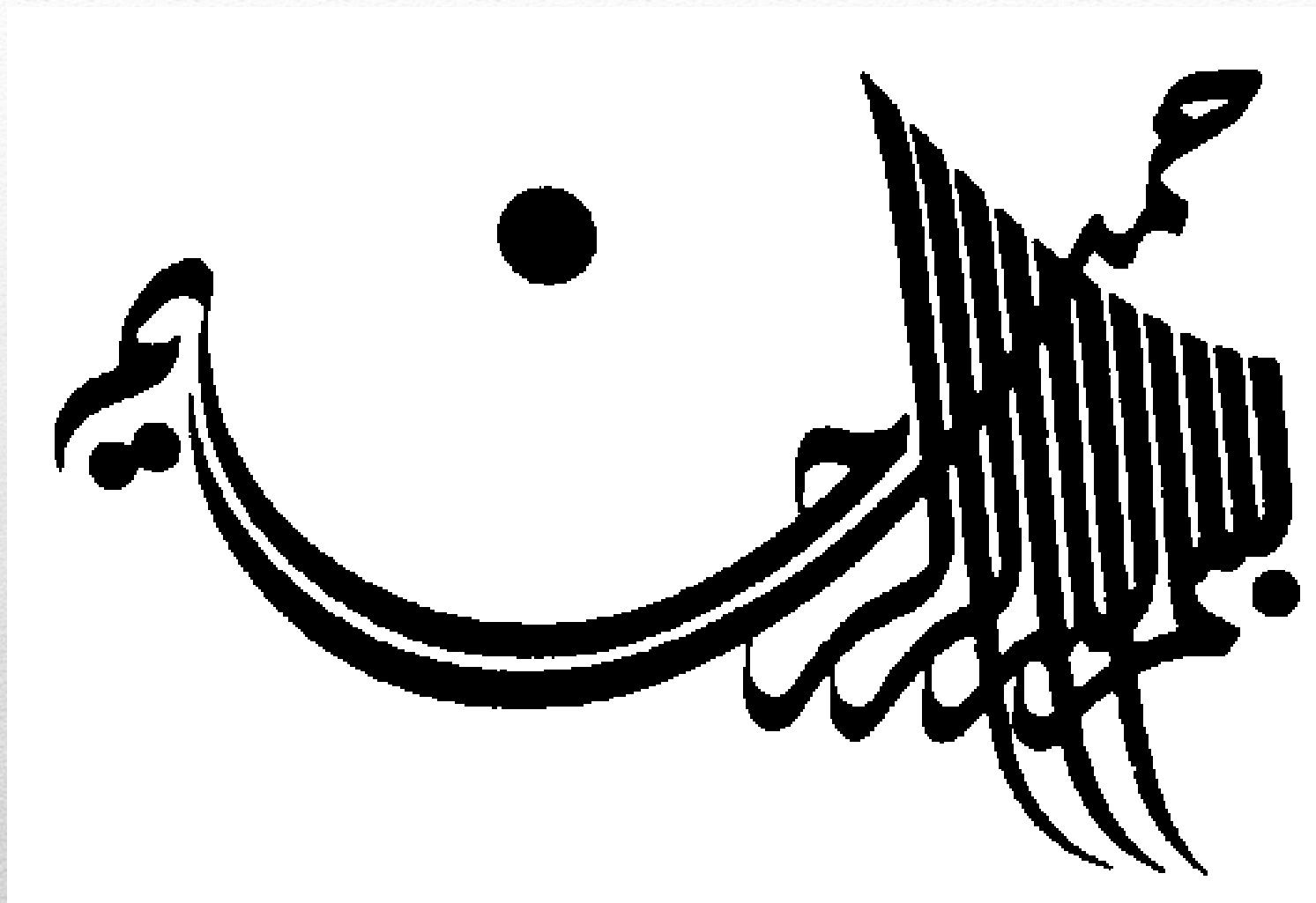




پروژه ی آبهای زیر زمینی

سد های زیر زمینی

استاد مربوطه:

دکتر میثم سالاری جزی

گرد آورندگان:

فرزاد عالی
معصومه عبدالرحیمی

سال تحصیلی:

