Archive of SID

انجمن زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایـــران
TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

لرزه‌زمین ساخت و برآورد خطر زمین‌لرزه ساختگاه سد کریت

◇◇◇◇◇◇◇

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

مقاله حاضر، مطالعات لرزه‌خیزی و تحلیل خطر زمین‌لرزه سد کریت در۳۳ کیلومتری جنوب شرقی شهر طبس، در خراسان‌جنوبی را مورد بررسی قرار می‌دهد. بدین منظور از دو روش تحلیلی و تعیینی استفاده گردید. در روش تحلیلی، با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای به همراه نقشه‌های سایزموتکتونیکی، در گستره‌ای به شعاع ۱۵۰ کیلومتر از مرکز منطقه مورد مطالعه،گسل‌ها شناسایی و سپس بیشینه بزرگای زمین لرزه های محتمل و بیشینه شتاب افقی آنها تعیین گردید. در روش تعیینی، کلیه زمین لرزه ها اعم از تاریخی و دستگاهی، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و با استفاده از روشهای گوتنبرگ – ریشتر، پارامترهای لرزه‌خیزی منطقه، احتمال رویداد و دوره بازگشت زمین لرزه‌ها محاسبه شد. از میان گسل‌های موجود در گستره‌ی مورد مطالعه، بیشترین شتاب افقی زمین در محل ساختگاه، مربوط به گسل نایبند در فاصله ۲۰ کیلومتری از ساختگاه سد (با بیشینه بزرگای۷/۷ ریشتر) و برابر با cm/s^2 ۵۲۹ می‌باشد.

کلید واژه ها: زمین‌لرزه – تحلیل خطر – سد کریت – طبس

Seismotectonics and assessment of seismic hazard dam Korit

Mohammad Amin Bagheri, University of birjand, m.a.bagheri1368@ birjand.ac.ir
Ebrahim Gholami, University of Birjand, egholami@birjand.ac.ir
Hamid Reza Rostami Barani, University of Birjand, h.r.rostamibarani@birjand.ac.ir

Abstract:

Paper, seismic studies and analysis of seismic hazard Korit dams, in 33 kilometers southeast of the city of Tabas, in South Khorasan examine. For this purpose, analytic and statistical methods were used. The analytical method using satellite images with maps Seismotectonici, in the range of a radius of 150 km from the center of the study area, identifying faults and the maximum possible magnitude and maximum horizontal acceleration was determined. In the method, all historical and instrumental earthquakes, ranging from the study were analyzed using methods of Gutenberg - Richter, seismicity parameters, the probability of occurrence and recurrence of earthquakes was measured. Among the existing faults in the study area, the largest ground horizontal acceleration at the damsite is related to Nayband fault in the surface distance 20 km away from the dam (to maximum magnitude 7.7 Richter) and it is equal to 445 cm/s^2.

.

Keywords: Earthquake - risk analysis – Korit - dam

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به اینکه وقوع زلزله از کنترل بشر خارج می‌باشد چگونگی کاهش اثرات مخرب آن همواره مورد توجه محققین و دانشمندان در این زمینه بوده است. یکی از راههای کاهش این اثرات، مطالعه در زمینه‌ی پیش بینی زمان و شدت وقوع زلزله در یک منطقه می‌باشد. هر چند که تعیین این دو پارامتر به طور دقیق امکان پذیرنیست، ولی توسط روشهایی می‌توان این دو پارامتر را به تقریب در مورد یک منطقه مشخص برای استفاده در امور مهندسی محاسبه کرد. در این تحقیق پیشرو به بررسی لرزه‌خیزی ساختگاه سد کریت که در۳۳ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر طبس، با مختصات جغرافیایی ۲۶، ۳۳ شرقی و ۱۴، ۵۷ شمالی می پردازد (شکل ۱). این سد در بالادست سد تاریخی کریت (با قدمت بیش از ۷۰۰ سال) در حاشیه شرقی کویر مرکزی ایران و بر رودخانه شهلوک (کریت) که از رشته کوه‌های شتری سرچشمه گرفته واقع شده است. سد جدید همانند سد قدیمی از نوع قوسی– وزنی می‌باشد ارتفاع آن از بستر رودخانه ۵۵ متر و طول تاج آن برابر با ۳۴۵ مترو عرض آن ۷ مترمی‌باشد (شکل ۲). از جمله اهداف این سازه کنترل رواناب‌ها و تنظیم آب رودخانه و توسعه کشاورزی و آبیاری اراضی پایین دست می‌باشد.

