

بسمه تعالی

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی کرمان

سد زیرزمینی راهی برای تامین آب در مناطق خشک



تهیه کنندگان :

نجمه حاج سیدعلی خانی

علیجان آبکار

محسن بنی اسدی



نظام نوین ترویج کشاورزی
(مدیریت دانش)

انتشارات واحد رسانه های ترویجی

۱۳۹۶



سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

عنوان: سد زیرزمینی راهی برای تامین آب در مناطق خشک

تهیه کنندگان: نجمه حاج سیدعلی خانی - علیجان آبکار - محسن بنی اسدی

ناظر چاپ: محمد علی شیروانی

ناشر: مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی کرمان - اداره رسانه های ترویجی

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰۰

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶

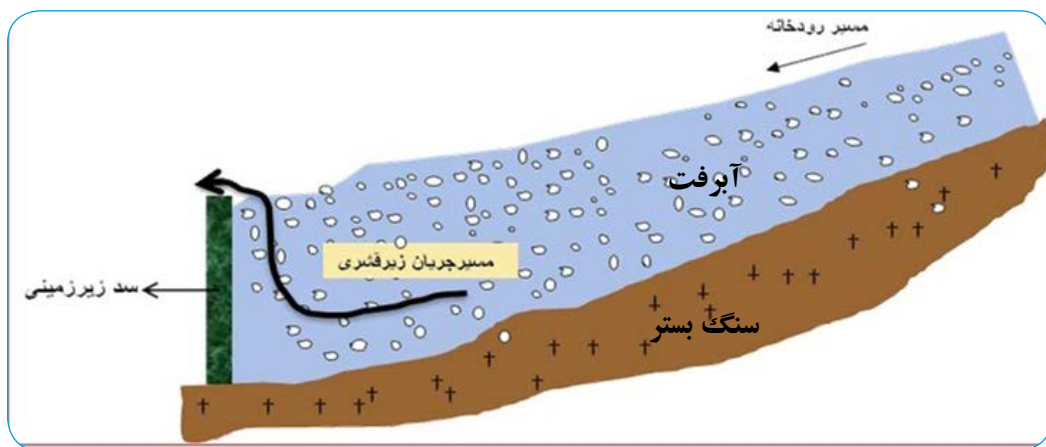
فهرست

۴.....	مقدمه
۵.....	تعریف سد زیر زمینی
۵.....	اهداف و کاربردهای احداث سد زیر زمینی
۵.....	خصوصیات سدهای زیر زمینی
۶.....	بعضی از معیارهای انتخاب مکان مناسب احداث سد زیر زمینی
۶.....	مزیت های سدهای زیرزمینی در مقایسه با سدهای روی سطح زمین
۷.....	نحوه عملکرد سدهای زیر زمینی
۸.....	طراحی سد زیرزمینی
۹.....	رایج ترین مصالح برای اجرای سد زیرزمینی
۱۱.....	بخش های مختلف یک سد زیر زمینی
۱۱.....	بدنه سد
۱۳.....	چاهک ذخیره آب
۱۴.....	مصالح مناسب جهت فیلتر کردن آب در اطراف چاهک
۱۵.....	لوله انتقال آب باشید تنظیم
۱۶.....	سنگ کف مناسب
۱۷.....	بررسی تاثیر احداث سد بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی ساکنین منطقه
۱۹.....	منابع

در مناطق خشک و کم باران به دلیل شرایط خاص جوی و اقلیمی، تبخیر بالا بوده و امکان ذخیره سازی سطحی آبها در مقیاس کوچک غیراقتصادی است زیرا بخشی از آب در اثر تبخیر و بخشی دیگر در اثر نفوذ از دسترس خارج می گردد. گاهی ایجاد مخازن سطحی آب در مناطق کویری باعث اثرات زیست محیطی می شود. مهمتر از همه اینها مخازن سطحی عمر مفید زیادی ندارند و در اثر انباشت رسوبات پر شده و بلا استفاده می گردند. ترکیب آب زیرزمینی مناسب و متعادل با منابع آب سطحی کنترل شده، می تواند پایداری فعالیت های کشاورزی را در دوره های خشک و ترسالی تضمین نموده و بحران پایین رفتن سطوح آب زیرزمینی را کاهش دهد. همچنین از خسارات ناشی از وقوع سیل ها بکاهد. بهترین شیوه و مدل برداشت جریانهای زیرقشری در مناطق خشک بکارگیری سدهای زیرزمینی است که گامی است در جهت مبارزه و حل مشکلات کم آبی. سدهای زیرزمینی در کشورهای مختلف مانند چین (سد زیرزمینی با طول ۱۲۰۰ متر و عمق ۲۳ متر)، اندونزی (سد زیرزمینی با طول ۳۰۰ متر و عمق ۳۰ متر)، مکزیک (سد زیرزمینی با طول ۳۰۰ متر و عمق ۶۰ متر)، کنیا، برزیل و هندوستان احداث گردیده است. تجربه نشان داده است، اغلب سرمایه گذاریها در جهت استحصال آب مقرون به صرفه و دارای توجیه اقتصادی می باشد. منطقه دهبکری، راور، راین، حرمک و.. از جمله مناطق جنوب کشور می باشد نیز از این قاعده مستثنی نبوده است. هدف از نشریه مذکور معرفی سدهای زیرزمینی و اهمیت احداث آنها در مناطق خشک می باشد.



تعریف سد زیرزمینی: به سازه ای که در مسیر جریان آبهای زیرزمینی احداث می شود و با مسدود کردن جریان طبیعی آبهای زیرزمینی باعث ایجاد مخزن؟ آب در زیر زمین می گردد سد زیرزمینی گفته می شود. شکل ۱- نمایی از مقطع طولی رودخانه احداث سد زیرزمینی را مشخص می کند.



