

مرجع تخصصی مهندسی عمران

[www.Mcivil.ir](http://www.Mcivil.ir)

دانلود انواع پروژه های دانشجویی مهندسی عمران

فیلم های آموزشی نرم افزار

آگهی های استخدامی عمران به صورت روزانه

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## زلزله القایی

استاد:

دکتر حمیده جعفری

---

گردآورندگان

فاطمه زارعیان

محدثه ارسطا

دانشگاه قم - بهار 96

## ❖ زلزله

بر اساس علم زلزله‌شناسی، زمین‌لرزه‌ها هنگامی بروز می‌کنند که تنش‌های زمین‌ساختی در طول یک گسل انباشته شوند تا به یک نقطه بحرانی برسند، و ناگهان تنش‌ها تخلیه می‌شوند.

زلزله‌های مصنوعی را زلزله‌های تحریک شده می‌نامند که ناشی از عوامل طبیعی نبوده و در دهه‌های اخیر به دلیل عملکردهای بشر روی پوسته زمین رخ داده‌اند.

بنابراین باید انتظار داشت که مراکز این نوع زلزله‌های کاذب در نواحی فعالیت‌های انسانها و حوالی آن قرار گیرد.

این حرکات معمولاً با آشفستگی و برهم زدن موازنه طبیعت همراه بوده است و نسبت مستقیمی بین زلزله‌های تحریک شده و فعالیت‌های انسانی وجود دارد.

در این سالها زلزله‌هایی ثبت شده‌اند که منشاء آنها حرکات تکتونیکی زمین یا فعالیت آتشفشانها نبوده است.

بزرگی آنها اغلب متوسط بوده اما در چند موردی بیش از ۶ ریشتر نیز ثبت شده‌اند و باعث ایجاد خسارات و صدمات مالی و جانی بسیاری گشته‌اند.



یکی از عمده ترین عوامل ایجاد کننده زلزله های مصنوعی (زلزله القایی) مخازن و دریاچه های سدهای بزرگ میباشد که مخازن آنها بیش از ۸۰ تا ۱۰۰ متر عمق دارند. در حقیقت انسان با ایجاد سد بر روی رودخانه، وضعیت طبیعی محیط را که طی سالیان دراز حاصل شده است برهم میزند و فشارهایی را به لایه های زیرین آن وارد میسازد که تا قبل از آن آن را تجربه نکرده است و طبیعتا اگر نیروهای قابل توجهی به زمین زیر دریاچه و کوه های اطراف وارد شود در ابتدا با رفتار جنس مصالح خود آن را به صورت انرژی جنبشی ذخیره کرده و اگر میزان بارهای وارده بیشتر از تحمل و تنش مصالح باشد آن را همانند انتشار امواج ارتجاعی آزاد کرده که باعث لرزه های مصنوعی میشود.

✓ بنابراین در صورت وجود شرایط خاص زمین‌ساختی و زمین‌شناسی، ساختن سدهای بزرگ و تشکیل دریاچه‌های عمیق در پشت سدها موجب بروز زلزله یا تغییراتی در میزان فعالیت لرزه‌ای مناطق اطراف می‌شود. حتی در مناطقی که از نظر زلزله‌خیزی قبلاً با ثبات و آرام شناخته شده‌اند، در پاره‌ای از موارد ایجاد دریاچه‌های مصنوعی ممکن است باعث تحریک مکانیسم جنبش‌های کوه‌زایی، انباشت تنش، و در نتیجه رهایی تنش‌های انباشته‌ای شود که گاهی به صورت زلزله نمود می‌یابد.



