

دانشگاه تربیت مدرس

"سدهای زیرزمینی"

چکیده:

با توجه به اینکه تا چند سال آینده جهان با بحران آب کم سابقه‌ای در طول عمر خود مواجه خواهد شد دانشمندان سعی دارند با ارایه روش‌هایی به ذخیره آب پرداخته و از هدر رفتن آن جلوگیری کنند. یکی از این روش‌ها که کمترین اثرات مخرب زیست‌محیطی را داشته و نیز هدررفت آب را به حداقل می‌رساند احداث سدهای زیرزمینی است.

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.

مقدمه:

سد زیرزمینی میتواند به عنوان یک ابزار مدیریت آبی در توسعه پایدار منابع آبی ما را یاری کند. ایرانیان گرچه از گذشته های دور به مبتکران قنات شهرت داشته اند هم اکنون این سازه آبی مورد بی توجهی قرار گرفته است. از طرفی در مناطق گرم و خشک که با مشکل کم آبی روبرو هستیم و منبع اصلی تامین آب از آبهای زیرزمینی است، کنترل و مدیریت منابع آب زیرزمینی مورد توجه قرار میگیرد. یکی از ابزارهایی که برای مدیریت سیلابها و افزایش توان سفره های آبی مورد استفاده قرار گرفته است تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی است که گاهی با استفاده از سیل بندها انجام میشود.

از روشهای نوین و ساده برای ذخیره آب زیرزمینی می توان مسدود کردن جریان آب زیرزمینی از طریق ایجاد یک سد در مسیر آب زیرزمینی نام برد. سد زیرزمینی در یک تعریف کلی به هر سازه ای گفته می شود که در مسیر جریان آب زیرزمینی و به منظور مسدود کردن جریان زیرسطحی در یک لایه آبدار طبیعی یا مصنوعی قرار داده شده است.

سد زیرزمینی چیست؟

سدهای زیرزمینی سازه‌هایی هستند که مسیر جریان آب زیرزمینی را قطع کرده و ذخیره‌ای از آب در داخل زمین به وجود می‌آورند این سدها معمولا در جایی ساخته می‌شوند که مقادیر جریان آب زیرزمینی به‌طور قابل ملاحظه‌ای از جریان‌های خیلی بزرگ در فصول بارانی تا جریان‌های قابل چشم‌پوشی در فصول خشک تغییر می‌کند.

نحوه کلی عملکرد سدهای زیر زمینی:

سفره های زیرزمینی آب به دو گونه مختلف وجود دارد: اول سفره هایی که دسترسی به آن ها توسط قنات ها و چاه امکان پذیر است و از قرن ها پیش انسان برای استحصال آب با حفر چاه و احداث قنات به این منابع آبی دسترسی پیدا می کرده است.

دسته دوم سفره های زیرزمینی آب محصور به دو لایه غیرقابل نفوذ در بالا و کف حوضچه (سفره) هستند و ازاین نظر نمی توان به راحتی به آن ها دسترسی پیدا کرد. اما از وجود این سفره ها و آثار زیست محیطی، نظیر وجود مناطق جنگلی می توان پی برد که در اعماق زمین منابع آبی به وفور وجود دارد.

در مناطقی از کشور سفره های زیرزمینی نوع دوم وجود دارد، می توان مطالعات احداث سد زیرزمینی را آغاز کرد، اما این مطالعات و اجرا خود یک اصل مهم دارد و آن این که تنها بر جریان های زیرزمینی آب (از نوع دوم) باید سد ایجاد کرد که این جریان در محدوده مرزها یا محدوده دریاهاست تا با این روش از بیرون رفتن آب از مرزها و اختلاط آب شیرین با آب نفوذی دریاها جلوگیری کرد. بنابراین باید توجیه علمی و اقتصادی سدهای زیرزمینی به دقت محاسبه شود.