۹۵-۹۶

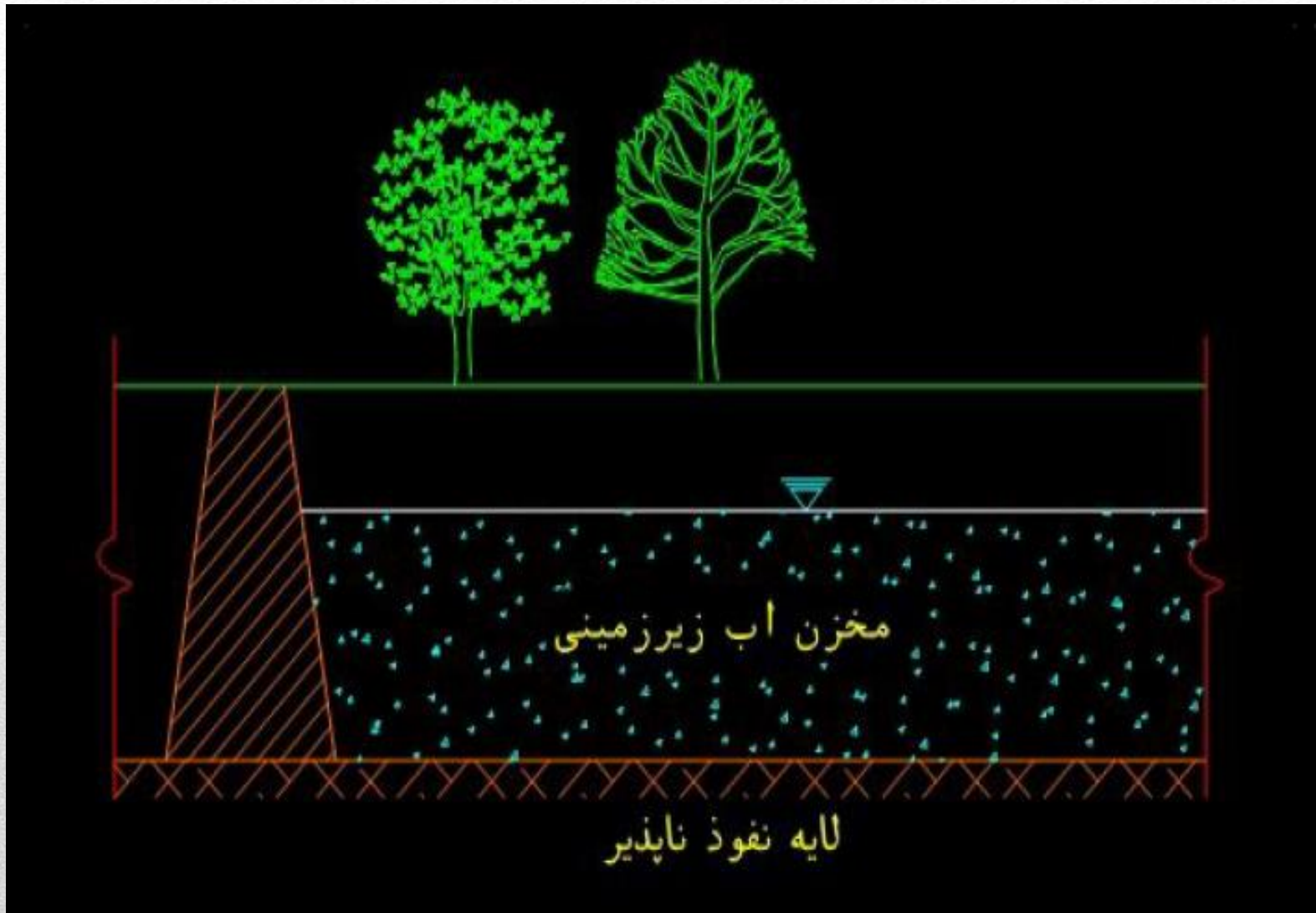
نیمه اول

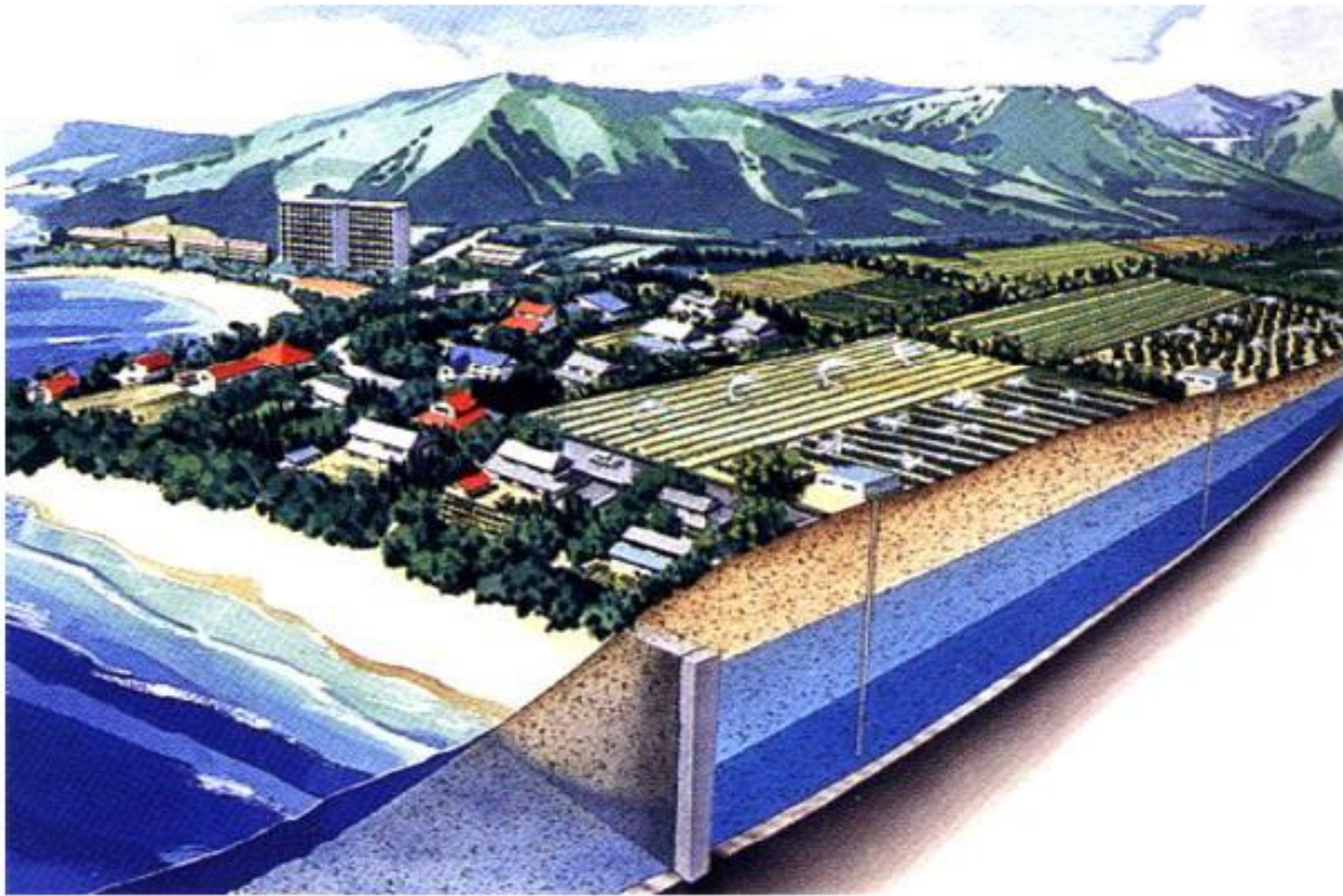
چکیده:

بدلیل روز افزون به آب و نیاز دسترسی به منابع تأمین کننده آن، حفظ و استفاده از منابع زیر زمینی ضروری به نظر میرسد، که در مناطقی که دارای آب زیر زمینی و بستر مناسب هستند احداث سد های زیر زمینی میتواند یکی از گزینه های مطلوب باشد.

سد زیرزمینی

- سدهای زیر زمینی سازه های هستند که در زیرزمین ساخته می شوند و با مسدود کردن جریان طبیعی آب های زیرزمینی سبب ایجاد ذخایر آبی در زیر زمین می شوند سدهای زیرزمینی در محل آبراهه های خشک و نیمه خشک آبراهه های فصلی و نه رودخانه های دائمی ساخته می شوند و به این ترتیب به جای ذخیره آب در سطح ، در زیر زمین آب ذخیره می شود که این آب های ذخیره شده را می توان با لوله گذاری و یا حفر چاه پمپاژ کرد.
 - سدهای زیرزمینی به صورت موانعی هستند که در زیر سطح زمین برای مهار جریان های آب زیر سطحی در آبرفت طبیعی ایجاد می گردند.
 - این موانع می تواند به صورت موانع فیزیکی و یا هیدرولیکی باشند. معمولاً موانع هیدرولیکی در مجاورت سفره های آب شور در کنار دریا ، با هدف سد کردن آب شور دریا و حفاظت از سفره های آب شیرین در مجاورت آب شور انجام می گیرد.
-





تاریخچه:

- روش های ذخیره آب بوسیله مهار آبهای زیر سطحی در مناطق خشک دارای هزاران سال قدمت است. در چند دهه اخیر این روش ها در بسیاری از نقاط جهان مورد توجه محققین قرار گرفته است
 - تاریخچه استفاده از سد های زیر زمینی در ایران و جهان به تمدن های قدیمی بر می گردد به عنوان مثال سدهای زیر زمینی در جزیره ساردینا در زمان رومیان ساخته شده است و در عصر صفویه در ایران برای افزایش آب مادرچاه قنوات وزوران در میمه اصفهان آب دیگر قنات ها را به آن منحرف می کردند
 - نمونه هایی از این سد ها به مفهوم واقعی در نیمه اول قرن بیستم ساخته شده اند اما رشد و تکوین سد های زیر زمینی و برخورد علمی با آنها در واقع از نیمه قرن بیستم آغاز شده است و در سه دهه اخیر رشد زیادی نموده است.
-

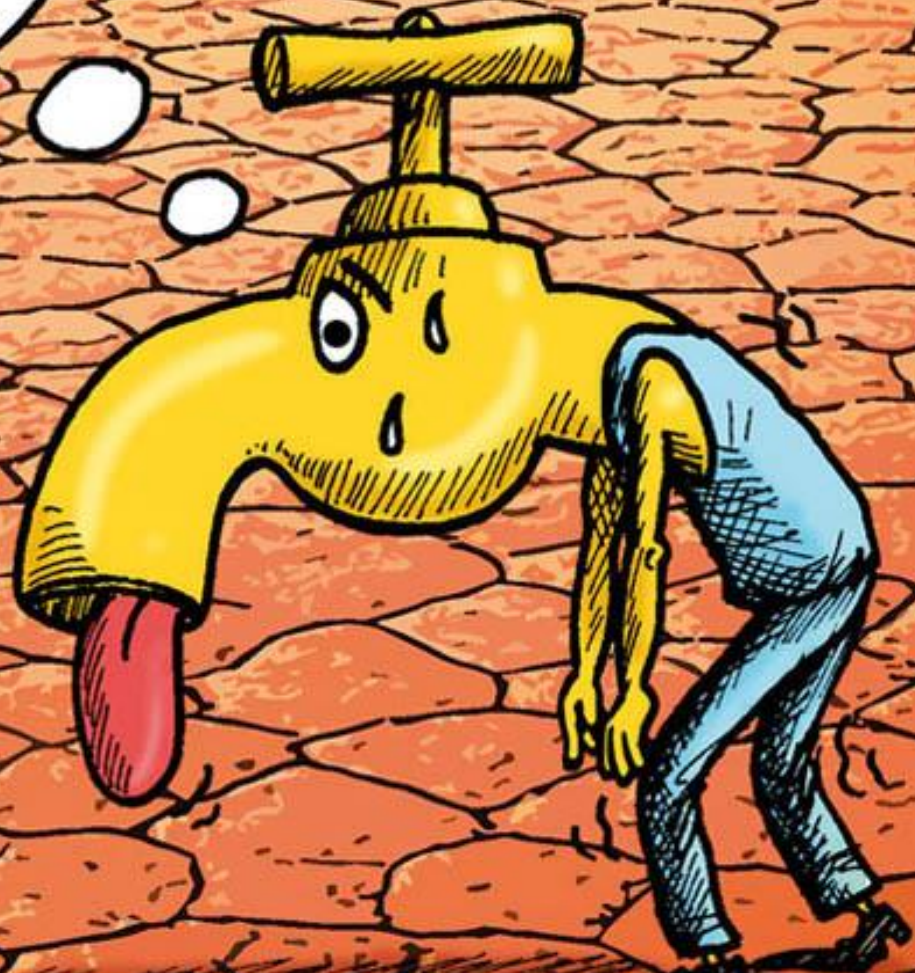
هدف از احداث:

- ممانعت از فرار آبهای زیر زمینی و خارج شدن از حوضه
- وجود یک منبع ذخیره مطمئن و همیشگی در تامین آب شرب
- بدور بودن از آلایندهای شیمیائی – میکروبی آبهای سطح الارضی
- وجود تصفیه فیزیکی – مکانیکی بعلت لایه های متخلخل آبرفتی
- عامل مناسب در ممانعت از فرسایش خاک و جابجائی رسوبات و پایداری خاک
- عامل مناسب و بهینه در آبخوان داری و تغذیه سفره های پائین دست
- جلوگیری از پیشروی آب شور به آب زیر زمینی مانند سواحل و دشت های نمک
-

مزایای نسبت به سد سطحی:

- هزینه ساخت بسیار پایین تر
 - نزدیکتر بودن سد به محل مصرف
 - عدم کاهش آب به علت تبخیر سطحی
 - بهداشتی تر بودن مصرف آب آن به علت گندزدایی از میکروب و ویروسهایی که اغلب در آبهای پشت سد ها وجود دارد.
 - توزیع آب سدهای سطحی بوسیله کانال کشی بسیار گران است
 - تکنولوژی ساخت بسیار ساده
 - از سطح فوقانی زمین مخزن سد زیر زمینی میتوان برای اهداف دیگر از جمله کشاورزی استفاده کرد
 - در این روش هیچگونه لجن گرفتگی صورت نمی گیرد
 - این سازه پایداری بالایی برخوردار میباشد
 -
-