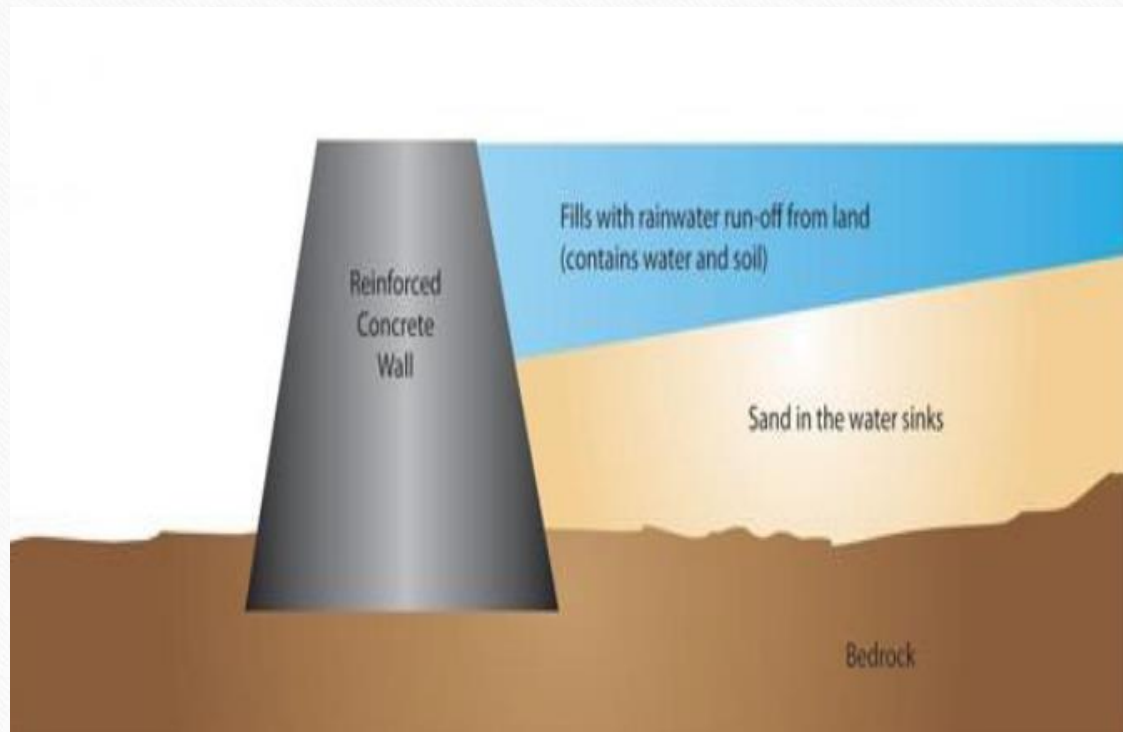
## ✓ لرزه خیزی القایی ناشی از آبیگیری سدها

به طور کلی ساخت سد بصورت زیر میدان تنش طبیعی را تغییر میدهد:

الف- وارد کردن وزن اضافه ناشی از بارگذاری ارتفاع آب پشت سد

ب- افزایش فشار آب منفذی در سطح شکستگی ها

ج- کاهش اصطکاک سطح گسلها بخاطر نقش نرم کنندگی و روغن کاری آب



✓ عوامل مهمی که در بروز این گونه زلزله‌هایی موثر است:

- شرایط مخزن سد و نحوه ذخیره آب
- روند افزایش ارتفاع آب، به ویژه افزایش سریع بعد از یک دوران طولانی رکود نسبی در تغییرات آن
- رسیدن سطح آب ذخیره شده به بالاترین حد
- مدت زمانی که آب دریاچه در بالاترین حد نگه داشته می‌شود
- ایجاد چاه‌های بهره‌برداری و تزریق آب
- انفجارات هسته‌ای
- انفجار و باربرداری معادن
- ویژگی‌های زمین‌شناسی، زمین‌ساختی، زلزله‌شناسی
- وجود درزها و منافذ در لایه‌های زیر دریاچه سد





- ✓ مراکز این زمین لرزه های کاذب در سدها معمولا در کف مخزن و یا در مجاورت آن و در فاصله کانونی تا عمق ۱۰ کیلومتری قرار دارد.
- ✓ نمونه یکی از این زمین لرزه های مصنوعی زلزله **سد کوینا** در هندوستان که با بزرگی شش و نیم ریشتر در سال ۱۹۶۷ میلادی رخ داده است. این زلزله در منطقه ای به شعاع ۴۰۰ کیلومتر احساس شد و در ناحیه ای به شعاع ۶۰ کیلومتر باعث تخریب گردید.