شکل ۱- نمایی از مقطع طولی رودخانه و احداث سد زیرزمینی

اهداف و کاربردهای احداث سد زیرزمینی:

- جلوگیری از ورود آب زیرزمینی با کیفیت مناسب به دریا و کفه های نمکی
- جلوگیری از گسترش کویر و کفه های نمکی
- ایجاد منابع و مخازن آبی کوچک تجدید شونده در سطح حوزه های آبخیز
- مدیریت بر منابع آب زیرزمینی از جمله قنوات و چشمه ها
- مدیریت منابع آب در زمانهای بحرانی از جمله مقابله با تبعات ناشی از خشکسالی
- تثبیت بستر و حاشیه رودخانه های فصلی

خصوصیات سدهای زیرزمینی:

- قابلیت اجرا در اکثر آبراهه های فصلی
- عدم وجود مشکلات رایج در سدهای معمولی
- دائمی بودن سازه و عدم نیاز به نگهداری

بعضی از معیارهای انتخاب مکان مناسب احداث سد زیرزمینی:

- قابلیت ذخیره و آبدهی زیاد آبرفت
- تغذیه مناسب از حوزه آبخیز بالا دست
- امکان دسترسی به سنگ بستر غیرقابل نفوذ در محل احداث سد (حداکثر ۲۰ متر)

مزیت های سدهای زیر زمینی در مقایسه با سدهای روی سطح زمین:

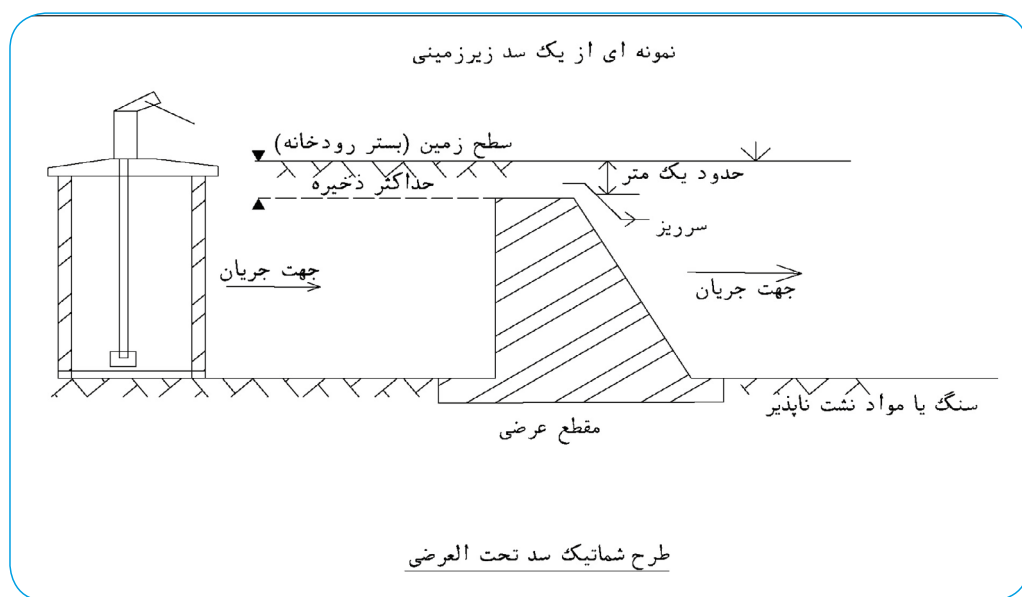
- تکنولوژی ساخت این سدها، ساده بوده و لذا هزینه ساخت این نوع سدها نسبت به سدهای روزمینی بسیار پایین می باشد.
- ایجاد سفره (مخزن) زیرزمینی تجدید شونده در مناسب ترین مکان از نظر خصوصیات آبرفت با دبی ورودی.
- مدیریت بر منابع آبی نظیر قنوات و چشمه ها
- محافظت از منابع آب نظیر جلوگیری از تداخل جبهه آب شور و شیرین در سواحل و اطراف کفه های نمکی و یا مانع شدن از ورود یک جریان آلوده کننده به آب زیرزمینی یا سطحی
- عدم هدر رفت آب در اثر تبخیر و تعرق ،
- عدم رسوب گذاری
- عدم وجود مخاطرات مربوط به شکست در این نوع سدها و اثرات آن در پایین دست
- عدم وجود هزینه های سنگین حفظ و نگهداری
- عدم غرقاب نمودن زمینهای کشاورزی و مراتع و عدم ایجاد مشکلات اجتماعی
- سهولت در اجرا و هزینه کم و امکان مشارکت گسترده مردم در اجرا و بهره برداری از طرح
- قابل ترویج در جوامع مختلف و قابلیت اجرا در اکثر آبراهه های فصلی
- امکان مشارکت گسترده مردم در اجرا و بهره برداری از طرح و استفاده از آبی که همواره بدون استفاده و به طور کامل هدر می رود
- در خشک ترین فصول سال و در خشک ترین دوره های هیدرولوژیکی آب وجود دارد
- حداقل تبخیر از سطح آب
- هزینه کم در دوران بهره برداری و نگهداری



