

انواع زهکش

زهکش

هدف از احداث زهکش :

✓ کاهش ناحیه اشباع و افزایش پایداری سد

✓ کنترل نشست

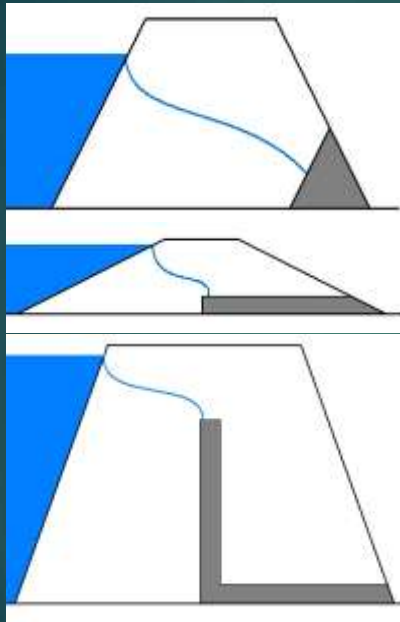
✓ ممانعت از شسته شدن دانه‌ها

انواع زهکش :

✓ زهکش پنجه‌ای (Toe drainage) : سدهای کم ارتفاع و کم عرض

✓ زهکش افقی یا نواری (Strip drainage) : سدهای کم ارتفاع و عریض

✓ زهکش قائم (Chimney drainage) : سدهای مرتفع و عریض



✓زهکش پنجه‌ای

✓زهکش افقی

✓زهکش قائم

عوامل مؤثر در انتخاب

محل سد

عوامل مؤثر در انتخاب محل سد

1. توپوگرافی دره ، طول سد: هرچه دره تنگتر باشد طول سد کمتر و هزینه آن کمتر است
2. پی سد: از نظر ظرفیت باربری و نشست مصالح، نفوذپذیری مصالح
3. دسترسی به مصالح: منابع قرضه در فاصله مناسب قرار گرفته باشد (مصالح هسته سد کرخه از فاصله 24 کیلومتری)
4. سرریز مناسب: بررسی محل و وجود سرریز مناسب و یا سرریز طبیعی (سد پانزده خرداد)
5. موقعیت سنگها و زمین دریاچه : سد لار
6. مسائل جغرافیایی مردم: سکونت مردم در محدوده مخزن سد
7. نحوه انحراف آب رودخانه به هنگام ساخت سد
8. هیدرولوژی منطقه: تعیین حجم آب قابل ذخیره و استحصال
9. تاثیرات متقابل سد و زلزله: فعال شدن گسل در اثر رسیدن آب ناشی از احداث سد به گسل و متقابل تاثیر گسل بر عملکرد سد

تقسیم بندی مطالعات سد (فازهای مطالعاتی)

- ✓ فاز صفر : شناخت و مطالعات زمین شناسی: امکان سنجی احداث سد در منطقه بر اساس مطالعات زمین شناسی و تعیین چند محل پیشنهادی
- ✓ فاز یک : مطالعه: مطالعات ژئولوژی، هواشناسی، ژئوتکنیک، تعیین محل سد، نوع سد، منابع قرضه و مطالعات اقتصادی و ...
- ✓ فاز دو : تهیه نقشه های اجرایی
- ✓ فاز سه : اجرا و نظارت: به دلیل احتمال برخورد با شرایط پیش بینی نشده، تغییر و اصلاح نقشه های اجرایی



سرریز سد جکین

عوامل مؤثر در انتخاب

نوع سد

عوامل مؤثر در انتخاب نوع سد (بتنی - خاکی)

✓ عرض دره: عرض طویل (سد خاکی) عرض کم (خاکی و بتنی)

✓ مقاومت پی در ساختگاه سد: در سدهای بتنی مقاومت پی و دیواره مهم تر است

✓ دسترسی به مصالح: معمولا مساله اصلی مصالح هسته سدهای خاکی است. و مصالح ساخت بتن در سد بتنی است