✓ در میان علل و عواملی که باعث ایجاد زمین لرزه های مصنوعی بر اثر ایجاد سدهای بزرگ میشود نکات زیر ضروری است:

۱- کاهش مقاومت سنگها و صخره ها در اثر جذب آب

۲- گسترش ترک ناشی از تراوش آب و افزایش فشار آب مخزن

۳- کاهش اصطکاک در ناحیه شکست تحت تاثیر فشار آب مخزن

۴- تغییر تعادل وزنی در پوسته زمین ناشی از نیروهای زیاد مخزن



در شرایطی که سدی در نزدیک گسل‌های فعال احداث شده باشد، نفوذ آب در سطوح جدائی گسل‌ها سبب لغزنده شدن آنها می‌شود و به این ترتیب، جابجایی کمر بالا و کمر پایین گسل نسبت به یکدیگر آسان‌تر صورت می‌گیرد. به علاوه نفوذ آب به طبقات پایین‌تر باعث افزایش فشار بین منافذ سنگ‌های موجود در عمق می‌شود. به این سبب فشار هیدرولیکی ناشی از تشکیل دریاچه‌های مصنوعی در لایه‌ها و طبقات متمرکز و متراکم شده، و به وقوع زمین لرزه کمک می‌کند.



- ✓ معمولاً بزرگی زلزله های القایی کم است و خیلی کمتر از زلزله مبنای طراحی در سد ها می باشد ، لذا زلزله های مزبور بطور مستقیم تاثیری در پایداری سد ها ندارند ، اما وقوع زلزله های مکرر با بزرگی پایین ممکن است منجر به سست شدن دامنه ها و وقوع لغزش در داخل مخزن و اطراف آن گردد ، یا وقوع زلزله های کوچک روند لرزه خیزی منطقه را تغییر دهند، لذا از این نظر مطالعه زلزله های القایی سدها اهمیت دارد .
- ✓ برای مثال تنها در سال ۲۰۱۴ ، **۶۵۹ زلزله القایی** ناشی از احداث سد با شدت بیش از **۳ ریشتر** در آمریکا رخ داده است که افراد بسیاری در نواحی سد آن را حس کرده اند.



زلزله های القاء شده در مخازن آب به طور کلی به دو صورت **اولیه** و **طولانی شده** رخ می دهند که هر کدام مکانیزم خاص خود را دارند. در نوع اولیه افزایش تعداد زلزله در سطوح قبلی آب رخ می دهد و به همراه یا فقدان لرزه ای در قسمت های عمیق مخزن می باشد. در این حالت با زمان از تعداد و بزرگی زلزله ها کاسته می شود.

در نوع طولانی شده زلزله ها در بخش های عمیق مخزن و در نواحی اطراف آن رخ می دهند. در این حالت بدون کاهش در تعداد یا بزرگی، زلزله ها برای مدتهای طولانی ادامه می یابند. بزرگترین زلزله زمانی رخ خواهد داد که سطح آب مخزن به بالاترین حد ممکن برسد. تاخیر زمانی بین پر شدن کامل مخزن تا شروع زلزله ها بسته به خصوصیات مخزن و خواص سایت محلی ممکن است از چندین ماه تا چندین سال طول بکشد.



سد مسجد سلیمان یا سد گذار لندر در استان خوزستان بر روی رودخانه کارون احداث شده است

✓ سد سنگریزه ای با هسته رسی قائم

✓ ارتفاع از پی : ۱۷۷ متر

✓ عرض تاج : ۱۵ متر

✓ طول تاج : ۴۹۷ متر

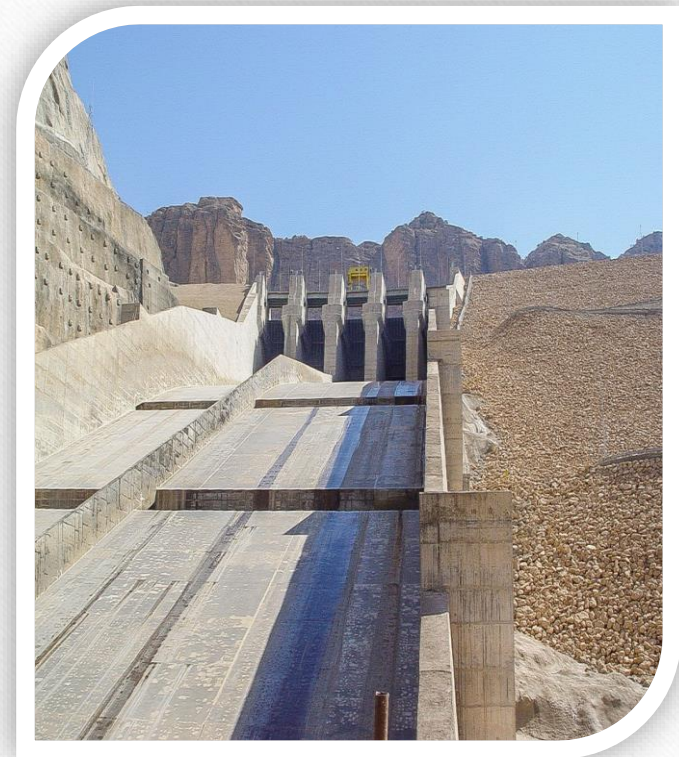
✓ حجم دریاچه : ۲۶۱ میلیون متر مکعب در سطح تراز نرمال



