گروه احياءمناطق خشك و كوهستاني
دانشكده منابع طبيعی
دانشگاه تهران

منابع و مسائل آب در ایران

علیرضا مقدم نیا

آمار و ارقام مهار آبهای سطحی توسط سدها

- آبهای سطحی از مهمترین منابع تامین آب مصرفی در بخشهای مختلف کشاورزی ، صنعت ، معدن و شرب کشورمان است.
- در حال حاضر حدود 94 درصد آبهای بهره برداری شده از منابع مختلف در سطح کشور به مصرف آبیاری می رسد.
- در حال حاضر سالانه نزدیک به 25 میلیارد متر مکعب از آبهای سطحی کشور توسط 25 سد مخزنی کنترل و تنظیم می شود.
- حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان: سالانه بالغ بر 16.6 میلیارد متر مکعب آب در این حوضه (حدود 36 درصد کل جریانهای سطحی این حوضه و بیش از 67 درصد کل آبهای مهار شده در سطح کشور) عمدتا توسط دو سد شهید عباسپور (کارون) و دز تنظیم می شود.
- حوضه آبریز مرکزی: بیش از 3 میلیارد متر مکعب در این حوضه (حدود 45 درصد جریان سطحی این حوضه) توسط سدهای مخزنی عمدتا سدهای اطراف تهران (سدهای کرج و لتیان)، سد زاینده رود در اصفهان و سد درود زن در استان اصفهان مهار می شود.

آمار و ارقام مهار آبهای سطحی توسط سدها

- حوضه آبریز دریای خزر: بالغ بر 3.8 میلیارد متر مکعب آب در این حوضه (بیش از 26 درصد کل جریانهای سطحی این حوضه) توسط سدهای سفیدرود ، ارس و لار تنظیم می شود.
- حوضه آبریز ارومیه: حدود 16 درصد کل جریانهای سطحی این حوضه تنظیم می شود.
- حوضه های آبریز هامون و سرخس: کمتر از 10 درصد کل جریانهای سطحی این حوضه ها تنظیم می شود.

❖ بطور کلی ، مجموعا حدود یک سوم کل پتانسیل آبهای سطحی کشور توسط سدهای مخزنی موجود مهار می شود.

سدهای زیرزمینی

- آبهای زیرزمینی از مهمترین منابع تامین آب مورد نیاز انسان خصوصا در مناطق خشک و کم آب می باشند.
- منشا اصلی آبهای زیرزمینی بارشهای جوی است.
- حجم آب شیرین زیرزمینی در خشکیها بالغ بر 10 میلیون کیلومتر مکعب برآورد می گردد (معادل 88 سال بارندگی در سطح خشکیهای کره زمین).
- آبهای زیرزمینی تنها 0.76 درصد کل آب کره را تشکیل می دهد اما بعد از یخچالها بزرگترین ذخیره آب شیرین کره زمین می باشند.

سدهای زیرزمینی(GROUND WATER DAMS)

- بر خلاف سدهای مرسوم (سدهای ذخیره ای سطحی) برای ذخیره آب که معمولا بر روی عرض رودخانه یا نهر ساخته شده و آبهای سطحی را جمع آوری کرده و در بالادست مخزن سد ذخیره می کنند ، سدهای زیرزمینی جریان آب زیرزمینی را قطع کرده و سبب ذخیره شدن آب در زیر سطح زمین می گردند.
- همچنین ممکن است سدهای زیرزمینی مانند سازه های جمع آوری آب عمل کنند و جریان آب زیرزمینی را برای تغذیه سفره های جدید منحرف کنند و یا با محدود کردن جریان آب زیرزمینی ، سطح آب سفره ها را بالا برده که در این حالت برای پمپاژ قابل استفاده می باشد.
- روش اصلی احداث سد زیرزمینی ، ساخت سد در شیار حفاری شده در عرض دره یا بستر رودخانه است.

اجزای یک سد زیرزمینی

- دیوار آب بند (اولین گزینه مناسب خاک رس)
- مجرای تخلیه کننده تحتانی (لوله ای با قطر مناسب در داخل دیوار سد)
- سرریز
- چاه برداشت آب بالادست

سدهای زیرزمینی(GROUND WATER DAMS)

- **منافع سدهای زیرزمینی:**

✓ کاهش یا توقف تلفات (افت های) ناشی از تبخیر

✓ در مخازن سطحی ، تجمع رسوب و رشد گیاهان موجب کاهش مقدار ذخیره می شود.

✓ در مخازن سطحی ، آب ذخیره شده مستعد آلوده شدن است.

✓ در ذخیره سطحی ، سطح زمین به مخزن سد اختصاص داده شده ، در حالیکه در سدهای زیرزمینی ، سطح زمین در بالای آب ذخیره شده می تواند برای منظورهای گوناگون مورد استفاده قرار گیرد.

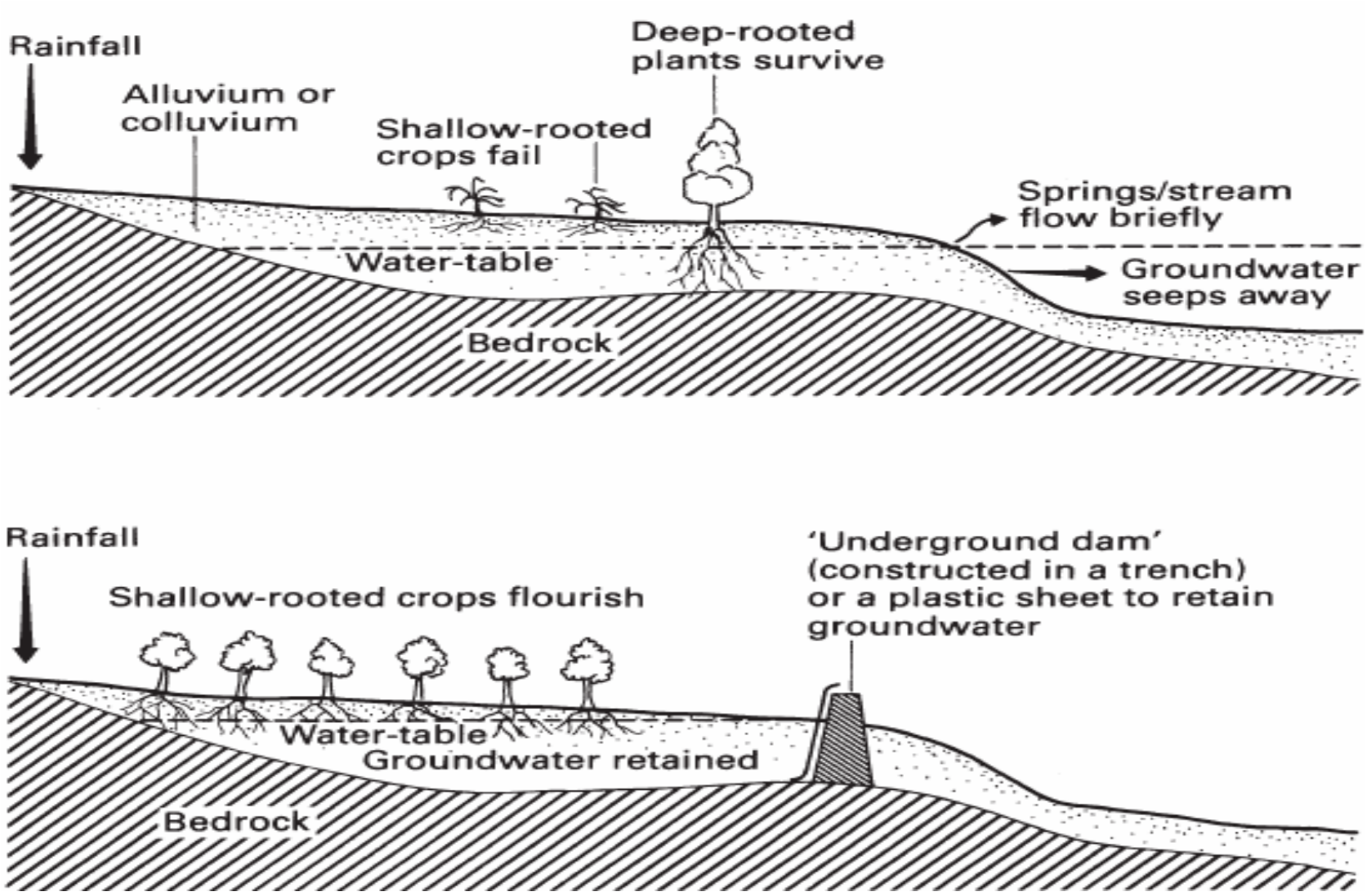
✓ در سدهای زیرزمینی از خطر شیوع بیماریها نظیر بیماری تب حلزونی و زادآوری پشه جلوگیری می شود.

✓ احداث سدهای زیرزمینی خیلی ارزان قیمت بوده و می توانند آب را برای دوره های خشکسالی در خود ذخیره نمایند.

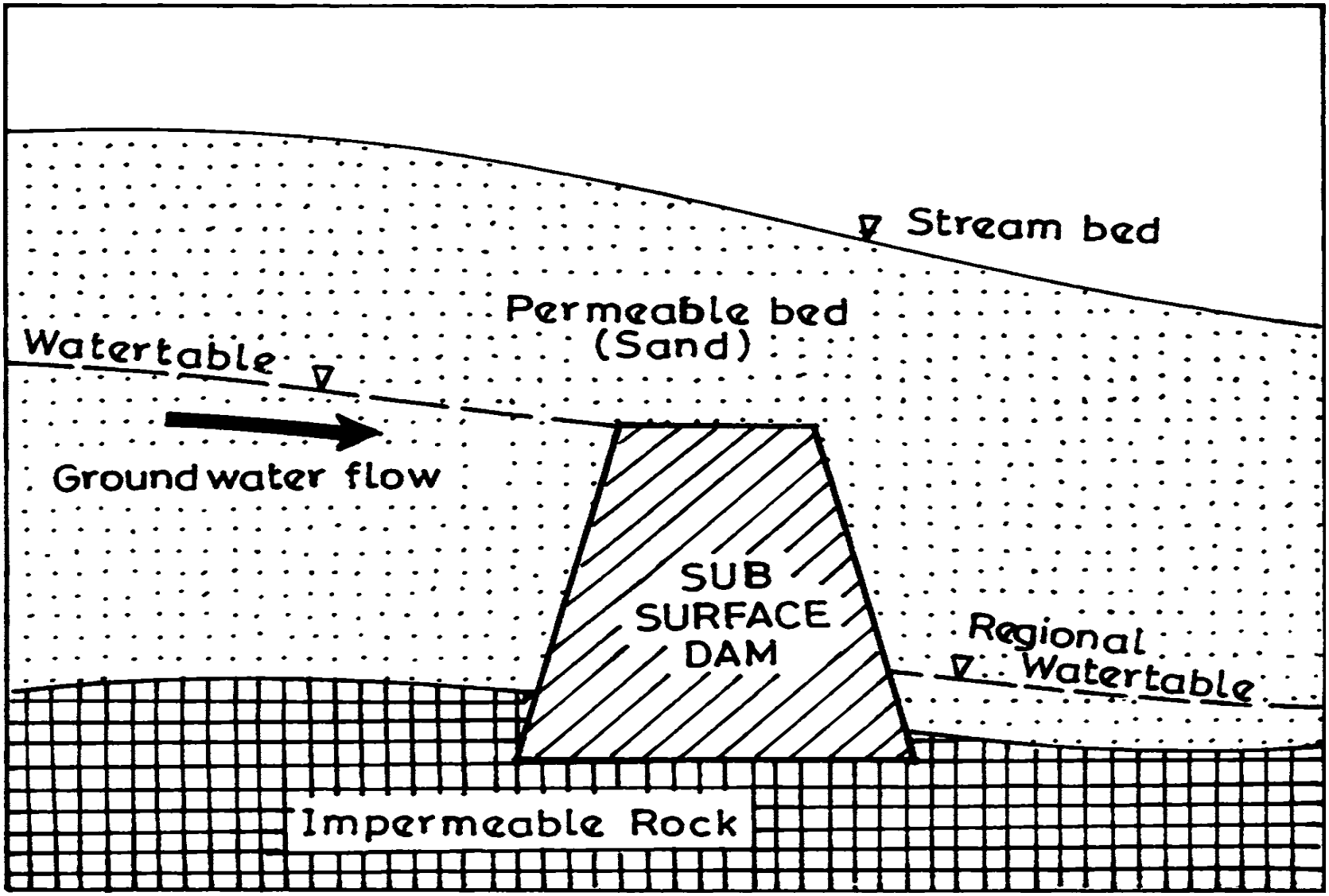
موارد مصرفی آب سدهای زیرزمینی

- معمولا آب ذخیره شده در پشت سدهای زیرزمینی برای شرب و یا آبیاری استفاده می شود ، بجز در مواردی که جهت اهداف صنعتی استفاده می شود.