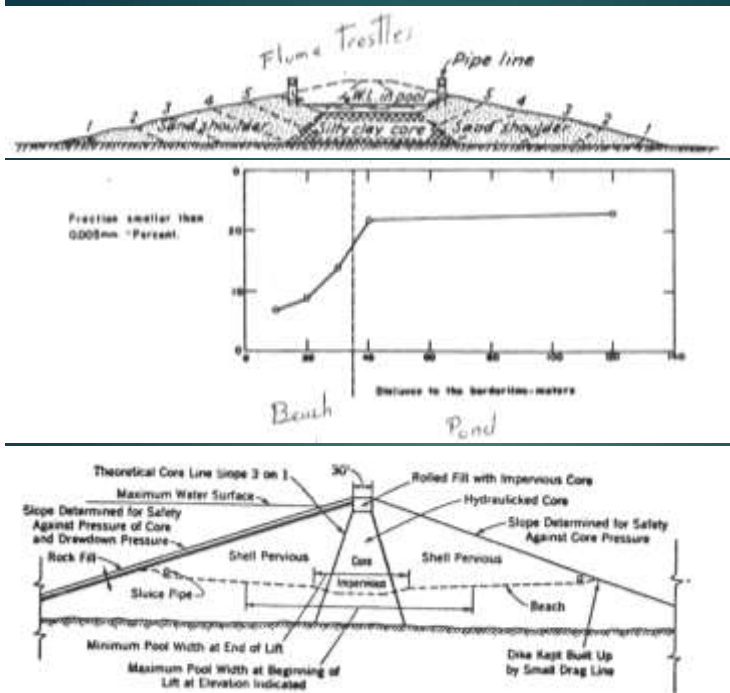
روشهای اجرایی

سدهای خاکی

روشهای اجرایی سدهای خاکی

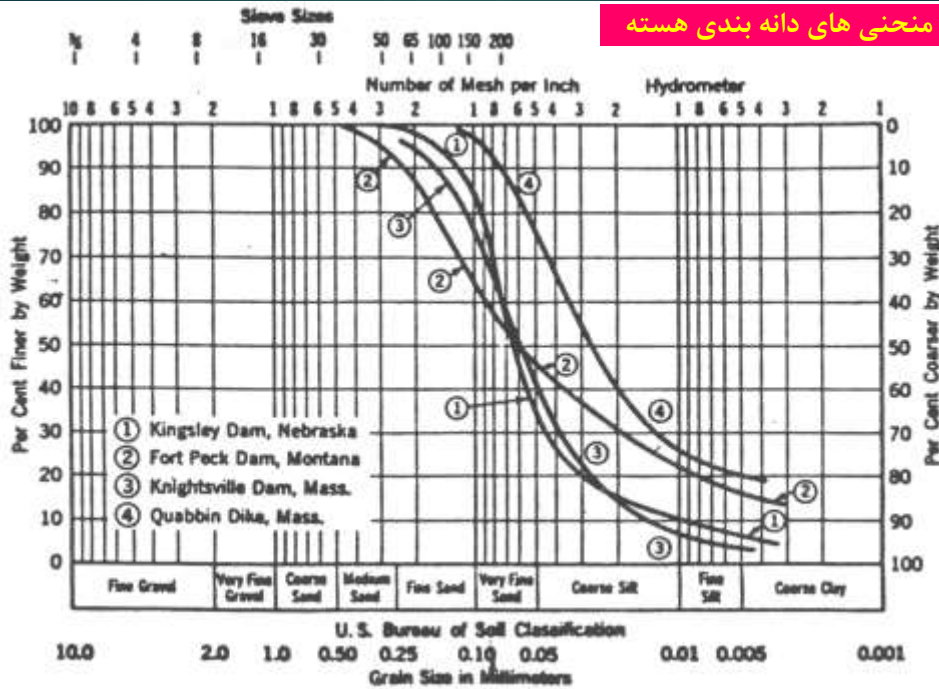
✓ هیدرولیکی (Hydraulic-Fill Dam)