شکل۱: نقشه راه‌های سد کریت

شکل۲: نمایی از پشت سد کریت

◇◇◇◇◇◇◇

بحث و روش تحقیق:

www.SID.ir

Archive of SID

در این تحقیق، به منظور ارزیابی بیشنه شتاب افقی زمین محتمل زلزله‌های ناشی از تجدید فعالیت گسل‌های محدوده از مراحل زیر استفاده شده است:

مرحله اول: جمع آوری اطلاعات پایه‌ای مشتمل بر مطالعات و بررسی گزارشات و نقشه‌های زمین شناسی

مرحله دوم: جمع‌آوری زمین‌لرزه های تاریخی و دستگاهی در گستره‌ای به شعاع ۱۵۰ کیلومتری از ساختگاه

مرحله سوم: بدست آوردن بزرگای بیشینه در گستره مورد مطالعه

مرحله چهارم: محاسبه پارامترهای جنبش نیرومند زمین با استفاده از تحلیل خطر لرزه‌ای به روش احتمالاتی

مرحله پنجم: محاسبه پارامترهای جنبش نیرومند زمین با استفاده از تحلیل خطر لرزه‌ای به روش قطعی

به طور کلی می‌توان گسله‌ها را به دو گروه کلی فعال و غیرفعال تقسیم نمود. بربریان (۱۹۷۶) گسله‌های فعال را به را سه گروه گسله‌های لرزه‌زا،گسله‌های کواترنر وگسله‌های با احتمال جنبش در زمانه کواترنر تقسیم بندی کرده‌است. با توجه به تقسیم بندی‌های عنوان شده مهمترین گسله‌های گستره مورد مطالعه در شعاع ۱۵۰کیلومتری پیرامون سد مشخص شده است (جدول ۱). عمده‌ترین و پیوسته‌ترین گسل‌های منطقه،گسل های نایبند، درونه و کلمرد می‌باشند که احتمالا در اثر رخدادهای کاتانگایی و یا قدیمی‌تر ایجاد شده‌اند و سیمای تکتونیکی منطقه را ایجاد نموده اند. سایر گسل‌های منطقه نیز به تبعیت از آن در روند های شمالی–جنوبی ، شرقی–غربی و شمال شرقی– جنوب غربی مشاهد می‌شود که کانون زمین لرزه‌هایی بر روی آن‌ها ثبت شده‌است.

جدول ۱ مهمترین گسل های محدوده مورد مطالعه به شعاع ۱۵۰ کیلومتر

ردیف	نام گسل	امتداد گسل	طول گسل	حداقل فاصله از سد
۱	اسفهک	NNW-SSE	۷۷	۱۰
۲	طبس	N-S	۸۵	۱۸
۳	اسفندیار	N-S	۱۵۰	۲۰
۴	چشمه رستم	NE-SW	۱۳۵	۵۲
۵	کلمرد	NE-SW	۲۵۰	۷۵
۶	نائینی	NNE-SSW	۳۳	۱۰۸
۷	دشت بیاض	E-W	۱۵۰	۱۱۷
۸	سربالا	N-S	۶۲	۱۵۰
۹	نایبند	N-S	۶۰۰	۲۰

۱- زمین‌لرزه‌های گستره مورد مطالعه

زمین لرزه‌های مهمی در گستره مورد مطالعه روی داده‌است که شامل زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی می‌باشد. داده‌های آماری این زمین‌لرزه‌ها از مراجع و منابع معتبر گردآوری وتشریح شده است.

