه و ترخیص دستگاه حفاری با امضاء مشترک مسئول فنی و مالک چاه و مدیر عامل شرکت حفاری با هماهنگی و عندالزوم حضور نماینده شرکت آب منطقه‌ای ذیربط در محل و امضاء مشارالیه در ذیل صورتجلسه.

## چگونگی مراحل اخذ پروانه حفر چاه

مقتضیان حفر چاه عمیق برای مصارف غیر از موارد شرب، خانگی و یا باغچه می‌باید به سازمان آب مربوطه در هر استان و یا شهرستان مراجعه و درخواست کتبی خود را تسلیم نمایند. انجام مراحل قانونی تا صدور پروانه بهره برداری معمولاً حدود یکماه بطول می‌انجامد و چگونگی مراحل آن به شرح ذیل است:

۱- ارائه درخواست کتبی به همراه مدارک مالکیت برای تشکیل پرونده

۲- بررسی و تایید مدارک مالکیت توسط واحد حقوقی و اخذ جوابیه استعلام‌ها از مراجع ذیربط

۳- واریز هزینه کارشناسی و تعیین وقت بازدید از محل ملک مورد نظر

۴- تنظیم گزارش کارشناسی و طرح گزارش در کمیسیون رسیدگی به صدور پروانه

۵- طرح در کمیته تخصیص برای مشخص نمودن سهمیه آب منطقه

۶- طرح در کمیسیون برای صدور مجوز حفر و تعیین اینکه آیا مقتضای هزینه جبرانی برای طرح‌های در دست اقدام آبی در رابطه با سفره‌های آبی نظیر تغذیه مصنوعی و ... باید پردازد یا خیر.

۷- صدور مجوز انعقاد قرار داد با شرکت حفاری مجاز دارای صلاحیت حفاری از وزارت نیرو و متعاقب آن صدور مجوز حفر چاه

۸- نظارت بر استقرار دستگاه حفاری در محل و انطباق با محل حفر چاه طبق کروکی موجود در پرونده و نهایتاً کنترل عملیات حفاری و لوله گذاری توسط قسمت بازرسی و نظارت

۹- صدور مجوز نصب منصوبات مجاز و کنتور

۱۰- صدور مجوز بهره برداری و قرائت دوره‌ای کنتور حجمی

### **پاره‌ای از قوانین جاری آب**

بر طبق قوانین موجود در مناطق غیر ممنوعه حفر چاه و استفاده از آب آن برای مصرف خانگی، شرب و یا آبیاری باغچه تا ظرفیت آبدهی ۲۵ متر مکعب در شبانه روز بر طبق ماده ۵ قانون مربوطه مجاز است و احتیاج به صدور

پروانه ندارد.

تبصره ۱- در مناطق ممنوعه با مجوز وزارت نیرو حفر چاه برای این منظور مجاز است و نیازی به کسب پروانه ندارد.

تبصره ۲- در صورتیکه حفر چاه موجب کاهش یا خشکانیدن آب چاه یا قنات مجاز و یا چشمه های مجاور گردد، وزارت نیرو بدواً به موضوع رسیدگی و سعی در برقراری توافق بین طرفین مینماید و چنانچه توافق حاصل نشد معترض مینماید به دادگاه صالحه مراجعه نماید.

ماده ۱۴- هرگاه در اثر حفر و بهره برداری از چاه یا قنات جدید الاحداث در اراضی غیر محیاه آب منابع مجاور نقصان یابد یا خشک شود به یکی از طرق زیر عمل میشود:

الف - اگر کاهش یا خشک شدن منابع مجاور با کف شکنی و یا حفر چاه دیگری جبران پذیر باشد با توافق طرفین، صاحبان چاه جدید باید هزینه حفر چاه و یا کف شکنی را به صاحبان منابع مجاور پرداخت نماید.

ب - اگر کاهش یا خشک شدن منابع مجاور و یا کف شکنی جبران پذیر نباشد در اینصورت با توافق طرفین معادل آب کاهش یافته منابع مجاور در قبال شراکت در هزینه های بهره برداری به تشخیص وزارت نیرو از چاه یا قنات جدید باید تامین شود و در صورت عدم توافق طبق بند «ج» این ماده عمل میشود.

ج - در صورتیکه، با تقلیل میزان بهره برداری از چاه یا قنات جدید مسئله تاثیر سوء بر منابع مجاور از بین برود در اینصورت میزان بهره برداری چاه یا قنات جدید باید تا حد از بین رفتن اثر سوء در منابع مجاور کاهش یابد.

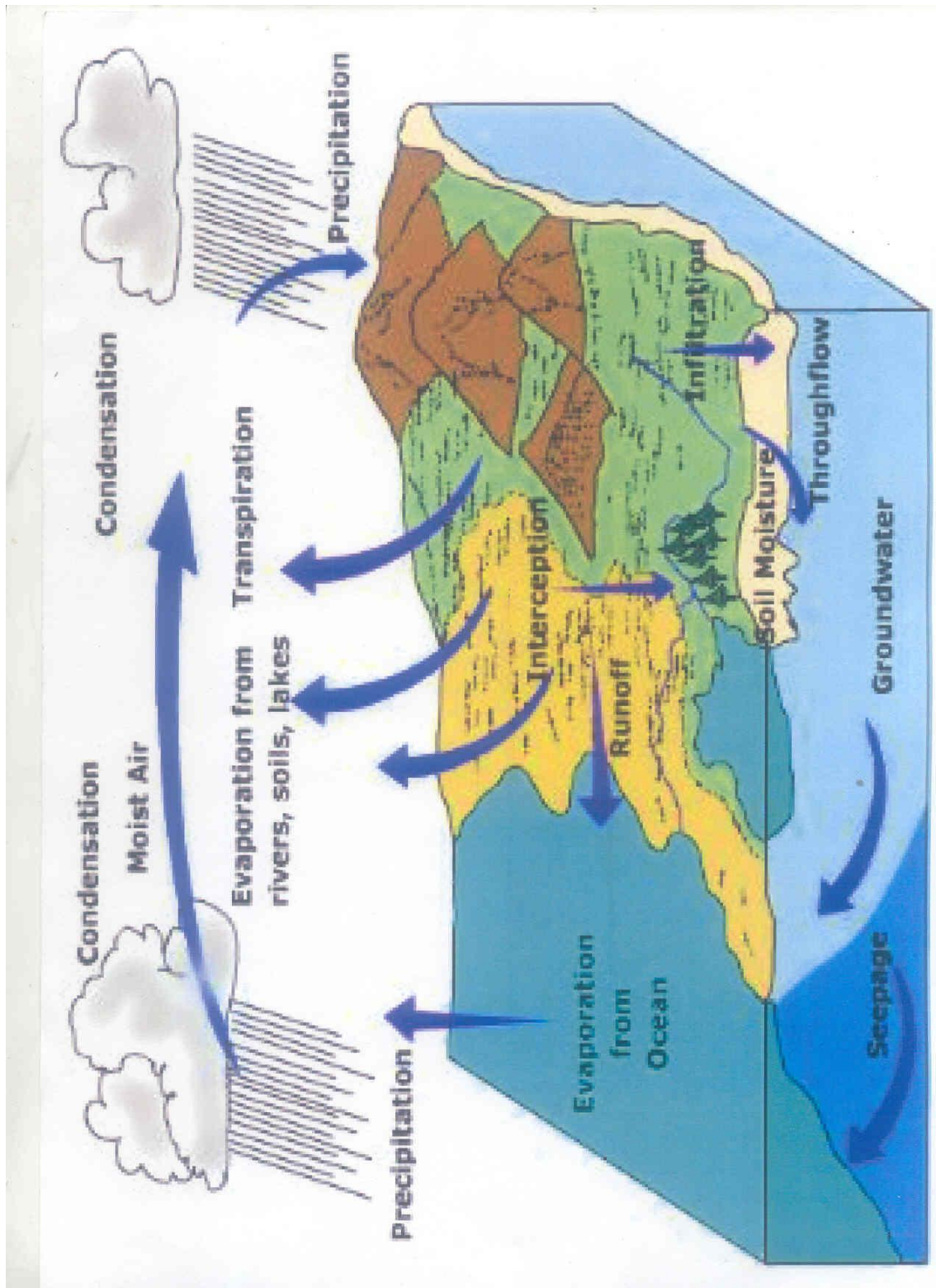
د - در مواردی که چاه جدید در اراضی محیاه حفر و احداث شده باشد و آب منابع مقابل را جذب ننماید احکام بالا درمورد آن جاری نخواهد شد

ماده ۲۴- وزارت نیرو در هر محل پس از رسیدگی های لازم برای آبهای مشروحه ذیل که تحت نظارت و مسئولیت آن وزارتخانه قرار میگیرد اجازه بهره برداری صادر نمی کند.