سدهای زیرزمینی



سدهای زیرزمینی



انواع سدهای زیرزمینی (GROUND WATER DAMS)

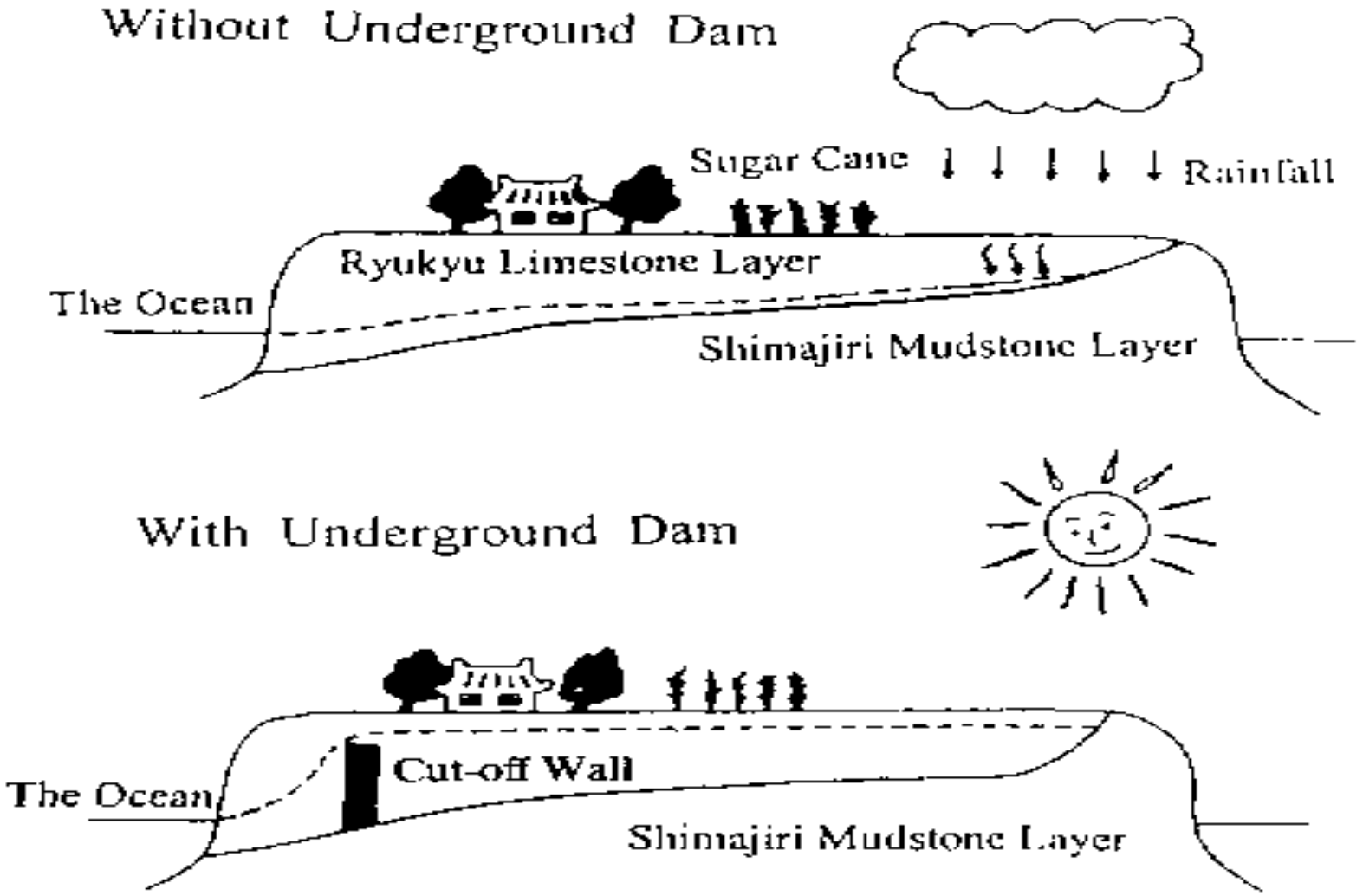
1. **سدهای زیرزمینی حفاظتی:** به شرط وجود یک سفره آب زیرزمینی و با هدف فراهم آوردن شرایط مدیریت و بهره برداری مطمئن تر ، بهتر و بیشتر احداث می شوند. معمولا در شرایطی توصیه می شوند که در مجاورت سفره آب ، منابع آب شور نظیر دریا ؛ سفره آب زیرزمینی با کیفیت بسیار پائین و یا تشکیلات دارای املاح زیاد وجود داشته باشد.

انواع سدهای زیرزمینی(GROUND WATER DAMS)

سدهای زیرزمینی حفاظتی به *دو طریق زیر سفره آب شیرین را محافظت می کنند:*

1. ***هیدرولیکی : الف)*** *حرکت آب شور بطرف سفره آب شیرین با تزریق آب شیرین به مرز بین دو سفره و ایجاد گرادیان هیدرولیکی در جهت آب شیرین به آب شور قطع می گردد.* ***ب)*** *پمپاژ آب با کیفیت نه چندان مطلوب از منطقه انتقالی بین دو سفره به خارج و حذف گرادیان هیدرولیکی آب شور به آب شیرین قطع می گردد.*
2. ***سازه ای:*** با احداث یک مانع نظیر یک پرده آب بند ژئوتکستایل یا بتون پلاستیک ، یک دیواره بتونی ، یک خاکریز متراکم و یک دیواره با مصالح ساختمانی مانند آجر یا سنگ و... ، جریان آب بین دو سفره قطع می گردد.

سدهای زیرزمینی



انواع سدهای زیرزمینی (GROUND WATER DAMS)

2. **سدهای زیرزمینی مخزنی:** به منظور تشکیل یک مخزن زیرزمینی احداث می شوند. در این حالت معمولا سفره ای وجود ندارد ولی شرایط تشکیل آن فراهم می باشد. در واقع با احداث یک سد زیرزمینی مخزنی ، سفره آب زیرزمینی محصور و کوچکی تشکیل می گردد که بهره برداری از آن کاملا تحت کنترل خواهد بود. این نوع سدها در بستر رودخانه ها و ترجیحا خشکه رودها احداث می شوند. جریان زیرسطحی رودخانه توسط سد متوقف و در مخزن آبرفتی بستر رودخانه محبوس شده و تشکیل یک سفره آب زیرزمینی محدود را می دهد.

انواع سدهای زیرزمینی(GROUND WATER DAMS)

احداث سدهای زیرزمینی مخزنی به مناطق کم آب یا دارای اقلیم خشک ندارد و در بسیاری از کشورهای اروپایی ،آفریقایی و آسیایی (نظیر ژاپن) ساخته شده اند. سدهای زیرزمینی مخزنی معمولا از نوع سازه ای بوده و بسته به شرایط محل و دسترسی به مصالح و قیمت آنها ، نوع سد تعیین و طراحی می شود. در کشورمان ، با توجه به شرایط اقتصادی و امکانات و تکنولوژی موجود ، انواع خاکی و یا سنگ و سیمان ترجیح داده می شود.

انواع سدهای زیرزمینی(GROUND WATER DAMS)

3. **سدهای زیرزمینی انحرافی:** با هدف آبگیری جریانهای زیر سطحی طراحی و احداث می شوند. در شرایطی که حجم آبرفت کم بوده و قابلیت ذخیره سازی جریان زیرقشری را نداشته باشد، ساخته می شوند. در این حالت، با احداث سد زیرزمینی انحرافی، تمام و یا بخشی از جریان زیرقشری استحصال شده و به وسیله سیستم انتقال مناسبی به محل مصرف انتقال داده می شود.

انواع سدهای زیرزمینی(GROUND WATER DAMS)

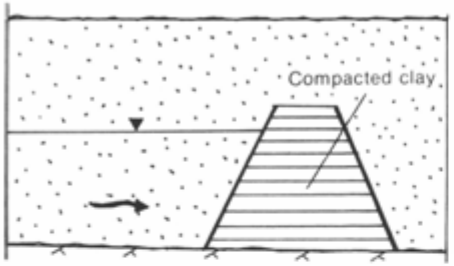
- سدهای زیرزمینی ممکن است دو نوع باشند:

➢ سدهای زیرسطحی: در زیر سطح زمین احداث می شوند و جریان طبیعی سفره ها را نگه می دارند.

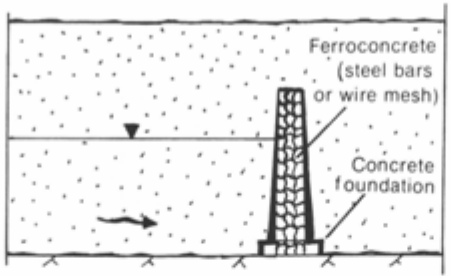
➢ سدهای ذخیره شنی: آب را در رسوباتی که به بوسیله خود سد جمع آوری شده ، نگهداری می کنند.