بدنه سد و حجم آب دریاچه آن در تغییر روند لرزه خیزی منطقه و به ویژه در ایجاد زمین لرزه های القایی نقش بسزائی ایفا می کنند. به دنبال اتمام آبیگیری مخزن (۲۰۰۲/۰۶/۲۵) با توجه به داده های شبکه های ملی و جهانی چون کاتالوگ پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله شاهد افزایش لرزه خیزی ها در منطقه مخزن سد بودیم و ۹۰ روز پس از اتمام آبیگیری در تاریخ ۲۰۰۲/۰۹/۲۵ زمین لرزه ای با بزرگی  $M_w = 5.6$  در منطقه سد مسجد سلیمان رخ می دهد.

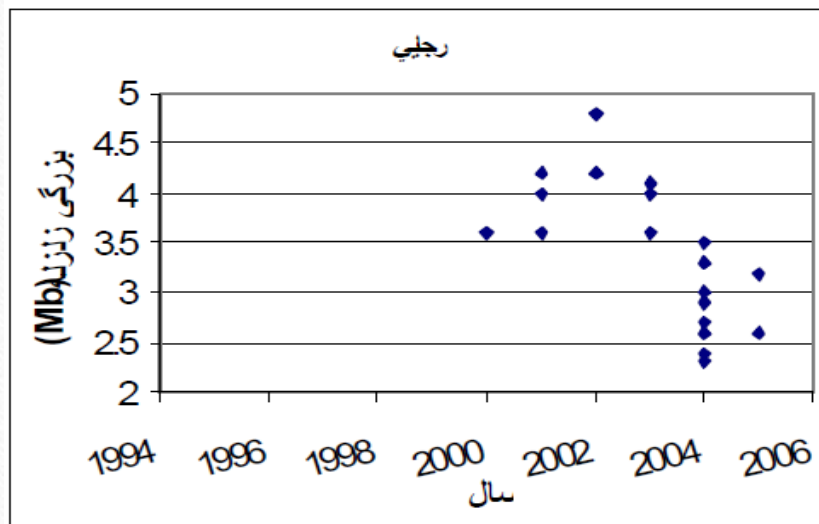
✓ موقعیت اکثر زمین لرزه ها پس از آبگیری در قسمت شرق دریاچه سد در منتهی الیه گسل باغ ملک و در محل زیر مخزن مکان یابی شدند.

✓ علی رغم نداشتن یک شبکه محلی در هنگام وقوع زمین لرزه ۲۵/۰۹/۲۰۰۲ (Mw = ۵/۶) به روشنی می توان القایی بودن این زمین لرزه را با استفاده از نتایج حاصل از محاسبات آماری انجام شده و با داشتن منحنی تغییرات سطح تراز آب از ابتدای آبگیری مخزن و نیز پس لرزه های مکان یابی شده این زمین لرزه توسط تک ایستگاه نصب شده در محل مخزن پس از وقوع زمین لرزه، اثبات نمود. زمین لرزه ۲۵/۰۹/۲۰۰۲ مسجد سلیمان با بزرگی Mw=۵/۶ در واقع **اولین** و **بزرگترین** زمین لرزه القایی است که در ایران شناسایی و رویداده است.