۱-۱- زمین‌لرزه‌های تاریخی

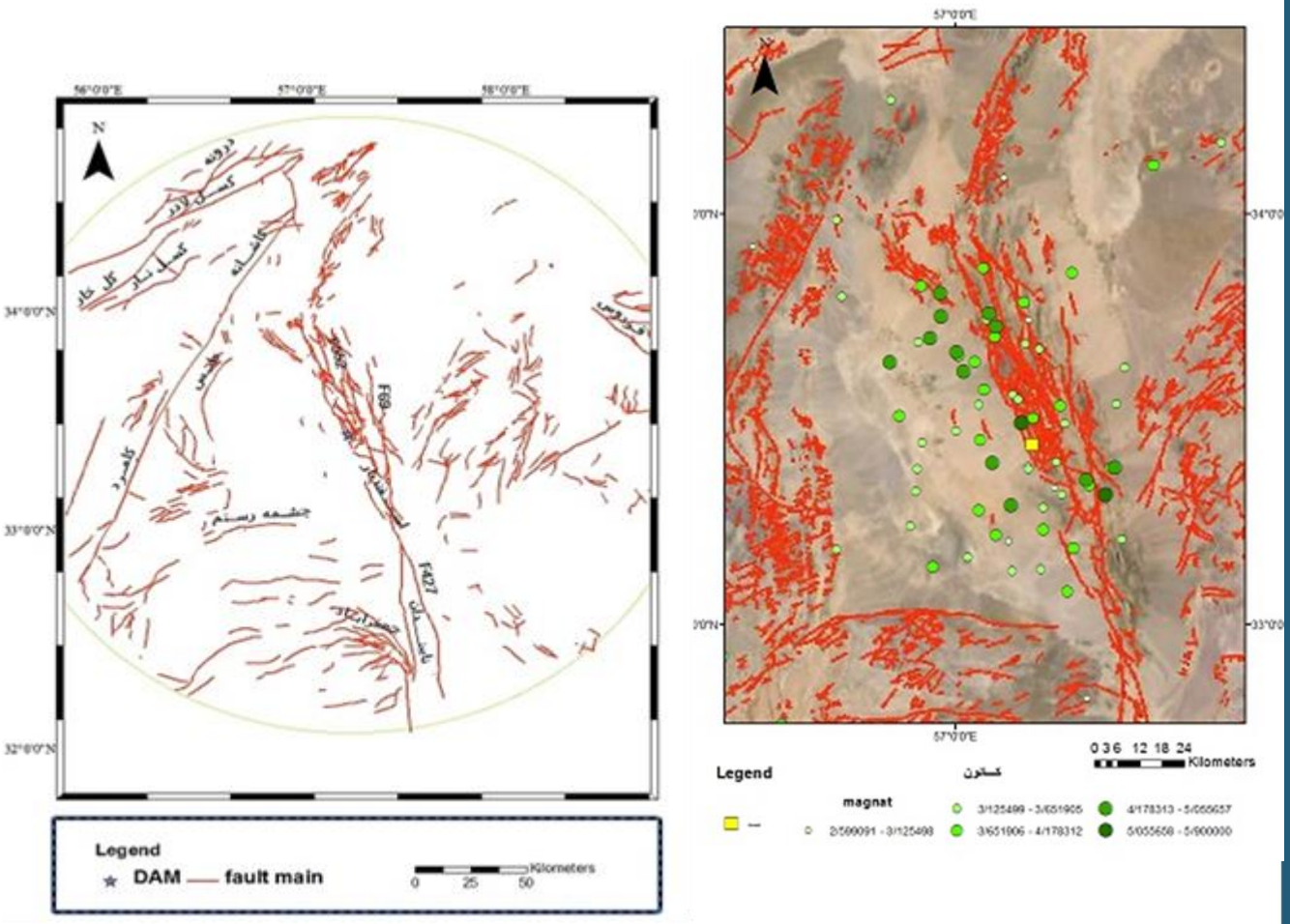
گستره مورد مطالعه در طول تاریخ بارها شاهد زمین لرزه‌های ویرانگر و تلفات و خسارات فراوانی ناشی از آن‌ها بوده است زمین‌لرزه‌های باستانی و تاریخی (پیش از سده بیستم) منحصر بر اساس مطالعه ثبت وقایع تاریخی می باشد. تا قبل از سال ۱۹۰۰ میلادی در محدوده‌ای مورد مطالعه حدود ۲۰ مورد زمین لرزه ثبت تاریخ است.