در احداث سدهای زیرزمینی باید به این نکته هم توجه داشته باشیم که جریان های آبی زیرزمینی نوع دوم به گونه ای حرکت می کنند که تقریبا تمامی حجم آب با هم از نقطه ای به نقطه دیگر حرکت می کند و همانند موج از یک منطقه به منطقه دیگر می رود. بنابراین در احداث سد زیرزمینی باید مناطق بالادست و پایین دست جریان آب را به خوبی تشخیص داد و پس از آن که سد احداث شد، سفره زیرزمینی نوع دوم تبدیل به سفره نوع اول می شود و ممکن است بر اقلیم منطقه و پوشش گیاهی و منابع آبی و مهم تر از همه بر سطح ایستایی آب منطقه و آب های تحت الارضی تاثیر مثبت یا منفی داشته باشد و باید پیش از احداث سد تاثیر بر اقلیم منطقه

ترکیب لایه های سطحی زمین در مناطق مختلف، موجب شده که نفوذ آب به لایه های زیرین با کندی یا با سرعت صورت پذیرد.

اگر ترکیب لایه های زیرسطحی به گونه ای باشد که آب به اعماق نفوذ پیدا کند عملاً آب از دست می رود و به اعماق غیرقابل دسترس منتقل می شود؛ در برخی از مناطق کره زمین و در اعماق کم تر از ۱۰۰ متر ترکیب خاک چنان است که آب امکان نفوذ به نقاط زیرین را ندارد و به این ترتیب سفره های زیرزمینی آب به وجود می آیند.

در سدهای زیرزمینی در واقع سفره های وجود ندارد ولی شرایط تشکیل آن فراهم است و با استفاده از این سدها سفره آب زیرزمینی محصور و کوچکی فراهم می شود که بهره برداری از آن کاملاً تحت کنترل خواهد بود در بعضی از مناطق به دلیل وجود یک لایه نفوذ ناپذیر در زیر رسوبات، آب توانایی نفوذ عمقی را نداشته و به صورت افقی با توجه به شیب هیدرولیکی در حال حرکت به سمت شبکه های هیدروگرافی است و در نتیجه بعد از بارش این آب ها کم کم تخلیه شده و در فصول کم بارش وجود ندارند که بتوان آنها را مورد بهره برداری قرار داد. اما با استقرار این سدهای زیرزمینی در جلوی حرکت آنها مانع از خروج آنها از حوزه خواهیم شد تا در فصول کم آبی از آنها استفاده کنیم.

انواع سدهای زیر زمینی:

به طور کلی دو نوع سد زیر زمینی وجود دارد: سدهای زیر زمینی طبیعی و سدهای زیر زمینی ساخت بشر.

سدهای زیر زمینی طبیعی:

در مناطق خشک و نیمه خشک جهان ماسه و شن ته نشین شده در آبراهه ها و رودخانه ها می توانند آب را برای اهداف شرب همانند آبیاری فراهم کنند. بعضی از آبراهه ها فصلی هستند ولی می توان آن را دائمی کرد. بستر آبراهه هایی که خشک هستند ولی دارای پوشش گیاهی سبز در بستر و پهنه های سیلابی هستند، نشان میدهند که آنها بایستی منبع آب در مجاورت زیر سطح بستر باشند.

همچنین در ترکیب طبیعی لایه های خاک در برخی از مناطق لایه های عمودی خاک موجب می شود که سفره های زیرزمینی به بخش های مختلفی تبدیل و هر سفره زیرزمینی تبدیل به چندین مخزن شود. در شرایط طبیعی این لایه ها به عنوان سد زیرزمینی طبیعی عمل می کنند و انسان با شناخت مزایای این سدهای طبیعی در تلاش است تا در سفره های گسترده آب های روان زیرزمینی سدهایی مصنوعی احداث کند و در واقع مخازن زیرزمینی آب را احداث کند.