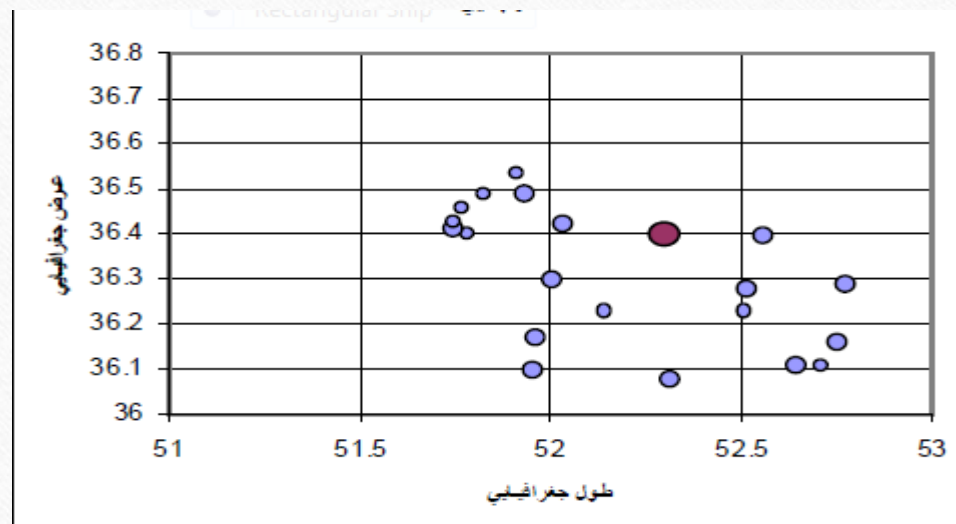


### ❖ سد تجن :

- ✓ سد مزبور در منطقه فعال و لرزه خیز البرز و در نزدیکی گسله‌های مهمی نظیر شمال البرز قرار دارد.
- ✓ این سد اولین بار در سال ۱۹۹۷ آبدگیری شده است.
- ✓ نبود زلزله در سالهای قبل از ۲۰۰۰ و افزایش تعداد وقوع زلزله ها بعد از این سال نشان دهنده تاخیر زمانی در بروز زلزله ها بعد از آبدگیری سد می باشد در شکل زیر پراکندگی زلزله ها در اطراف سد نشان داده شده است. عمده زلزله ها در جنوب سد و سمت مخزن آن و در محدوده گسله‌های مهم البرز قرار دارد .



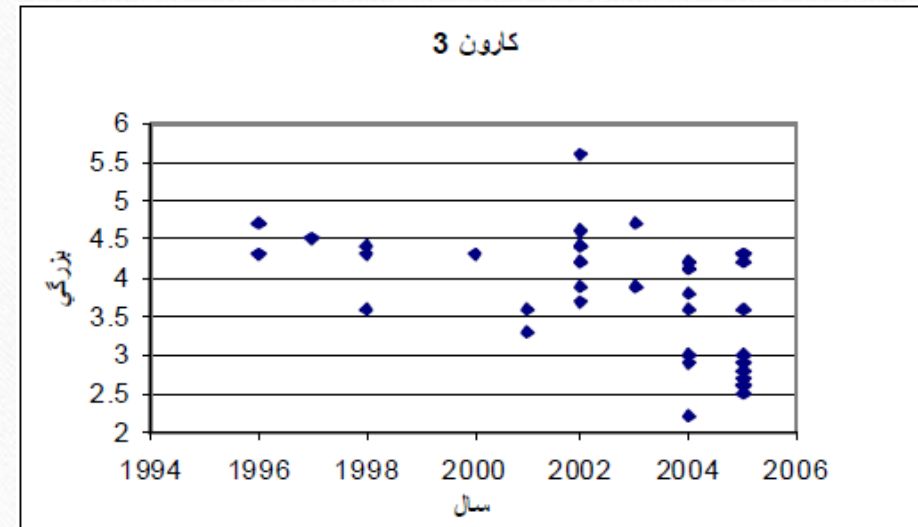
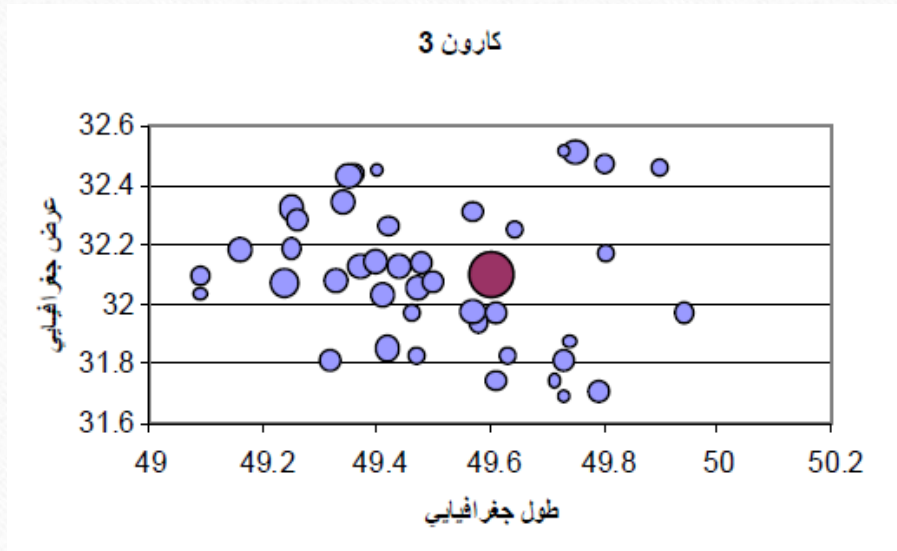
بزرگی زلزله ها نسبت به سال وقوع آنها