۱-۲ زمین لرزه‌های قرن اخیر

شکل ۳ موقعیت کانون سطحی زمین لرزه‌های قرن بیستم و بیست و یکم گستره مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: پراکنش زمین لرزه ها و گسل ها عمده به شعاع ۱۵۰ کیلومتر

بررسی داده‌های دستگاهی زمین‌لرزه‌های قرن اخیر در مناطق پیرامون ساختگاه سد، در شعاع ۱۵۰ کیلومتری به مرکزیت ساختگاه سد، حاکی از رخداد بیش از ۱۰۰حادثه زلزله با بزرگی بیشتر از سه ریشتر می‌باشد، که حدود ۶۰ مورد از این زمین لرزه‌ها در فاصله کمتر از ۵۰ کیلومتری ساختگاه سد رخداده‌اند. بررسی عمق کانونی زمین‌لرزه ها حاکی از آنست که بیشتر زمین‌لرزه‌ها در عمق ۳۵-۳۰ کیلومتری رویداده است.

۲- برآورد خطر زمین‌لرزه

برای انجام تحلیل خطر لرزه‌ای دو روش کلی در دنیا مطرح گردیده‌اند. تحلیل خطر لرزه ای به روش احتمالاتی و تحلیل خطر لرزه-ای به روش تعیینی.

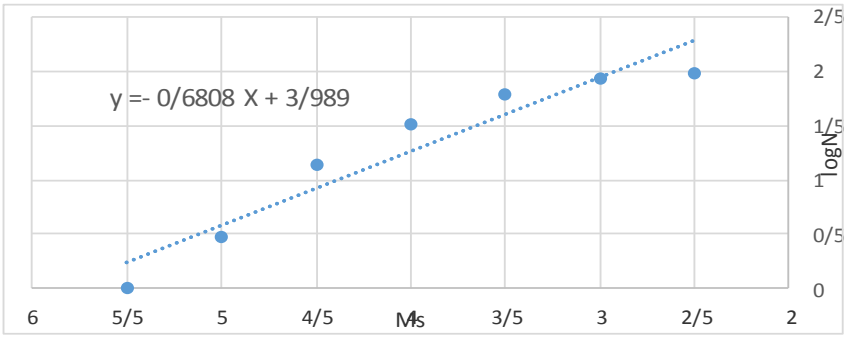
۲-۱ برآورد خطر زمین‌لرزه به روش احتمالی

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نبود آمار زلزله ها در گذشته و عدم اطمینان از صحت داده‌های موجود، استفاده از داده‌های تاریخی خود باعث خطاهایی در محاسبات می‌گردد. بر این اساس برای محاسبه خطرزمین‌لرزه از زمین‌لرزه‌هایی که از سال ۲۰۱۵-۱۹۰۰ در شعاع ۱۵۰ کیلومتری سد کریت توسط لرزه‌نگارها با دقت بالا ثبت شده‌اند استفاده شد. وجود این آمار از زمین لرزه‌ها در این شعاع به خصوص در محدوده ۵۰ کیلومتری سد نشان دهنده فعال بودن منطقه از نظر لرزه‌خیزی می‌باشد. به دلیل اهمیت و کاربرد بزرگی داده‌ها بر حسب Ms در محاسبه شدت و شتاب و روابط میرایی حرکت زمین، تمامی داده‌ها با بزرگی Mb براساس رابطه‌ی 2.415+0.569Mb = Ms بدست آمده برای منطقه، به بزرگی امواج سطحی Ms تبدیل گردید. فراوانی تجمعی هر دسته مشخص گردید و نمودار بزرگی زمین لرزه‌ها بر حسب Ms، LogNc (فراوانی تجمعی) در مقابل هم رسم گردید (نمودار ۱). براساس بهترین خط عبوری و رابطه بزرگی و فراوانی زمین لرزه‌ها گوتنبرگ–ریشتر(رابطه۱)، فرمول لرزه‌خیزی منطقه محاسبه شد (رابطه ۲).

$$LogN_c = a - b.Ms$$ رابطه ۱



رابطه ۲

LogN = 2/5 - 0/6808 Ms

نمودار۱: بزرگی و لگاریتم فروانی تجمعی زمین لرزه ها

محاسبه دوره‌ی بازگشت زمین‌لرزه‌ها با استفاده از فرمول لرزه‌خیزی منطقه و رابطه گوتنبرگ – ریشتر (رابطه ۳) نشان می‌دهد که با افزایش بزرگی زمین‌لرزه دوره بازگشت طولانی‌تر می‌شود (جدول ۲). رابطه ۳ Ms=(Log (Tr/T)+a/b

Ms (ریشتر)	۲/۵	۳	۴	۵	۶	۷	۷/۵	۸
دوره‌بازگشت برحسب سال	۰/۱۵	۰/۳۴	۱/۶	۸	۳۶	۱۸۴	۴۰۳	۸۸۳