انواع سدهای زیرسطحی (Sub-Surface Dams)

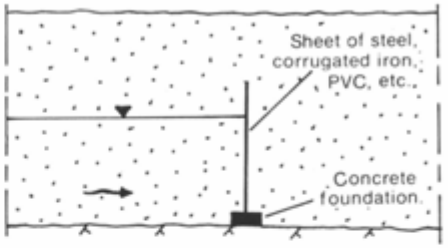
Types of Sub-Surface Dams



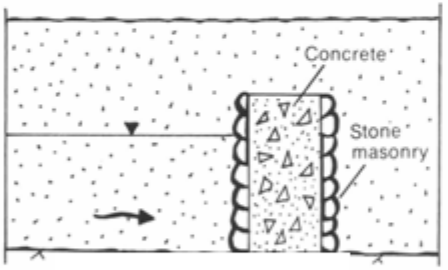
a) Clay dike



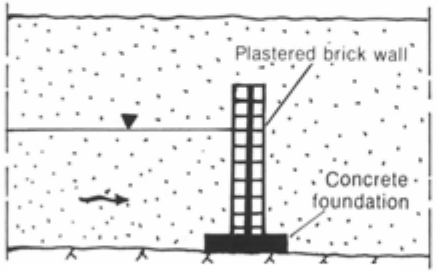
d) Reinforced concrete dam



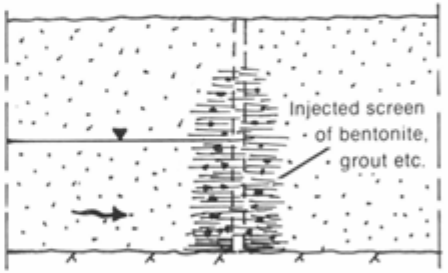
g) Corrugated iron, steel, or PVC sheet



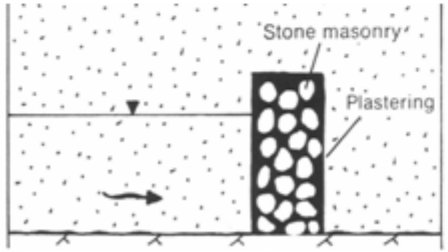
b) Concrete dam



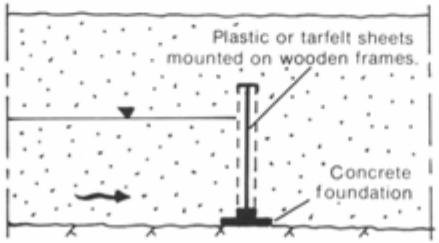
e) Plastered brick wall



h) Injection screen



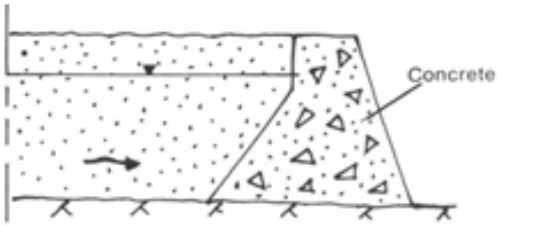
c) Stone masonry dan



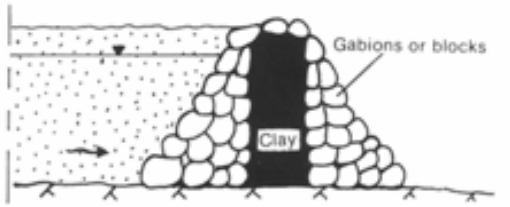
f) Plastic or tarred-felt sheets

(Nilsson, 1988)

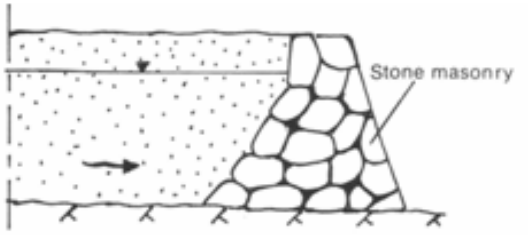
انواع سدهای ذخیره شنی (Sand-Storage Dams)



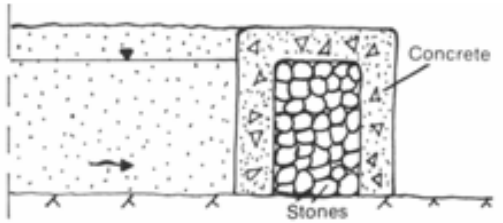
a) Concrete sand-storage dam



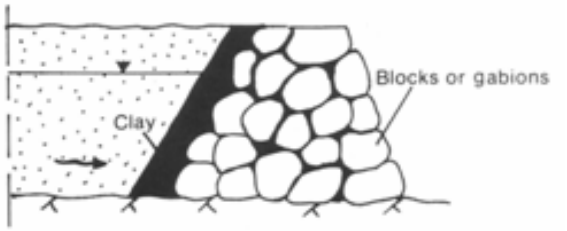
d) Gabion sand-storage dam with clay core



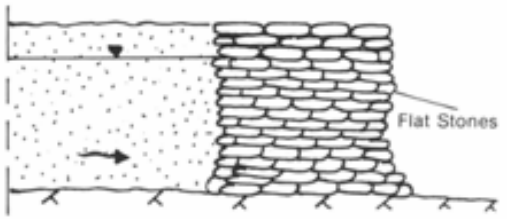
b) Stone masonry sand-storage dam



e) Stone-fill concrete sand-storage dam



c) Gabion sand-storage dam with clay cover



f) Stone storage dam

(Nilsson, 1988)

مکانهای مناسب برای احداث سدهای زیرزمینی مخزنی

- ✓ دشت های میانکوهی
- ✓ خروجی دامنه های کوهستانی منتهی به کویر یا دریا
- ✓ خروجی رودخانه ها از دامنه های کوهستانی به سفره های عمیق
- ➢ در بسیاری از مناطق مرکزی کشور ، دبی جریانهای زیرسطحی آبراهه های فصلی نقش مهمی در بیلان سفره های آب عمیق پائین دست ندارند ، از این رو ، در صورت وجود سایر شرایط لازم ، می توانند نقاط مناسبی برای احداث سدهای زیرزمینی مخزنی باشند.
- ➢ در اراضی بد (Bad land) که املاح محلول و یا مواد شیمیایی مضر نظیر گوگرد و یا مواد سمی سبب کاهش کیفیت آب جریانهای زیرسطحی می شوند ، احداث این نوع سدها ، علاوه بر توسعه و مدیریت منابع آب ، موجب ارتقای کیفیت آب می شود.

ضوابط مکان یابی سدهای زیرزمینی مخزنی

- ✓ وجود جریان زیرسطحی کافی (اولین شرط لازم برای احداث سد زیرزمینی مخزنی)
- ✓ وجود لایه غیرقابل نفوذ به عنوان کف و دیواره های مخزن ، پی و جناحین دیواره سد
- ✓ وجود لایه آبرفت درشت دانه با نفوذپذیری و ضریب ذخیره ویژه بالا در بالادست محل احداث سد
- ✓ عمق سنگ کف در مخزن و محل سد (وجود سنگ کف محل سد در عمق حدود 20 متر یا کمتر)
- ✓ وجود شرایط ژئومرفولوژیکی مناسب (دشت های میان کوهی که باعث کاهش ابعاد سد شده و نسبت حجم مخزن به سطح سد را به میزان قابل توجهی افزایش می دهند.)
- ✓ شیب توپوگرافی حداقل باشد (معمولا بین 0.2 تا 4 درصد ، اما در مواردی حداکثر شیب بین 10 تا 16 درصد است)
- ✓ سفره های آبرفتی عمیق و سفره هایی که بستر رودخانه آنها از شن و یا سنگریزه تشکیل شده باشد.

نمونه سدهای زیرزمینی احداث شده در سطح کشور

- سد خاکی زیرزمینی کهنوج استان کرمان
- سد زیرزمینی سمته استان کرمان
- سد زیرزمینی چاه کورو استان کرمان
- سد زیرزمینی روپاز استان کرمان
- سد زیرزمینی تهرود استان کرمان
- سد زیرزمینی راور 1 استان کرمان
- سد زیرزمینی راور 2 استان کرمان
- سد زیرزمینی خوشابرود استان سمنان
- سد زیرزمینی چلیم استان سمنان
- سد زیرزمینی حرمک
- سد زیرزمینی قزوین
- سد زیرزمینی بازیاب استان اصفهان

مهار آبهای سطحی

تغذیه مصنوعی (Artificial Recharge)

- تغذیه مصنوعی در مقابل تغذیه طبیعی قرار دارد که طی آن ، آب حاصل از بارش و رواناب سطحی بدون دخالت انسان به آبخوان می رسد.

- تغذیه مصنوعی: یکی از طرق جلوگیری از هدر رفت سیلابها و آبهای سطحی اضافی ، تغذیه آنها به زیرزمین و ذخیره آنها در لایه های آبدار است.

مهار آبهای سطحی

تغذیه مصنوعی (Artificial Recharge)

- تغذیه مصنوعی را می توان عملیات طراحی شده انسان برای انتقال آب از سطح زمین به داخل آبخوان تعریف کرد.

- بسیاری از مطالعات صورت گرفته می دهند که ذخیره آب در لایه های آبدار خصوصا در مناطق خشک و نیمه خشک اقتصادی تر از ذخیره آب در مخازن سطحی نظیر سدها است.

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- روشهای افزایش تراوش
- روشهای پخش سطحی
- تغذیه مصنوعی بوسیله چاه ها
- تغذیه مصنوعی بوسیله قنات ها
- تغذیه واداری {روش غیر مستقیم}

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- **روشهای افزایش تراوش:** با انجام عملیاتی که بر روی ناهمواری سطح زمین ، شیب ، پوشش گیاهی و غیره تاثیر می گذارد ، میزان تراوش آب به زمین افزایش داده می شود. در این روش ، منظور آن است که زمان و سطحی که از آن رواناب سطحی به داخل زمین تراوش می کند ، افزایش پیدا کند.

- در این روش ، سراشیبهای سطح حوضه آبریز یا بستر آبراهه ها را می توان مورد استفاده قرار داد. مانند: بندهای کوچک سنگی و سیمی

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- **روشهای پخش سطحی:** در این روش ، آب (سیلابهای یک رود فصلی) به سمت حوضچه ها یا استخرهای ساخته شده منحرف می شود (حوضچه های تغذیه یا حوضچه های تراوش) تا از کف نفوذپذیر آنها به داخل زمین تراوش کند. قبل از ورود آب به این حوضچه ها ، به یک حوضچه رسوبگیر وارد می شود تا بخش اعظم مواد رسوبی آن ته نشین گردد. فاصله بین چاه های بهره برداری از حوضچه های تراوش طوری در نظر گرفته می شود که آب قبل از پمپاژ ، یک حداقل زمان (مثلا یک سال) در زیرزمین نگه داشته می شود.

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- روشهای پخش سطحی در برخی از نقاط کشور از جمله دشت قزوین، گرمسار و ورامین اجرا شده است.

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- **روشهای تغذیه مصنوعی بوسیله چاه ها:** در این روش تغذیه مصنوعی را می توان از طریق چاه های آبکشی معمولی یا چاه های تغذیه ای که برای همین منظور حفر گردیده اند ، انجام داد. این روش برای تغذیه لایه های آبدار تحت فشار ، یا برای تغذیه لایه ای آبدار آزاد زمانی که یک لایه نفوذ ناپذیر گسترده بین سطح زمین و لایه آبدار وجود دارد و وقتی که زمین کافی در دسترس نباشد یا زمین گران قیمت باشد ، مورد استفاده قرار می گیرد.

✓ **چاه تغذیه** چاهی است که آب را از سطح زمین به لایه های آبدار زیرزمینی انتقال می دهد. در واقع در این چاه ها جریان آب بر عکس چاه های آبکشی معمولی است.

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- **روشهای تغذیه مصنوعی بوسیله قنات ها:** در این روش ، تزریق کردن آب در مجاری قنات های خشک شده صورت می گیرد.

❖ قنات های خشک شده در اثر فروریختن بخشهایی از قنات یا پایین رفتن عمومی سطح ایستابی ، دیگر قابل استفاده نیستند.

❖ این روش بهترین روش برای تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی در مناطق خشک بخصوص حواشی کویرها می باشد.

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- **تغذیه واداری یا تغذیه القایی:** این روش در مواردی کاربرد دارد که تاسیسات استخراج آب به صورت گالری یا رشته ای از چاه های کم عمق در فاصله نسبتا نزدیکی از یک رودخانه یا دریاچه و به موازات آنها قرار داده شود.

❖ با استخراج از این تاسیسات ، سطح ایستابی پایین می رود و در نتیجه موجب واداشتن حرکت آب از رودخانه یا دریاچه بطرف سفره می شود.