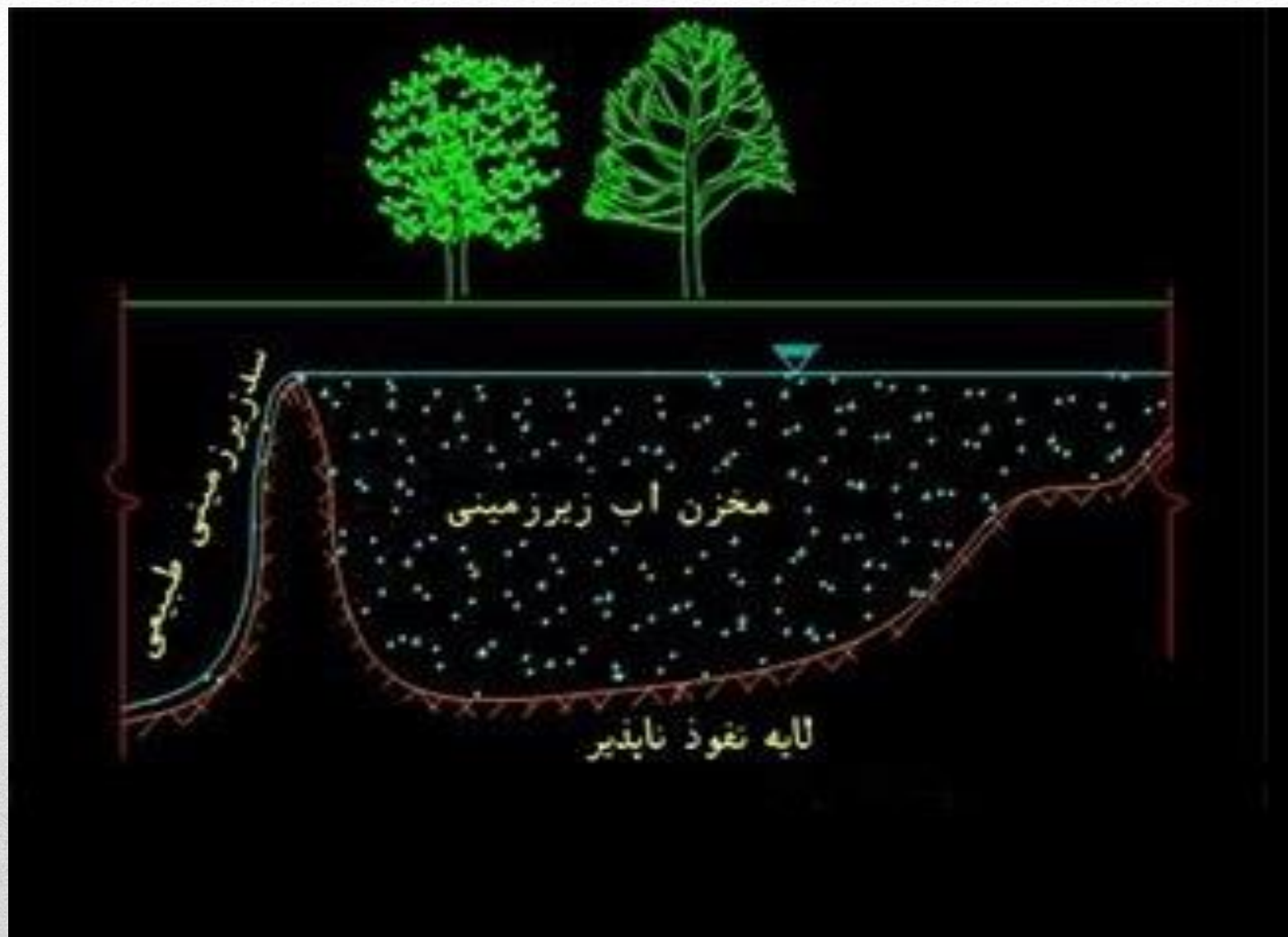
افزایش سد های زیر زمینی



1. از لحاظ وضعیت قرار گیری در زمین:

• سد زیر زمینی طبیعی:

لایه های نفوذ پذیر همانطور که قبلا گفته شد از سنگ یا رس تشکیل شده اند که حرکت آب در برخورد با آنها با کندی مواجه شده و یا قطع می شود. این لایه ها همانند سطح زمین دارای پستی و بلندی می باشند که حاصل حرکت گسلها - آتش فشانه ها - حرکتهای پوسته ای و.... هستند هنگامی که آبهای زیر زمینی در هنگام حرکت در شیب زمین به یک لایه نفوذ ناپذیر بلند با ارتفاع زیاد برخورد می کنند از حرکت باز ایستاده و در پشت لایه نفوذ ناپذیر که به عنوان سد زیر زمینی عمل می کند جمع میشوند شکل روبرو به صورت شماتیک یک سد زیر زمینی طبیعی را نمایش می دهد



• سد زیر زمینی مصنوعی :

سدهایی هستند که ساخته دست بشر هستند و به دو دسته **مدفون** و **نیمه مدفون** تقسیم می شوند .

■ مدفون

این نوع سدها شامل دیواره ای هستند که به طور کامل داخل زمین قرار گرفته اند و مخزن آن در داخل آبرفت بالا دست تشکیل می گردد .
اکثر سدهای زیر زمینی از این نوع هستند . سدهای مدفون به دو دسته نزدیک سطح زمین و در اعماق زمین تقسیم می شوند .



✓ سدهای مدفون نزدیک سطح زمین :

لایه نفوذناپذیر مصنوعی هستند که عمود بر مسیر آب زیرزمینی قرار گرفته اند و ارتفاع آن از سطح زمین بالاتر نمی آید

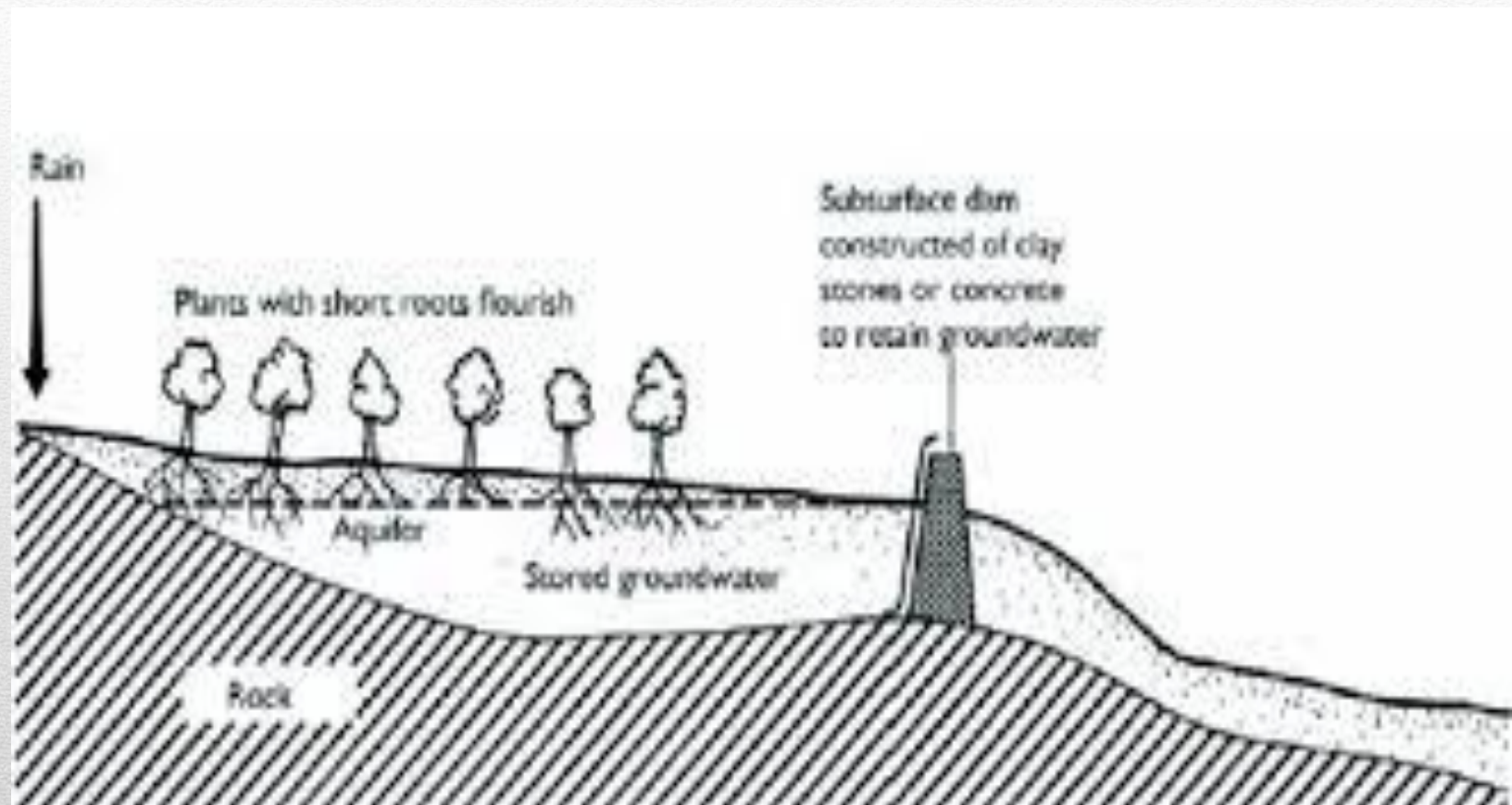
✓ سدهای مدفون در اعماق زمین :