جدول ۲ : رابطه بین بزرگی و دوره بازگشت زمین لرزه

۲-۱-۱ تعیین زمین‌لرزه کنترل‌گر

در بیشتر آیین‌نامه‌های ملی ساختمان (آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله ۱۳۸۴)، زمین‌لرزه های با دوره بازگشت ۴۷۵ سال به عنوان زمین‌لرزه کنترل‌گر معرفی می‌شود. برای تاسیسات حیاتی و بحرانی مانند نیروگاه‌ها، سدها و ساختمان‌های بلند، زمین‌لرزه کنترل‌گر بطور معمول به صورت بیشینه بزرگای زمین لرزه هایی که چشمه قادر به تولید آن است تعریف می‌شود. در این پژوهش بر اساس مطالعات صورت گرفته این زمینلرزه، دارای بزرگای ۷/۹ ریشتر می‌باشد.

۲-۲ برآورد خطر زمین‌لرزه به روش قطعی

www.SID.ir

Archive of SID

در تحلیل خطر زمین‌لرزه به روش تعیینی بدون در نظر گرفتن سایر پارامترهای جانبی و پیچیده مرتبط با علم لرزه‌شناسی تنها به علت اصلی زمین لرزه یعنی چشمه‌های اصلی لرزه‌زا (گسل ها) و شدیدترین حالت لرزه‌خیزی از میان آن‌ها پرداخته می‌شود. به عبارت دیگر در این روش این دیدگاه مورد توجه است که اگر طراحی لرزه‌ای برای وخیم‌ترین حالت صورت گیرد، ایمنی مورد نظر برای ساختگاه مورد مطالعه در مقابل خطر زمین‌لرزه به صورت محافظه‌کارانه بدست خواهد آمد. شاید مهم‌ترین نقطه ضعف‌های این روش نسبت به روش احتمالی عدم امکان وارد نمودن عمر مفید سازه و جواب های محافظه کارانه حاصل از آن می‌باشد.

۲-۲-۱ توان لرزه‌زایی گسل‌ها

بدین منظور برای برآورد توان لرزه‌زایی از روابط تجربی که بزرگای زمین‌لرزه را با درازای شکستگی گسل همبسته می‌سازد، استفاده می‌شود. در گستره طرح بر پایه روابط تجربی ارائه شده توسط مهاجر اشجعی و نوروزی (۱۹۸۲)، پرس (۱۹۶۷)، هانسر (۱۹۶۹) و سلمونز (۱۹۷۸) مقادیر بیشینه بزرگا محاسبه و درجدول۳ ارائه گردیده‌اند. برای محاسبه بزرگی زمین‌لرزه تولید شد توسط گسل‌های اصلی تا شعاع ۱۵۰ کیلومتر استفاده شده است.

مهاجر اشجعی و نوروزی (۱۹۸۲) $Ms = \log L/2 + 5.4$ هانسر (۱۹۶۹) $Ms =1.5 \log L + 5.34$

رابطه تجربی سلمونز (۱۹۷۸) $Ms = 1.11\text{Log } L+ 5.15$ پرس (۱۹۶۷) $Ms =1.6 \log L +5.72$

ازآنجاکه توان لرزه‌زایی هر گسل به طول گسلش سطحی آن بستگی دارد، گسل کلمرد و دشت بیاض با گسلش سطحی ۱۲۵ و ۷۵ کیلومتر، توان لرزه‌زایی بالایی دارند.

جدول ۳ : بیشینه بزرگای زمین لرزه در ارتباط با طول گسل

نام گسل	فاصله تا سد (Km)	طول گسل (km	گسلش سطحی(km	مهاجر و نوروزیMs	پرسMs	هانسرMs	سلمونزMs	میانگین Ms
دشت بیاض	117	150	75	6/9	7/7	8/1	7/2	7/5
کلمرد	75	250	125	7/1	7/9	8/4	7/4	7/7
چشمه رستم	52	135	68	6/9	7/6	8/0	7/1	7/4
چاهک	148	110	55	6/8	7/5	7/9	7/0	7/3
طبس	18	85	45	6/7	7/4	7/8	6/9	7/2
سربالا	150	62	31	6/5	7/3	7/5	6/8	7/0
اسفندیار	20	150	75	6/9	7/7	8/1	7/2	7/5
نایني	108	33	17	6/3	7/0	7/1	6/5	6/7
اسفهک	10	77	39	6/6	7/4	7/7	6/9	7/1
فردوس	135	110	60	6/8	7/6	8/0	7/1	7/4
نایبند	20	600	400	7/7	8/4	9/2	8/0	8/3