- اهداف تغذیه واداری:

1. تغذیه آبخوان با آب رودخانه که برای مصارف مورد نظر پمپاژ می شود ، بدون هیچگونه تاسیسات تغذیه
2. تصفیه آب رودخانه ضمن عبور از سفره به طرف تاسیسات استخراج آب

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- در تغذیه واداری ، می توان از چاه ها ، گالری های نفوذی (تونل های افقی نفوذپذیر برای جمع آوری آب زیرزمینی) و چاه های جمع کننده شعاعی (شامل یک چاه قائم اصلی به قطر زیاد همراه با تعدادی چاه افقی در کف آن که در آبخوان حفر می شود و غالبا آبدهی خیلی زیادی دارد) ، که خیلی نزدیک به منابع سطحی قرار دارند و از آن تغذیه می شوند ، به عنوان وسیله ای برای تغذیه مصنوعی استفاده کرد.

مهار آبهای سطحی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- در تغذیه واداری ، مقدار آبی که در آبخوان تغذیه می شود ، به عوامل زیر بستگی دارد:

1. دبی پمپاژ
2. هدایت هیدرولیکی
3. نوع تاسیسات استخراج آب
4. فاصله از رودخانه
5. حرکت طبیعی آب زیرزمینی

روشهای مختلف تغذیه مصنوعی

- در عملیات تغذیه مصنوعی ، بجای ذخیره آب در مخاز سطحی ، آب در مخازن زیرزمینی ذخیره می شود. برای این منظور می بایست به نکات زیر توجه نمود:

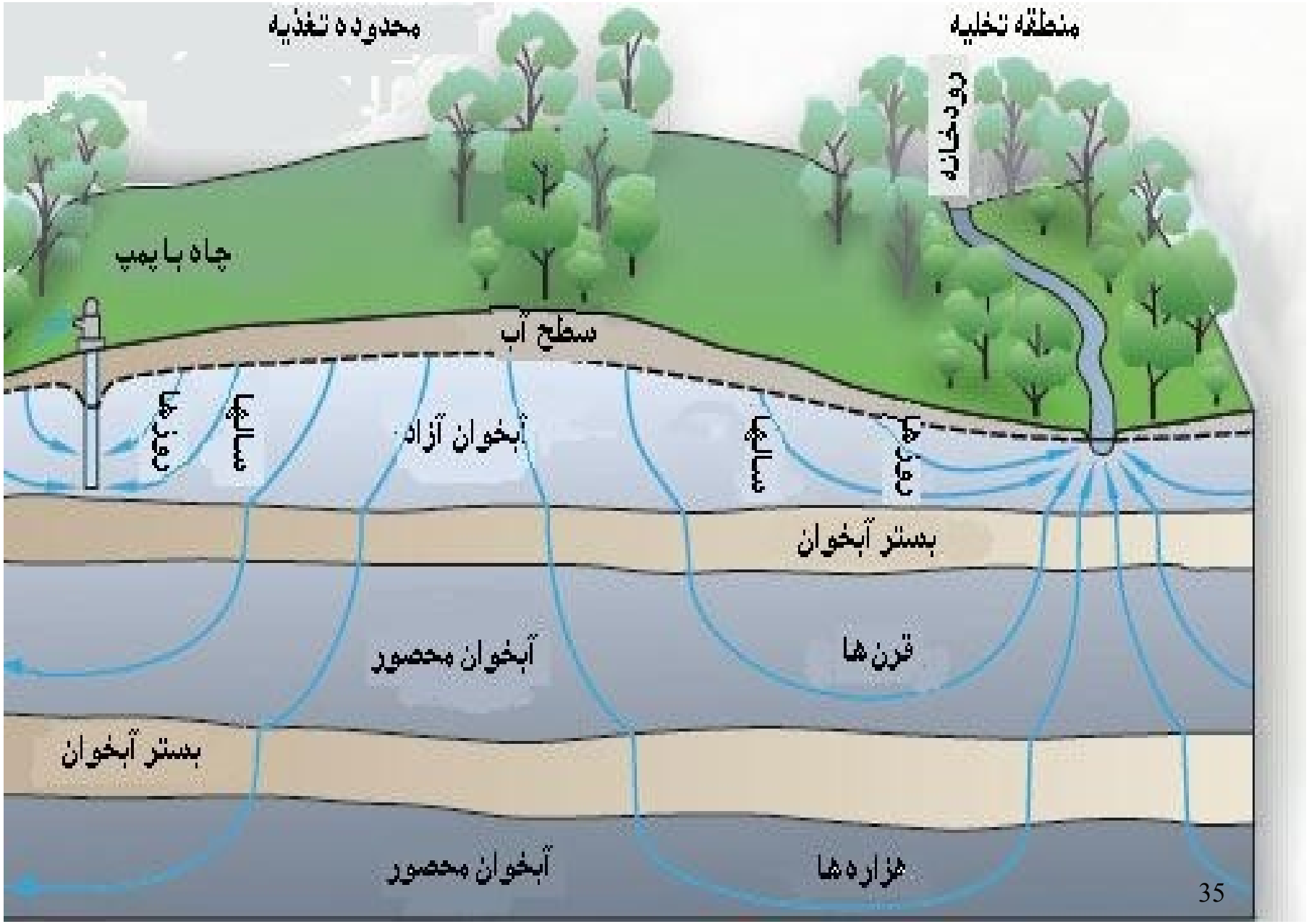
✓ در دسترس بودن زمین برای ایجاد استخرهای تغذیه مصنوعی یا هزینه حفر چاههای تغذیه

✓ هزینه حفر چاههای بهره برداری

✓ بهای انرژی مصرفی

✓ اتلاف آب بر اثر تبخیر و تعرق در صورت خیلی نزدیک بودن تراز آب به سطح زمین

✓ اتلاف آب ذخیره شده بواسطه حرکت آب زیرزمینی


محدوده تغذیه
منطقه تخلیه
رودخانه
چاه با پمپ
سطح آب
چشمه
سال‌ها
آبخوان آزاد
سال‌ها
چشمه
بستر آبخوان
آبخوان محصور
قنات‌ها
بستر آبخوان
آبخوان محصور
مزارع‌ها

روشهای بهره برداری از منابع آب زیرزمینی کشور

1. **چاه:** حفره ای استوانه ای شکل و قائم است که با استفاده از وسائل مختلف از سطح زمین تا منطقه اشباع آب زیرزمینی حفر می گردد و در نتیجه آب از منافذ رسوبات و سنگها به چاه جریان پیدا می کند و در آن جمع می شود. در کشورمان ، چاهها بر حسب عمق به انواع کم عمق ، نیمه عمیق و عمیق تقسیم می شوند.

2. **قنات (کاریز):** یک مجرای زیرزمینی تقریبا افقی کم شیب (کوره یا پشتکار) همراه با تعدادی چاه قائم (میله) است که در زمین حفر می شود تا آب زیرزمینی خود به خود در سطح زمین جریان یابد. قنات در واقع نوعی زهکش زیرزمینی است که آبهای زهکشی شده را به سطح زمین می آورد. قناتها را در رسوبات آبرفتی خصوصا رسوبات دانه درشت و نفوذپذیر مخروط افکنه های دامنه کوهها حفر می کنند. طول قناتهای کشور از چند صد متر تا دهها کیلومتر تغییر می کند و آبدهی آنها از چند لیتر تا چند صد لیتر تغییر می کند (متوسط آبدهی قناتهای کشور بیش از 9 لیتر بر ثانیه).

روشهای بهره برداری از منابع آب زیرزمینی کشور

3. چشمه: آب زیرزمینی را بطور طبیعی به سطح زمین منتقل می کنند. در اثر عواملی نظیر برخورد گسل یا دایک با سطح زمین ، وجود درز و شکاف زیاد در سنگ و راه یافتن آنها به سطح زمین ، وجود مجاری انحلالی زیاد در سنگهای آهکی و راه پیدا کردن آنها به سطح زمین ، قطع شدن سطح ایستابی توسط سطح زمین در دامنه یک کوه یا دیواره یک رودخانه ، حاصل شکستگیهایی که تا اعماق زیاد پوسته زمین امتداد دارند و نظایر آن بوجود می آیند. آبدهی چشمه ها غالبا دارای نوسان است (آبدهی متوسط حدود 8 لیتر در ثانیه).

در کشورمان چشمه های متعدد و بیشماری نظیر چشمه های آب گرم لاریجان ، آب اسک و استراباکو در اطراف دماوند ، سرعین ، ویلادره و قوتورسویی در طراف سبلان وجود دارند.

حجم کل آب تخلیه شده سالانه کشور توسط چاهها ، قنوات و چشمه ها

- در کشورمان ، کل حجم آب تخلیه شده سالانه کشور توسط چاهها ، قنوات و چشمه ها حدود 53.3 میلیارد مترمکعب می باشد (بر اساس آمار وزارت نیرو تا سال آبی 71-1370) .
- از کل تخلیه سالانه بیش از 70% توسط چاهها ، حدود 15% توسط قناتها و کمتر از 15% توسط چشمه ها صورت می گیرد.

تعداد و حجم تخلیه سالانه منابع آب زیرزمینی مختلف در

حوضه های آبریز کشور در سال آبی 71-1370

(ماخذ: بولتن وضعیت منابع آب کشور،وزارت نیرو، 1373)

حوضه آبریز	چاه عمیق		چاه نیمه عمیق		قنات		چشمه		جمع تخلیه سالانه
	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	
دریای خزر	14944	1964	53773	1323	2906	521	18413	1428	5236 (10% کل تخلیه از منابع آب زیرزمینی کشور)
خلیج فارس و دریای عمان	9343	2780	31272	2960	3201	963	4902	4312	11015 (20% کل تخلیه از منابع آب زیرزمینی کشور)
ارومیه	3196	859	26122	620	1768	254	961	159	1892 (3.5% کل تخلیه از منابع آب زیرزمینی کشور)
مرکزی	42279	17701	62808	6712	16592*	5427	6392	1701	31541 (59% کل تخلیه از منابع آب زیرزمینی کشور)
هامون	715	397	2933	177	1803	423	523	78	1074 (2% کل تخلیه از منابع آب زیرزمینی کشور)
سرخس	4217	1993	1270	39	1152	370	419	140	2542 (4.8% کل تخلیه از منابع آب زیرزمینی کشور)
کل کشور	74694	25693	178178	11831	27422	7958	31610	7817	53300

* بیش از 60% تعداد کل قناتهای کشور

مسائل و مشکلات بهره برداری از منابع آب زیرزمینی کشور

- ✓ در بسیاری از دشت های حوضه مرکزی ایران ، برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی سبب افت سطح آب زیرزمینی شده است. مناطقی نظیر دشتهای سیرجان ، رفسنجان ، یزد ، اردکان ، زرند کرمان ، شهر بابک ، خاتون آباد ، سمنان ، ایوانکی ، گرمسار ، اراک ، زرند ، ساوه ، شهریار ، کرج ، ورامین ، اصفهان ، شهرضا ، نجف آباد ، کاشمر ، اکثر دشت های حوضه آبریز کویر لوت و برخی از دشتهای حوضه مهارلو-بختگان با مسئله افت سطح آب زیرزمینی مواجه اند.
- ✓ در مناطق کرمان ، رفسنجان و زرند سطح ایستابی بین سالهای 1350 تا 1360 به ترتیب 6.5 ، 7.5 و 8 متر افت کرده است.
- ✓ در قسمتهایی از حوضه آبریز دریاچه ارومیه ، رسوبات تبخیری موجب شور شدن آبهای زیرزمینی خصوصا در حواشی دریاچه ارومیه و مسیر تلخه رود شده است. بهره برداری بیش از حد از دشتهای این حوضه مانند دشت شبستر-تسوج سبب افت دائمی سطح ایستابی گردیده است.