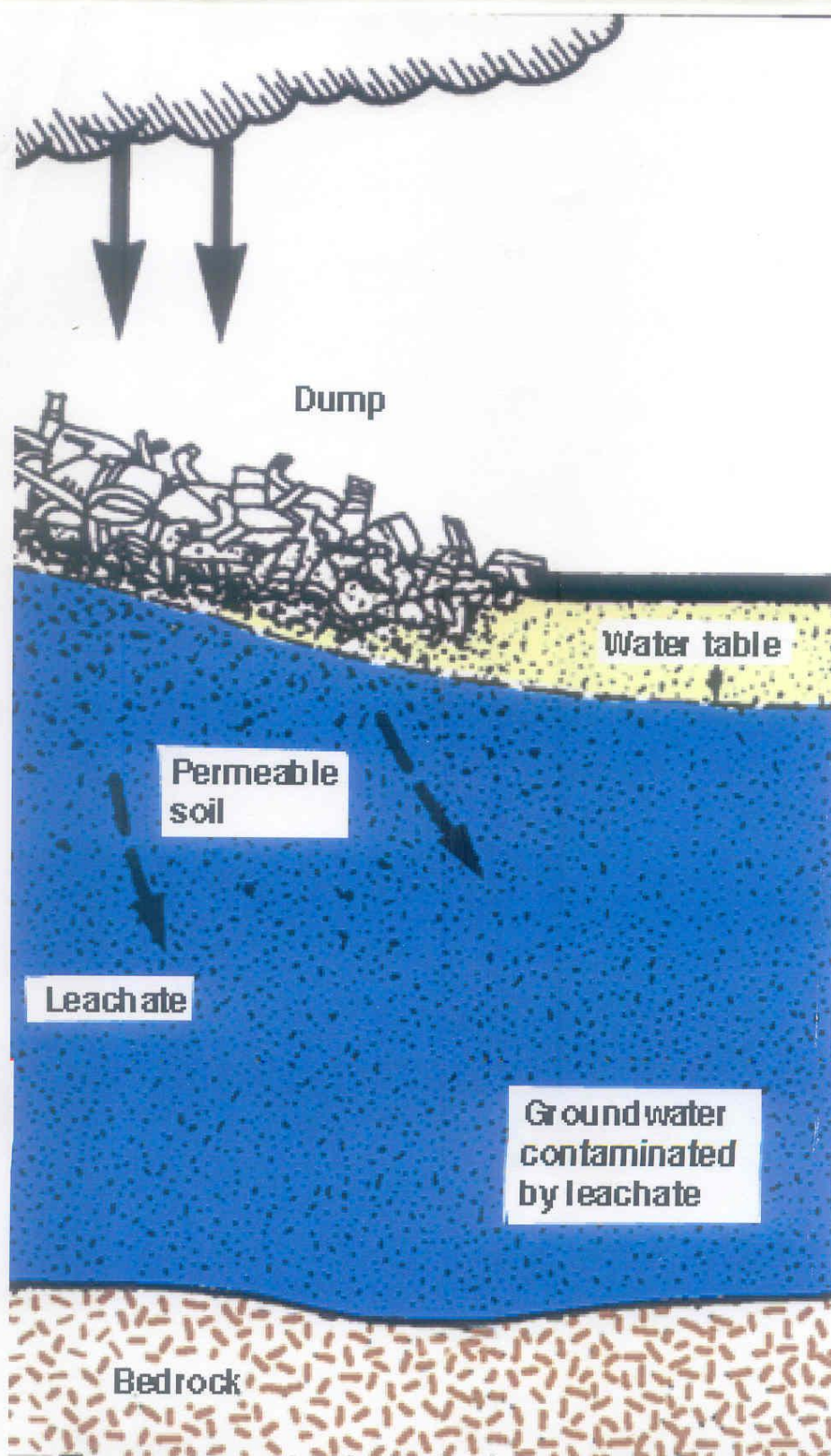
الف - آبهای عمومی که بدون استفاده مانده باشد.

ب - آبهایی که بر اثر احداث تاسیسات آبیاری - سد سازی و زهکشی و غیره بدست آمده و یا می آید.

- ج - آبهاي زائد بر مصرف كه به دريا، درياچه و انهار مي‌ريزد.
- د - آبهاي حاصل از فاضلابها و آبهاي زائد از سهميه شهري
- و - آبهايي كه در مدت مندرج در پروانه بوسيله دارنده پروانه يا جانشين او به مصرف نرسیده است.
- ر - آبهايي كه پروانه استفاده از آن به بععل قانوني لغو شده باشد.
- ح - آبهايي كه بر اثر زلزله يا ساير عوامل طبيعي در منطقه اي ظاهر شده باشد.
- ماده ۲۸- هيچكس حق ندارد آبي را كه اجازه مصرف آنرا دارد بمصرفي بجز آنچه در پروانه قيد شده است برساند و همچنين حق انتقال پروانه صادره را به ديگري بدون اجازه وزارتخانه نخواهد داشت مگر به تبع زمين و براي همان مصرف با اطلاع وزارت نيرو.