در بعضی مواقع به منظور جلوگیری از خروج آب قنات در زمان غیر ایاری وزمستان می توان در محل مناسبی از مسیرقنات اقدام به احداث سد زیرزمینی نمود و آب مازاد را در داخل سفره بالا دست ان ذخیره ساخت . این روش به طور سنتی در بعضی از نقاط کشور به کار گرفته شده است . همچنین با احداث این گونه سدها می توان مسیر برخی از چشمه ها و قناتها را مسدود کرد و اب انها را به سمت چشمه اصلی و مادر چاه قناتها هدایت نمود .



■ سدهای نیمه مدفون

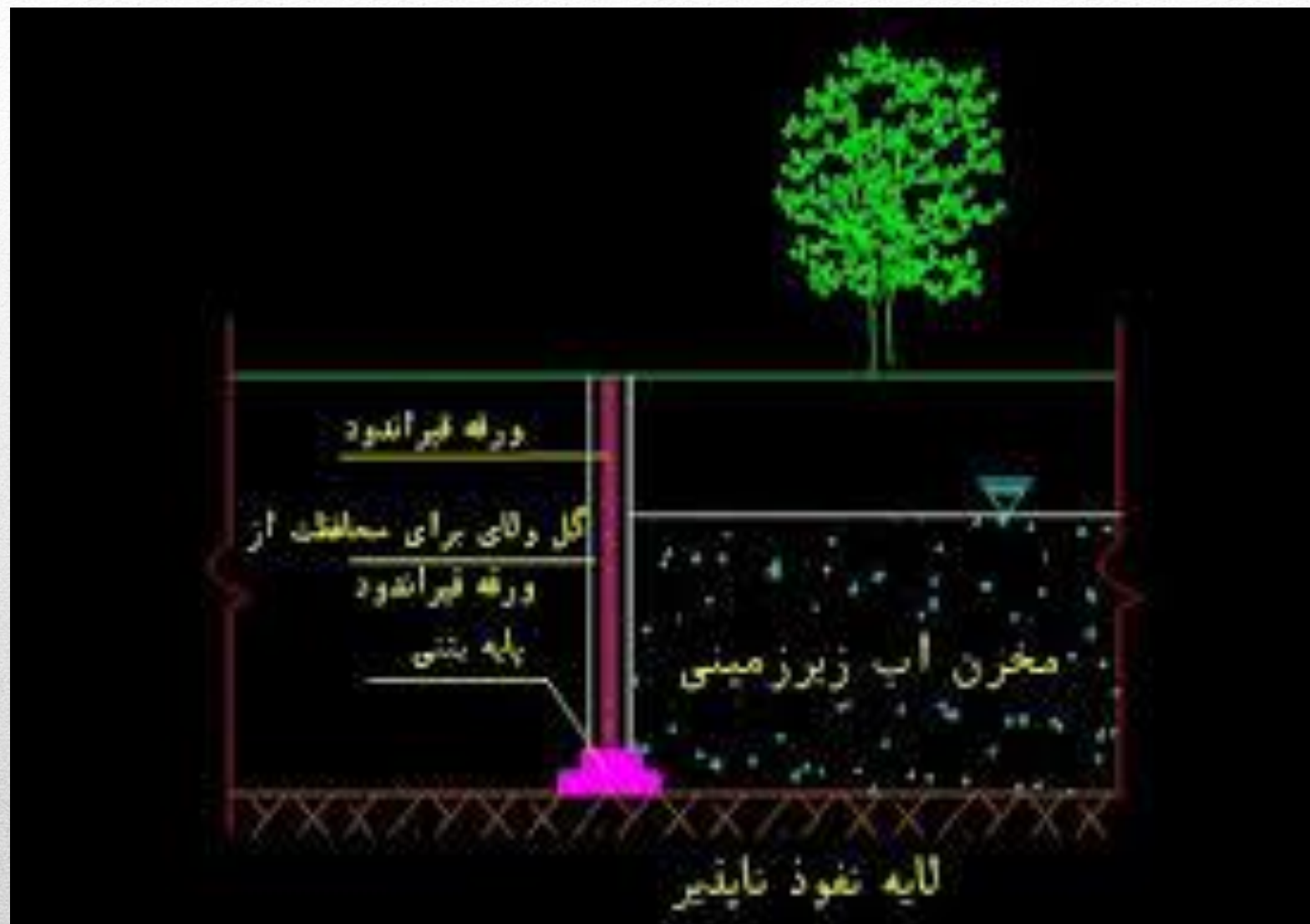
در سدهای نیمه مدفون دیواره نفوذناپذیر غالباً " تا ارتفاع بالاتری از سطح زمین نیز امتداد پیدا می کند که این نوع سدها می توانند علاوه بر یک مخزن زیر زمینی با ایجاد یک مخزن معلق سطحی و رسوب گیری جریان رودخانه یا سیل بر حجم مخزن زیر سطحی خود بیفزاید و آن را توسعه دهد بنابراین برای کنترل سیل نیز مناسب خواهند بود . نمونه ای از این سدها در ژاپن (سد نیمه مدفون جوگین) . ساخته شده او مورد بهره برداری قرار گرفته است . شکل روبرو شماتیک یک سد زیر زمینی نیمه مدفون نمایش داده شده است .





2. از لحاظ نوع مصالح به کار رفته :

مصالح به کار رفته در سدهای زیر زمینی باید مصالحی باشند که در مقابل رطوبت مقاومت زیادی داشته باشند . متداولترین سدهای زیر زمینی که ساخته شده و یا در دست احداث می باشند سدهای زیر زمینی با هسته رسی متراکم شده است و یا سدهای زیر زمینی محافظت شده با ورق های قیراندود و یا پلاستیکی می باشند. که در ادامه نحوه ساخت این سدها توضیح داده خواهد شد .