- در قرن 19 و در غرب آمریکا به تعداد زیاد ساخته شدند.
- مقاومت بالایی در برابر تراوش از خود نشان می‌دهند.
- خیلی سریع ساخته می‌شود و ارزان قیمت می‌باشد.
- از نظر پایداری و روانگرایی با مشکل مواجه‌اند (در مناطق لرزه خیز).
- با مطرح شدن روش تراکم استاندارد استفاده از این روش کمتر شد.
- ✓ سد موقت (Tailing Dam): معمولا به روش هیدرولیکی و در معادن (سد باطله)
- ✓ سد کوبیده شده: از سال 1930 بعد از معرفی روش تراکم استاندارد و اصلاح شده

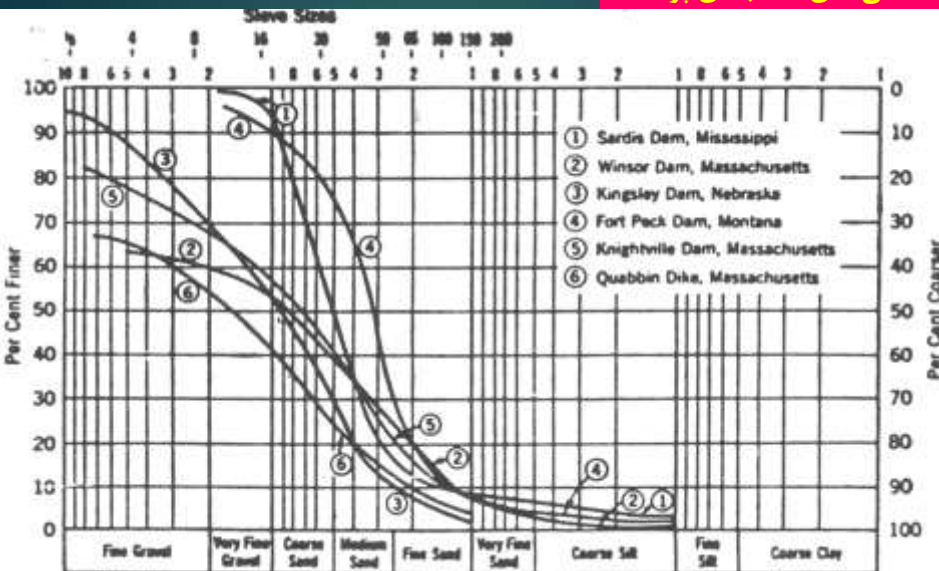


Construction Method for
Hydraulic-Fill Dams

منحنی های دانه بندی هسته



منحنی های دانه بندی پوسته



هسته سد

انتخاب همگن بودن یا هسته‌دار بودن سد تابع نوع مصالح در دسترس است.

عواملی که باعث افزایش ضخامت هسته می‌شود:

- ✓ حداکثر مقدار مجاز تراوش آب از بدنه سد. ضخامت بیشتر تراوش کمتر
- ✓ مشکلات اجرایی به وجود آمده در احداث هسته های با ضخامت کم.
- ✓ نوع مصالح پوسته (مرتبط با شیب هسته). ضخامت کمتر هسته شیب بیشتر
- ✓ نوع لایه‌های فیلتر ، تعداد و دانه بندی آنها.
- ✓ احتمال ایجاد ترک در هسته به دلیل نشت زیاد آب: ضخامت کم هسته باعث ترک در آن می‌شود

هسته مرکزی باید کمترین ضخامت را داشته باشد ، زیرا :

- ✓ کاهش عرض بدنه سد و متعاقباً کاهش هزینه را به دنبال دارد.
- ✓ هزینه خاکریزی مصالح ریزدانه معمولاً گرانتر و اجرای آن سخت تر است.
- ✓ موقعیت اقلیمی شاید وقت کافی برای ساختن هسته ضخیم را ندهد.
- ✓ با افزایش ضخامت هسته ، پایداری کلی سد بدلیل مقاومت برشی پایین هسته کاهش می یابد.