سدهای زیرزمینی طبیعی اغلب دلیلی برای محدوده های آب جمع شده و پوشش حاصله هستند. پوشش سنگی بیرون زده از بستر رودخانه که در مقطع عرضی آن گسترش یافته است بصورت یک سد عمل کرده و مانع عبور جریان از زیر سطح زمین و از میان بستر ماسه ای رودخانه می گردد. جریانهای سیلابی فصلی نیز دو سمت آبراهه را اشباع می کنند.

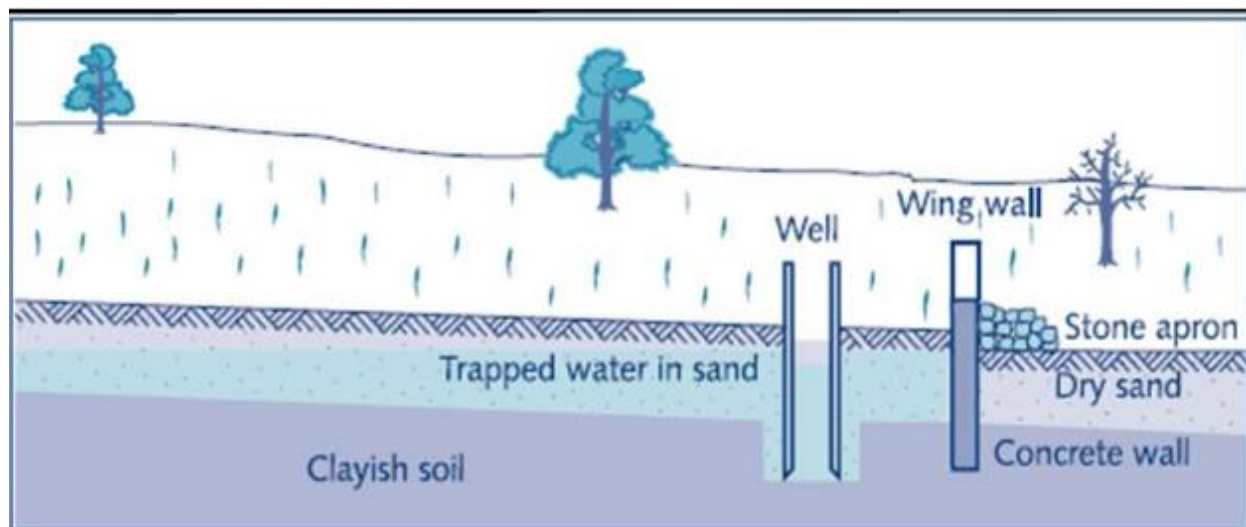
تصویر زیر یک نمونه سد زیرزمینی طبیعی را نمایش میدهد:



سدهای زیر زمینی مصنوعی (ساخت بشر) :

اصلاح و بهبود سدهای زیرزمینی طبیعی و یا ایجاد نوع جدید آن در مقدار ارزش و تاثیر معنی دار آن در ذخیره و افزایش منابع آبی است. سدهای زیرزمینی را می توان بصورت مصنوعی و از بتن، سنگ و ملات و گابیون با پوشش ضد آب مثل ورقه های پلاستیکی یا لایه رسی و یا خاک تثبیت شده احداث نمود.

تصویر زیر یک نمونه سد زیرزمینی مصنوعی را نمایش میدهد:



هدف از ایجاد سدهای زیر زمینی:

از جمله اهداف احداث سدهای زیر زمینی، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

1. ممانعت از فرار آبهای زیر زمینی و خارج شدن از حوضه
2. وجود یک منبع ذخیره مطمئن و همیشگی در تامین آب شرب
3. بدور بودن از آلایندهای شیمیائی - میکروبی آبهای سطح الارضی
4. وجود تصفیه فیزیکی - مکانیکی بعلاوه لایه های متخلخل آبرفتی
5. عامل مناسب در ممانعت از فرسایش خاک و جابجائی رسوبات و پایداری خاک
6. عامل مناسب و بهینه در آبخوان داری و تغذیه سفره های پائین دست

شرایط بهترین مکان احداث سدهای زیرزمینی:

ترجیحا سد زیرزمینی بر روی یک لایه نفوذناپذیر به دلیل ایجاد حجم بزرگتری از آب احداث می‌شود. سدهای زیرزمینی را می‌توان در بستر رودخانه‌های بدون لایه نفوذناپذیر نیز احداث کرد ولی ممکن است آب کمتری را ذخیره کنند. با توجه به اینکه سدهای زیرزمینی باید با کمترین هزینه، بیشترین حجم مخزن و کمترین نشت احداث شوند

معمولا با ارتفاعی بین 3 تا 4 متر و در محلی که شیب زمین کمتر از 5 درصد است ساخته می‌شوند که این خصوصیت بیشتر در دره‌ها یا رودخانه‌های باریک و یکدست یافت می‌شود در مواردی شرایط مناسب طبیعی خود مانند یک سد زیرزمینی عمل می‌کند و اثر سدکنندگی موانع طبیعی مانند برآمدگی لایه نفوذپذیر بستر می‌تواند نقش بسزایی در مکان‌یابی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها داشته باشد. سدهای زیرزمینی را در خروجی دشت‌ها یا در محل گسل‌ها نیز می‌توان احداث کرد. بهترین حوزه برای احداث سدهای زیرزمینی حوزه‌ای است که دارای یک مسیر خروجی آب زیرزمینی باشد. علاوه بر این نکات زیر نیز باید مدنظر قرار بگیرد:

- در مناطق خشک و نیمه‌خشک احداث می‌شوند.
- در محلهایی که مصالح بستر دارای نفوذناپذیری بالایی هستند.
- در جایی که دارای یک لایه نفوذناپذیر در نزدیکی سطح زمین وجود دارد.
- فاصله سد زیرزمینی تا محل مصرف حتی‌الامکان کم باشد.
- در جاهایی که دارای بارندگی نامنظم بوده و ابراهه فصلی باشد.
- در محلهایی که دارای بیشترین مخزن و کمترین ارتفاع اجرا را داشته باشد.
- ماسه درشت آب بیشتری را نسبت به ماسه ریزدانه ذخیره می‌کند. بستر آبراهه‌های با مواد ماسه‌ای درشت دانه نیز بهتر عمل می‌کنند.
- محدوده سد زیرزمینی نباید شامل خاک‌های شور یا سنگ‌های شور که آب شور می‌کنند باشد.
- سد نباید بر روی تخته‌سنگ‌های فرسوده شده یا سنگ‌های شکافدار به دلیل نشت آب در آنها احداث شوند.

مزایا و معایب سدهای زیرزمینی در مقایسه با سدهای سطحی:

مزایا:

1. افت ناشی از تبخیر در مناطق خشک در سد زیرزمینی بسیار کمتر از سد سطحی است که آب در معرض نور خورشید و گرما قرار دارد.
2. نگهداری سدهای زیرزمینی بسیار راحت تر و ارزانتر از سدهای سطحی است.
3. از تولید مثل و تکثیر حشرات و انگلها مثل پشه جلوگیری می شود.
4. آلودگی آب ذخیره شده توسط مردم و حیوانات بصورت قابل توجهی کاهش می یابد بویژه بصورت یک چاه و پمپ دستی می توان آب را بهداشتی و کنترل شده استحصال کرد.
5. نزدیک بودن سد به محل مصرف.
6. احداث سد زیرزمینی نسبت به سایر سدها هزینه کمتری دارد به گونه ای که ذخیره یک مترمکعب آب در سد عادی و برگ 300 تومان و در سد زیرزمینی 75 تومان هزینه دارد.
7. به دلیل سادگی اجرا در بسیاری موارد به کمک نیروهای محلی قابل احداث هستند.
8. خطر شکست سدهای زیرزمینی در مقایسه با سدهای سطحی بسیار کمتر است.
9. توزیع آب در سدهای زیرزمینی بسیار ارزان تر از توزیع آب در سدهای سطحی است که توسط لوله کشی و تصفیه خانه انجام می شود.
10. زمان ساخت سدهای زیرزمینی کمتر از سدهای سطحی است.
11. در بسیاری از مناطق که ساخت سدهای سطحی سبب زیر آب رفتن اراضی پرارزش می شود یا در منطقه محدودیت زمین وجود دارد می توان با احداث سدهای زیرزمینی این مشکل را برطرف کرد.
12. مشکلی که در سدهای بزرگ و کوچک مخزنی سطحی از لحاظ رسوبات حاصل از فرسایش بالاست وجود دارد در سدهای زیرزمینی وجود ندارد.