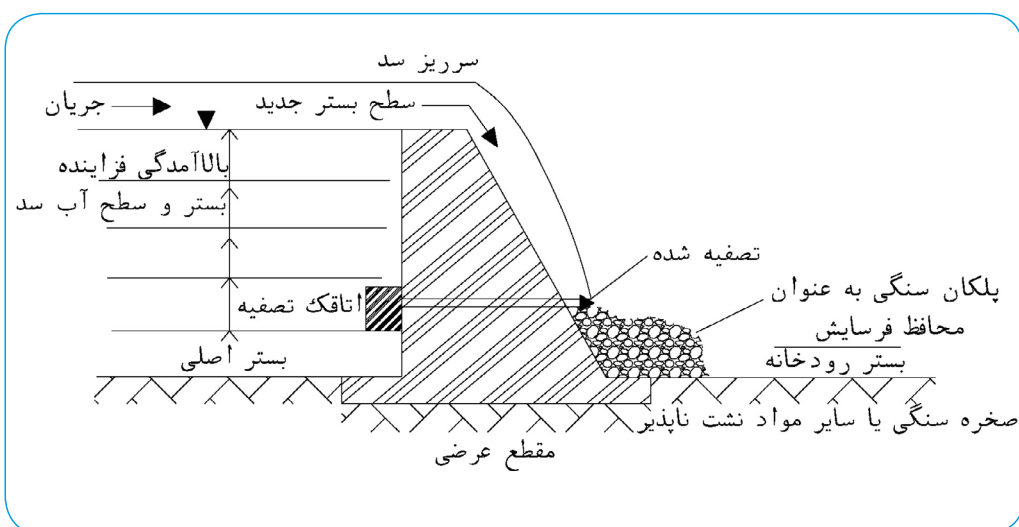
نحوه عملکرد سدهای زیرزمینی

یک سد زیر زمینی جریان آب را در زیر زمین مسدود می کند و با ایجاد مخزن، می توان آب زیرقشری را به به سطح زمین هدایت کرد. همچنین یک سد زیر زمینی می تواند به عنوان یک سازه جمع آوری آب استفاده شود، برای مثال می توان آن را برای انتقال آب یا تغذیه سفره زیر زمینی یک آبخوان استفاده کرد تا اینکه قابل دسترسی برای پمپاژ باشد.

سدهای زیر زمینی معمولاً دو نوع می باشند، سدهای تحت الارضی (Sub-surface dam) و سدهای شنی ذخیره ای (Sand storage dam). یک سد تحت الارضی در زیر زمین ساخته می شود و جریان زیر قشری طبیعی آبخوان را متوقف می کند در حالی که در یک سد شنی ذخیره ای آب به داخل رسوبات نفوذ می کند و خود سد باعث جمع آوری آب می شود. در شکل ۲ و ۳ طرح شماتیک دو نوع سد دیده شده است.



شکل ۲- طرح شماتیک سد تحت الارضی

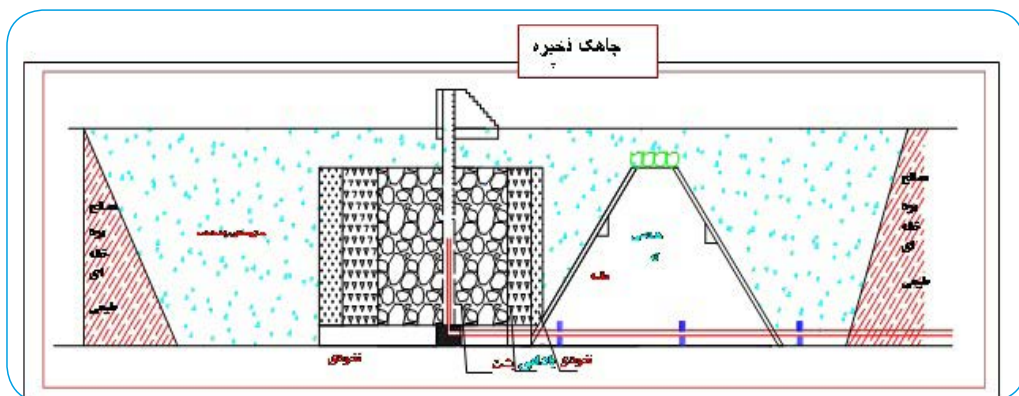


شکل ۳- طرح شماتیک سد شنی ذخیره‌ای

طراحی سد زیرزمینی

سدهای زیرزمینی به شکل‌های گوناگونی که به شرایط محیطی، اقتصادی، فنی و نوع بهره برداری بستگی دارد، طراحی و اجرا می‌شوند. شکل ۴- نمونه‌هایی از طراحی سدهای زیرزمینی را نشان می‌دهند. در همه این طرح‌ها سیستم‌های جمع‌آوری و انتقال آب بصورت اولیه و ناقص طراحی شده است. سدهای زیرزمینی اجرا شده در استان کرمان دارای طراحی منحصر می‌باشند. بطوریکه سیستم جمع‌آوری آب کاملاً توسعه داده شده و شرایط زهکشی سریع بدرون چاه را فراهم می‌کند. بعلاوه یکی از پارامترهای مهم در طراحی سد زیرزمینی، سیستم انتقال آب است که اگر بر داشت آب بصورت پمپاژ باشد، هزینه‌های نگهداری آن در طول دوره بهره‌برداری خیلی زیاد بوده و به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد. در صورتیکه سیستم انتقال آب سد زیرزمینی این مناطق بصورت ثقلی می‌باشد. در این سیستم آب ذخیره شده در مخزن سد از طریق سیستم زهکش توسعه داده شده، بدرون چاه جمع‌آوری مشبک و متخلخل وارد و از آنجا از طریق لوله‌ای که از زیر بدنه سد عبور کرده به محل مصرف هدایت می‌شود (شکل ۴). در انتهای لوله شیر و فلکه نصب شده تا در مواردی که نیاز به مصرف آب نباشد، امکان بستن و مسدود کردن جریان آب و ذخیره آن در مخزن سد فراهم آید. لازم

