

در یک کشور خشک مانند ایران، آبیاری بقدری از عملیات بدیهی و ضروری کشاورزی به شمار می‌رود که ارائه یک تعریف متعارف برای آن بسیار مشکل است. اما اگر بخواهیم آبیاری را به لحاظ علمی تعریف کنیم می‌توان گفت که آبیاری کوششی است که انسان بعمل می‌آورد تا چرخه هیدرولوژی را در مزرعه تغییر داده و شرایط را از نظر آب به گونه‌ای فراهم سازد که رشد مطلوب گیاه و در نتیجه تولید بیشتر محصولات کشاورزی امکان‌پذیر گردد. آبیاری را می‌توان یکی از قدیمی‌ترین فناوریهای کشاورزی دانست که از حدود ۶۰۰۰ سال پیش وجود داشته و تاکنون نیز ادامه دارد. سوابق تاریخی آبیاری در بین‌النهرین به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد و در هندوستان و پاکستان به ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد. طی این مدت، فنون آبیاری تکامل پیدا کرده و در آینده نیز به دلیل رقابت شدید بر سر آب این فناوریها بیشتر خواهد شد. غالباً تصور می‌شود که قدمت آبیاری تنها مربوط به آفریقا و آسیا و بخصوص خاورمیانه است، حال آنکه این چنین نبوده و همزمان در سایر نقاط دنیا و بخصوص در چین و آمریکای لاتین نیز فعالیت‌های آبیاری وجود داشته است، بطوریکه قدمت سازه‌های آبیاری در چین مربوط به ۲۶۰۰ سال قبل از میلاد بوده و در آمریکای لاتین به بیش از ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد. اما نوع فناوریها در هر یک از این مناطق بسته به شرایط محیطی متفاوت بوده است. مثلاً اگر در مصر سیستم‌های آبرسانی و توزیع آب با کانال پیشرفت داشته است، بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی و حفر قنات و چاه از فناوری ایرانیان و یا روشهای استفاده از چاههای کم‌عمق از ابداعات مردم هندوستان و پاکستان بوده است. هر چند در قدیم از آبیاری بعنوان عاملی جهت اسکان و یکجانشینی قبایل استفاده گردید که در نهایت به شکوفایی تمدنها انجامید، اما امروزه هدف از آبیاری عمدتاً تأمین غذا و پوشاک برای جمعیت رو به افزایش دنیاست.

اهداف آبیاری

۱- آبیاری به منظور تولید محصول

مهمترین وظیفه آبیاری، کمک به تولید بیشتر مواد غذایی است. حدود ۴۰ درصد از کل تولیدات زراعی دنیا از اراضی آبی حاصل می‌شود. عواملی که موجب کاهش محصول شده و باعث می‌شوند تا ما نتوانیم به طور کامل از پتانسیل گیاهان استفاده کنیم بسیار زیاد می‌باشد؛ اما عمده ترین آن ها آب است. مثلاً بر اساس مطالعات انجام شده در آمریکا پتانسیل تولید گندم در آن کشور حدود ۱۴ تن در هکتار است ولی عملاً متوسط مقدار محصول تولیدی بیش از ۳/۵ تن در هکتار نمی‌باشد و عواملی مانند کم آبی، سیلاب، آفات و بیماری ها، علف های هرز، خشکی، سرما، تگرگ و غیره باعث کاهش محصول می‌شوند. اما بیشترین سهم در کاهش تولیدات کشاورزی مربوط به آب می‌باشد. به طوری که ۴۰ درصد کاهش توان تولید در گیاهان

زراعی مربوط به آب است. حتی اعمال روش های مناسب کشاورزی مانند تهیه زمین و کاشت و یا استفاده از کود و سم و بذور اصلاح شده نیز در گرو آبیاری و استفاده بیشتر از آب است. زیرا اگر همین روش ها و یا نهاده ها را در دیمکاری ها به کار ببریم، افزایش محصول همانند زراعت های آبی نخواهد بود.