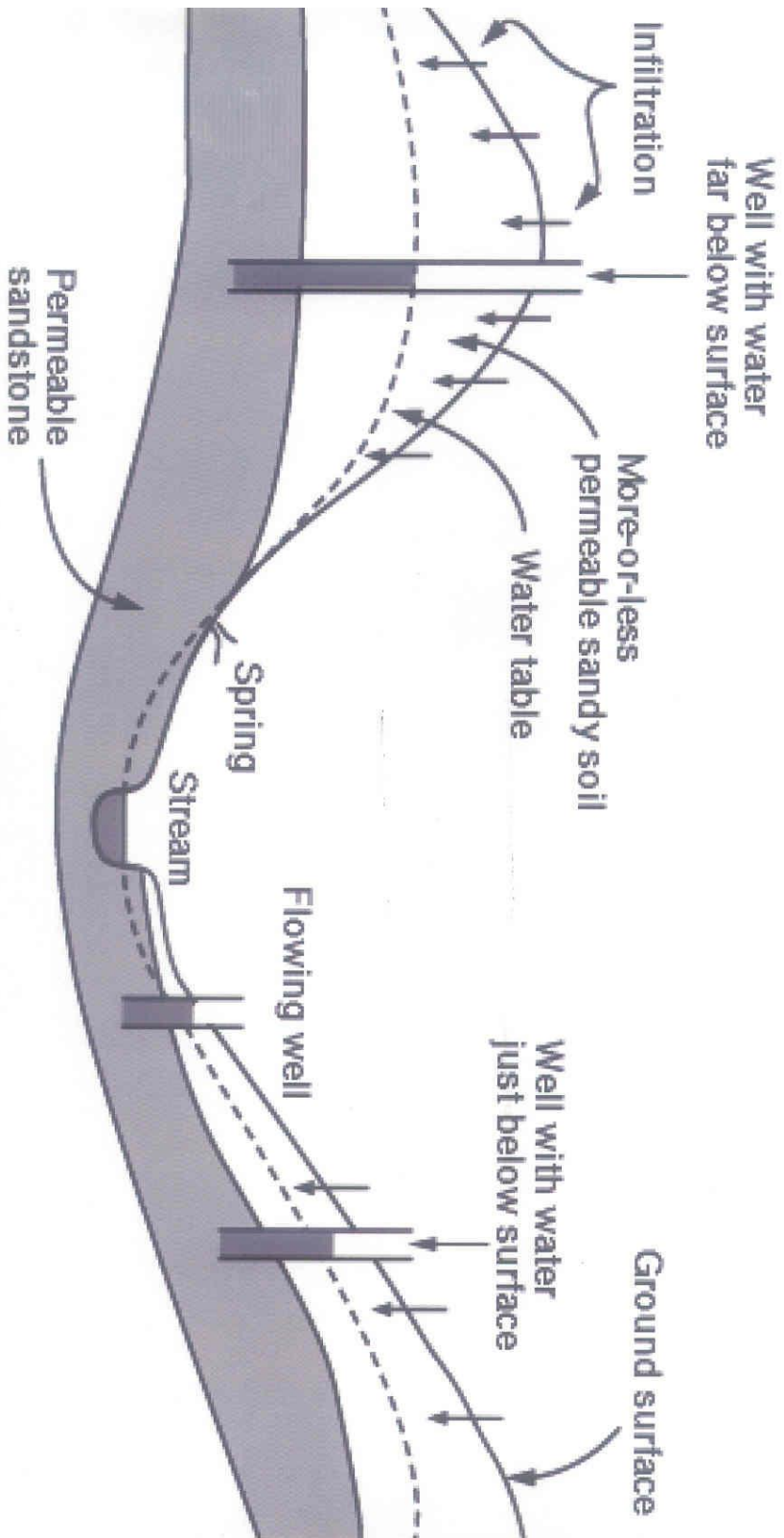


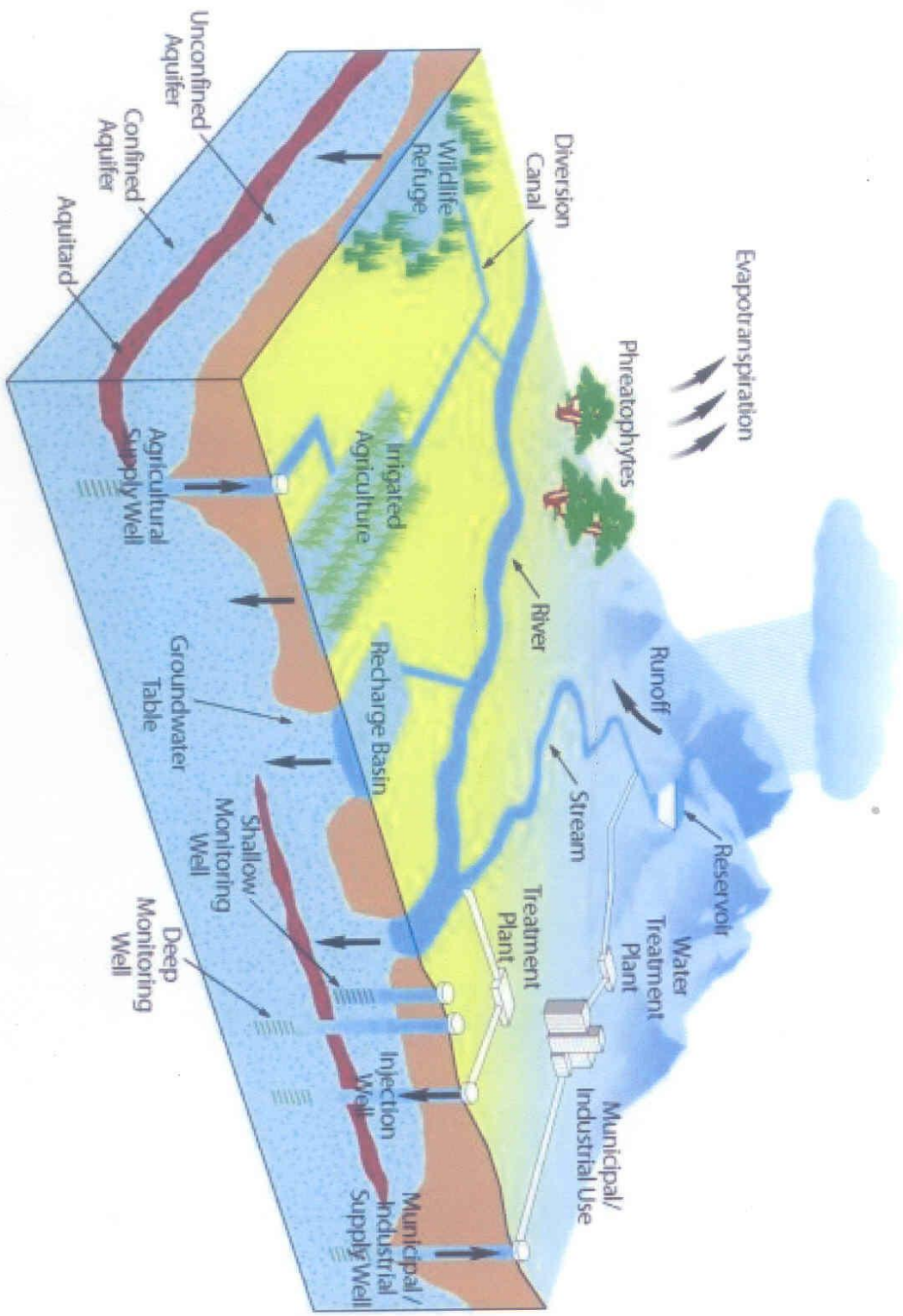




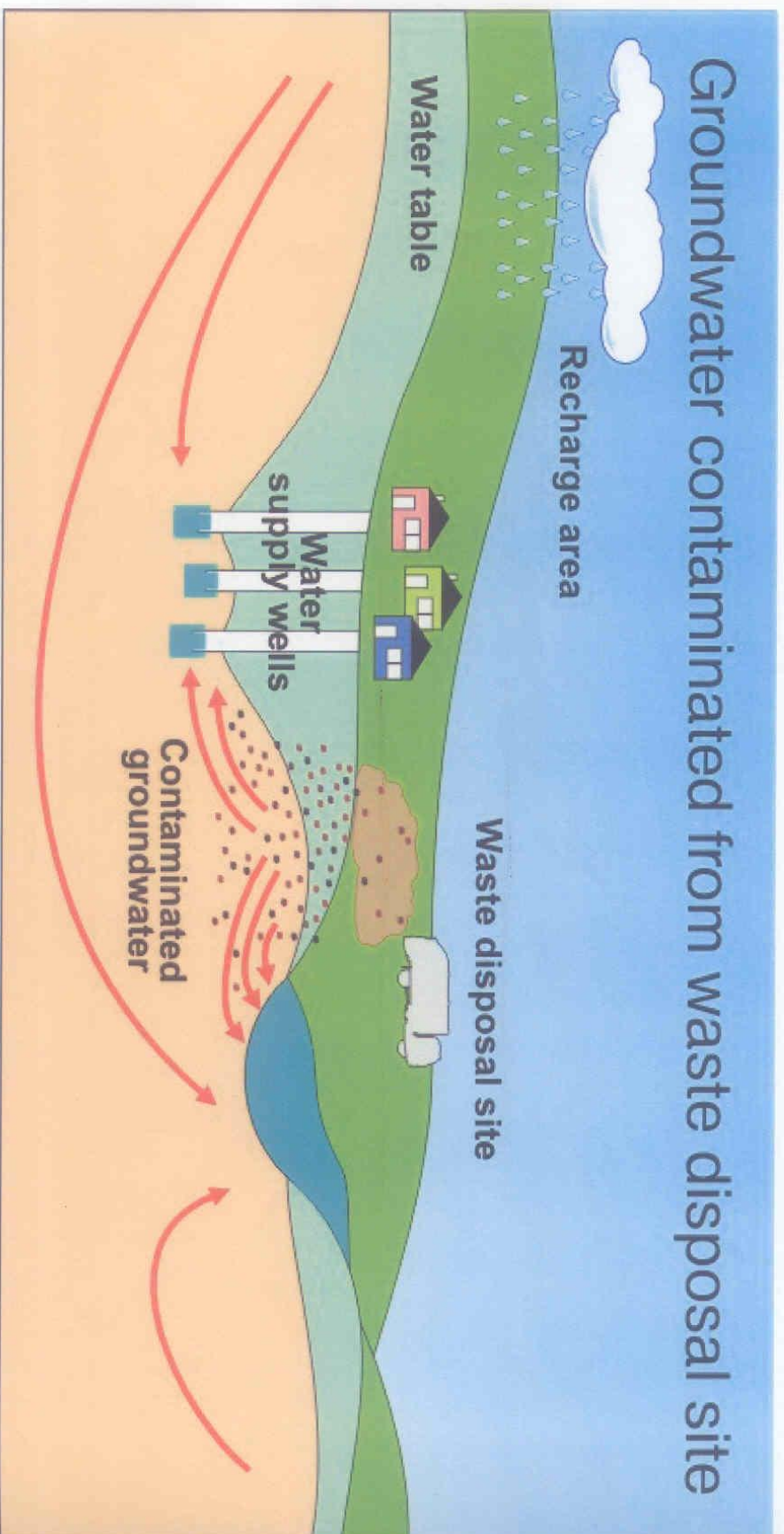
**Groundwater model of a contaminant plume beneath an Industrial Site  
by GeoAnalysis, Inc.**