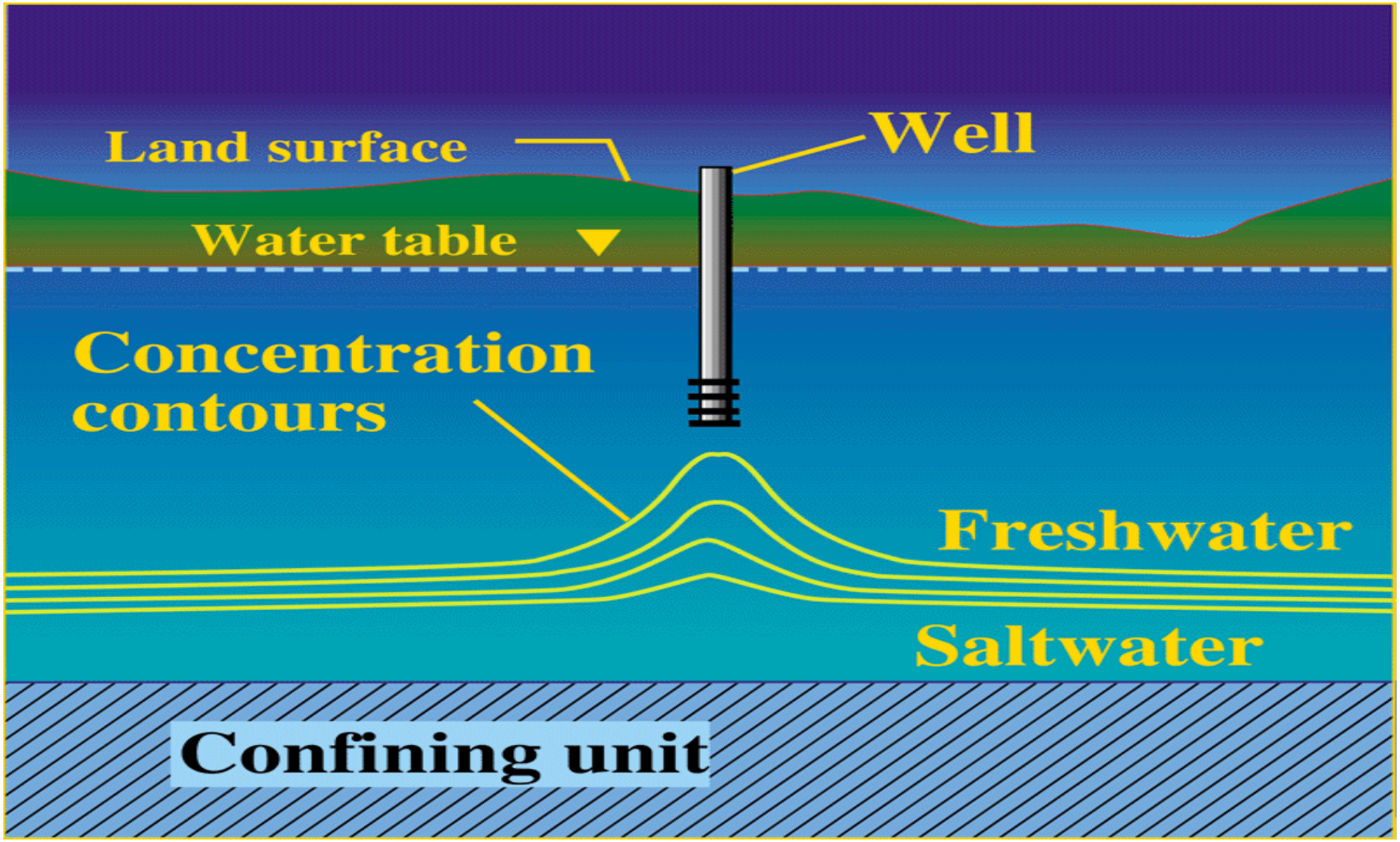
مسائل و مشکلات بهره برداری از منابع آب زیرزمینی کشور

- ✓ در بیشتر نقاط حوضه آبریز دریای خزر ، با توجه به فراوانی بارندگی و تغذیه زیاد مخازن آب زیرزمینی و همچنین برداشت کم از این مخازن ، افت سطح آب زیرزمینی مشاهده نمی شود. ولی بهره برداری از منابع آب زیرزمینی در این حوضه می بایست با دقت کافی صورت گیرد تا موجب پیشروی جبهه آب شور به طرف سفره های آب شیرین نگردد.
- ✓ در حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان ، بیش از 39% از تخلیه آبهای زیرزمینی توسط چشمه ها صورت می گیرد. در دشت خوزستان جز در مناطق محدود حفر چاه یا قنات صورت نمی گیرد. در برخی از مناطق مانند دشت های جهرم و فسا بواسطه برداشت بیش از حد از آب زیرزمینی ، افت دائمی سطح آب ایستابی وجود دارد. در بخشهایی از سفره های ساحلی ، برداشت زیاد از آب زیرزمینی موجب پیشروی آب شور دریا در سفره ها گردیده است. در حوضه آبریز دریای عمان ، بهره برداری توسط چاههای نیمه عمیق و عمیق صورت می گیرد.

مسائل و مشکلات بهره برداری از منابع آب زیرزمینی کشور

- ✓ در حوضه آبریز سرخس ، امروزه بیشترین بهره برداری با استفاده از چاههای عمیق صورت می گیرد. دشت مشهد بیشترین میزان بهره برداری را به خود اختصاص داده است.به استثنای دشت دره گز در بقیه دشتهای ای حوضه به علت برداشت زیاد از آب زیرزمینی ، سطح ایستابی در حال افت می باشد. دشتهای مشهد ، فریمان ، تربت جام ، تایباد و فردوس به عنوان مناطق ممنوعه اعلام شده اند.
- ✓ در حوضه آبریز هامون ، میزان بهره برداری از منابع آب زیرزمینی نسبتا کم است. تعداد چاهها در این حوضه کمتر از یک درصد کل کشور است. علت بهره برداری نسبتا کم در این حوضه ، محدودیت منابع آب زیرزمینی می باشد. دشتهای حوضه عموما حالت کویری دارند. با این اوصاف ، به استثنای دشت زابل که توسط رود هیرمند آبیاری می شود ، منبع اصلی تامین آب مصرفی ، آب زیرزمینی است. در حوضه آبریز هامون بواسطه برداشت بیش از اندازه در تعدادی از دشتها نظیر دشتهای قاین و خواف ، سطح آب زیرزمینی در حال افت است.

پیشروی آب شور (Saltwater Intrusion)



خشکی و خشکسالی

خشکی نوعی ویژگی دائمی آب و هوائی یک منطقه است و دلالت بر شرایطی دارد که بارندگی و آب قابل دسترس دائما زیر حد نرمال است.

خشکسالی ویژگی دائمی منطقه نیست و در هر رژیم اب و هوائی میتواند اتفاق بیفتد. خطرات ناشی از خشکسالی خیلی بیشتر از خشکی است. خشکسالی در اثر تکرار مداوم به خشکی تبدیل می شود.

خشکسالی (Drought)

- خشکسالی یکی از بلای طبیعی مرموز است که از کمبود بارندگی نسبت به مقدار مورد انتظار یا نرمال ناشی میشود به هنگامی که که در یک فصل یا بیشتر تداوم یابد و برای جوابگویی تقاضاهای فعالیتهای بشری و محیط زیست ناکافی باشد.

- خشکسالی به خودی خود بلا محسوب نمی شود. اینکه خشکسالی بلا به شمار آید به تأثیر آن بر مردم و محیط زیست یک منطقه بستگی دارد. بنابراین ، راه درک و فهم خشکسالی ، درک ابعاد اجتماعی و طبیعی آن است.

خشکسالی (Drought)

- **خشکسالی یک بخش نرمال از اقلیم است تا انحراف از اقلیم نرمال (Glantz, 2003).**
- **خشکسالی از چند جهت با سایر بلایای طبیعی متفاوت است.**

1) یک بلای طبیعی با روند آهسته و کند است که اغلب از آن به عنوان یک پدیده ی خزنده یاد می شود (ژیلت ، 1950). به علت طبیعت خزنده ی خشکسالی ، اثرات آن به آهستگی در یک دوره ی مداوم و ثابت زمانی ، تجمع می یابند. بنابراین تعیین شروع و پایان خشکسالی مشکل است و دانشمندان و سیاستمداران اغلب در اصول (معیارها) برای بیان پایان خشکسالی ، با هم موافق نیستند.

خشکسالی (Drought)

2) عدم وجود یک تعریف دقیق و بطور همگانی پذیرفته شده از خشکسالی ، باعث سردرگمی بیشتر در این مورد شده است که آیا خشکسالی وجود دارد و اگر چنین است درجه ی شدت آن چقدر است ؟

3) اثرات خشکسالی غیرساختاری هستند و در یک محدوده ی جغرافیایی بزرگتری نسبت به سایر بلایای طبیعی مانند سیلاب ، طوفانهای گرمسیری و زلزله ها گسترش می یابند. این موضوع ، همراه با طبیعت خزنده ی خشکسالی تعیین کمّی اثرات خشکسالی را می طلبد و ممکن است آن را نسبت به سایر بلایای طبیعی متمایز و مبارزه با آن را مهمتر جلوه دهد.

خشکسالی(Drought)

- خشکسالی یک انحراف موقت اقلیمی است ، بر خلاف خشکی که یک ویژگی دائمی اقلیم می باشد.
- خشکی فصلی (Seasonal aridity) ، به عبارت دیگر یک فصل خشک مشخص نیز بایستی از خشکسالی متمایز شود.
- خشکسالی را اغلب باید به عنوان یک وضعیت نسبی تعریف کرد تا یک وضعیت مطلق. این مطلب در مناطق کم باران و پرباران و در حقیقت در تمام اقلیم ها رخ می دهد. تجربیات ما پیشنهاد می کند که دانشمندان ، سیاستمداران و مردم ، خشکسالی را اغلب به مناطق خشک ، نیمه خشک و نیمه مرطوب نسبت می دهند. در واقع ، خشکسالی در بسیاری از کشورها ی واقع در نواحی خشک و مرطوب رخ می دهد و اغلب بر پایه سالانه است. شدت ، کانون و اندازه ی منطقه تحت تأثیر خشکسالی ، بطور سالیانه تغییر می کند.

خشکسالی (Drought)

خشکسالی می تواند به عنوان یک کاهش (Reduction) موقت(Temporary) ، برگشت پذیر (Recurring)

در بارندگی یک منطقه تعریف گردد.

کلمات کلیدی عبارتند از: ‘temporary’, ‘reduction’ , ‘recurring’

Reduction : دلالت بر این دارد که سطوح آب کمتر از آنچه که نرمال در نظر گرفته می شود ، گردد.

Recurring : دلالت دارد بر اینکه خشکسالی ها بخش نرمالی از چرخه اقلیمی هستند (بنا بر این خشکسالی ها

رویدادهای غیرنرمال نیستند). اما مقادیر حدی نسبتا با خاتمه کوتاه (low-end extremes) در تغییرات نرمال

در تامین آب هستند.