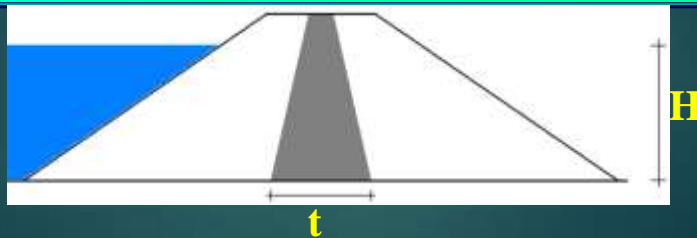
بر این اساس می توان سدها را بصورت زیر دسته بندی نمود :

$t/H = 30\sim 50\%$ سد با هسته ضخیم

$t/H = 15\sim 20\%$ سد با هسته نازک

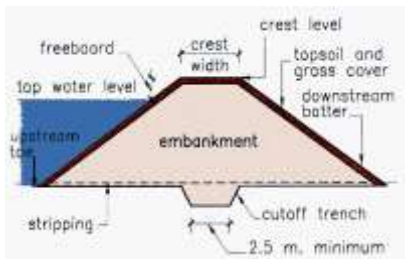
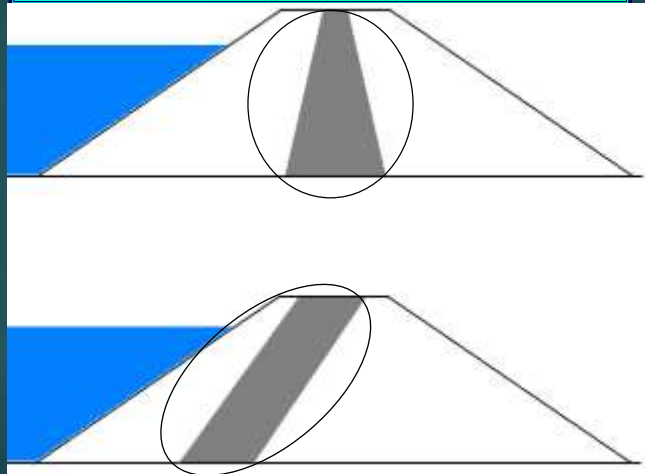
$t/H \leq 10\%$ سد با کاربری کنترل سیلاب

$t/H = 50\%$ توجه : در مناطق زلزله خیز باید ←

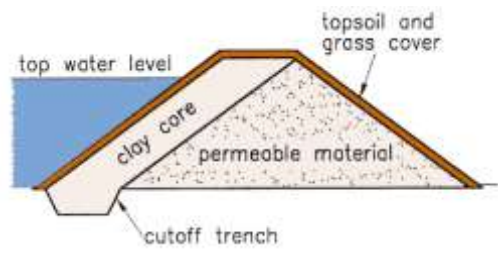


تقسیم بندی سد ها بر اساس شکل هسته

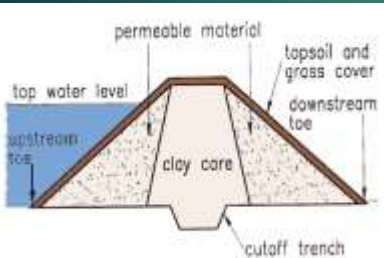
- ✓ سد با هسته مرکزی قائم
- ✓ سد با هسته مرکزی مایل