۲- آبیاری به منظور اصلاح زمین

تبخیر آب از سطح خاک باعث تجمع نمک در لایه بالایی خاک شده و ممکن است مقدار نمک در این لایه به حدی افزایش یابد که امکان رشد برای گیاه وجود نداشته باشد. در چنین وضعیتی باید نمک ها را از منطقه توسعه ریشه ها خارج ساخت. ساده ترین و عملی ترین روش برای خارج کردن نمک ها این است که زمین را آبیاری کنیم تا نمک در آب حل شده و به اعماق زمین که خارج از دسترس گیاه باشد انتقال پیدا کند و یا این که به طریق زهکشی از زمین خارج شود. به عبارت دیگر از آب به عنوان عاملی برای حمل و خارج کردن نمک استفاده نماییم. به مجموعه این عملیات، زهکشی و اصلاح اراضی گفته می شود بنابراین شستشو و اصلاح اراضی نیز خود نوعی آبیاری به شمار می رود. در حال حاضر در طرح های آبیاری که در جنوب کشور برای کشت نیشکر در دست اجرا می باشد به دلیل شور بودن اراضی لازم است ابتدا شستشوی خاک، چندین ماه قبل از کشت صورت گیرد تا غلظت نمک در خاک تقلیل پیدا کرده و محیط برای رشد ریشه گیاه آماده شود که این کار از طریق آبیاری و زهکشی خاک صورت می گیرد. اگر بخواهیم از شور شدن تدریجی خاک در اثر آبیاری جلوگیری شود لازم است همواره در هنگام آبیاری علاوه بر نیاز آبی گیاه مقداری آب اضافی به زمین داده شود تا نمک ها را شسته و از محیط رشد ریشه خارج سازد. این مقدار آب که مازاد بر احتیاج آبی گیاه است نیاز آبخویی نام دارد و مقدار آن بستگی به شوری آب و خاک و نوع گیاه دارد.

۳- آبیاری به منظور اصلاح محیط

در بعضی موارد از آبیاری به منظور تغییر محیط رشد گیاه نیز استفاده می شود. مثلاً در هنگامی که خطر سرمازدگی برای گیاه وجود دارد با انجام آبیاری بارانی و پاشیدن آب روی شاخ و برگ می توان گیاه را از خطر یخ زدگی نجات داد. زیرا با این عمل و به علت سرما، آب روی شاخ و برگ گیاه یخ زده و ادامه سرما فقط قطر لایه یخ روی گیاه را افزایش می دهد بدون آن که دمای شاخ و برگ از صفر درجه پایین تر رود. آنچه در این مورد اهمیت دارد این است که تا زمانی که دمای هوا کمتر از صفر است باید آبیاری و پاشیدن آب روی گیاه ادامه داشته باشد و فقط زمانی آبیاری قطع شود که دمای هوا از صفر بالاتر رفته و تمام یخ های روی گیاه ذوب شده باشد. آبیاری در اکثر موارد باعث بالا رفتن رطوبت در محیط اطراف گیاه شده و همین امر ممکن است برای برخی محصولات به بهبود کیفیت آن ها کمک نماید. از جمله می توان به برخی ارقام انگور اشاره کرد که در آن با انجام عملیات آبیاری بارانی و مرطوب نمودن محیط بر کیفیت میوه های تولیدی افزوده می شود.

۴- آبیاری به منظور تأمین امنیت ملی

بسیاری از کشورهایی که به دلیل توسعه شبکه های آبیاری بر تولیدات کشاورزی خود افزوده اند از نظر غذا به کشورهای ثروتمند و یا همسایگان خود متکی نبوده و لذا در صحنه بین المللی از قدرت عمل بیشتری برخوردارند. تحریم غذایی کشورها امروزه به عنوان وسیله ای در اختیار برخی کشورها قرار گرفته و تجربه نشان داده است که از این وسیله به دفعات استفاده نموده اند. لذا آبیاری از این جهت که بر تولیدات مواد غذایی می افزاید در تأمین امنیت ملی و خودکفایی غذایی کشورها نقش اساسی دارد.