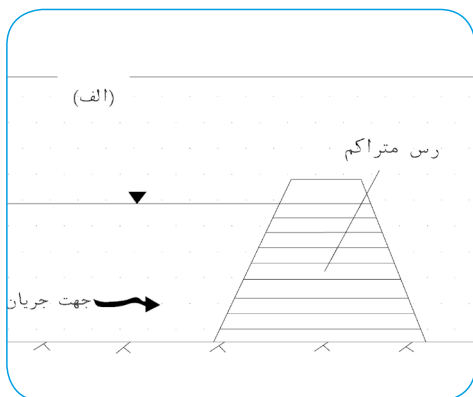
به ذکر است لوله های انتقال آب بصورت دوقله طراحی شده اند زیرا باتوجه به وجود املاح در آب امکان دارد در دراز مدت لوله دچار گرفتگی ناشی از نشست رسوب شود. که در صورت وقوع این پدیده میتوان لوله ذخیره را فعال کرد. اگر چه امکان شستشوی لوله ها نیز وجود دارد.



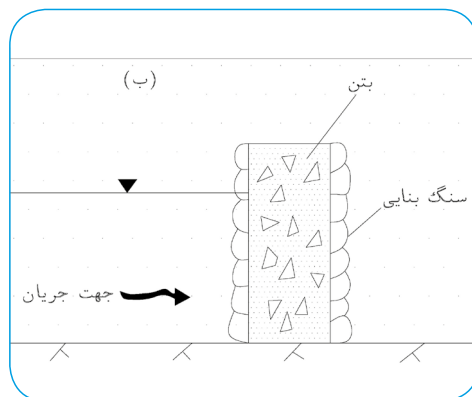
شکل ۴- مقطع عمود بر محور سد

رایج ترین مصالح برای اجرای سد زیرزمینی:

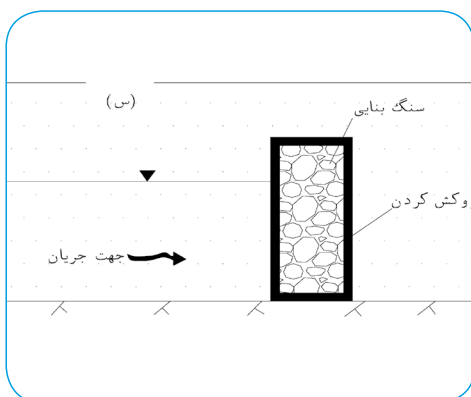
مصالح ساخت سدهای زیر زمینی آجر، رس متراکم، بتن و سنگ بنایی می باشد. برای پایین آوردن هزینه های اجرا استفاده از مصالح محلی همیشه در الویت قرار دارد. در شکل ۵- انواع مختلف مصالح سازنده سدهای زیر زمینی نشان داده شده است.



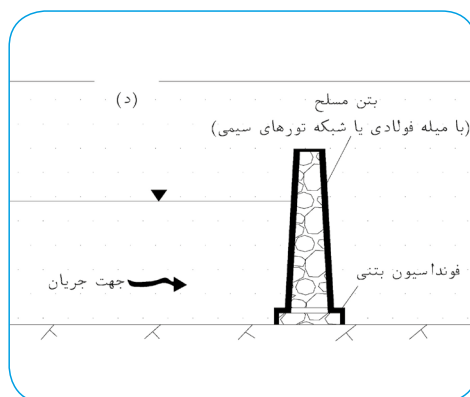
سد با دیوار رسی (clay dike)



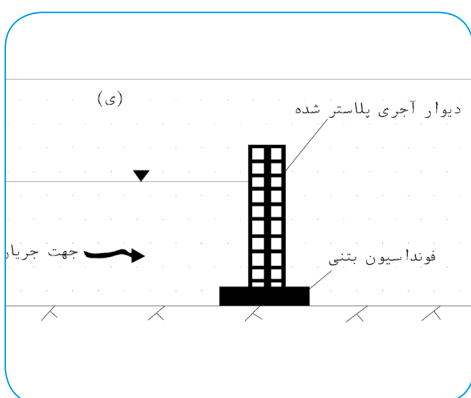
سد بتونی (concrete dam)



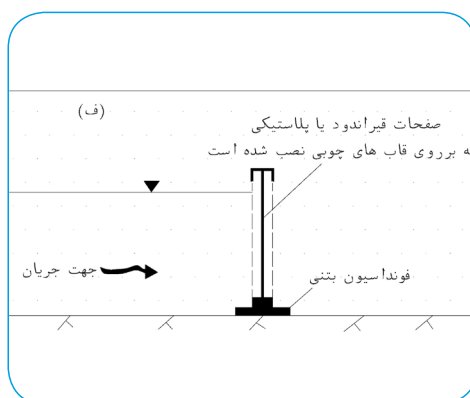
سد با سنگ بنایی و ملات (stone masonry dam)



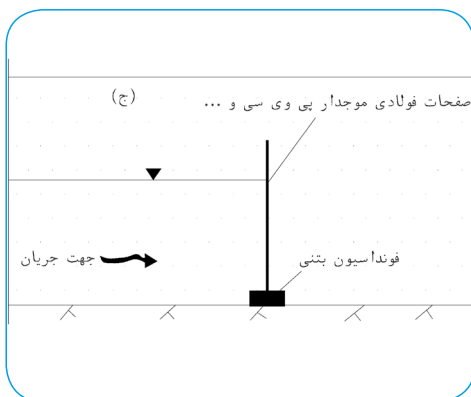
سد با مصالح آهن و بتن



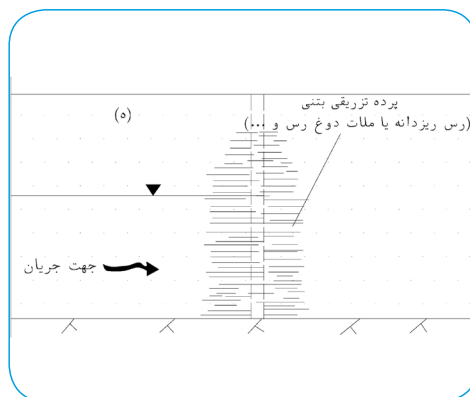
دیوار آجری (brick wall)