پراکندگی زلزله ها در اطراف سد

### ❖ سد کارون ۳ :

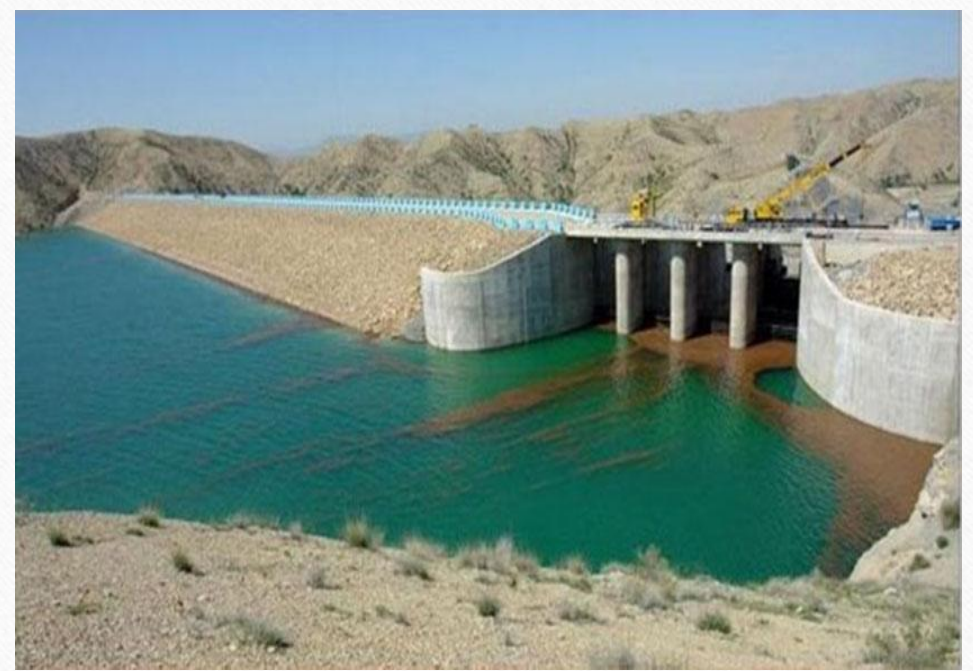
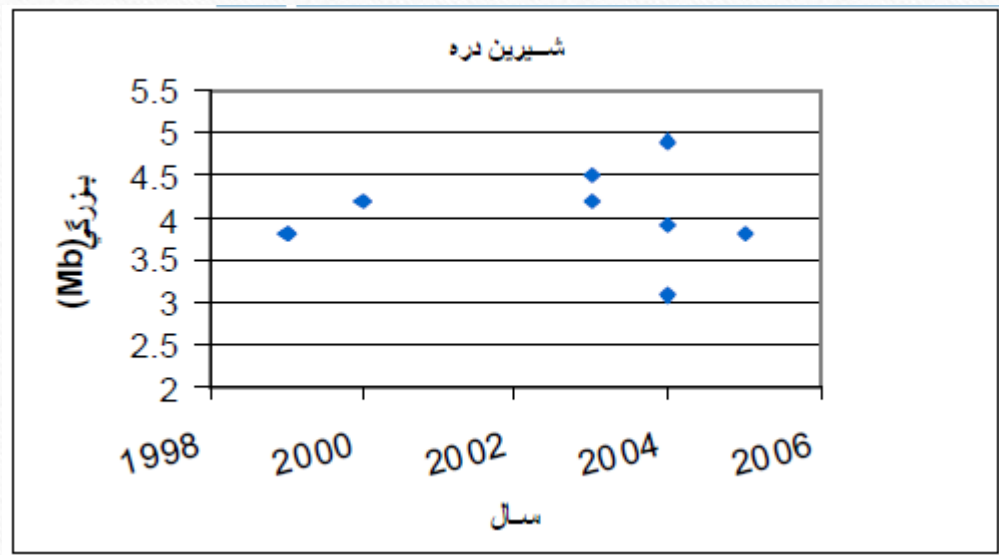
- ✓ سد کارون ۳ در پهنه لرزه خیز زاگرس قرار دارد .
- ✓ این سد اولین بار در اکتبر ۲۰۰۴ آبگیری شده است.
- ✓ افزایش فراوانی زلزله ها بعد از آبگیری سد در شکل کاملاً مشهود می باشد.
- ✓ زلزله ها در جنوب غرب و غرب محور سد فراوانی بیشتری دارند.