۵- آبیاری به منظور مقابله با خشکسالی ها

خشکسالی هایی که در سال های دهه ۱۹۸۰ میلادی در آفریقا اتفاق افتاد ثابت نمود که کشورهایی قادر به سپری کردن چنین بلایی هستند که از شبکه های آبیاری وسیع برخوردارند. حتی در کشورهایی که بارندگی زیاد بوده و آبیاری چندان اهمیتی ندارد ممکن است کمبود بارندگی در یک سال خسارات زیادی به بار آورد. زیرا در چنین وضعی اکثر گیاهان یک ساله و حتی گیاهان چند ساله مانند درختان میوه صدمه خواهند دید. حال آن که با یک آبیاری ممکن است درختان در آن سال زنده بمانند. در این کشورها وجود شبکه های آبیاری می تواند در مواقع ضروری برای آبیاری تکمیلی وارد عمل شده و محصول را از خطر نابودی برهاند.

۶- سایر کاربردهای آبیاری

آبیاری برای اهداف دیگری نیز ممکن است به کار برده شود. مثلاً در هنگام جنگ غالباً اراضی را آبیاری می کنند تا ماشین آلات و تانک های دشمن تحرک لازم را از دست بدهند؛ و یا آبیاری و یخ-آبهای زمستانه به منظور کنترل آفات و بیماری های گیاهی یکی از عملیاتی است که زارعین به طور مرسوم انجام می دهند. حتی برای کنترل جوندگان مانند موش نیز یکی از روش های مبارزه، آبیاری غرقابی زمین می باشد. آبیاری به منظور جلوگیری از هدر رفتن آب نیز ممکن است انجام گیرد؛ مثلاً در زمانی که آب مازاد بر نیاز وجود داشته باشد، زارعین اراضی بایر خود را آبیاری می کنند تا هم رطوبت در خاک ذخیره شود و هم با نرم شدن خاک، عملیات خاک ورزی به آسانی صورت گیرد. اما آن چه که بیشتر به عنوان هدف آبیاری شناخته می شود و مد نظر کشاورزان و مهندسان آب هست، استفاده از آبیاری به منظور افزایش محصول و ارتقاء راندمان تولید می باشد.

اهداف کلی این درس

در پایان این درس ما بایستی بتوانیم به سه سوال زیر پاسخ دهیم

۱. چه موقع و چه زمانی باید آبیاری کنیم؟ (زمان و دوره زمانی آبیاری)
۲. چه میزان باید آب به مزرعه بدهیم؟ (عمق (ارتفاع) آب آبیاری)
۳. چه سیستمی باید انتخاب گردد؟ (روش آبیاری)

سیکل (چرخه) هیدرولوژی :