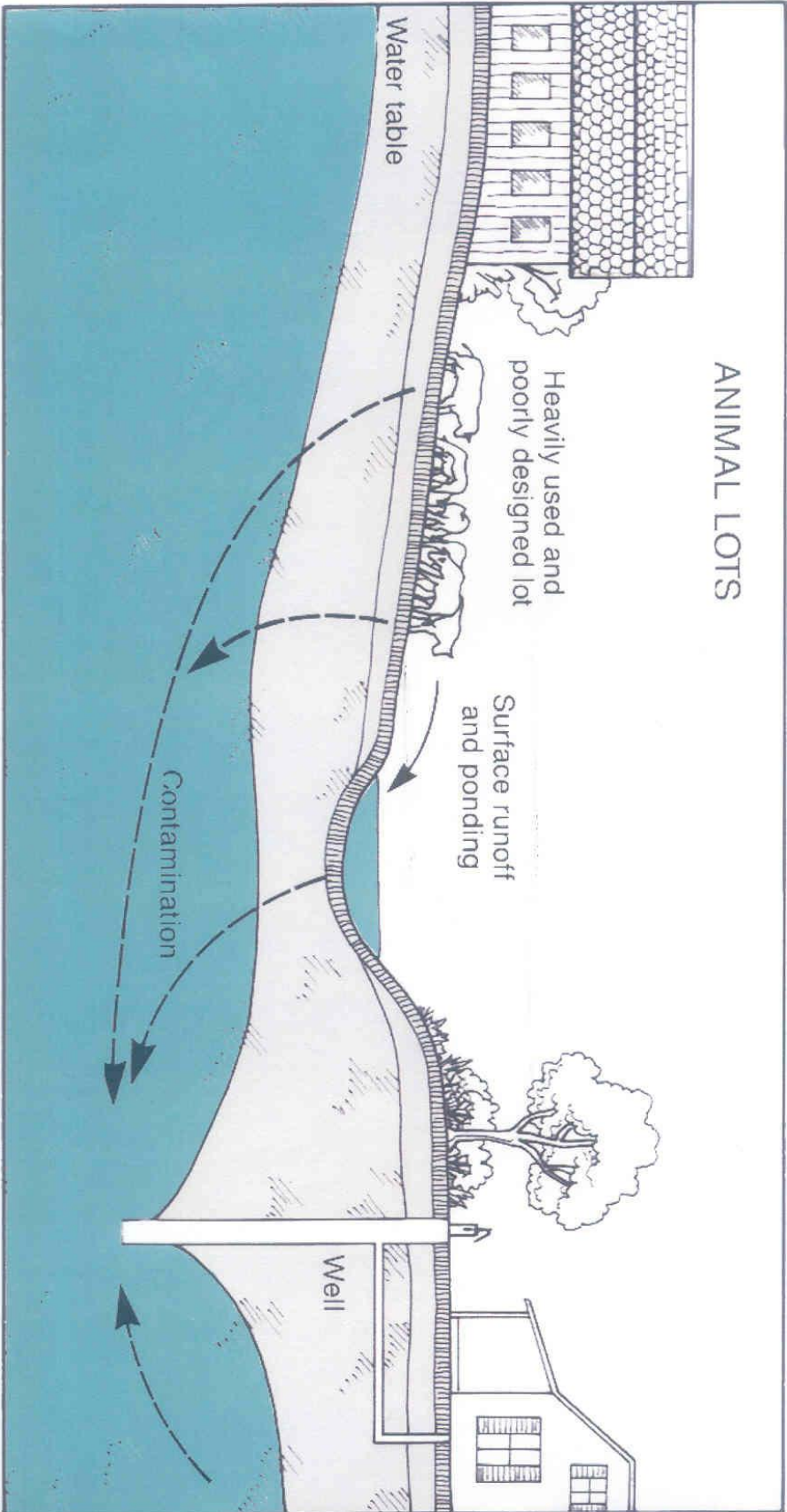




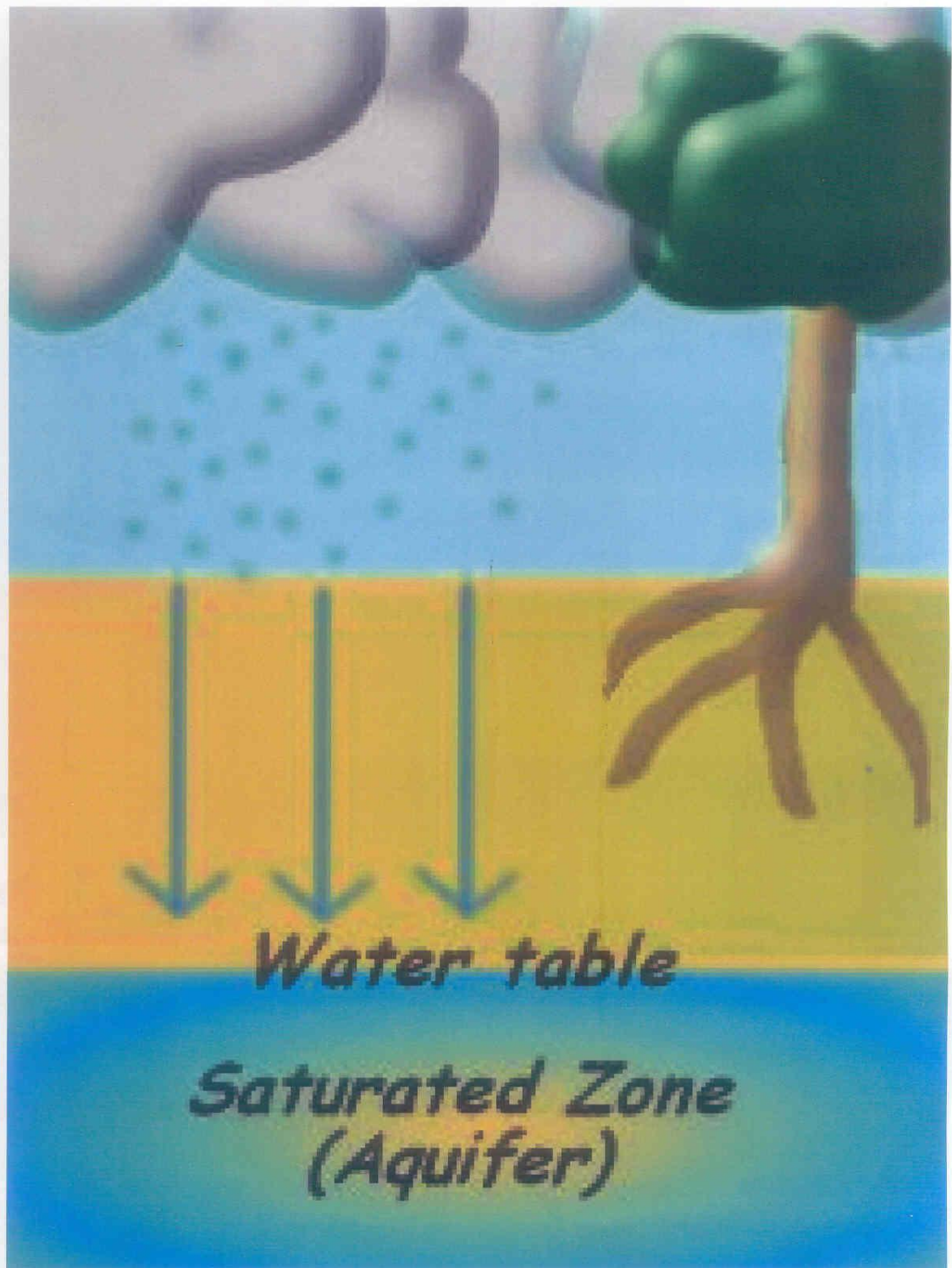
# Groundwater contaminated from waste disposal site