سد با صفحات غیر قابل نفوذ (plastic or tarred-felt sheets)



سد با صفحات فولاد یا پی وی سی (PV or PVC sheets of steel, corrugated)



سد با صفحات تزریقی (injection screen of)

شکل ۵- روشها و انواع مختلف مصالح سازنده سدهای زیر زمینی

بخش‌های مختلف یک سد زیرزمینی:

بدنه سد

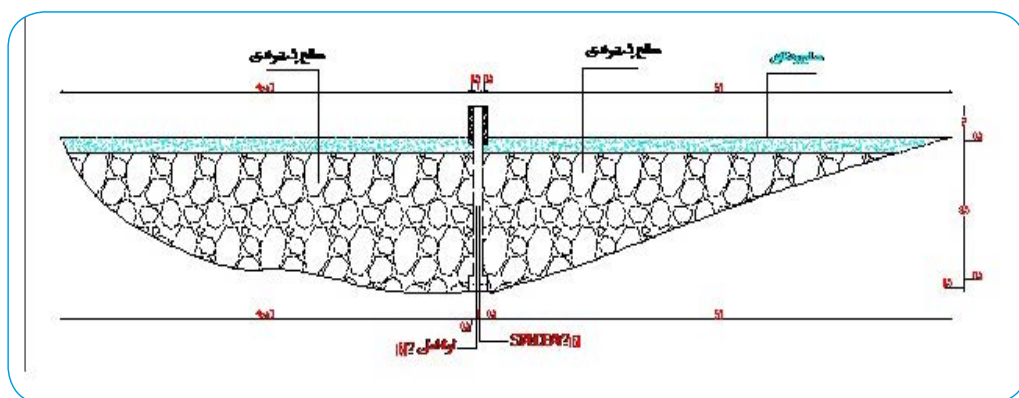
با توجه به پروفیل عرضی سنگ کف در محل احداث سازه حداکثر عمق سنگ کف تعیین می‌گردد. معمولاً میان تاج سازه و کف بستر آبراهه فاصله آزادی به مقدار حداقل ۱ متر رعایت می‌گردد. در مورد بدنه سد زیرزمینی راور با توجه به عمق نسبتاً زیاد سنگ کف فاصله آزاد ۲ متر مناسبتر می‌باشد. فاصله ۲ متر با توجه به حساسیت سازه فاصله مطمئنی محسوب می‌شود. با احتساب این موضوع ارتفاع حداکثر بدنه سازه مشخص می‌گردد.



شکل ۶- گودبرداری جهت احداث مخزن سد

بر اساس قوانین مکانیک خاک از جمله نیروهای وارد بر دیواره سد نیروهای خاک می‌باشد. شرایط طرح دیواره سد به طور کلی بهتر است به صورت در حال سکون (at rest) باشد. با توجه به اینکه در دو سمت دیواره خاک آبرفتی بستر رودخانه قرار می‌گیرد، حرکت جزئی دیواره به سمت جلو موجب پدید آمدن نیروهای محرک و مقاوم خاک می‌گردد. همچنین به علت آنکه نیروهای مقاوم خاک (در جلوی دیواره) به تنهایی چندین برابر نیروهای محرک خاک در پشت دیواره است، چنانچه حالت بروز نیروهای محرک و مقاوم که شامل حرکت جزئی دیواره است پیش آید، پایداری به طور قطع برقرار و بررسی پایداری بی مفهوم است. لیکن به این نکته توجه می‌گردد

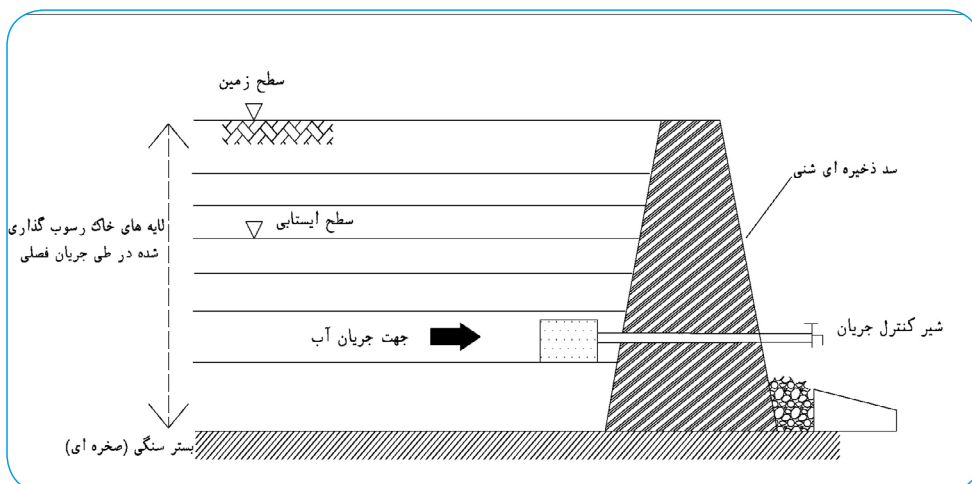
که بروز حالت مقاوم کامل در نیروی خاک جلوی دیواره در خاکهایی از جنس شن و ماسه مستلزم حرکت جانبی دیواره به میزان حدود $0/005$ تا $0/01$ ارتفاع دیواره است این در حالیست که برای بروز کامل نیروهای محرک خاک در پشت دیواره در این شرایط حرکت جانبی به میزان $0/001$ تا $0/004$ ارتفاع دیواره کفایت می نماید. بنابراین وقوع کامل این دو نیرو هم زمان نبوده و همین مسئله موجب می شود در صورت در نظر گرفتن این دو نیرو با هم در طراحی، دیواره برای حصول شرایط پایدار مستلزم حرکت جانبی نسبتاً زیادی باشد. حرکتی به مقدار فوق در مصالح ترد و شکننده ای نظیر سنگ و سیمان و یا حتی بتن می تواند منجر به ایجاد ترک و فرار آب گردد. از آنجایی که در چنین سدهایی امکان بازرسی و تعمیرات بدنه در صورت بروز ترک پس از اجرا وجود نداشته و در صورت لزوم با هزینه های سنگین همراه است، بنابراین بهتر است شرایط طرح دیواره سد به صورت در حال سکون و با اطمینان بیشتر صورت گیرد. در این حالت از فشارهای جانبی خاک بدلیل برابر بودن در دو سمت دیواره سد صرف نظر می گردد. شکل ۷- مقطع موازی بر محور سد را نشان می دهد. شرایط بارگذاری در این حالت به صورت فشار هیدرواستاتیک آب در پشت سازه به همراه نیروی زیر فشار است.