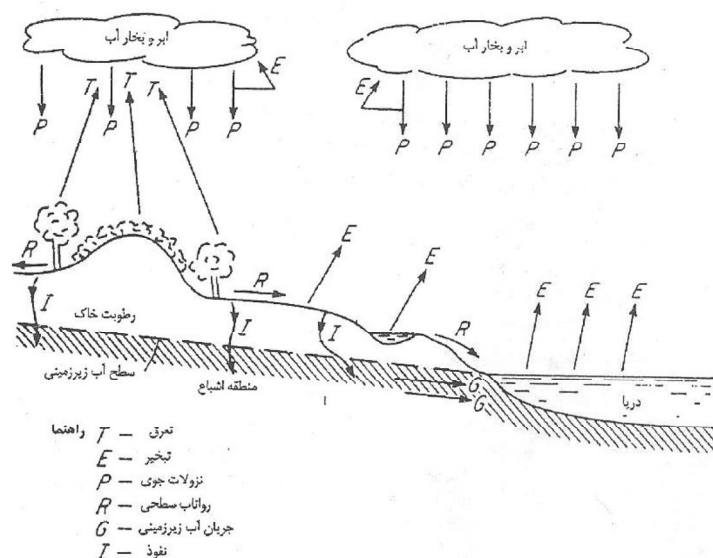
گردش آب در طبیعت که به آن سیکل هیدرولوژی یا چرخه آب گفته می شود، عبارت است از حرکت و جابجائی آب در قسمتهای مختلف تحت تأثیر نیروی متفاوتی از جمله نیروی ثقل، تغییرات فشار و انرژی خورشیدی. این چرخش در سه بخش مختلف کره زمین یعنی اتمسفر (هوا سپهر) یا چون هیدروسفر یا آب سپهر ، لیتوسفر یا سنگ سپهر صورت می گیرد. گردش آب در داخل و بین این سه لایه در لایه ای به ضخامت ۱۶ کیلومتر صورت می گیرد که ۱۵ کیلومتر آن در اتمسفر و تنها ۱ کیلومتر آن در داخل لیتوسفر قرار دارد. سیکل هیدرولوژی در واقع یک سیکل بدون ابتدا و انتها می باشد، بدین ترتیب که آب از سطح دریاها و خشکیها تبخیر شده وارد اتمسفر می گردد و سپس دوباره بخار آب وارد شده به جو طی فرآیندهای گوناگون به صورت نزولات جوی یا بر سطح زمین و یا بر سطح دریاها و اقیانوسها فرو می ریزد. نزولات جوی ممکن است با سه حالت روبرو شود :

۱- قبل از رسیدن به سطح زمین توسط شاخ و برگ گیاهان گرفته می شوند . (برگاب ، باران گیرش)

۲- در سطح زمین جاری می شوند (رواناب).

۳- در خاک نفوذ می کنند.

مقداری از آب که در داخل خاک نفوذ می کند یا بر اثر تبخیر به هوا بر می گردد یا وارد منابع آب زیرزمینی می شود که سرانجام از طریق چشمه ها و یا تراوش به داخل رودخانه ها مجدداً در سطح زمین ظاهر می گردد. در تمام این موارد آب با تبخیر و بازگشت مجدد به اتمسفر سیکل هیدرولوژی یا گردش آب در طبیعت را تکمیل می کند. شکل زیر نموداری از چرخه هیدرولوژی می باشد که نقل و انتقالات آب در طبیعت را نشان می دهد. همانطور که این شکل نشان می دهد عناصر مهم گردش آب در طبیعت را بارندگی (p)، رواناب، تبخیر (E)، تعرق (T)، نفوذ (I) و جریانهای زیرزمینی (G) تشکیل می دهند.



سیکل (چرخه) هیدرولوژی و اجزا آن

وضعیت آب در کره زمین

۹۷/۲٪ آبهای کره زمین درون اقیانوسها است و ۲/۱۵٪ آن یخ زده است. ما آب مورد نیاز خود را از ۰/۶۵ درصد باقیمانده تهیه می‌کنیم که از یکی از دو منبع زیر بدست می‌آید: آبهای سطحی (شامل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و نهرها) و آبهای زیرزمینی. امروزه حدود ۱۱۷ میلیون نفر، یعنی بیش از نیمی از جمعیت آمریکا متکی به آبهای زیرزمینی به عنوان منبع آب آشامیدنی هستند.

در ایران منبع اصلی آب، بارش است که به طور طبیعی سالانه ۲۵۲ میلی متر یا ۴۱۳ میلیارد متر مکعب است. این میزان یک سوم متوسط جهان (۸۳۱ میلی لیتر) و یک سوم آسیا (۷۳۲ میلی لیتر) می‌باشد. حدود ۳۰ درصد بارش به شکل برف و بقیه به شکل باران است. به این ترتیب در حالی که یک درصد جمعیت جهان در ایران زندگی می‌کنند، سهم ایران از منابع آب تجدید پذیر فقط ۰/۳۶ درصد است. از ۴۱۳ متر مکعب بارش سالانه ۲۶۹ متر مکعب به اشکال مختلف از دست می‌رود. ۹۳/۲ درصد از آب باقی مانده صرف مصارف کشاورزی البته به شکلی غیر اصولی می‌شود. ۱/۷ درصد به صنعت و معدن اختصاص می‌یابد و بقیه به مصارف دیگر می‌رسد.