طبقه بندی خشکسالی

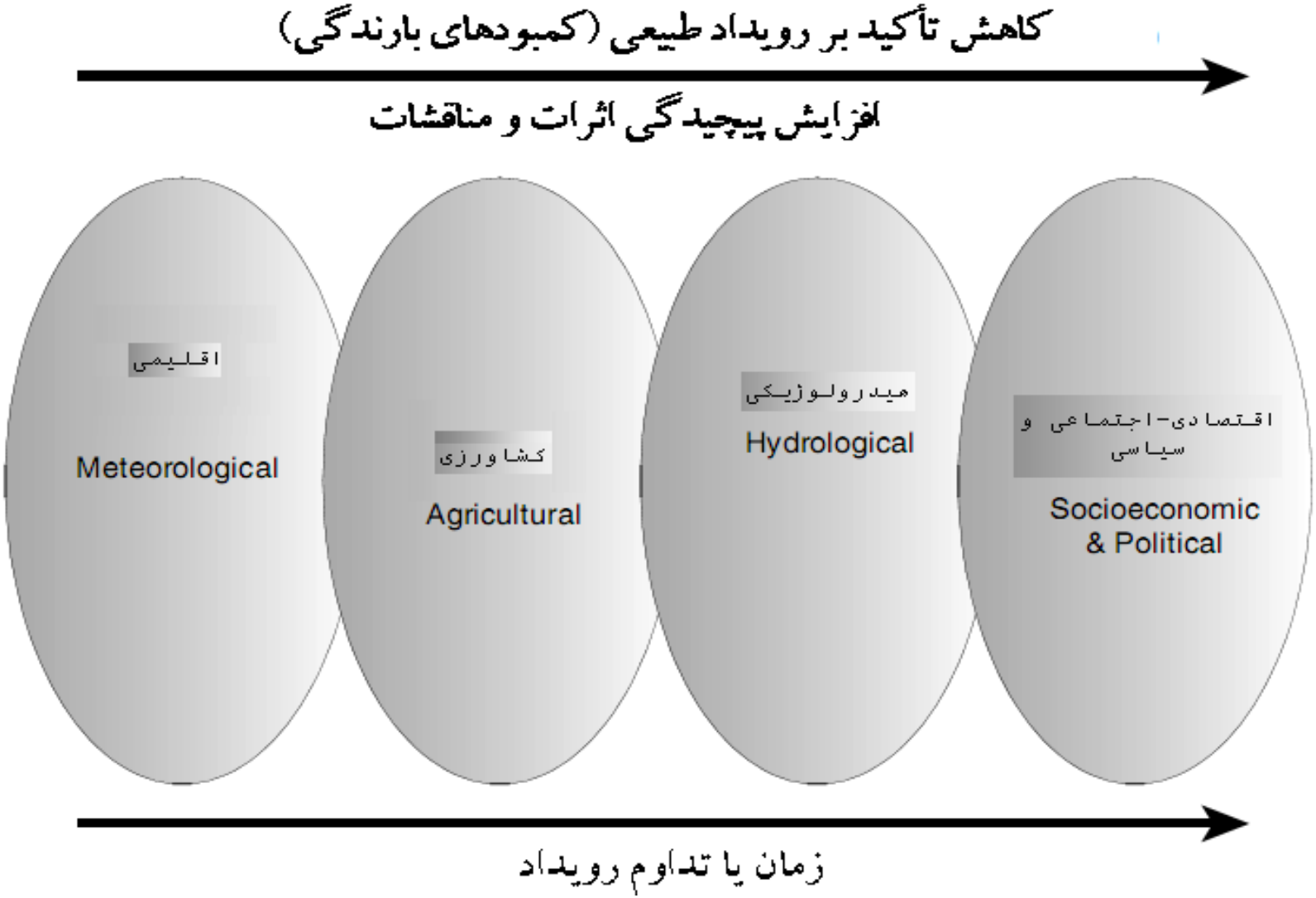
- خشکسالی هواشناسی در صورتیکه بارندگی پایین تر از بارندگی در حد انتظار (میانگین بلندمدت) در منطقه باشد.

خشکسالی هیدرلوژیکی با کاهش معین سطح آب و نتیجه خشک شدن دریاچه ها، رودخانه ها، سدها و غیره مربوط می باشد.

خشکسالی کشاورزی (زراعی) موقعی است که رطوبت خاک برای رشد یک محصول کافی نباشد که این موضوع نیز ناشی از کاهش میزان در طول سال زراعی و یا عدم توزیع زمانی مناسبی بارش باز می گردد یعنی اینکه اگر بارندگی در حد نرمال باشد ولی در موقع نیاز گیاه این بارندگی رخ ندهد نیز می تواند نوعی خشکسالی زراعی محسوب گردد.

ابعاد طبیعی و اجتماعی خشکسالی

(National Drought Mitigation Center, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA.)



انواع خشکسالی (Drought)

انواع خشکسالی اصلی عبارتند از:

1.خشکسالی هواشناسی (Meteorological drought) : تنها بر حسب کمبود بارش به مقادیر مطلق برای یک دوره معین تعریف می شود.

2.خشکسالی اقلیمی (Climatological drought) : بر حسب کمبود بارش به درصد مقادیر نرمال تعریف می شود.

3.خشکسالی جوی (Atmospheric drought): نه تنها بر حسب کمبود بارندگی ، بلکه بر حسب دما ، رطوبت و یا سرعت باد تعریف می شود.

4.خشکسالی کشاورزی (Agricultural drought) : اساسا بر حسب رطوبت خاک و رفتار گیاه تعریف می شود.

5.خشکسالی هیدرولوژیکی (Hydrologic drought) : بر حسب کاهش جریان رودخانه ، کاهش در ذخیره دریاچه یا مخزن و پائین آمدن تراز آب زیرزمینی تعریف می گردد.

6.خشکسالی اقتصادی-اجتماعی (Socio-economic drought) : هنگامی رخ می دهد که بواسطه کمبود مرتبط با آب و هوا در تامین آب ، تقاضا برای یک کالای اقتصادی از عرضه تجاوز می کند.

7.خشکسالی مدیریت آب (Water-management drought) : کمبودهای تامین آب در اثر ناتوانی عملیات یا تمهیدات مدیریت آب نظیر یک سیستم یکپارچه تامین و ذخیره سطحی یا زیرسطحی برای اتصال دوره های نرمال یا خشک غیر نرمال و ایجاد تعادل عرضه آب در سرتاسر سال را مشخص می کند (Matthai 1979).

خشکسالی(Drought)

- **پیش بینی های خشکسالی:** پیش بینی های فصلی غیر قابل اعتماد و فقدان ویژگی اطلاعاتی فراهم شده به وسیله پیش بینی ها ، استفاده از این اطلاعات را توسط کشاورزان و سایرین محدود می کند.
- **ابزارهای پایش خشکسالی:** شاخصهای کارامد و مناسبی برای پی بردن به شروع و پایان خشکسالی وجود ندارند ، اگرچه شاخص بارش استاندارد شده (SPI: Standardized Precipitation Index) به عنوان یک ابزار مهم و جدید پایش برای آشکار کردن وقوع اولیه خشکسالی ذکر شده است.

شاخص های خشکسالی (Drought Indices)

شاخص های خشکسالی برای نمایش دادن روندهای ذخیره (عرضه) آب ناحیه ای (زمانی و مکانی) سودمند هستند. همچنین شاخص های خشکسالی برای تعریف کردن شرایط فاجعه که شایسته مساعدت دولت هستند و اینکه کجا و چه موقع محدودیتهای اضطراری آب ممکن است نیاز باشد ، مفید می باشند. یکی از مهمترین شاخص های خشکسالی مورد استفاده بطور رایج عبارتند از:

شاخص بارش استاندارد شده (Standardized Precipitation Index): به عنوان اختلاف از میانگین برای یک دوره زمانی مشخص تقسیم بر انحراف معیار تعریف می شود که میانگین و انحراف معیار از داده های گذشته تعیین می شوند (McKee et al., 1993). خشکسالی هنگامی رخ می دهد که مقدار این شاخص بطور پیوسته به شدت 1- یا کمتر می رسد و هنگامی خشکسالی خاتمه می یابد که مقدار این شاخص مثبت می شود. گسترده ترین شاخص خشکسالی مورد استفاده در دنیا می باشد و تنها بر اساس داده های بارندگی می باشد.

کلاسهای شدت خشکسالی بر اساس شاخص بارش استاندارد شده

(Standardized Precipitation Index)

(کار مک کی و همکاران ،1993)

مقادیر SPI	طبقه ی خشکسالی	فراوانی تجمعی
0 تا 99/0-	خشکسالی ملایم	16 تا 50%
1- تا 49/1-	خشکسالی متوسط	8/6 تا 9/15%
50/1- تا 99/1-	خشکسالی شدید	3/2 تا 7/6%
2- یا کمتر	خشکسالی فوق العاده	کمتر از 3/2%

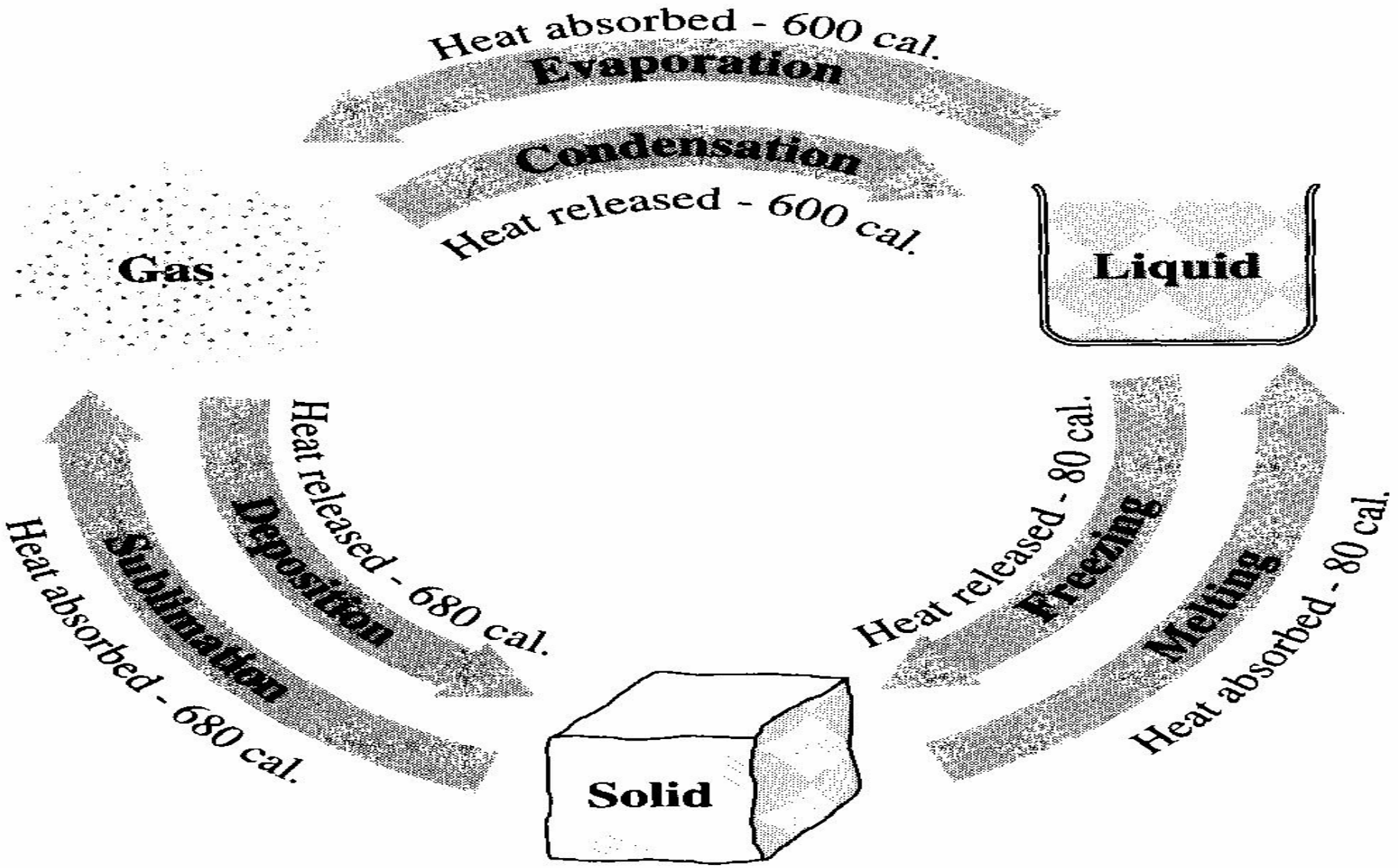
تبخیر

- یک عامل محدود کننده منابع آب در سطح کشور میزان تبخیر است.
- در بخشهای وسیعی از کشور میزان تبخیر نسبتا بالاست.
- در برخی از مناطق گرم و خشک کشور میزان تبخیر پتانسیل سالانه بیش از 3000 میلی متر است و ممکن است دهها برابر میزان بارندگی سالانه باشد.
- حدود 70% بارش در سطح کشور بر اثر تبخیر و تعرق مجددا به اتمسفر باز می گردد.