13. در بعضی مواقع این سدها استفاده دومنظوره‌ای دارند و علاوه بر ذخیره آب شیرین جلوی ورود آب‌های شور یا باکیفیت بد را به آب‌های شیرین می‌گیرند.

معایب:

1. حجم آب کمتری را در مخزن خود ذخیره می‌نماید .
2. تخمین صحیح آب ذخیره شده و قابل برداشت بسیار مشکل است و به عوامل متعددی بستگی دارد .
3. 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 .
4. در صورتی که عمق بدنه سد از 70 متر بیشتر باشد پروژه از لحاظ اجرایی و تهیه دستگاه حفاری مناسب و مسائل اقتصادی با مشکل مواجه خواهد شد .

مصالح مصرفی در ساخت سدهای زیرزمینی:

مصالح مصرفی در احداث سد با توجه به سه پارامتر ۱- منابع قرضه موجود در منطقه ۲- هزینه های مصرفی و ۳- 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 ه ای سد می باشد . در ذیل به دو نمونه از مصالحی که در احداث سد استفاده شده اشاره می شود:

رس متراکم شده:

استفاده از رس ، روش مرسوم است که احتیاجی به نیروی انسانی ماهر ندارد . رس در لایه هایی با ضخامت کم ریخته و سپس متراکم می شود . به علت جریان آبی زیر زمی نی احتمال فرسایش سطح رس وجود دارد به همین خاطر برای محافظت دیواره از ورقه های پلاستیکی استفاده می شود . عملیات پرکردن ترانشه توسط وسایل متراکم کننده و با رطوبت مناسب انجام می شود .

اگر ذخیره آب زیر زمینی در فصول خشک کاهش یابد امکان توسعه درز و ترک در سد و جود دارد ، به همین خاطر با احداث دیواره با ضخامت مناسب جهت نگهداری رطوبت در منطقه هسته حتی در دوره های خشک طولانی می توان از این مسئله جلوگیری کرد.

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

معرفی سد زیر زمینی fukuzato:

سد "fukuzato" یک سد زیر زمینی است که در استان okinawa در کشور ژاپن واقع شده است. دیواره زیرزمینی این سد، 27 متر ارتفاع و 1790 متر عرض دارد. حجم کلی مخزن این سد 10.5 میلیون متر مکعب و حجم فعال مخزن 7.6 میلیون متر مکعب می باشد. آب ذخیره شده توسط این سد، با کمک 85 چاه جهت مصارفی چون آبیاری مزارع نیشکر اطراف سد، پمپاژ می گردد.





منابع:

- استفاده از سرریز زیرزمینی به همراه قنات و تغذیه مصنوعی برای توسعه پایدار آبی. عیسی ایلیاتی
- www.30vil.net سدهای زیرزمینی ونکات اجرایی آن
- www.iaud-ab.blogfa.com سدهای زیرزمینی
- سدهای زیرزمینی، کلید مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی. محمدرضا محمود آبادی
- سدهای زیرزمینی. مسعود سلیمی
- سدهای زیرزمینی راهکاری برای کاهش اثرات خشکسالی در مناطق خشک. محمد پیشگو
- www.aftabir.com سدهای زیرزمینی
- www.placeandsee.com, fukuzato-underground-dam,
- Okinawa_Prefecture, www.en.wikipedia.org