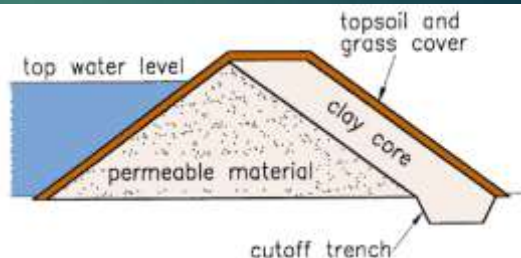
cross-section of a typical dam



A typical upstream clay core



A central clay core



A typical downstream clay core

مزایای بکارگیری هسته مایل

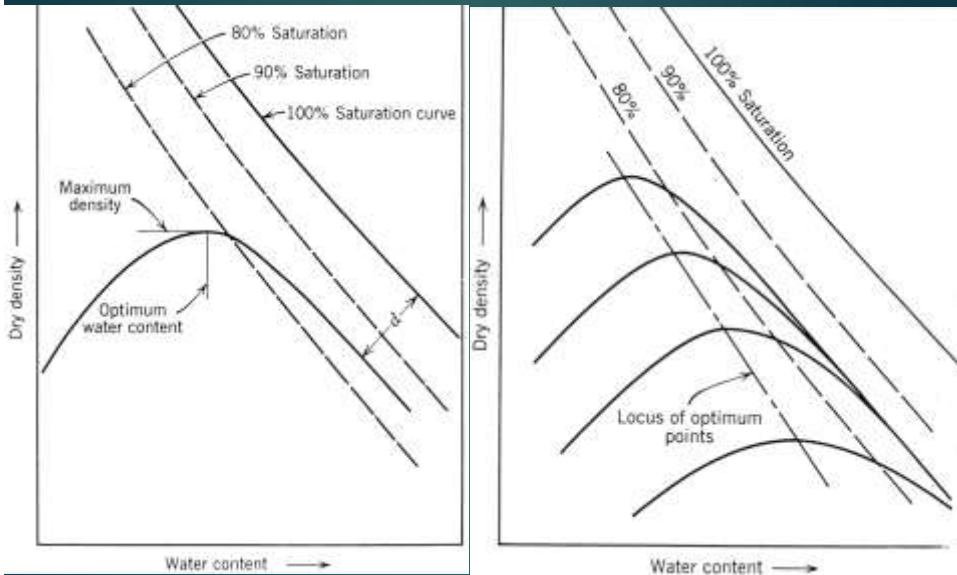
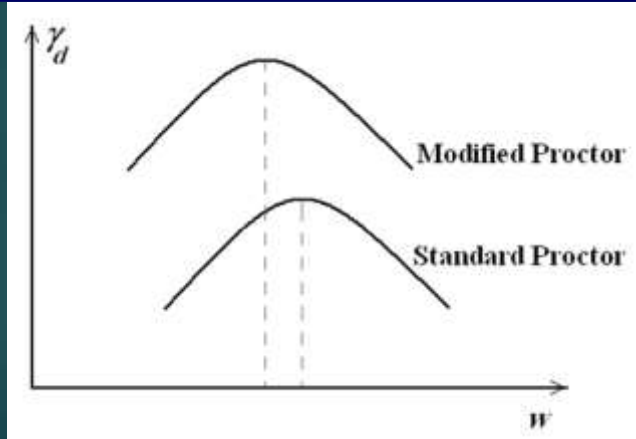
- ✓ اشباع شدن قسمت کمتری از سد.
- ✓ امکان وقفه زمانی طولانی بین ساخت قسمت اصلی پایین و بالادست.
- ✓ سهولت اجرای فیلتر بالادست و پایین دست هسته.
- ✓ کاهش حجم هسته بدلیل کاهش عرض آن.
- ✓ کاهش احتمال بروز ترک در هسته.

معایب بکارگیری هسته مایل

- ✓ اگر عمق فونداسیون معلوم نباشد ، موقعیت سطح تماس هسته با فونداسیون به عمق خاکبرداری وابسته است.
- ✓ در صورت نیاز به تزریق در زیر هسته ، لازم است سطح آب مخزن پایین آورده شود.
- ✓ بدلیل کوچک بودن تنش در محل تماس هسته با فونداسیون ، امکان تراوش آب بیشتر است.

تراکم هسته

همانگونه که میدانیم ، رابطه میان انرژی مصرفی و درصد رطوبت بهینه معکوس است و هر چه انرژی تراکم بیشتر باشد، درصد رطوبت لازم جهت رسیدن به وزن مخصوص خشک ماکزیمم کاهش می یابد.

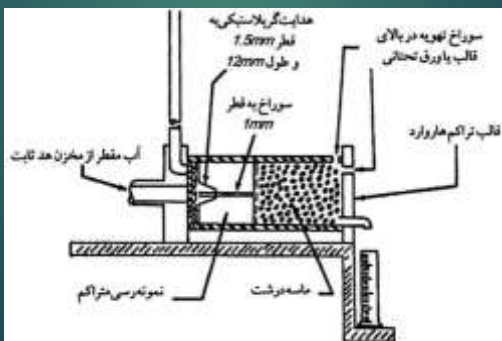


معایب اعمال انرژی بیش از حد در تراکم خاک

- ◀ جدایی دانه‌های ریز از درشت
- ◀ شکسته شدن دانه‌های صفحه‌ای شکل و برهم خوردن دانه‌بندی
- ◀ بالا آمدن دانه‌های ریز و متعاقباً خرد شدن آنها