تبخیر

بیشترین مقدار تبخیر از سطح آزاد آب رخ می دهد (برای مثال تبخیر از سطح آب اقیانوسها دریاها مخازن سدها و غیره) اهمیت تبخیر از آنجا آشکار می شود که سالانه میلیونها مترمکعب آبهای شور و شیرین موجود در دریاها و دریاچه های طبیعی و دریاچه های مصنوعی سدها تبخیر یافته و به هدر می روند.

تبادل حرارتی به هنگام تغییر حالت آب از یک فاز به فاز دیگر



تمهیدات کاهش تبخیر

- Continuous Floating Covers
- Modular Covers
- Shade Structures
- Chemical Covers

پوشش شناور پیوسته (Continuous floating cover)

پوشش شناور پیوسته (Continuous floating cover)

- پوشش های پلاستیکی شناور پیوسته به عنوان یک دیواره نفوذ ناپذیر عمل می کنند.
- می توان به صرفه جویی بیش از 90% پوشش کامل سد دست یافت.
- اکثر این محصولات دارای هزینه سرمایه بالایی هستند.
- عمر تعویض و جایگزینی آنها بطور نمونه بین 10 تا 20 سال است.
- یکپارچگی ساختاری این محصول تحت شرایط باد و سطوح آب در حال نوسان حائز اهیمت است.
- کیفیت آب می تواند توسط اکسیژن محلول کاهش یافته ، نفوذ نور و تغییر در دمای آب تحت تاثیر واقع گردد که می تواند اثر مثبتی برای مثال در کاهش رشد جلبکها داشته باشد.
- مشکلات قابل ملاحظه در نصب این محصولات بر روی مخازن بزرگ (بیش از 5 هکتار)

سیستم پیمانه ای (Modular System)

- دامنه ای از اندازه ها بطور نمونه تا 3 متر مربع
- هزینه سرمایه خیلی بالا (بیش از 20 دلار به ازای هر متر مربع)
- ترمیم و تعویض پیمانه ها امکان پذیر است.
- بطور نمونه از مواد پلاستیکی ساخته می شود.
- معمولا می تواند تا 90% صرفه جویی برای یک سطح 100% پوشیده شده فراهم آورد.

سیستم پیمانه ای (Modular System)

روکش تیره (Shade Cloth Structure)

- معلق در بالای سطح آب با استفاده از کابلهای ایجاد کننده یک ساختار شبکه مانند با روکش تیره هم اندازه بین کابلها
- جریان آزاد اکسیژن را به آب مجاز می کند.
- صرفه جویی تبخیر 70% تا 80%
- در کاهش تبخیر به اندازه پوششهای شناور موثر نیست.
- اگر چه سرعت باد و عمل امواج را کاهش خواهد داد ولی سطوح اکسیژن ملول را تحت تاثیر قرار می دهد.
- رشد جلبک ممکن است کاهش یابد (بواسطه نفوذ کمتر نور).

(Shade Cloth Structure) روکش تیره

تک لایه مواد شیمیایی (Chemical Monolayer)

تک لایه مواد شیمیایی (Chemical Monolayer)

- به عنوان یک روش کم هزینه برای کاهش تلفات تبخیر
- بعضی از محصولات تک لایه های حقیقی (به ضخامت یک ملکول) هستند در حالیکه بقیه چند لایه ای با خصوصیات صرفه جویی آب و اثرات کیفیت آب گوناگونی می باشند.
- معمولا زیست تجزیه پذیر (**biodegradable**) هستند و به دفعات نیاز به بکارگیری مجدد دارند.
- صرفه جویی آب تا درجه زیادی متغیر است از کمتر از 10% تا 50% و توسط باد غالب ، درجه حرارت و کیفیت آب تحت تاثیر واقع می شود.
- منافع تک لایه ها عبارتند از : هزینه سرمایه کم ، مورد استفاده انتخابی تنها به هنگام نیاز.

تک لایه مواد شیمیایی (Chemical Monolayer)

- هگزادکانول (Hexadecanol:$C_{16}OH$)
- اکتادکانول (Octadecanol:$C_{18}OH$) : یک الکل چرب اشباع شده با 18 اتم کربن در زنجیره
- monoM : یک ترکیب شیمیایی تجربی (یک C_{18} با سرگروه متفاوت محلول در استون [Acetone]
- روغن سیلیکون (Silicone oil)

معرفی برخی از مراجع که موضوع مورد مطالعه در آنها تاثیر تک لایه‌ای‌ها روی میزان کاهش تبخیر(ثبات ثانی و محمدی ، ۱۳۹۰)

مطالعه	مکان مطالعه	حجم آب(km2)	مدت زمان مطالعه	میزان کاهش تبخیر
Sutherland et al.(1957)	Stephens Ck Reservoir, Broken Hill	4	14 weeks	37%
Grundy (1957a; 1957b)	Reservoir 1, Nairobi, Kenya	0.004	4 weeks	24%
Grundy (1957a; 1957b)	Reservoir 2, Nairobi, Kenya	0.026	4 days	30%
Grundy (1958)	Malya Reservoir, Tanzania	0.5	10 days	11.5%
Harbeck and Koberg (1959)	Pond, San Antonio, Texas	-	3 Weeks	18%
Committee of Collaborators (1959)	Lake Heffner, Oklahoma	10	12 weeks	9%
McArthur (1960)	Reservoir, Spain	0.12	7 weeks	35%
McArthur (1960)	Reservoir, Spain	0.12	10.5 weeks	31%
Roberts (1962)	Lake 1. Illinois	0.01	Summer	43%
Roberts (1962)	Lake 2. Illinois	0.01	Summer	22%
Vines (1962)	Umberumberka Reservoir, Broken Hill	1-1.2	2 months	40% up 8 km/h 10-20% up to 16 Km/h 0% above 24 km/h Average 10-20%
Fitzgerald and Vines (1963)	Lake Corella, Queenslan	2.4	130 weeks	20%
Walter (1963)	Buderi Tank, Poondi, Madras	0.1	3 years	20%
Craig et al. (2005)	University of Southern Queensland, Australia	0.000078	Period 1 - 6 days Period 2 - 8 days Period 3 - 6 days Period 4 - 7 days Period 5 - 7 days	38% 17% 10% 38% 40%
Craig et al. (2005)	Dirranbandi, Cubbie Station,Australia	1.2	Period 1 - 5 days Period 2 - 10 days Period 3 - 8 days	31% 27% 0%

فرازبند یا سد انحرافی موقت (Cofferdam)

هنگامی که یک سد قرار است بر روی یک رودخانه احداث گردد، رودخانه می بایست منحرف شود بطوری که احداث سد بتواند انجام شود.

- **انحراف یک مرحله ای با استفاده از فرازبندها**
- **انحراف دو مرحله ای با استفاده از فرازبندها**

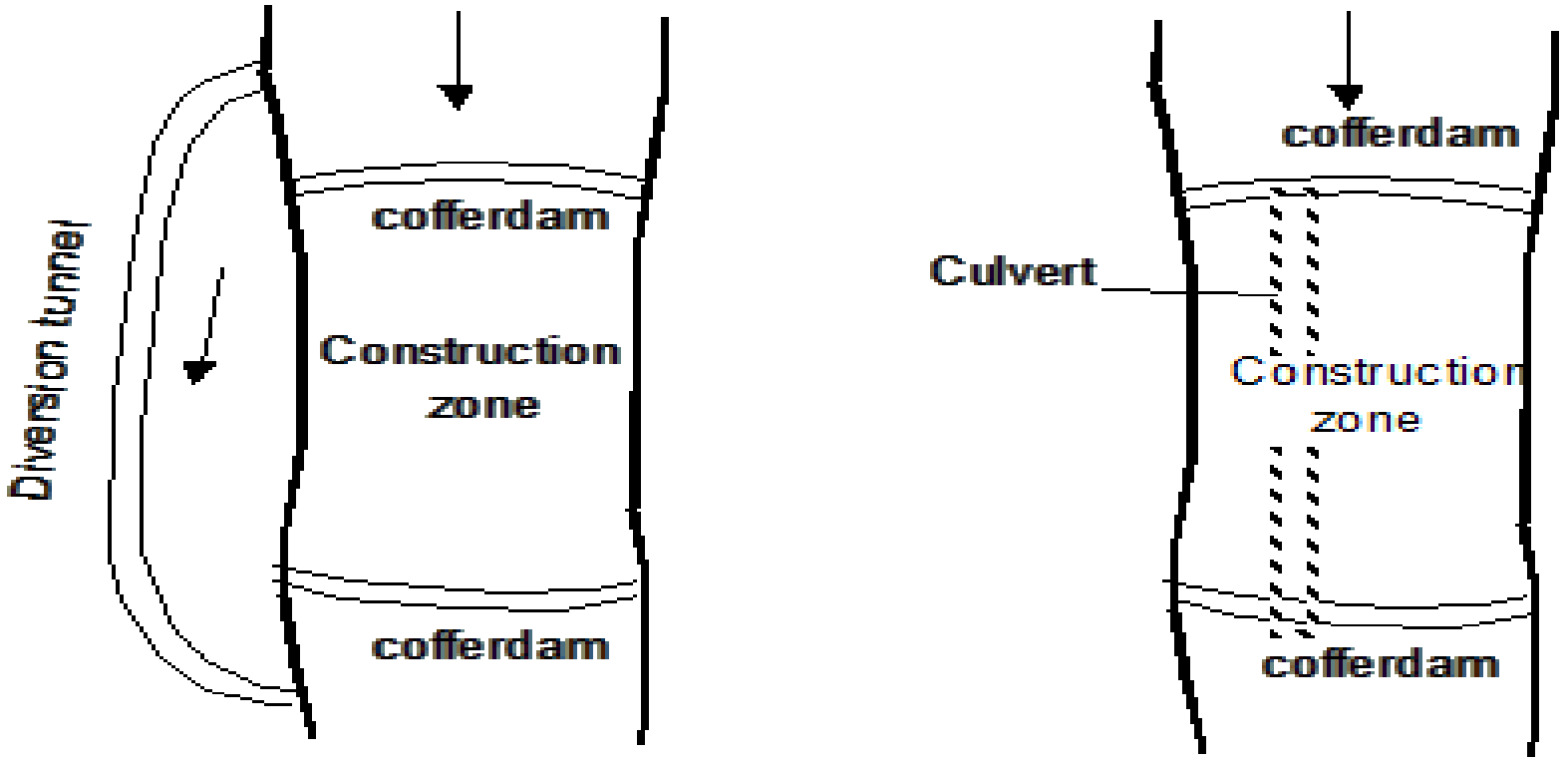
(فقط جهت مطالعه آزاد و در پاسخ به سوالات دانشجویان گرامی)

فرازبند یا سد انحرافی موقت (Cofferdam)

- **انحراف یک مرحله ای با استفاده از فرازبندها**

اگر شرایط زمین شناسی و توپوگرافی مناسب باشد، یک تونل یا کانال انحرافی ممکن است برای هدایت کردن جریان کامل در اطراف محل احداث سد مورد استفاده قرار گیرد. بطور جایگزین، یک کالورت (به عنوان مثال: لوله بتونی) برای هدایت جریان رودخانه از میان منطقه احداث می تواند ساخته شود. این روش برای سدهای قوسی، سدهای خاکی و سدهای وزنی بتونی کوچک مناسب است. اگر شیب بستر رودخانه کاملا تند است بطوری که تراز آب پایین دست پایین تر از محل احداث سد است، فرازبند یا سد انحرافي موقت (Coffer damدر پایین دست ممکن است ضرورتی نداشته باشد.