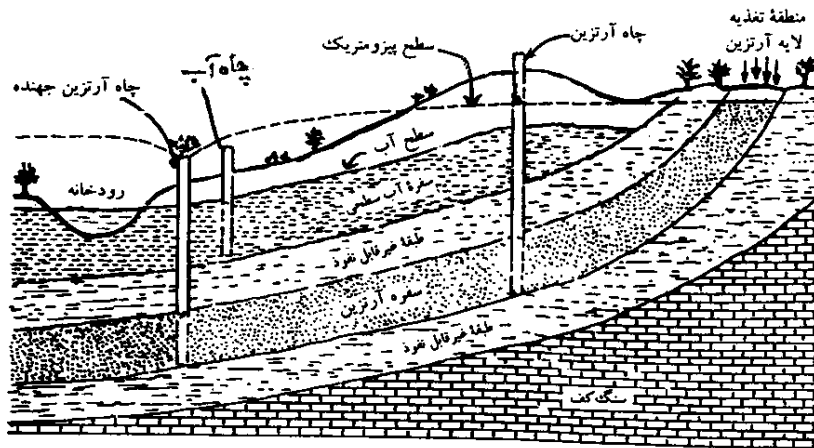
# ANIMAL LOTS



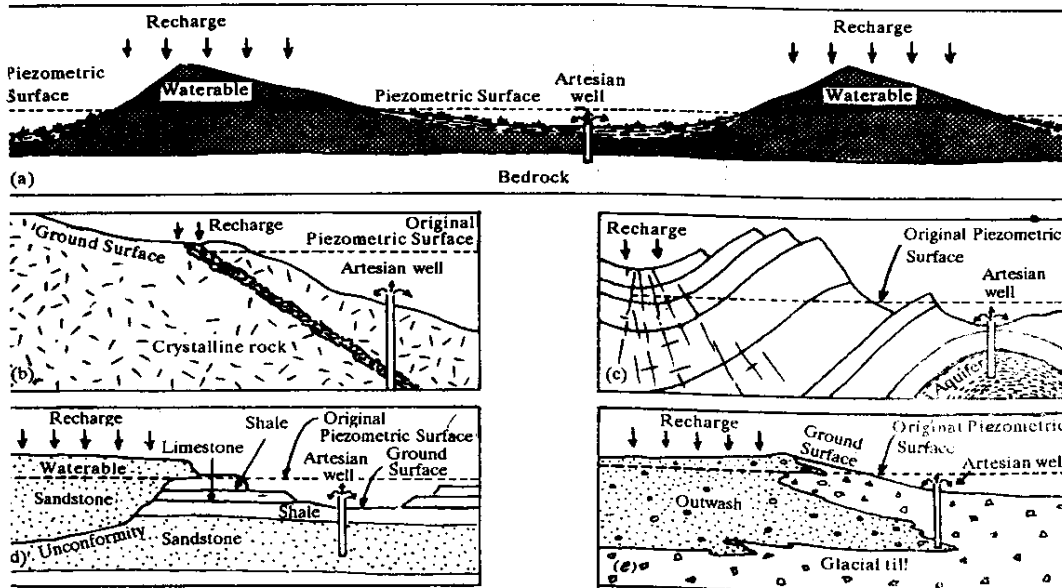




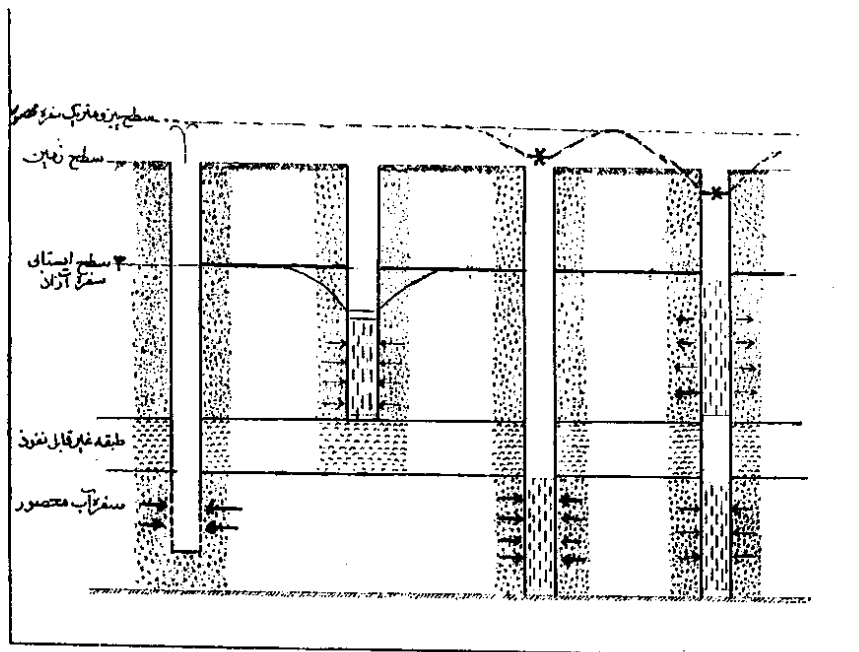




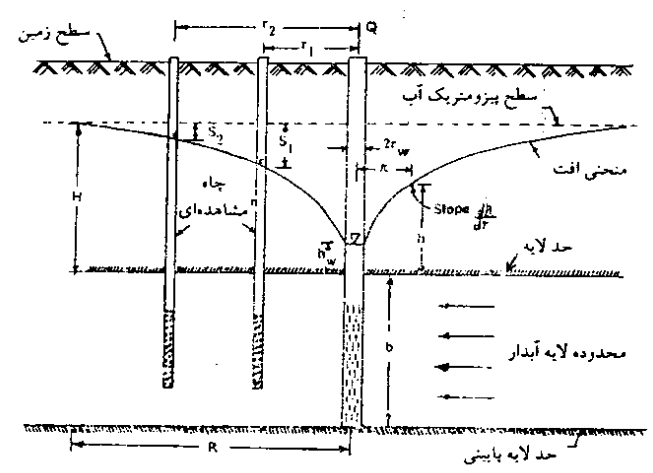
- طرز تشکیل چاههای آرتزین -



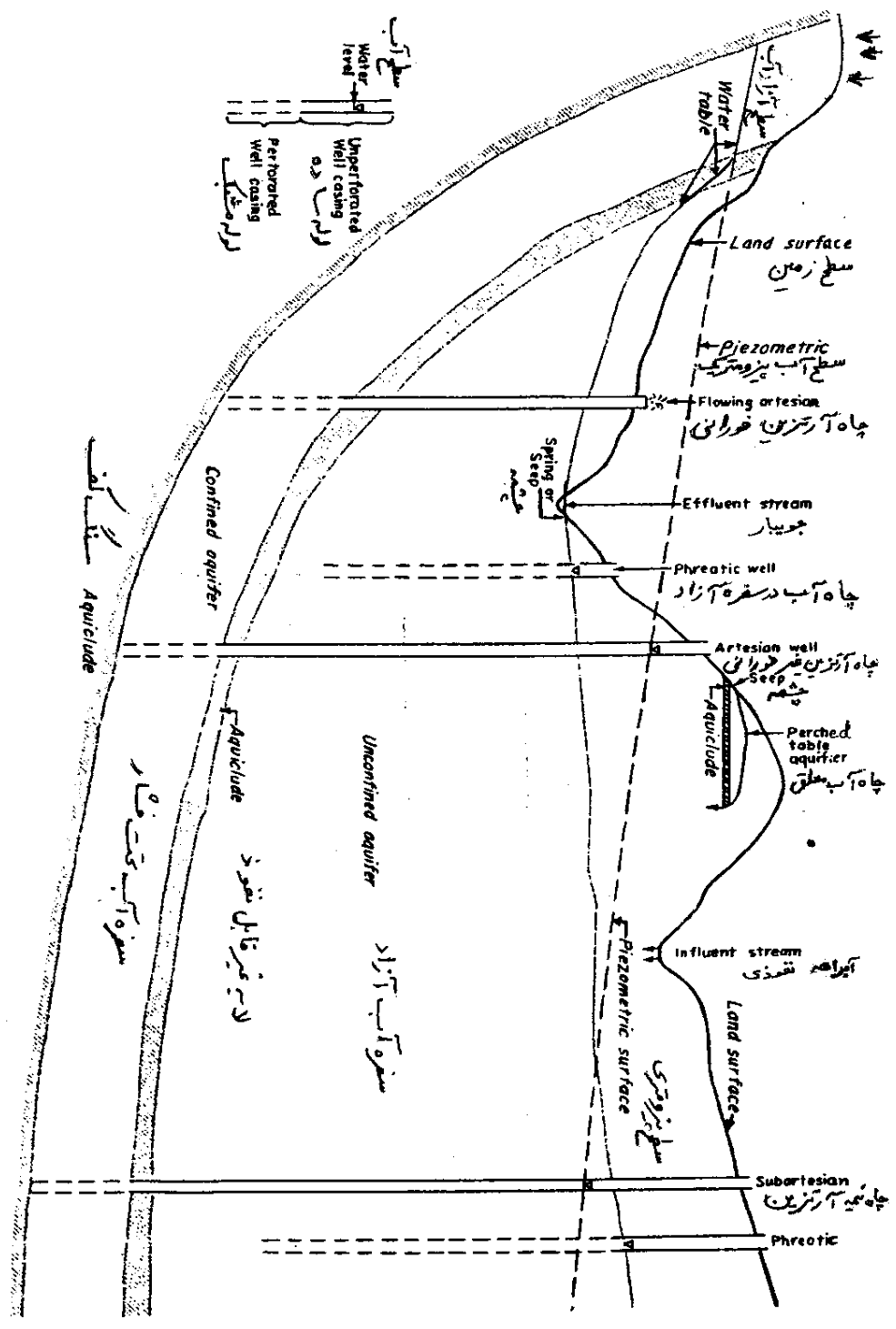
a - چاههای آرتزین خاکریز نشیت شده - b - صخره کریستالی c - لایه های ترکیبی و صخره های رسوبی شکسته و خورده شده



ساختمان چاه در سفره آبی آرتزین و غیر آرتزین



طرحی شماتیک از جریان هیدرولیکی یک چاه حفاری شده در محدوده یک لایه آیدار زیرزمینی



وضعیت آبهای زیرزمینی  
Ground-water Relationships

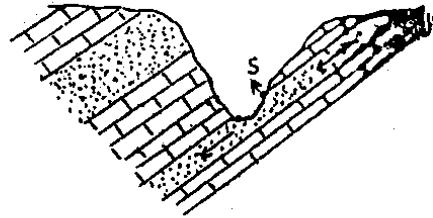
- طبقه بندی رسوبات از نظر ریزی و درشتی طبق جدول لگاریتمی و نتورت

قطر دانه ها بر حسب میلیمتر	اسم اجزاء رسوب
$256 >$ قطر	قطعه سنگ (Boulder)
$256 \geq " > 128$	قلوه سنگ بزرگ (Large Cobble)
$128 \geq " > 64$	قلوه سنگ ریز (Small Cobble)
$64 \geq " > 32$	ریگ خیلی درشت (Very Large - Pebble)
$32 \geq " > 16$	ریگ درشت (Large Pebble)
$16 \geq " > 8$	ریگ متوسط (Medium Pebble)
$8 \geq " > 4$	ریگ ریز (Small Pebble)
$4 \geq " > 2$	شن (Gravel)
$2 \geq " > 1$	ماسه خیلی درشت (Very Coarse Sand)
$1 \geq " > \frac{1}{2}$	ماسه درشت (Coarse Sand)
$\frac{1}{2} \geq " > \frac{1}{4}$	ماسه متوسط (Medium Sand)
$\frac{1}{4} \geq " > \frac{1}{8}$	ماسه ریز (Fine Sand)
$\frac{1}{8} \geq " > \frac{1}{16}$	ماسه خیلی ریز (Very fine Sand)
$\frac{1}{16} \geq " > \frac{1}{32}$	سیلت درشت (Coarse Silt)
$\frac{1}{32} \geq " > \frac{1}{64}$	سیلت متوسط (Medium Silt)
$\frac{1}{64} \geq " > \frac{1}{128}$	سیلت ریز (Fine Silt)
$\frac{1}{128} \geq " > \frac{1}{256}$	سیلت خیلی ریز (Very fine Silt)
$\frac{1}{256} \geq " > \frac{1}{512}$	لای بارس درشت (Coarse Clay)
$\frac{1}{512} \geq " > \frac{1}{1024}$	لای بارس متوسط (Medium Clay)
$\frac{1}{1024} \geq " > \frac{1}{2048}$	لای بارس ریز (Fine Clay)