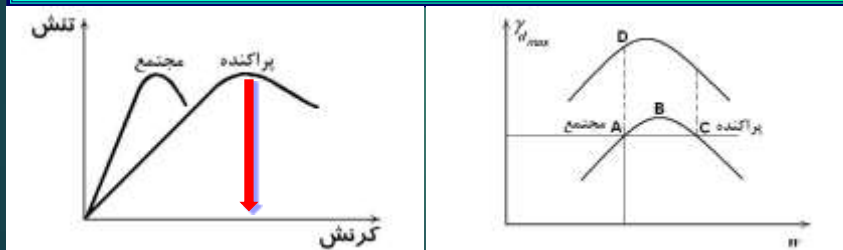
خاکهای واگرا :

- ◀ وقتی چنین خاکهایی در معرض جریان آب قرار می‌گیرند ، ظاهراً بعضی از دانه‌های خاک در آب حل شده (واکنش فیزیکوشیمیایی) و توسط آب حمل گردیده و بنابراین خاک متخلخل می‌شود.
- ◀ این وضعیت گاهی بعلت وجود گچ در خاک روی می‌دهد.
- ◀ آزمایش استاندارد جهت تعیین واگرایی : آزمایش Pin-hole



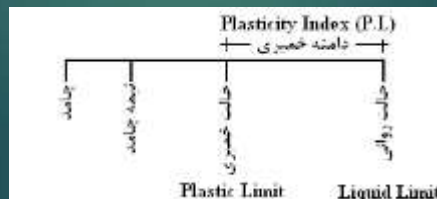
اثرات تراکم خاک در ناحیه مرطوب

- چون در این حالت ساختمان خاک پراکنده می باشد ، در اثر افزایش رطوبت نشست کمتری را نسبت به همان خاک ؛ در حالتی که دارای ساختمان مجتمع می باشد ، نشان خواهد داد.
- احتمال ترک خوردن خاک بسیار کاهش می یابد.
- امکان بالا رفتن فشار آب حفره ای و کاهش مقاومت برشی وجود دارد.



نکاتی در ارتباط با هسته

- شاخص خمیری بالا باعث بالا رفتن مقاومت خاک در برابر ترک خوردن و بهبود خاصیت خودترمیمی آن می شود.
- به منظور رساندن رطوبت بهینه به تمام نواحی ، باید هسته در لایه های نازک کوبیده شود. معمولاً 15 سانتیمتر
- نفوذپذیری مناسب هسته $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ cm/s}$ است. هدف از ساخت سد مهم است
- معمولاً وجود 20 درصد رس در هسته کافی است. در سدها با هسته مخلوط درشت دانه و ریز دانه، تعیین دقیق با استفاده از آزمایش نفوذپذیری
- بکارگیری خاک با دانه بندی گسسته، بدترین نوع خاک برای هسته است.



خرابی سدها

علل مختلف خرابی در سدها

- تراوش
- سرریز کردن
- رگاب
- ناپایداری شیبها (رانس - لغزش)
- عمل موج روی شیب بالادست
- سایر علل (نشست از لوله آب بر ، خرابی در پوشش بالادست و زلزله)
- علل غیر مشخص

در تحلیل آمار خرابی سدها :

- ◀ بدلیل بکارگیری داده‌های مختلف ، توزیع عوامل خرابی در آمارهای متفاوت است.
- ◀ آمارهای مختلف متناسب با سال ارائه آمار تغییر کرده‌اند.
- ◀ در تمام رکوردها زلزله یکی از علل کم اهمیت محسوب می‌شود.
- ◀ در رکوردهای قدیمی تر مشکلات خرابی در بدنه بیشتر دیده می‌شود.
- ◀ در رکوردهای قدیمی تر مشکل سرریز شدن حادث تر بوده است.