شکل ۷- مقطع موازی بر محور سد

چاهک ذخیره آب

برای برداشت آب از سدهای زیر زمینی غالباً دو راهکار مورد استفاده قرار می گیرد. راهکار اول استفاده از لوله در بدنه سازه است که این روش بیشتر در مورد سدهای شنی ذخیره ای و یا سدهایی که موقعیت توپوگرافی آنها به نحوی باشد، که با امتداد دادن لوله بتوان در محل مناسبی، انتهای آنرا به خارج از آبرفت هدایت نمود، استفاده می شود. در سدهای مدفون که ارتفاع زیادی دارند غالباً از چاهک در مخزن سازه استفاده می شود. در اینحالت با قرار دادن لوله مشبک در داخل آبرفت آب به داخل آن تراوش نموده است. (طرح شماتیک در شکل ۸- ملاحظه می گردد.)



شکل ۸- استفاده از لوله در بدنه سازه

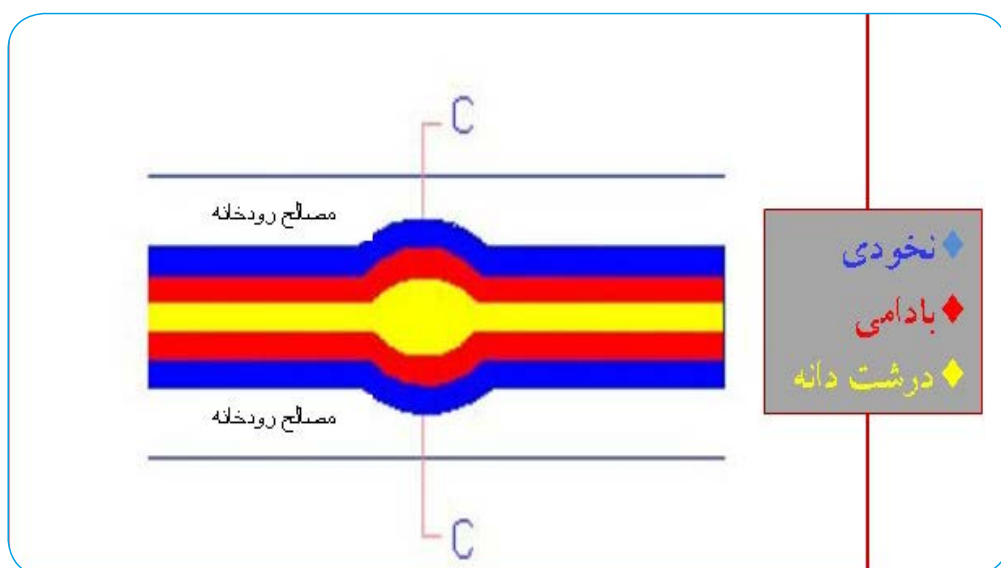
لوله معمولاً توسط شکافهای به عرض ۱ و طول ۱۰ و فواصل ۲۰ سانتیمتر به صورت مشبک در می آید. در انتهای مرحله گودبرداری و در محل حداکثر عمق مقطع لوله به صورت عمودی توسط یک سکوی کوتاه مهار می گردد. جنس سکو می تواند از مصالح سنگ و ملات انتخاب شود. دور تا دور لوله مصالح فیلتر از نوع شن مناسب به ضخامت حدود ۰/۵ متر ریخته خواهد شد. در این مورد می توان از شن بادامی تمیز استفاده نمود. (شکل ۹)