مطالعات احداث سد :

دره های کوچک V یا U شکل مکان های مناسبی جهت احداث سدهای زیر زمینی می باشند که با انجام مطالعات زمین شناسی ، هیدرولوژیکی و بهره گیری از دانش ژئوفیزیک نسبت به شناخت محل های مناسب آنها می توان اقدام نمود. به طور کلی مطالعات احداث سدهای زیر زمینی در دو مرحله مطالعاتی به شرح زیر انجام می شود .

۱. مطالعات مقدماتی :

شامل جمع آوری اطلاعات مربوط به عکس هوایی ، نقشه های توپوگرافی ، زمین شناسی ، اطلاعات مربوط به تراز آب زیر زمینی ، آورد سالانه آب های زیر زمینی و سطحی در منطقه ، وضعیت سیلاب های محتمل ؛ اطلاعات مربوط به بارش های منطقه ؛ آزمایشات ژئوفیزیک و.....

۲. مطالعات تکمیلی :

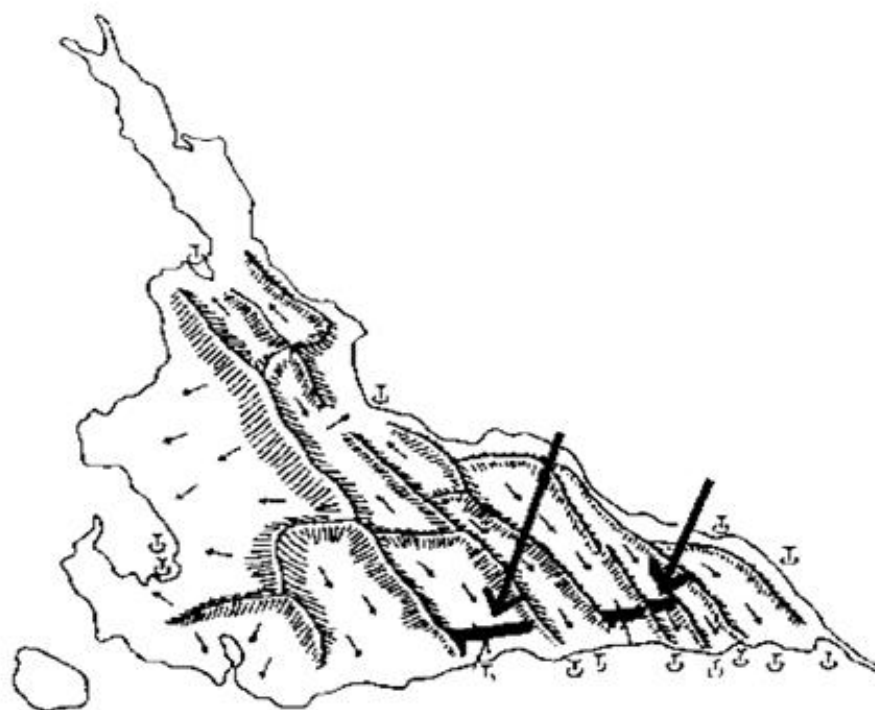
شامل اطلاعات مربوط به نوسانات فصلی آب های زیر زمینی حفر گمانه جهت تعیین عمق و خصوصیات سنگ کف ، تعیین ضخامت ابرفت و رسم پروفیل های طولی و عرضی ابراهه ها می باشد . در حین اجرا دیواره آبنند سد می بایست به طور منظم از بدنه سد و تکیه گاه ها به خصوص در محل اتصال دیواره آب بند به سنگ کف مغزه گیری به عمل آید و آزمایشات متعددی جهت بررسی کسفت مغزه و کنترل و اطمینان از صحت اجرای عملیات صورت پذیرد

طراحی سد زیرزمینی

۱- مکانیابی

اولین قدم در احداث سدهای زیر زمینی مکانیابی می باشد و باتوجه به اینکه سدهای زیرزمینی امکان احداث در هر نقطه ای را ندارند پس با توجه به خصوصیات و اقلیم منطقه باید بهترین مکان برای احداث در نظر گرفته شود. منطقه مورد نظر از نظر اقلیمی باید دارای شرایط زیر باشد :

- دارای اقلیم خشک یا نیمه خشک باشد
- بارندگی نامنظم یا کم باشد یا در فصولی که به آن احتیاجی نیست باشد
- با توجه به اینکه سد های زیر زمینی باید با کمترین هزینه ، بیشترین حجم مخزن و نشت کمتری را داشته باشند ، معمولا با ارتفاعی بین ۳ تا ۴ متر و در محلی که شیب زمین کمتر از ۵٪ است ساخته می شوند که این خصوصیت بیشتر در دره ها یا رودخانه های باریک و یکدست یافت می شود.



مکان مناسب برای احداث سد زیرزمینی

در مواردی شرایط مناسب طبیعی خود مانند یک سد زیرزمینی عمل می کند و اثر سد کنندگی موانع طبیعی (مانند برآمدگی لایه نفوذ ناپذیر بستر) می تواند نقش به سزایی در مکان یابی و صرفه جویی در هزینه ها داشته باشد.

مقطع سد زیرزمینی علاوه بر شرایط توپوگرافی فوق زمین باید دارای خصوصیات زیر نیز باشد:

- بستر نفوذ ناپذیر به فاصله ی کمی از سطح
 - لایه های زمین با خلل و فرج زیاد و ضخامت کافی برای ذخیره مناسب و هر چه بیشتر آب
 - در سفره های با مصالح ریزدانه معمولا آب کافی درون فضای خالی خاک وجود دارد ولی امکان بهره برداری از آن به خاطر کاهش آبدهی محدود می باشد
 - کمترین فاصله تا محل مصرف
 - عدم آلودگی آب ذخیره شده توسط فعالیت های انسانی
- در ضمن باید مقدار نمک خاک و مقدار بارش سالانه هم مورد بررسی قرار بگیرد. وجود لایه های نمکی باعث شور شدن آبهای ذخیره شده می شود. هرچند تحقیقات اخیر در آدلاید استرالیا نشان داده است که جریان آهسته آب شیرین مخلوط کردن آن را با آب شور زیرزمینی محدود می کند.
- اهمیت بررسی مقدار بارش سالانه از این جهت است که جریان به اندازه کافی داشته باشیم و سد به خطر نیفتد.

۲- ساخت سد:

اولین اقدام در احداث سد حفر گودالی عمود بر راه زهکشیا بستر رودخانه است که به علت عمق کم عملیات اجرایی آن توسط نیروی انسانی انجام می شود . در آبرفت های ماسه ای خشک با خاصیت چسبندگی کم و مناطق شنی به علت ناپایداری شیب ها امکان فروریزی دیواره ترانشه ها وجود دارد و حفاری را با مشکل مواجه می کند با این وجود آبرفت های ماسه ای برای مکان سد مطلوب هستند چون سطح آب زیر زمینی براحتی در آنها دیده می شود ، با این حال با پمپ کردن سطح آب را پایین نگه می دارند.