ذکر این درصدها برای این اهمیت دارد که بروز بحران آب آن‌ها را دستخوش تغییر می‌کند و سازمان‌های بین‌المللی هشدار می‌دهند که با افزایش جمعیت در ایران این کشور در سال ۲۰۲۵ درگیر بحران جدی آب خواهد بود.

اهمیت آبیاری

برای درک اهمیت آبیاری در ایران بایستی به چند نکته در مورد وضعیت منابع آب ایران توجه نمود

۱. حجم آبهای شیرین قابل استفاده توسط انسان بسیار محدود است.
۲. میانگین بارندگی در ایران حدود ۲۵۰ میلیمتر است، در حالی که میانگین جهانی بارندگی ۸۶۰ میلیمتر است.
۳. توزیع نامناسب بارش چه از لحاظ مکانی و چه زمانی در ایران برای بهره‌برداری صحیح از منابع آب بایستی ابتدا منابع را خوب شناخته و بر روی آن‌ها برنامه ریزی دقیق انجام داد.

منابع آب آبیاری

۱. نزولات آسمانی شامل برف و باران.
۲. آبهای سطحی شامل رودخانه‌ها، سدها، مخازن آب، دریا، برکه‌های آب شیرین، و ...
۳. آبهای زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات.

آب های زیر زمینی

آب زیر زمینی آبی است که در زیر سطح زمین، فضاهای حفره ای را در صخره ها و رسوبات پر می کند. اکثر آب های زیرزمینی بطور طبیعی خالص هستند. اکثر اوقات، آب های زیرزمینی سال ها و حتی قرن ها قبل از مصرف دست نخورده باقی می ماند.

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 آبهای نفوذی است. در فصل گرما و خشکی به علت 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 آن ها 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 ثقلی بر نیروی موئینه فائق آمده و در نتیجه به قسمت های زیرین نفوذ می نماید.

ب - ناحیه حد واسط:

این ناحیه، بخش موئینه زیرین را به قسمت سطحی فوقانی مرتبط می کند و محل عبور آبهای 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.

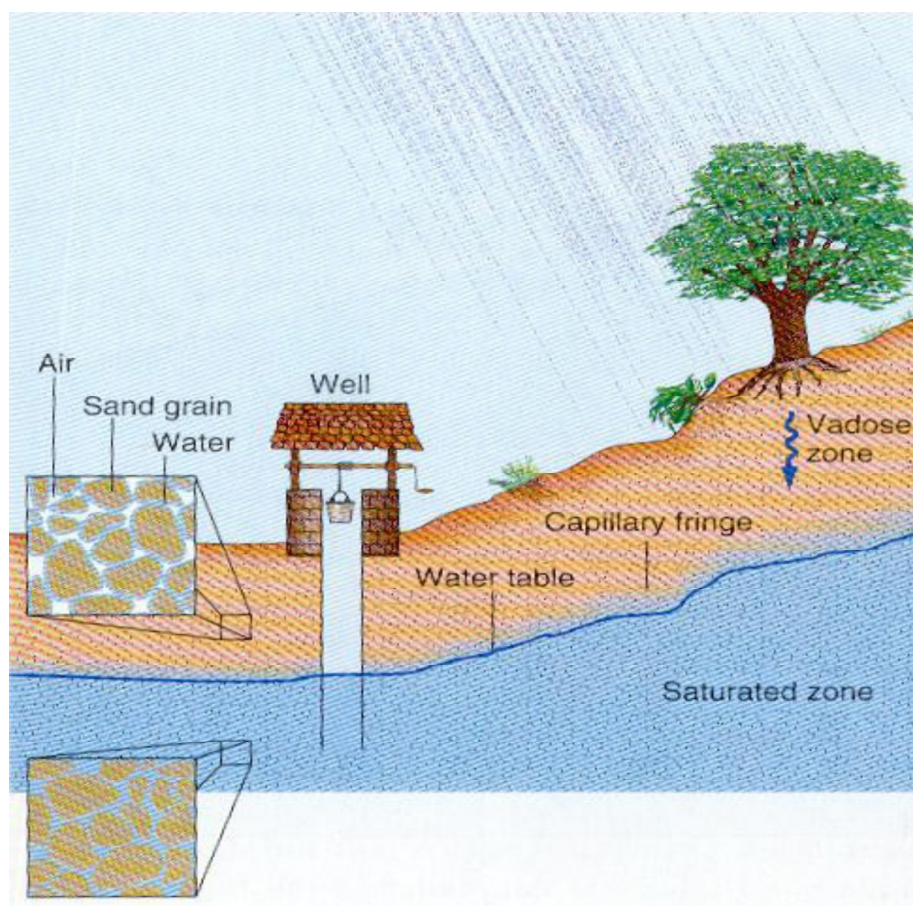
پ - حاشیه موئینه:

بصورت یک نوار باریک مرطوب، منطقه اشباعی را به ناحیه حد واسط مرتبط می‌کند آب موجود در این نوار (آب جذبی) در اثر نیروی جذب موئینه‌ای رو به بالا از لایه اشباعی زیرین منشاء گرفته است.

از آنجائیکه مقدار نیروی حرکت موئینه‌ای در رسوبات ریز دانه سیلتی و رسی خیلی بیشتر از رسوبات درشت دانه می‌باشد لذا ضخامت این حاشیه در رسوبات ریز دانه به ۲ الی ۳ متر می‌رسد و حال آنکه در لایه‌های درشت دانه تا چند میلی متر کاهش می‌یابد.

بخش اشباع

این بخش در حقیقت همان سفره آبدار (Aquifer) می‌باشد که کلیه خلل و فرج و شکاف‌های آن از آب پر شده است و ضخامت آن بستگی به میزان تغذیه و یا برداشت آب و عمق قرارگیری لایه غیر قابل نفوذ زیرین دارد. در لایه‌های اشباعی سرعت حرکت آب بطرف نقطه تخلیه به شکل و اندازه خلل و فرج و شکافها و نحوه ارتباط آن ها با یکدیگر و شیب لایه بستگی دارد. سرعت جریان در رسوبات دانه درشت یکنواخت بیشتر از رسوبات دانه ریز می‌باشد. سطح آب در لایه اشباع را سطح ایستابی Water Table (W.T) می‌نامند. شکل سطح ایستابی و شیب آن تابع شیب توپوگرافی بوده و کمی برجسته می‌باشد و نسبت به موقعیت نقطه تغذیه و تخلیه و تغییرات نفوذپذیری تغییر می‌نماید.