۳- دیگر خصوصیات زمین‌لرزه‌ای

برای آگاهی از میزان تاثیر هر پدیده لازم است که بتوانیم به نحوی آن را به صورت کمی بیان کنیم. برای کمی کردن اندازه زلزله، از دو روش مختلف استفاده می‌شود. یک روش براساس اثرات زلزله در یک ساختگاه و محل خاص (شدت زلزله) و دیگری بواسطه اندازه‌گیری دستگاهی و خصوصیات منشاء زلزله (بزرگای زلزله) است. شدت زلزله در هر مکان متفاوت است و با دور شدن از

www.SID.ir

Archive of SID

کانون زلزله کم می‌شود، در حالی که بزرگای زلزله همواره ثابت است و به دور شدن از کانون زلزله ارتباطی ندارد چرا که با کل انرژی آزاد شده مرتبط است. با در نظرگرفتن هر یک از چشمه‌های خطی لرزه‌زا در گستره طرح، بیشینه مقادیر پارامتر شدت جنبش نیرومند زمین در محل سد با استفاده از روابط کاهیدگی محاسبه می‌شود. در جدول ۴ نتایج حاصل از برآورد بیشینه مقدار شدت جنبش زمین در گستره مورد مطالعه به روش تعیینی برآورد شده است. برای محاسبه شدت زمین‌لرزه در کانون، روابط زیر بکار گرفته شده است.

مهاجر اشجعی و نوروزی (۱۹۷۸) برای زلزله با عمق کانونی کمتر از ۶۰ $I_0 = 1.7\ Ms - 2.8$

دستور تجربی آمبرسیز(۱۹۸۲) $I_0 = 1.3\ Ms + 0.09$

اما از آنجا که با فاصله از کانون زلزله شدت آن کاهش می‌یابد برای محاسبه شدت حاصل از فعالیت گسل‌ها از رابطه میرایی زیر استفاده گردید.

Chandra et al..(۱۹۷۶) برای گسل های $R<160$ Km $IR=I_0 + 4.82 - 0.00548\ R - 3.708 \log (R+20)$

که در آن IR شدت در نقطه مورد نظربرحسب مرکالی و R فاصله گسل تا ساختگاه مورد نظر برحسب کیلومتر می‌باشد.

گام بعدی در برآورد خطر زمین‌لرزه، یافتن رابطه‌ای مناسب برای محاسبه تاثیر این چشمه‌های لرزه‌زا، با توجه به آهنگ لرزه‌خیزی و فاصله آن‌ها تا ساختگاه می‌باشد. متداول‌ترین روش در این زمینه استفاده از روابط کاهندگی می‌باشد. روابط کاهندگی بیان‌کننده کاهش دامنه جنبش زمین نسبت به افزایش فاصله از چشمه می‌باشند. از میان روابط معتبر موجود، در نهایت برای محاسبه شتاب ناشی از هر یک از گسل ها در ساختگاه سد از رابطه تریفوناک و بریدی (۱۹۷۵) استفاده گردیده است.

حداکثر شتاب افقی $\text{Log } A_h = 0.3(I) - 0.041$ حداکثر شتاب قائم $\text{Log } A_V = 0.3(I) - 0.18$

برای برآورد سرعت افقی و قایم بر حسب سانتی‌متر برثانیه از فرمول Trifunace , Brady استفاده می‌شود.

$\text{Log } V_h = 0.63 + 0.25\ I_0$ $\text{Log } V_v = - 0.18 + 0.28\ I_0$

و حداکثر جابه جاشدگی افقی و قائم بر حسب سانتی‌متر با فرمول‌ها Trifunac and Brady (۱۹۷۵) قابل محاسبه است (جدول۶).