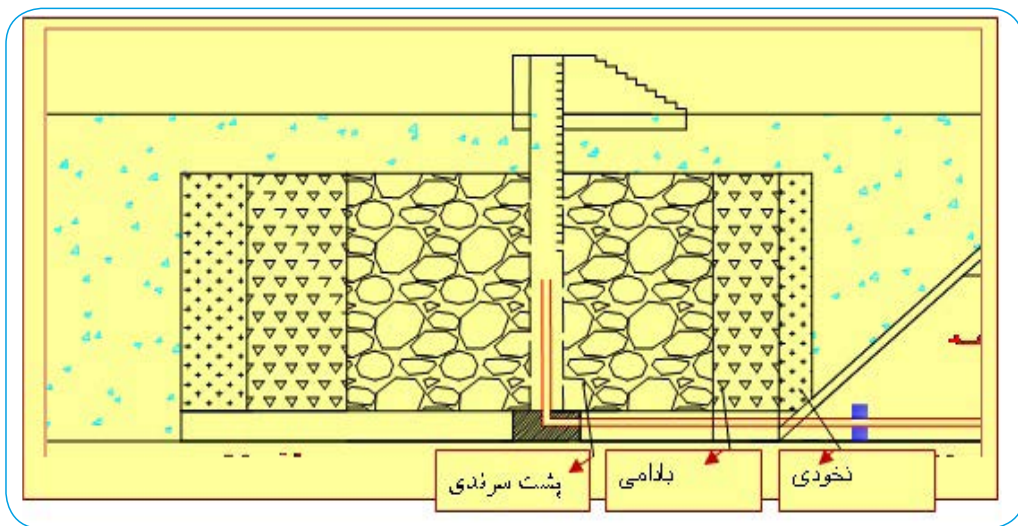
شکل ۹- چاهک ذخیره آب در سد راوړ

مصالح مناسب جهت فیلتر کردن آب در اطراف چاهک

برای فیلتر کردن آب اطراف چاهک مطابق شکل ۱۰- مصالح درشت دانه و بعد از آن از مصالح بادی و سپس از مصالح نخودی استفاده می شود تا در حد ممکن آب شفاف تری برای استفاده وارد لوله مشبک گردد.



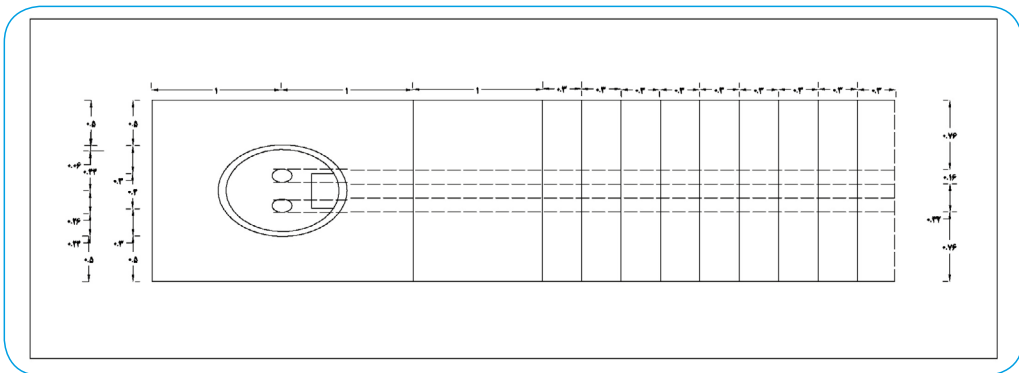
شکل ۱۰- پلان چاه و سیستم زهکش



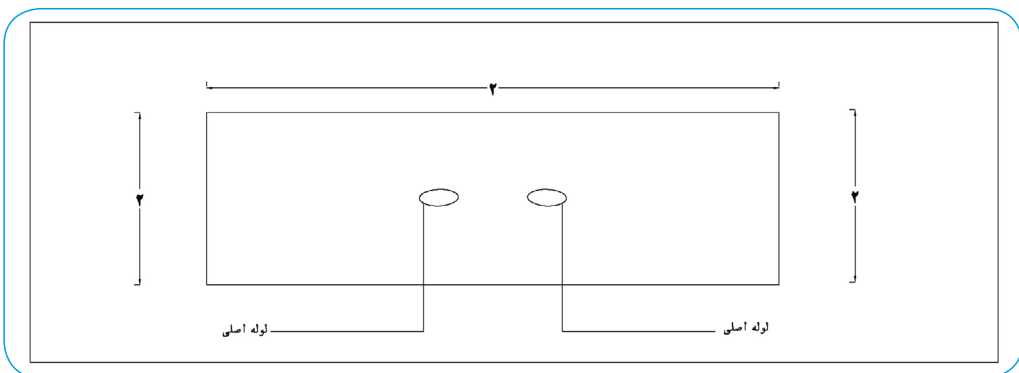
شکل ۱۱- نوع مصالح فیلتر برای چاهک در سد زیرزمینی راور

لوله انتقال آب با شیر تنظیم

سیستم انتقال آب در بعضی از سدهای زیرزمینی مانند سد زیرزمینی راور، بصورت ثقلی می باشد. در این سیستم آب ذخیره شده در مخزن سد از طریق سیستم زهکش توسعه داده شده، بدرون چاه جمع آوری مشبک و متخلخل وارد و از آنجا از طریق لوله ای که از زیر بدنه سد عبور کرده به محل مصرف هدایت می شود. در انتهای لوله شیر و فلکه نصب شده تا در مواردی که نیاز به مصرف آب نباشد، امکان بستن و مسدود کردن جریان آب و ذخیره آن در مخزن سد فراهم آید. لازم به ذکر است که لوله های انتقال آب بصورت دوقلو طراحی شده اند زیرا با توجه به وجود املاح در آب امکان دارد در دراز مدت لوله دچار گرفتگی ناشی از نشست رسوب شود. در شکل ۱۲ و ۱۳ چاه جمع آوری کننده آب نشان داده شده است. در صورت وقوع گرفتگی لوله اول می توان لوله ذخیره را فعال کرد اگر چه امکان شستشوی لوله ها نیز وجود دارد.