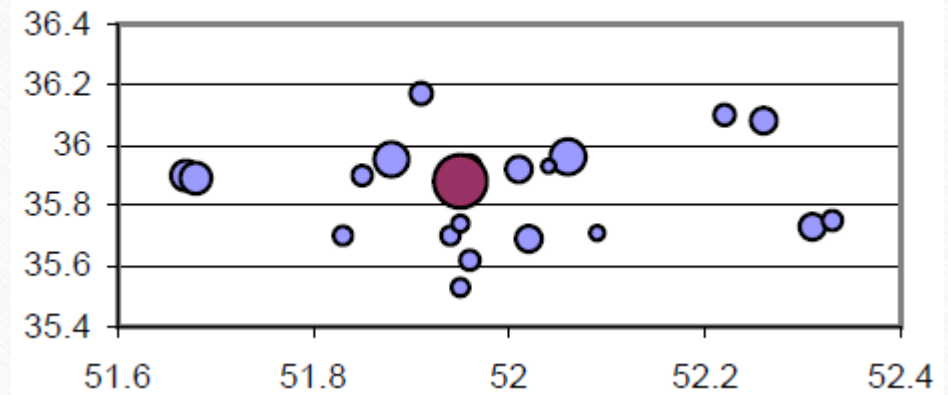
### ❖ سد شیرین دره :

- ✓ این سد در پهنه لرزه زمین ساخت کپه داغ قرار دارد.
- ✓ آبگیری سد در اوایل سال ۲۰۰۴ میلادی صورت گرفته است
- ✓ مشاهده میگردد که بلافاصله بعد از آبگیری سد زلزله های القایی به وقوع پیوسته است.



## ❖ سد لار:

- ✓ این سد در سال ۱۳۵۹ آبگیری شد ولی هیچگاه تراز آب به حد پیش بینی شده نرسید .
- ✓ سد لار بعلت مشکلات آبندی و فرار آب از سد از جمله سدهای معروف دنیا می باشد که در کتابهای درسی بعنوان الگویی از مکان یابی نامناسب ساختگاه سد از آن یاد میگردد .
- ✓ در شکل زیر زلزله های به وقوع پیوسته در شعاع 30 کیلومتری نشان داده شده است، مشاهده میگردد که زمین لرزه ها در اطراف سد پراکنده هستند و روند خاصی ندارند



منابع □

[www.iiees.ac.ir](http://www.iiees.ac.ir) ➤

[gholizadehhasan.blogfa.com](http://gholizadehhasan.blogfa.com) ➤

➤ زمین لرزه های القایبی مرتبط با برخی از سدهای ایران، ناصر حافظی مقدس ، قاسم عسگری، مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۸۴

با تشکر از توجه شما

---