معمولاً زمان احداث سد های زیر زمینی در پایان فصل خشک می باشد که سطح آب زیر زمینی پایین می باشد و عملیات اجرایی با سهولت بیشتری همراه خواهد بود.

مصالح مصرفی در احداث سد با توجه به سه پارامتر:

1. منابع قرضه موجود در منطقه

2. هزینه های مصرفی

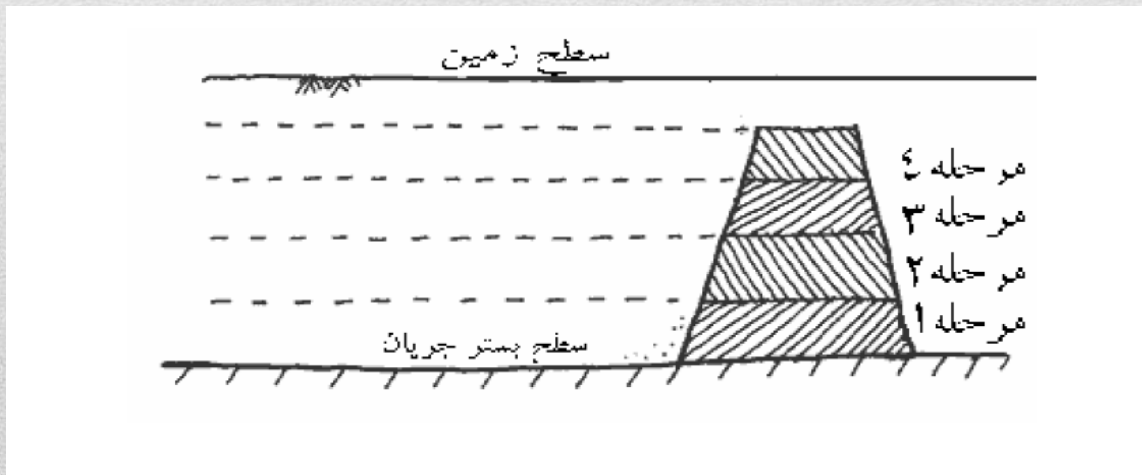
3. سهولت انجام کار

تعیین میشود هر چند از مواد ساختمانی مختلفی برای احداث می شود استفاده کرد و تنها احتیاج به آب بند کردن دیواره ای سد می باشد .

❖ در ذیل به دو نمونه از مصالحی که در احداث سد استفاده شده اشاره می شود :

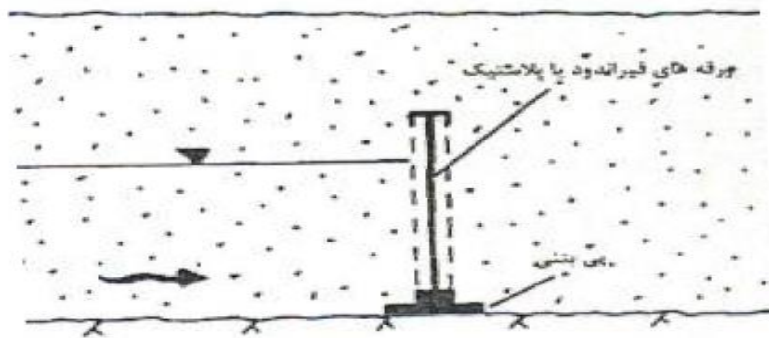
1. رس متراکم شده :

استفاده از رس ، روش مرسومي است که احتياجي به نيروي انساني ماهر ندارد . رس در لايه هايي با ضخامت کم ريخته و سپس متراکم مي شود . به علت جريان آبي زير زميني احتمال فرسايش سطح رس وجود دارد به همين خاطر براي محافظت ديواره از ورقه هاي پلاستيکي استفاده مي شود . عمليات پرکردن ترانشه توسط وسايل متراکم کننده و با رطوبت مناسب انجام مي شود . اگر ذخيره آب زير زميني در فصول خشک کاهش يابد امکان توسعه درز و ترک در سد وجود دارد ، به همين خاطر با احداث ديواره با ضخامت مناسب جهت نگهداري رطوبت در منطقه هسته حتي در دوره هاي خشک طولاني مي توان از اين مسئله جلوگیری کرد.



۲. ورقه های قیر اندود یا پلاستیکی :

در این روش از یک هسته پلاستیکی برای آب بند کردن استفاده می شود که نوع پلاستیک آن معمولاً پلی اتیلن است و تاجایی که به هزینه ی مواد مربوط می شود . کم هزینه ترین روش می باشد . هنگامی که از این روش استفاده می شود . باید توجه داشت که باید از مصالحی مانند گل ولای برای اندود کردن دو طرف ورقه استفاده شود تا از ایجاد سوراخ توسط سنگ های تیز جلوگیری به عمل آید . همچنین برای محافظت در برابر اثرات انبساط و انقباض باید تغییرات دمایی را مورد توجه قرار داد.



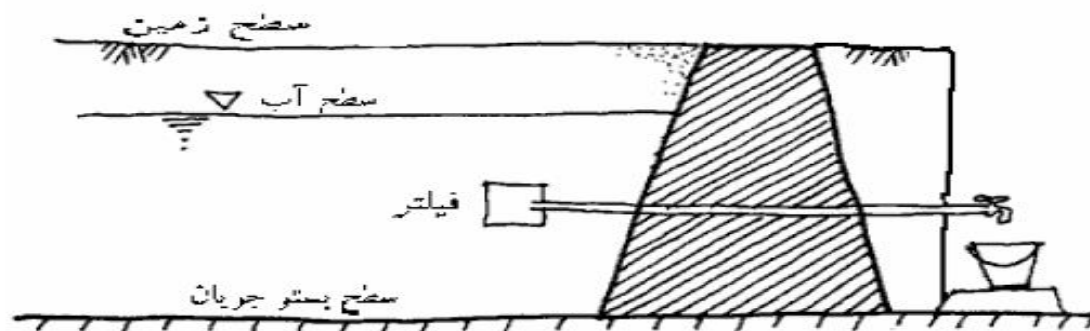
روش استفاده از ورقه های پلاستیک

❖ در هنگام سوراخ شدن ورقه می شود ورقه پلاستیکی دیگر با یک ماده چسبنده ی مناسبی وصله کرد