شکل ۱۲- پلان چاه جمع آوری کننده آب



شکل ۱۳- پلان فنداسیون بتنی چاه جمع آوری کننده آب

سنگ کف مناسب

ضخامت و نوع آبرفت مخزن سد یکی از پارامترهای مهم تعیین کننده جهت اطمینان از امکان ذخیره آب در فضاهای متخلخل آبرفت و نیز اطمینان از سهولت اجرای سد زیر زمینی است. جهت تعیین ارتفاع سنگ کف مطالعات ژئوالکتریک و به طور اخص سونداژهای ژئوالکتریک صورت می گیرد. (شکل ۱۴) با ترسیم داده‌های ژئوتکنیک و ترسیم گرافهای مربوطه عمق سنگ کف در محل سونداژها مشخص میشود و نقشه‌های هم عمق سنگ کف و هم ضخامت آبرفت ترسیم می گردد. به عنوان نمونه ضخامت آبرفت (عمق سنگ کف) در محل سد پیشنهادی راین طبق اطلاعات حاصل از سونداژهای

حدود ۱۶ متر می باشد. ضخامت آبرفت در محل گزینه پیشنهادی دیگر برای سد راین ۲۱/۵ متر می باشد.



شکل ۱۴-انجام آزمایشات ژئوالکتریک در محل سد

بررسی تأثیر احداث سد بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی ساکنین منطقه:

همان گونه که پیشتر ذکر شد اهالی روستاها بسیار منتظر انجام چنین کارهایی مانند احداث سدهای زیرزمینی هستند. این امر بدان علت است که خود آنها هم از اثرات چنین کارهایی آگاهی دارند. آنها می دانند که تأمین آب می تواند حیات را به سرزمین آنها بازگرداند. تنها سرمایه ی کشاورز زمین کشاورزی است و تنها سرمایه ی زمین آب برای آبیاری. انتظار می رود که با احداث این سد، برداشت مناسب آب از آن، و انتقال مناسب آن تا محل بهره برداری مشکل کم آبی این مناطق تا حدی برطرف گردد. این کار می تواند بیش از جنبه ی اجرایی، جنبه ی ترویجی داشته باشد. هم اکنون احداث سدهای زیرزمینی در نقاط دیگر دنیا بر عهده ی کشاورزان محلی گذاشته می شود. بازده مناسب این نوع سدها می تواند مشوقی برای مشارکت بیشتر مردم منطقه در اجرای این چنین طرح های باشد.

در گفتگو با جوانان روستاها، تنها موردی که خواستار آن بودند حمایت و مشارکت دولت برای تأمین آب لازم جهت کشاورزی بود. این کار سبب می شود تا مردم به نقش

و حمایت دولت در بخش کشاورزی امیدوار شده و مشکلاتی از قبیل مهاجرت و بیکاری نیز حل شود.



شکل ۱۵- تبدیل آب زیرقشری به آب سطحی برای استفاده ساکنین راین

منابع:

- ۱- امینی زاده بزنجانی، محمد رضا. (۱۳۹۲). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی کاربرد سدهای زیرزمینی در بهره برداری از جریانات زیرسطحی در آبراهه های فصلی منتهی به کویر (مطالعه موردی سد زیرزمینی راور)
- ۲- صفی نژاد، جواد و دادرس، بیژن. (۱۳۷۹)، «سد زیرزمینی قنات و ذروان میمه اصفهان»، مؤسسه ملی گنجینه آب ایران.
- ۳- امینی زاده بزنجانی، محمد رضا. (۱۳۷۹). سد خاکی زیرزمینی کندر کهنوج الگویی مناسب جهت کاهش اثرات خشکسالی، اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی.
- ۴- لشکری پور، غ. ل.، رستمی بارانی، ح. ر. و صداقت خواهی، ح. (۱۳۸۶). ارزیابی زیست محیطی منطقه ای زمین بر اثر افت سطح آب زیرزمینی در دشت های بحرانی ایران، مجموعه مقالات اولین کنگره زمین شناسی کاربردی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، جلد یک، صفحات ۴۳۸-۴۳۲.
- ۵- نبوی، م. ح. (۱۳۵۶). دیباجه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور.
- ۶- نیلسون، اکه. (۱۳۸۲). سدهای آب زیرزمینی جهت تامین آب در مقیاس کوچک، ترجمه جواد طباطبایی یزدی، سعید نبی پی لشکریان، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، وزارت جهاد کشاورزی.
- ۷- کمیته امور آب سازمان جهادسازندگی کرمان، مطالعات سد زیرزمینی کندر کهنوج (۱۳۶۹)،

«8-Ground water Dams «www.rainwaterharvesting.org

9-Obayashi cooperation», effective utilization of ground water resources», Civil engineering technical department, TOKYO, Japan

10-Advanced soil Mechanics , Braja.M. Dos MCGRAW- HPLL .INTERNATINAL EDITIONS, 1990

11-DESIGN OF SMALL DAMS, UNITED STATES DEPARTMENT

«OF THE INTERIOR BUREAU OF RECLAMATION

12-Civil Engineering handbook», V.N.VAZIRANI and S.P CHANDO-
.LA, new Dehli

13-Smart Water Harvesting Solutions by NWP,)2007 0 (the Nether-
lands Water Partnership

14-Brazil, Kenya: Subsurface Dams to Augment Groundwater Stor-
age in sement Terrain for Human Subsistence¹

*Authors: Stephen Foster & Albert Tuinhof December 2004

15-Artificial recharge of groundwater in hard rocks with special
reference to India

B. B. S. SINGHAL Department of Earth Sciences, University of-
Roorkee, Roorkee 247667, India

16-Subsurface dams to harvest rainwater— a case study of the
Swarnamukhi River basin, Southern India

.Raju, N. Janardhana; Reddy, T. V. K.; Munirathnam, P

:22-Further informations can be found through

Acacia institu www.acaciainstitute.nl

AFPR www.afpro.org

Agromisa www.agromisa.org