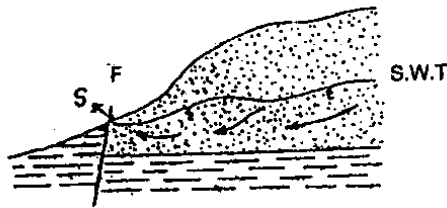
انواع چشمه‌ها



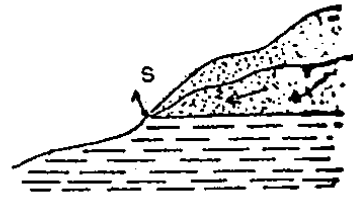
چشمه دره‌ای



چشمه دامنه‌ای



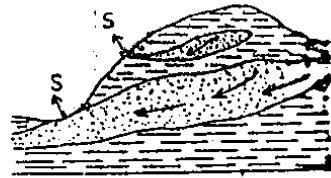
چشمه گلی



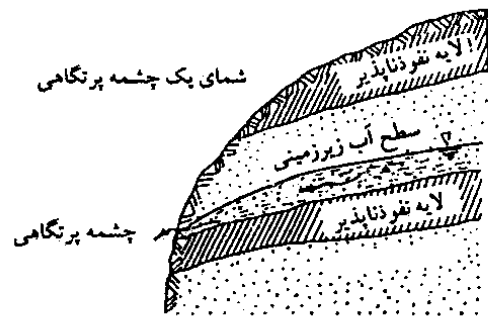
چشمه معمرلی



چشمه کارستیک



چشمه آرتزین

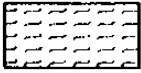
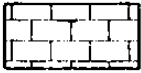


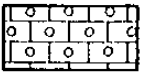

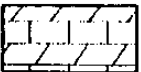
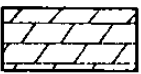
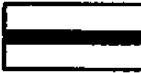


درجه تخلخل، ضریب آبگذری و آبدهی ویژه

مواد	قطر ذرات به میلیمتر	درجه تخلخل %	ضریب آبگذری (متر در روز)	آبدهی ویژه %
شن و ریگ درشت	۱۶ - ۳۲	۲۸	۱۵۰	۲۳
شن و ریگ متوسط	۸ - ۱۶	۳۲	۲۷۰	۲۴
شن و ریگ ریز	۴ - ۸	۳۴	۴۵۰	۲۵
ماسه درشت	۰/۵ - ۲	۳۹	۴۵	۲۷
ماسه متوسط	۰/۲۵ - ۰/۵	۳۹	۱۲	۲۸
ماسه ریز	۰/۱۲۵ - ۰/۲۵	۴۳	۲/۵	۲۳
لای (سیلت)	۰/۰۰۴ - ۰/۰۶۲	۴۶	۰/۸۰	۸
رس	< ۰/۰۰۴	۴۲	۰/۰۰۰۲	۳
ماسه سنگ (ریزدانه)	-	۳۳	۰/۲	۲۱
ماسه سنگ (دانه های متوسط)	-	۳۷	۳/۱	۲۷
سنگ آهک	-	۳۰	۰/۹۴	۱۴
دولومیت	-	۲۶	۰/۰۰۰۱	-
تپه ماسه ای	-	۴۵	۲۰	۲۸
لس	-	۴۹	۰/۰۸	۱۸
تورب	-	۹۲	۵/۷	۴۴
شیست	-	۳۸	۰/۲	۲۴
شیل	-	۱ - ۶	۰/۰۷	۰/۵ - ۵
لای درشت	-	۳۴	۰/۱ - ۱	۶
لای و ماسه	-	۳۱	۰/۴۹	۱۶
بازالت	-	۱۷	۰/۰۱	-
گرانیت تخریب شده	-	۴۵	۱/۴	-
توف	-	۴۱	۰/۲	۲۱


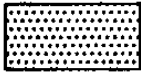

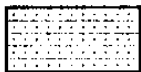

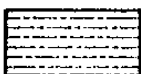
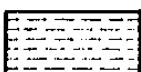
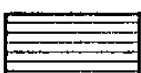
ذرات آواری متشکله سنگهای رسوبی

ردیف	اجزاه رسوب	نام علمی رسوب	قطر دانه‌ها به میلی‌متر
۱	قطعه سنگ	BULDER	$۲۵۶ > \text{ قطر}$
۲	قلوه سنگ بزرگ	LARGE COBBLE	$۲۵۶ > * > ۱۲۸$
۳	قلوه سنگ ریز	SMALL COBBLE	$۱۲۸ > * > ۶۴$
۴	ریگ خیلی درشت	VERY LARGE-PEBBLE	$۶۴ > * > ۳۲$
۵	ریگ درشت	LARGE PEBBLE	$۳۲ > * > ۱۶$
۶	ریگ متوسط	MEDIUM PEBBLE	$۱۶ > * > ۸$
۷	ریگ ریز	SMALL PEBBLE	$۸ > * > ۴$
۸	شن	Gravel	$۴ > * > ۲$
۹	ماسه خیلی درشت	VERY COARSE SAND	$۲ > * > ۱$
۱۰	ماسه درشت	COARSE SAND	$۱ > * > \frac{۱}{۲}$
۱۱	ماسه متوسط	MEDIUM SAND	$\frac{۱}{۲} > * > \frac{۱}{۴}$
۱۲	ماسه ریز	FINE SAND	$\frac{۱}{۴} > * > \frac{۱}{۸}$
۱۳	ماسه خیلی ریز	VERY FINE SAND	$\frac{۱}{۸} > * > \frac{۱}{۱۶}$
۱۴	سیلت درشت	COARSE SILT	$\frac{۱}{۱۶} > * > \frac{۱}{۳۲}$
۱۵	سیلت متوسط	MEDIUM SILT	$\frac{۱}{۳۲} > * > \frac{۱}{۶۴}$
۱۶	سیلت ریز	FINE SILT	$\frac{۱}{۶۴} > * > \frac{۱}{۱۲۸}$
۱۷	سیلت خیلی ریز	VERY FINE SILT	$\frac{۱}{۱۲۸} > * > \frac{۱}{۲۵۶}$
۱۸	رس درشت	COARSE CLAY	$\frac{۱}{۲۵۶} > * > \frac{۱}{۵۱۲}$
۱۹	رس متوسط	CEDIUM CLAY	$\frac{۱}{۵۱۲} > * > \frac{۱}{۱۰۲۴}$
۲۰	رس ریز	FINE CLAY	$\frac{۱}{۱۰۲۴} > * > \frac{۱}{۲۰۴۸}$

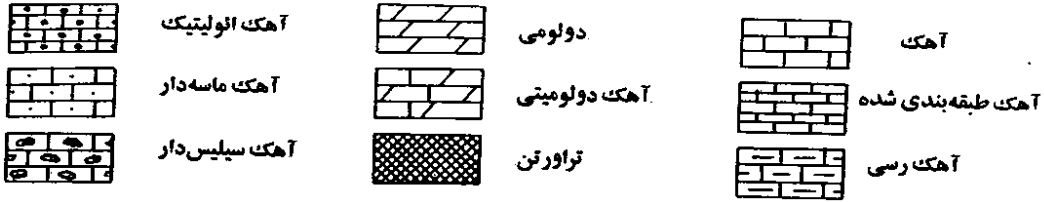
علامت استاندارد	رنگ پیشنهاد شده	نام بین المللی	نام علمی	ردیف
	قهوه‌ای یا رنگ بین‌المللی زمین شناسی	Marn	مارن	۹
		Limestone	آهک	۱۰
		Sandy Limestone	آهک ماسه‌ای	۱۱
		Argillaceous Limestone	آهک رسی	۱۲
		Olotic Limestone	آهک تخمی	۱۳
		Shelly Limestone	آهک صدفدار	۱۴
		Dolomite Limestone	آهک دولومیتی	۱۵
		Dolomite	دولومیت	۱۶
	قهوه‌ای یا رنگ بین‌المللی زمین شناسی	Salt	نمک (رگه)	۱۷



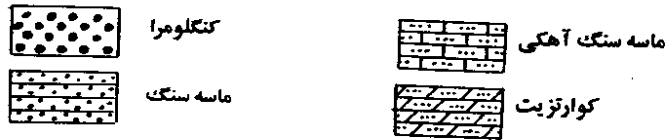
جدول علائم بین المللی سنگ شناسی برای مقاطع عرضی و مقاطع ستونی

علامت استاندارد	رنگ پیشنهاد شده	نام بین المللی	نام علمی	ردیف
	قهوه‌ای یا رنگ بین المللی زمین شناسی	Sand (Fine - Grain)	ماسه (دانه ریز)	۱
		Sand (Coarse - Grain)	ماسه (دانه درشت)	۲
		Conglomerate (Fine)	کنگلو مرای	۳
		Sand Stone Beds	ماسه سنگ	۴
		Conglomerate (hard)	کنگلو مرای (سخت)	۵
		Silt	سیلت	۶
		Clay	رس	۷
		Shale	شیل	۸