وضعیت آب در لایه‌های زمین

سفره آب زیر زمینی

سفره آب به لایه یا منطقه قابل نفوذی در زیر سطح زمین گفته می‌شود که آب در آن می‌تواند جریان یابد. سفره آب همچنین باید قابلیت آبدهی خوبی داشته باشد. بطور کلی شکل سطح ایستابی غالباً از شکل سطح زمین پیروی می‌کند ولی برآمدگی‌های آن هموارتر است. بنابراین سطح ایستابی در نواحی پست در نزدیک سطح زمین و در تپه‌ها و کوه‌ها در عمق زیادتر قرار دارد. بطور معمول در مناطق پر باران و در دشت‌ها سطح ایستابی بالا و در مناطق خشک و کوهستانی پایین است. در مناطق مرطوب سطح ایستابی ممکن است تا نزدیک سطح زمین بالا بیاید. در گودی‌های چنین نقاطی، ممکن است «باتلاق» بوجود آید. سفره-های دارای بازدهی قابل توجه، اغلب در رسوبات ناپیوسته شنی و ماسه‌ای تشکیل می‌شوند. آبرفت‌ها، یعنی رسوباتی که توسط رودها در دره‌ها و دشت‌ها برجای گذاشته می‌شوند، معمولاً سفره‌های آب زیرزمینی خوبی تشکیل می‌دهند. رسوبات رسی گرچه از تخلخل زیادی برخوردارند، ولی چون قابلیت نفوذ کمی دارند، با وجود حجم آب زیادی که ممکن است در خود ذخیره کرده باشند، سفره آب زیرزمینی تشکیل نمی‌دهند و به عنوان مواد غیر قابل نفوذ در نظر گرفته می‌شوند. در سنگ‌های متراکم نیز آب معمولاً در نمونه‌هایی ایجاد می‌شود که از تخلخل ثانوی قابل توجه برخوردار باشند. در این میان بهترین سفره آب‌ها معمولاً در سنگ‌های آهکی درز و شکاف دار ایجاد می‌شود.