آمار خرابی سدها

□ قدیمی‌ترین آمار در این زمینه در سال 1953 توسط شرارد ارائه گردید.
مطابق این آمار:

- ◀ لبریز شدن 30%
- ◀ رگاب 25%
- ◀ لغزش 15%
- ◀ نشت از لوله آب بر 13%
- ◀ خرابی پوشش بالادست 5%
- ◀ متفرقه 7%
- ◀ غیرمشخص 5%

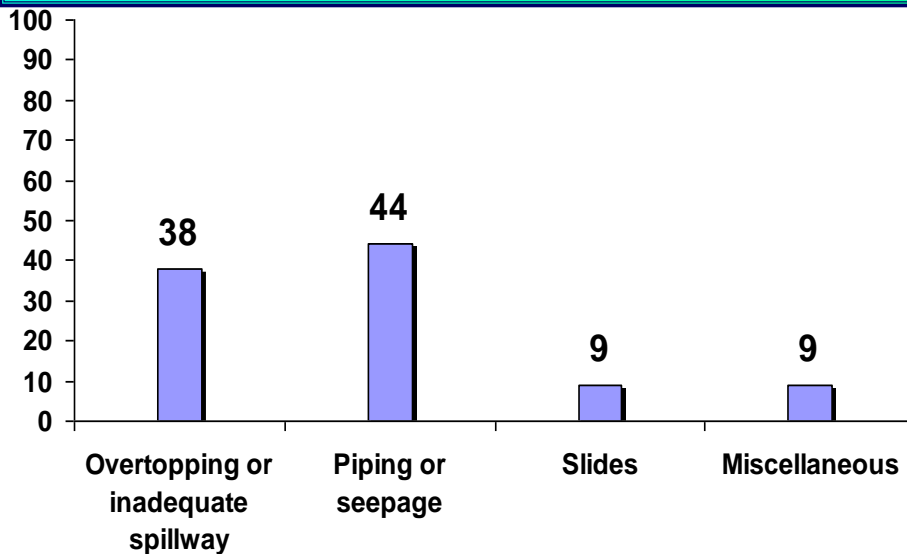
ایجاد تحول در آمار خرابی سدها

□ مطابق آمارهای ثبت شده در سالهای بعد از 1953، ترکیب عوامل خرابی دستخوش تغییراتی شد. این عوامل به شرح زیرند:

- پیشرفت داده‌های هیدرولوژیک و بالارفتن دقت پیش‌بینی سیلابها
- پیشرفت علم هیدرولیک در طراحی و ساخت سازه‌های هیدرولیکی و کاهش پتانسیل خرابی در این سازه‌ها
- پیشرفت علم ژئوتکنیک در طراحی و ساخت بدنه سد و پوشش بالادست

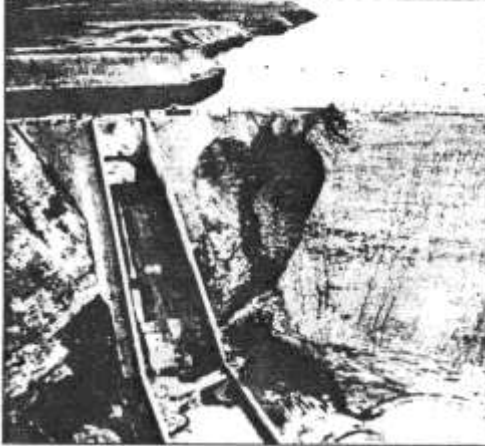
Cause of dam failure (%) by USCOLD (1973)

درصد هر یک از علل خرابی سدها به نقل از کمیته ملی سدهای بزرگ آمریکا

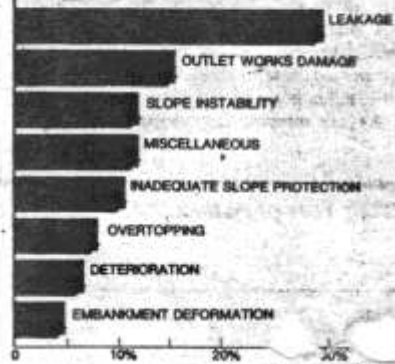


Dam safety: no national answer

Why dams fail



Cause of incidents as a percentage of the total at dams built after 1930



فیلمی از سرریز شدن فرازبند طرح کارون 4



فیلمی از خراب شدن فرازبند طرح کارون 4 در اثر سرریز شدن