سنگهای آهکی

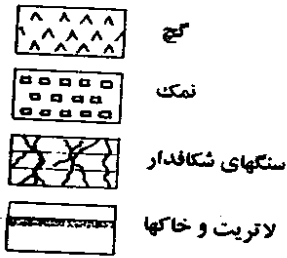


سنگهای تخریبی



- نمایش علامت زمین شناسی زمینهای قابل نفوذ

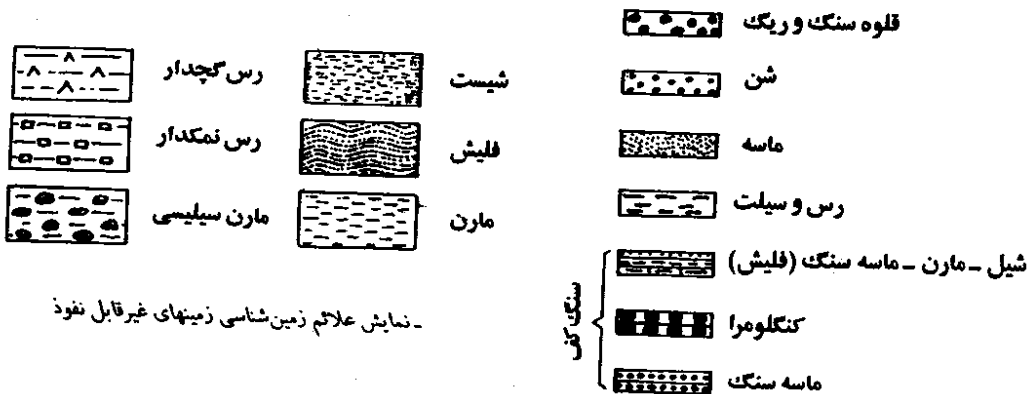
سنگهای تبخیری و غیره



سنگهای آذرین و دگرگونی




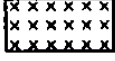
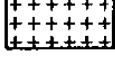


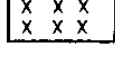

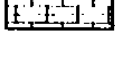
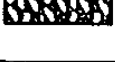
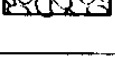
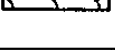


- نمایش علامت زمین شناسی زمینهای نیمه غیر قابل نفوذ

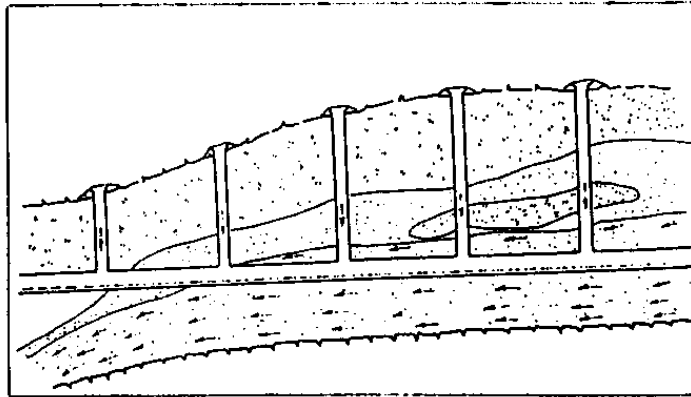


- نمایش علامت زمین شناسی زمینهای غیر قابل نفوذ

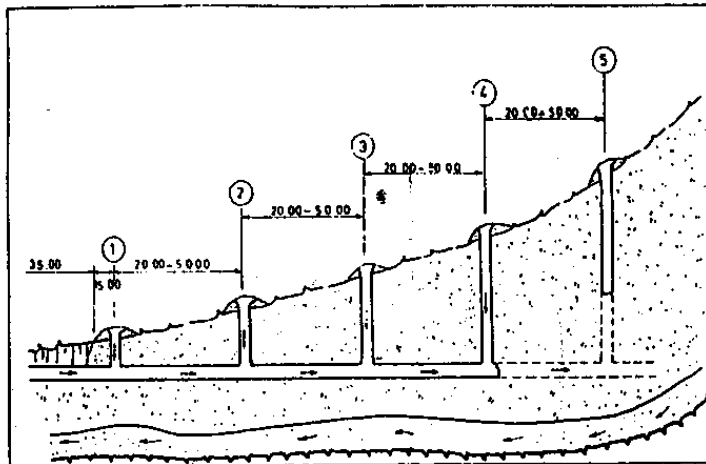
سنگ کفر

ردیف	نام علمی	نام بین‌المللی	رنگ پیشنهاد شده	علامت استاندارد
۱۸	گچ	Gypsum		
۱۹	توف	Tuff		
۲۰	سنگهای دگرگونی	Metamorphic Rocks		
۲۱	سنگهای آذرین بیرونی	Extrusive Rocks		
۲۲	سنگهای آذرین درونی	Intrusive Rocks		
۲۳	کوارتزیت	Quartzite		
۲۴	نمک سدیم	Sodium Salt		
۲۵	تشکیلات نمکی	Salt Formation	تهوهای یا رنگ بین‌المللی زمین‌شناسی	
۲۶	سنگهای آتشفشانی متنخل	Vulcanic Rock		
۲۷	مرمر	Marble		
۲۸	گراول	Gravel		
۲۹	فلز سنگ	Boulder		
۳۰	تراورین	Travertine		

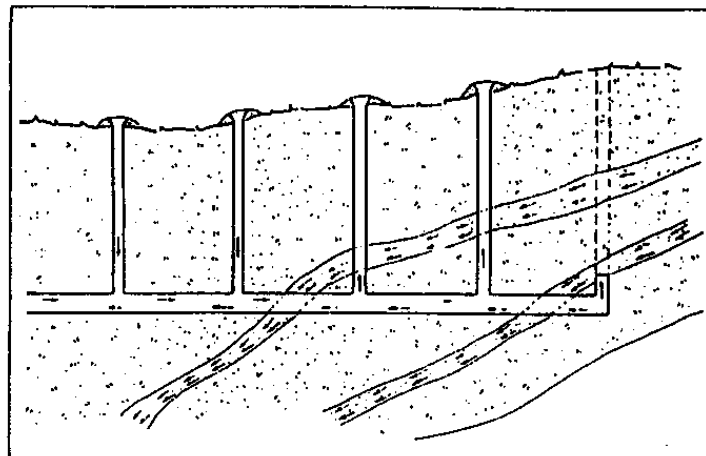
## روش حفر فنات یا کاریز



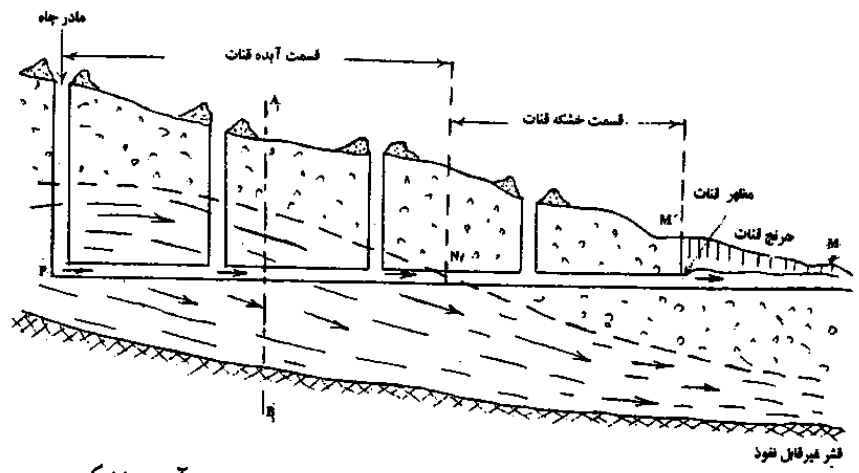
طریقه حفر معمولی میله‌ها (چاه‌ها) در صورتیکه هجوم آب اجازه حفر آرا از بالا به پایین بدهد



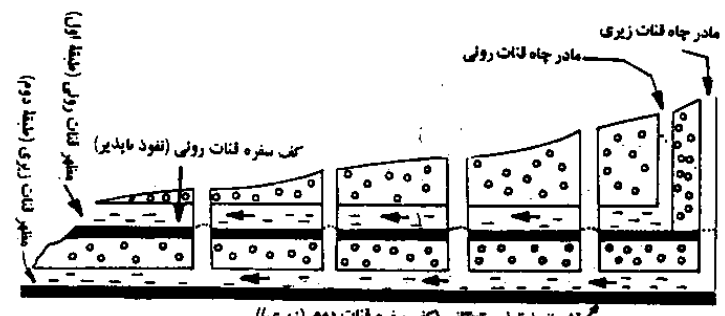
حفر میله‌ها و پیشکار در قسمت خشک زمین



طریقه حفر پیشکار یا گاوری (طریقه دوپل‌زنی) یعنی حفر میله (چاه) از پایین به بالا در صورتیکه چاههای دیگر که در خشکی قرار می‌گیرند از بالا به پایین حفر می‌شوند



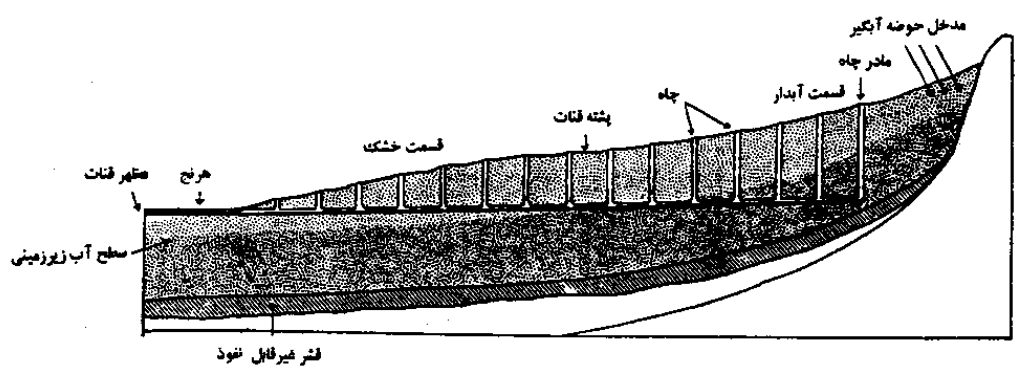
مقطع طولی زمین و مجرای قنات در قسمت آبدۀ و خشکۀ