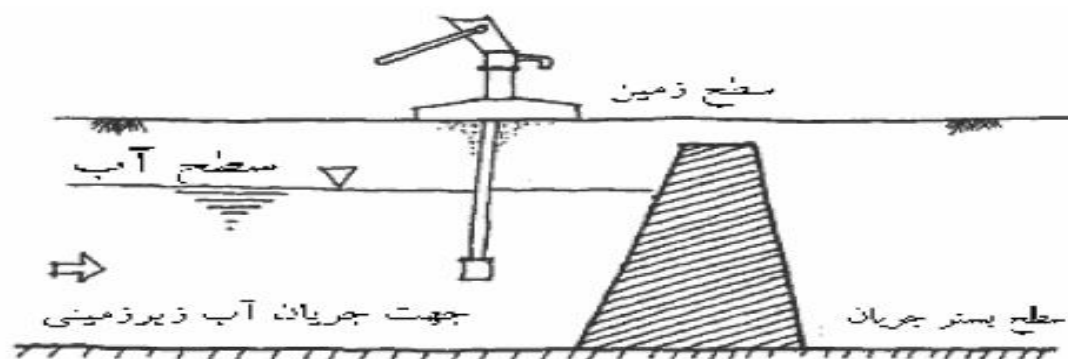
۳- استخراج آب :

عملیات استخراج آب به دو صورت ثقلی و حفر چاه انجام میشود :

1. اگر محل بهره برداری مردم در منطقه پایین دست سد باشد و شرایط توپوگرافی نیز فراهم باشد امکان استخراج آب از مخازن به صورت ثقلی وجود دارد. در این روش از طریق لوله که از بدنه سد میگذرد و نیروی ثقل آب را به مناطق پایین دست هدایت می کنند .
2. در روش چاه بر روی مخزن اب زیرزمینی در پشت سد زیر زمینی چاههایی حفاری شده و اب به سطح زمین پمپ شده و استفاده می شود .



بهربرداری به روش ثقلی



بهربرداری به وسیله چاه

اگه جلوی آب رو باز نکنین
زیر آب اینجا رو میزنم

نمونه های اجرایی در ایران

• در نیسیان اردستان:

- مساحت حوضه حدود ۱۰۵۱ هکتار است.
- حوزه آبخیز سد زیر زمینی اردستان در اقلیم نیمه خشک قرار می گیرد. متوسط بارندگی سالانه حوزه ۲۱۳ میلیمتر و حجم بارش نازل شده بر حوزه در سال ۲۴/۲ میلیون مترمکعب می باشد
- تبخیر سالیانه ۱۹۶۳ میلیمتر، حجم رواناب از حوزه ۲۲/۰ میلیون مترمکعب و حجم آب قابل نفوذ ۱۹/۰ میلیون مترمکعب که بصورت جریان زیرسطحی است
- حجم ذخیره این سد ۱۸۰ هزار مترمکعب آب در هر دوره بارشی است با توجه به بارش سالیانه حوزه نزدیک به ۲۰۰ میلیمتر در سال پیش بینی می شود کل آب نفوذ یافته به نزدیک ۵۰۰ هزار متر مکعب برسد آب نفوذ یافته به سفره باعث شارژ منبع تغذیه چاه ها و قنوات پایین دست خواهد شد. و می تواند میزان آبدهی قنوات و چاه ها را بهبود بخشد این شاخص بهبود در دو جهت پیوستگی آبدهی در طول فصول زراعی و از سوی دیگر افزایش آبدهی این منابع خواهد بود

• در نسیان اردستان:

- شیب زمین کمتر از ۵٪ است که این خصوصیت بیشتر در دره‌ها یا رودخانه های باریک و یکدست یافت می شود .
 - بستر نفوذ ناپذیر به از سطح زمین ۸-۱۰ متر است .
 - لایه های زمین در محل ساختگاه بند دارای نفوذ پذیری بالا و خلل و فرج زیاد و ضخامت کافی برای ذخیره مناسب هر چه بیشتر آب هستند.
 - کمترین فاصله تا محل مصرف (اراضی پایین دست بویژه باغات) را دارد.
-

از جمله دیگر کارهای انجام شده میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

کوهرز دامغان که روش ساخت آن از ۲ قسمت تشکیل شده:

1. از کف پی تا ارتفاع ۴ متر به صورت دیوار چینی آجری با رویه قیرگونی شده.

2. بقیه دیوار تا سطح زمین با رس کوبیده شده.

3. سد زیرزمینی تویه دوار که تا عمق ۵ متر از سنگ و ملات و ادامه آن از بتن استفاده شده است و برای حفاظت از لایه ایزوگام دیوار آجری ۲۰ سانتیمتری ایجاد گردید و در داخل مخزن سد از مصالح گراولی استفاده شد

از موارد در حال ساخت نیز میتوان به سد های ماکو در استان آذربایجان غربی و خرانق یزد اشاره کرد.

معایب:

از آنجا که ایده ها و پروژه ها و مصنوعات دست بشر هیچگاه حسن کامل نداشته و عاری از عیب نیز نبوده است سدهای زیر زمینی نیز از این امر مستثنی نیستند . و دارای معایب می باشند . از جمله معایب سدهای زیرزمینی می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- حجم آب کمتری را در مخزن خود ذخیره می نماید .
- تخمین صحیح آب ذخیره شده و قابل برداشت بسیار مشکل است و به عوامل متعددی بستگی دارد .
- در این نوع سدها به علت غیر قابل رویت بودن کار، کنترل عملیات اجرایی، کنترل کیفیت ساخت دیواره اب بند و همچنین کنترل آبگذاری از مرزها بسیار مشکل می باشد. و نیاز به دقت و مطالعه زیادی دارد .
- در صورتی که عمق بدنه سد از ۷۰ متر بیشتر باشد پروژه از لحاظ اجرایی و تهیه دستگاه حفاری مناسب و مسائل اقتصادی با مشکل مواجه خواهد شد

نتیجه:

سدهای زیرزمینی با توجه به هزینه پایین ، روش ساخت آسان ، ذخیره آب بهداشتی و مزایای بسیاری که نسبت به سدهای سطحی دارد و به خصوص با توجه به آب و هوای خشک و نیمه خشک ایران می تواند یک روش مقرون به صرفه و ساده برای استفاده از آب های زیرزمینی باشد.

امید است در کنار صرف هزینه های زیاد در بخش سد سازی در کشور ما ، ساخت این گونه سدها نیز بیش از پیش مد نظر قرار بگیرد.

سفره های آب زیر زمینی یکی از مهمترین منابع آبی هر کشور میباشد بنابراین برای جلوگیری از خطر شورشدگی سفره های آب شیرین و کم شدن کیفیت آن به ویژه در مناطق کویری و کم آب، بهبود منابع آبی، افزایش بهره وری آنها، مقابله با بحرن کم آبی، کاهش میزان نشت آب و بازگشت آب به لایه های زیرین و جلوگیری از هدر رفتن آب، استحصال آب هایی که از دسترس خارج می شود و تسریع در رفع مشکل بحران کم آبی می توان از تکنیکی به عنوان سد زیر زمینی استفاده کرد در واقع احداث سد های زیر زمینی نوعی مدیریت مدرن بر منابع آبی کشور می باشد.