انحراف یک مرحله ای با استفاده از فرازبندها



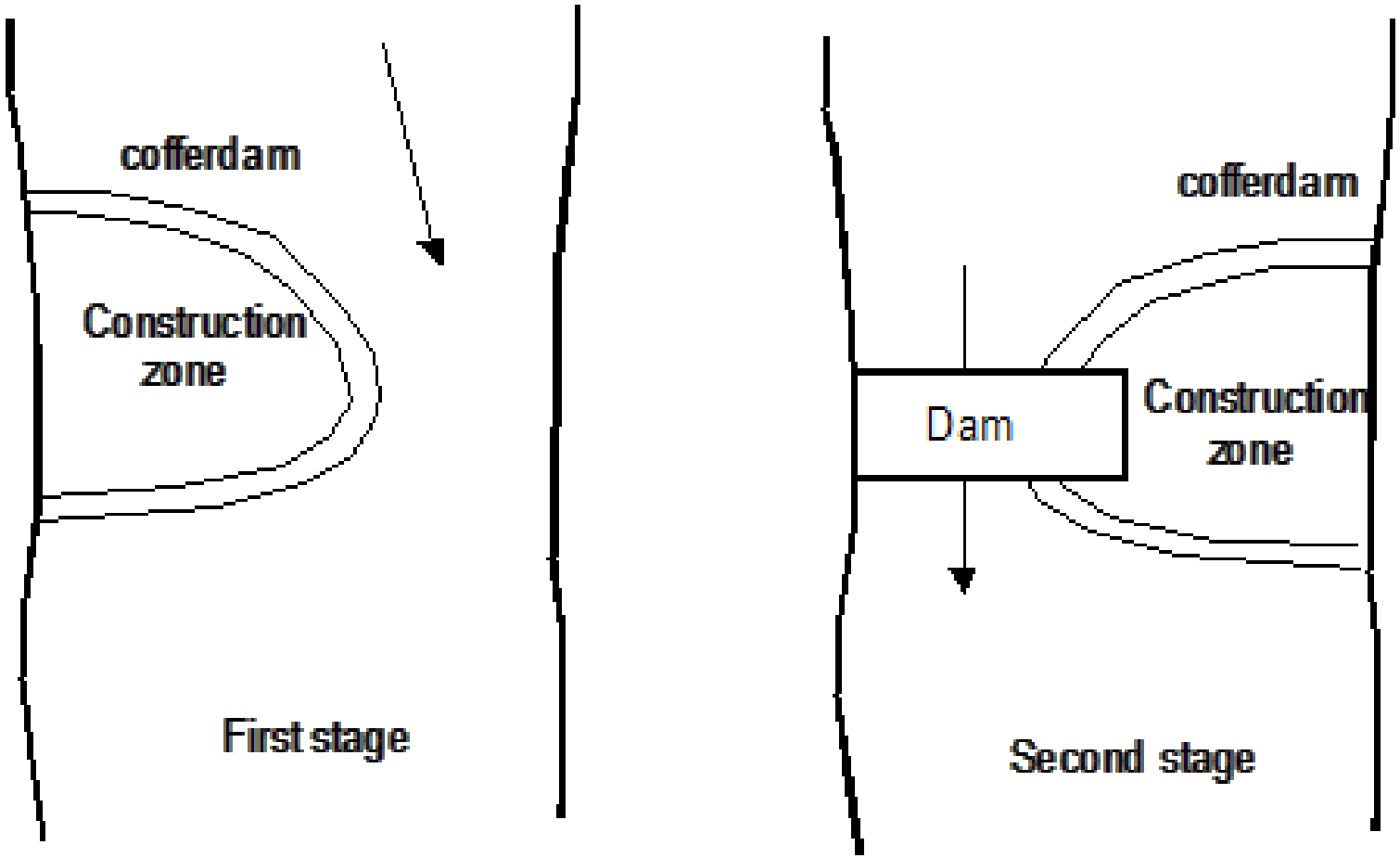
فرازبند یا سد انحرافی موقت (Cofferdam)

- **انحراف دو مرحله ای با استفاده از فرازبندها**

جریان توسط یک فرازبند به یک طرف کانال منحرف می شود در حالیکه کار در طرف دیگر کانال در حال پیشرفت است.

بعد از کار در بخش پایین تر سد تکمیل شد ، جریان از میان خروجی ها در این بخش منحرف می شود در حالیکه کار در نیمه دیگر کانال در حال انجام است. نیازی به تونل یا لوله انحراف وجود ندارد. این نوع طرح انحرافی برای رودخانه های بزرگ با نیازمندیهای کشتیرانی خیلی مفید است. این نوع طرح انحرافی برای سدهای وزنی بتونی با بستر رودخانه عریض و جریانهای بزرگ مناسب است.

انحراف دو مرحله ای با استفاده از فرازبندها



منابع آب سطحی کشور

- منابع آلاینده آب های سطحی شامل منابع شهری ، کشاورزی و صنعتی می باشد که می توانند از طریق تخلیه مستقیم فاضلابها ، پسابها ، مواد زائد جامد و شیرابه ها ، منابع آب را آلوده کنند.
- مهمترین منابع آلاینده شهری عبارتند از: فاضلاب تولید شده از منابع خانگی ،تجاری و صنایع موجود در محدوده شهرها.
- مهمترین منابع آلاینده کشاورزی عبارتند از: سموم نباتی ،کودهای شیمیایی ، زه آبها ، مواد زائد جامد کشاورزی.

منابع آب سطحی کشور

- با توجه به وضعیت اقلیمی کشور ، شوری یا غلظت زیاد مواد جامد محلول (TDS: Total Dissolved Solids) از مهمترین مشکلات بسیاری از رودخانه های کشور محسوب می شود.

- از دلایل اصلی شوری منابع آب ، ورود زهاب های کشاورزی ، عبور آب از لایه های خاک با قابلیت انحلال زیاد و میزان تبخیر قابل توجه می باشد.

منابع آب سطحی کشور

- اهداف احداث سدها:

1. جمع آوری و ذخیره آبهای سطحی در مخازن پشت سدها: به منظور آب رسانی ،تامین آب مصارف بخشهای کشاورزی ،صنعت و شرب ، مقابله با کم آبی های فصلی و خشکسالیها و جلوگیری از هدر رفت آب
2. مهار سیلاب: به منظور به حداقل رساندن خسارات ناشی از طغیانهای با دوره برگشت مشخص رودخانه ها (مثال: سیلاب 100 ساله یا 200 ساله)
3. تولید برق: با تبدیل انرژی پتانسیل آب انباشته شده در مخازن سدها به انرژی الکتریکی (با استفاده از توربینهای آبی) ، به عنوان مثال توربینهای آبی سدهای مخزنی کارون ،دز و سفیدرود (از نوع بتونی- قوسی)

منابع آب سطحی کشور

- اهداف احداث سدها:

4. انتقال آب: به منظور هدایت و انتقال آب پشت سدها به مناطق خارج از قلمرو رودها و کانالهای آب رسانی با استفاده از سدهای انحرافی

5. سایر موارد استفاده: امکان ایجاد فضای سبز و پارکهای جنگلی ، شرایط آب و هوایی مساعدتر ، امکان انجام فعالیتهای ورزشی و تفریحی و پرورش ماهی در اطراف سدها (دریاچه مصنوعی پشت سدها)

منابع آب سطحی کشور

- **مسائل و مشکلات که سدهای کشور با آن مواجه اند:**

1. فرار و نشت آب از مخازن سدها: موجب هدر رفت آب می شود و از جمله دلایل بالقوه تخریب سدها می باشد. سد لار بر روی رودخانه لار از نمونه سدهایی است که با مشکل فرار مقدار زیادی آب از طریق سنگهای آهکی متخلخل و درز و شکافدار طرف راست دریاچه سد مواجه است.

- **مسائل و مشکلات که سدهای کشور با آن مواجه اند:**

2. رسوبگذاری در مخازن پشت سدها: منجر به پر شدن سریعتر دریاچه سد می گردد. طرق مختلف برای مقابله با

رسوبگذاری در دریاچه پشت سدها عبارتند از:

✓ طراحی مخزن سد با در نظر گرفتن بخشی از ظرفیت مخزن سد برای ذخیره رسوب

✓ کنترل فرسایش خاک در حوزه آبخیز از طریق ایجاد و حفاظت پوشش گیاهی (جنگلکاری ، احیای مراتع ، جلوگیری

از چرای بی رویه) ، تثبیت خاک (مالچ پاشی) ، روشهای صحیح کشت

- **مسائل و مشکلات که سدهای کشور با آن مواجه اند:**

✓ روشهای مهندسی برای کنترل ورود رسوب به مخزن مانند:

➢ احداث حوضچه های رسوبگیر در بالادست مخزن

➢ ایجاد بندهای کوچک ، موانع سنگی و یا حتی قرار دادن کیسه های شن در مسیر حرکت آب در سراشیبی ها

➢ خارج کردن و لایروبی رسوبات کف مخزن سدها نظیر تخلیه رسوبات از دریچه های تحتانی سد (به عنوان مثال سد سفیدرود)

- **مسائل و مشکلات که سدهای کشور با آن مواجه اند:**

یکی از مسائلی که معمولا سدها با آن مواجه اند ، پر شدن تدریجی مخازن سدها از رسوبات است. سد سفیدرود از جمله سدهای حائز اهمیت از نظر رسوبگذاری در کشور است که در سال 1341 محل تلاقی رودهای قزل اوزن و شاهرود احداث گردید. سالیانه حدود 50 میلیون تن رسوب وارد دریاچه سد سفیدرود می گردد.

- **مسائل و مشکلات که سدهای کشور با آن مواجه اند:**

3. **زمین لرزه های القایی:** در سدهای بزرگ ذخیره حجم عظیمی از آب در پشت مخزن سد موجب نفوذ آب از طریق شکستگیهای موجود در سنگها و افزایش فشار بین منفذی سبب بروز زمین لرزه هایی در محل می گردد که زمین لرزه های القایی نام دارند. این زمین لرزه ها غالبا چندان بزرگ نیستند. مطالعات صورت گرفته در ایران رابطه بین فراوانی وقوع زمین لرزه ها و احداث سدها را نمایش می دهد.

- **مسائل و مشکلات که سدهای کشور با آن مواجه اند:**

4. **تبخیر از مخازن سدها:** از مسائل عمده سدها خصوصا در مناطق خشک و نیمه خشک کشور ، تبخیر از سطح آب دریاچه سدهاست.

طرق مختلف کاهش تبخیر از مخازن آب در نقاط مختلف دنیا ارائه گردیده است مانند:

- ❖ استفاده از بلوکهای سیمانی سبک ،موم ،لاستیک ،پلاستیک و نظایر آن به عنوان مواد شناور و به صورت پوشش محافظ برای جلوگیری از تبخیر آب از سطح مخازن سدها
- ❖ استفاده از بادشکنها در اطراف دریاچه سدها که موجب کاهش سرعت باد و در نتیجه کاهش تبخیر می گردد.
- ❖ بکارگیری لایه های تک مولکولی نظیر الکل به منظور کاهش تبخیر