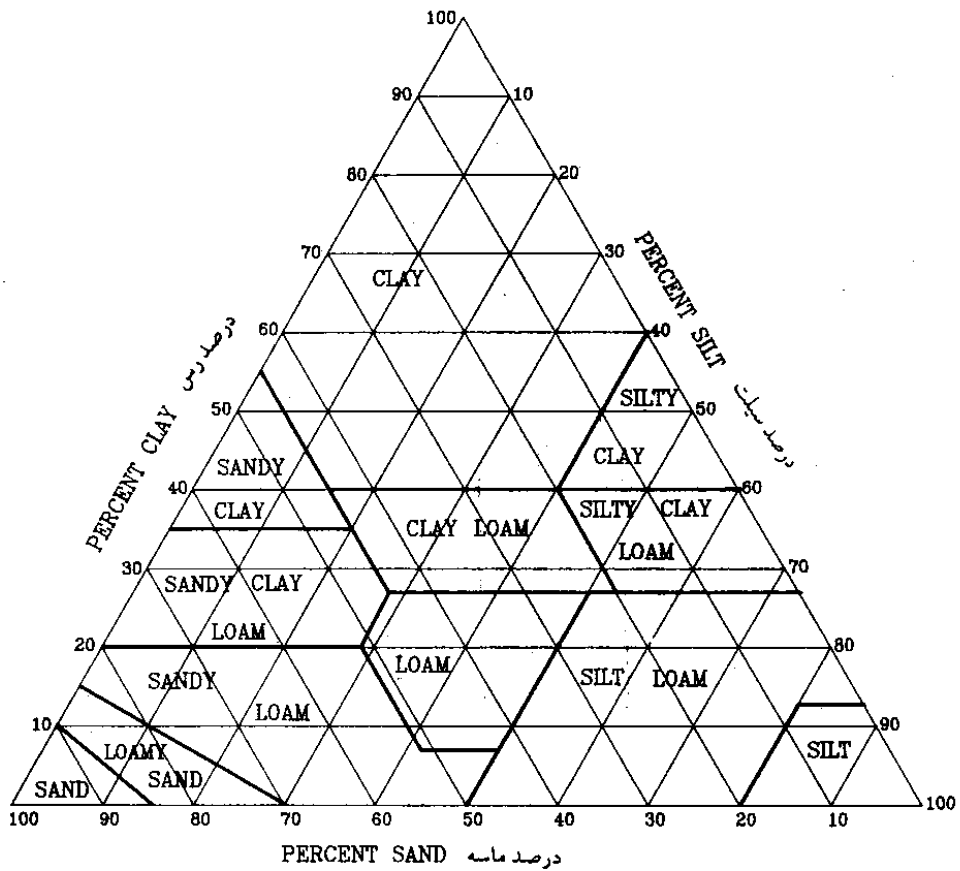
مقطع عمودی قنات دو طبقه اردستان (مون)



مقطع افقی مجرای قنات رویی اردستان (مون)



ساختار یک قنات



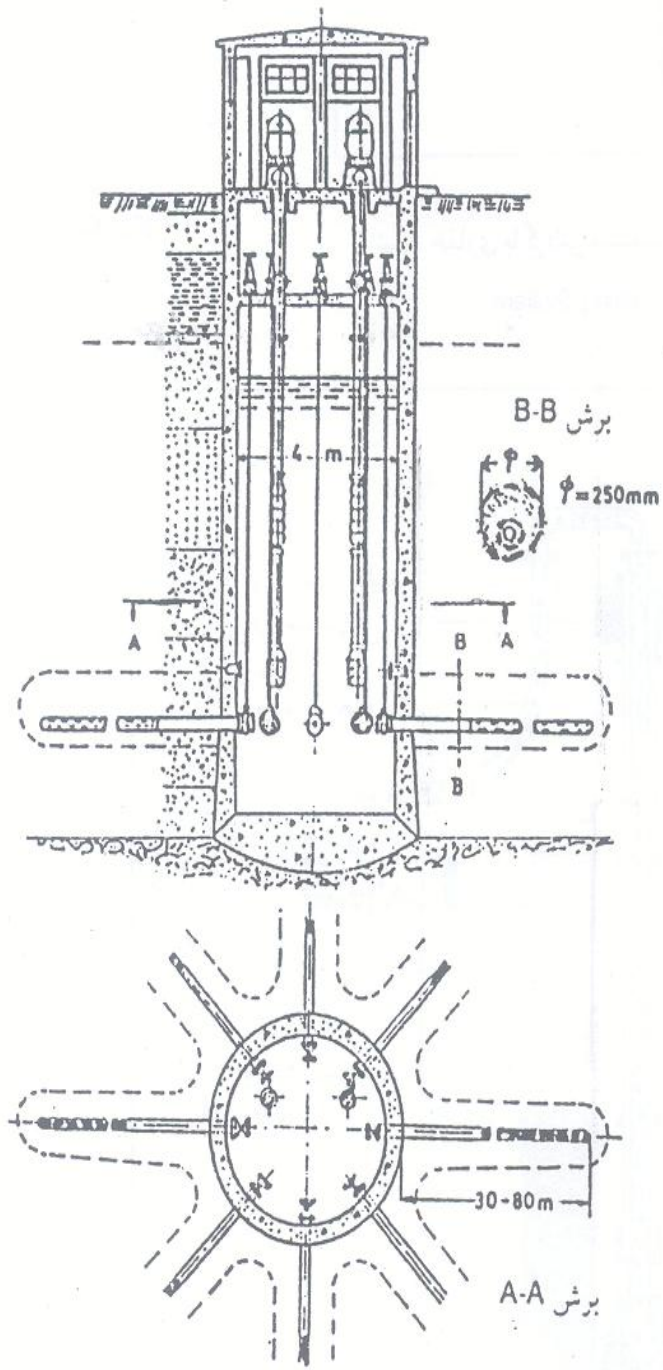
نمودار مثلثی طبقه بندی خاکها با توجه به درصد ماسه، سیلت و رس موجود در بافت خاک

مثال:

نمونه خاکی دارای ۶۰ درصد ماسه، ۳۰ درصد سیلت و ۱۰ درصد رس می باشد. چنانچه اعداد ذکر شده را با توجه به درصد آنها به داخل مثلث فوق منتقل نمائیم، مشخص می شود که خاک مورد آزمایش در طبقه Sandy Loam واقع می گردد.

ذرات آواری متشکله سنگهای رسوبی

ردیف	اجزاء رسوب	نام علمی رسوب	قطر دانه ها به میلیمتر
۱	قطعه سنگ	BULDER	$256 > \text{ قطر}$
۲	قلوه سنگ بزرگ	LARGE COBBLE	$256 > \text{ } > 128$
۳	قلوه سنگ ریز	SMALL COBBLE	$128 > \text{ } > 64$
۴	ریگ خیلی درشت	VERY LARGE-PEBBLE	$64 > \text{ } > 32$
۵	ریگ درشت	LARGE PEBBLE	$32 > \text{ } > 16$
۶	ریگ متوسط	MEDIUM PEBBLE	$16 > \text{ } > 8$
۷	ریگ ریز	SMALL PEBBLE	$8 > \text{ } > 4$
۸	شن	Gravel	$4 > \text{ } > 2$
۹	ماسه خیلی درشت	VERY COARSE SAND	$2 > \text{ } > 1$
۱۰	ماسه درشت	COARSE SAND	$1 > \text{ } > \frac{1}{2}$
۱۱	ماسه متوسط	MEDIUM SAND	$\frac{1}{2} > \text{ } > \frac{1}{4}$
۱۲	ماسه ریز	FINE SAND	$\frac{1}{4} > \text{ } > \frac{1}{8}$
۱۳	ماسه خیلی ریز	VERY FINE SAND	$\frac{1}{8} > \text{ } > \frac{1}{16}$
۱۴	سیلت درشت	COARSE SILT	$\frac{1}{16} > \text{ } > \frac{1}{32}$
۱۵	سیلت متوسط	MEDIUM SILT	$\frac{1}{32} > \text{ } > \frac{1}{64}$
۱۶	سیلت ریز	FINE SILT	$\frac{1}{64} > \text{ } > \frac{1}{128}$
۱۷	سیلت خیلی ریز	VERY FINE SILT	$\frac{1}{128} > \text{ } > \frac{1}{256}$
۱۸	رس درشت	COARSE CLAY	$\frac{1}{256} > \text{ } > \frac{1}{512}$
۱۹	رس متوسط	MEDIUM CLAY	$\frac{1}{512} > \text{ } > \frac{1}{1024}$
۲۰	رس ریز	FINE CLAY	$\frac{1}{1024} > \text{ } > \frac{1}{2048}$



چاه قائم بالوله های زه کش افقی ( چاه فلمن )