تقسیم بندی سفره‌های آب زیر زمینی

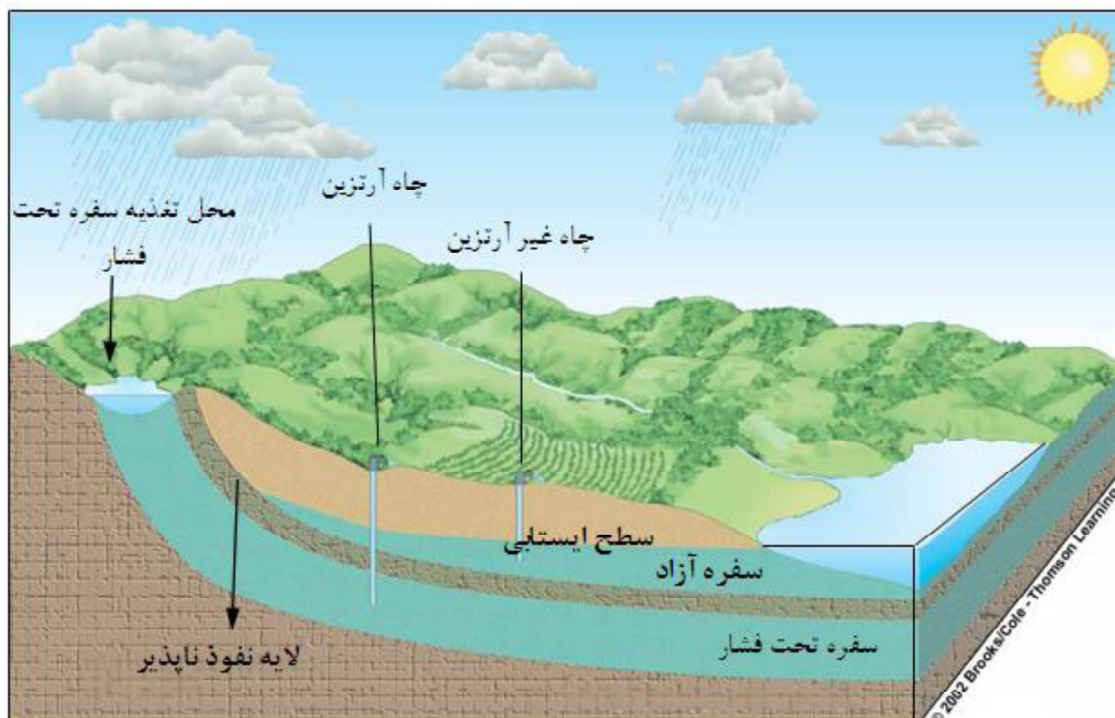
۱- سفره‌های آزاد

در سفره‌های آزاد سطح ایستابی، همان سطح فوقانی منطقه اشباع است. مقدار فشار در سطح ایستابی سفره‌های آزاد برابر فشار اتمسفر است. سطح ایستابی بسته به مقدار تغذیه یا تخلیه آن، آزادانه نوسان می‌کند، زیرا لایه غیر قابل نفوذی در بالای آن قرار ندارد. حالت خاصی از سفره‌های آزاد «سفره‌های معلق» هستند. این سفره‌ها معمولاً در داخل منطقه تهویه یا منطقه اشباع نشده خاک و در روی لایه‌های نفوذ ناپذیری که گسترش محدودی دارند، مثلاً عدسی‌های رسی، تشکیل میشوند. از این سفره‌ها مقدار کمی آب و آن هم بطور موقت می‌توان بدست آورد.

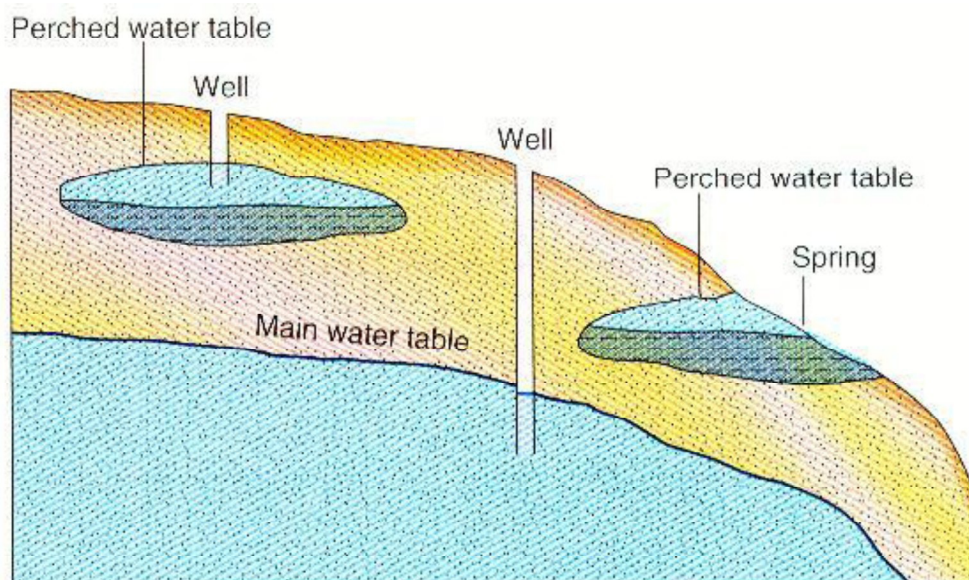
۲- سفره‌های تحت فشار

سفره‌های تحت فشار یا محصور یا آرتزین در محلی تشکیل میشود که آب زیرزمینی بوسیله لایه‌های نسبتاً نفوذناپذیر از بالا محدود شود و در نتیجه تحت فشاری بیش از اتمسفر است. علت آنکه در سفره‌های تحت فشار آب از محل خود بالاتر می‌آید آن است که محل تغذیه سفره، یعنی منطقه‌هایی که از طریق آن آب سفره تامین می‌شود، در ارتفاعی بالاتر از سطح فوقانی منطقه اشباع در محل حفر چاه قرار دارد. در سفره‌های تحت فشار به جای سطح ایستابی سطح پیزومتریک را در نظر می‌گیرند و آن عبارت از سطحی فرضی

است که در هر منطقه با ارتفاع فشار هیدروستاتیک آب در سفره تحت فشار مطابقت دارد. به زبان ساده- تر منظور سطحی است که اگر چاهی در هر نقطه از سفره تحت فشار حفر کنیم ارتفاع صعود یا فوران آب چاه را در آن نقطه نشان می دهد



سفره های تحت فشار و آزاد



سفره های معلق و سفره اصلی