$\text{Log}D_h = - 0.53 + 0.19\ I_0$ $\text{Log}D_v = - 1.13 + 0.24\ I_0$

جدول۴: پارامترهای لرزه خیزی گسل ها

نام گسل	طول_گسلش سطحی (km)R	فاصله گسل_تا سد(km)	بزرگی-زلزله ناشی از فعالیت Ms	شدت زلزله در کانون I_0	شدت در محل سد I_{DAM}	شتاب افقی در محل سد $A_{H\ DAM}$	شتاب قایم در محل سد $A_{V\ Dam}$	سرعت افقی در محل سد V_H Cm/s2	سرعت قائم درمحل سد V_V Cm/s2	جابه‌جایی افقی محل سد D_H Cm	جابه جایی قایم در محل سد D_V Cm
دشت بیاض	75	117	7/5	9/9	6/1	64/8	47/0	149/2	35/4	4/3	2/2
کلمرد	125	75	7/7	10/3	7/3	149/3	108/4	299/1	77/1	7/4	4/3
چشمه رستم	68	52	7/4	9/8	7/4	161/0	116/9	318/6	82/8	7/8	4/6
چاهک	55	148	7/3	9/6	5/4	39/0	28/3	97/7	22/0	3/1	1/4
طبس	45	18	7/2	9/5	8/3	300/1	217/9	535/3	148/0	11/6	7/6
سربالا	31	150	7/0	9/2	4/9	28/2	20/5	74/7	16/3	2/6	1/1
اسفندیار	75	20	7/5	9/9	8/6	368/0	267/2	634/4	179/0	13/2	9/0
نایني	17	108	6/7	8/7	5/2	33/1	24/0	85/3	18/9	2/8	1/3
اسفهک	39	10	7/1	9/4	8/7	373/3	271/0	642/0	181/4	13/3	9/1
فردوس	60	135	7/4	9/7	5/7	46/9	34/0	114/0	26/2	3/5	1/7
نایبند	150	20	7/7	10/4	9/2	529/6	384/6	859/3	251/5	16/6	12/7

www.SID.ir

Archive of SID

همانگونه که انتظار می‌رفت گسل‌های کلمرد و دشت بیاض با توان لرزه‌زایی۷/۷ و ۷/۵ بیشترین شدت زمین لرزه‌را در کانون خود دارند اما بیشترین تاثیرگزاری بر ساختگاه سد را گسل اسفهک ، اسفندیار و طبس به ترتیب با فاصله از سد ۱۰ ، ۲۰ و ۱۸ کیلومتر دارند.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

۱- مطالعات زمین لرزه های تاریخی و دستگاه هایی نشان می دهد که ساختگاه سد از نظر زمین ساختی و لرزه زمین ساختی بسیار فعال می باشد.

۲- تمرکز عمق کانونی زلزله های رخ داده در محدوده مورد مطالعه در عمق ۳۰-۳۵ کیلومترمی‌باشد.

۳- طبق آیین نامه‌های ملی ساختمان زمین لرزه کنترل‌گر برای سد کریت برابر با۷/۹ محاسبه گردیده است.

۴- از آنجایی که توان لرزه زایی با طول گسلش رابطه مستقیم دارد، گسل نایبند، کلمرد و دشت بیاض با طول گسلش ۴۰۰، ۱۲۵ و ۷۵ کیلومترتوان لرزه‌زای بالای ۷/۵ ریشتر را دارند.

۵- از آنجا که با فاصله از گسل تاثیرگذاری آن کم می‌شود به‌همین جهت گسل کلمرد و دشت بیاض با بالاترین توان لرزه زایی نسبت به گسل اسفهک با طول گسلش ۳۹ کیلومترو فاصله ۱۰ کیلومتری از سد، تاثیر کمتری برساختگاه دارند.

۶- گسل نایبند که در ۲۰ کیلومتری ساختگاه سد کریت با طول گسلش ۴۰۰ کیلومتر بیشترین تاثیر را بر ساختگاه سد دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسی :

۱- آرین، م.، (۱۳۸۹)، "لرزه زمین ساخت کاربردی"، مرکز پژوهشی فرازمین، ۳۰۴ صفحه.

۲- آمبرسز، ن.، ملویل، چ پ.، (۱۳۷۰)، "تاریخ زمین لرزه های ایران"،۶۷۴ صفحه، ترجمه ابوالحسن رده، انتشارات آگاه.

۳- رحیمی،ن.، (۱۳۸۹)، "لرزه زمینساخت و برآورد خطر زمینلرزه ساختگاه سد جریانی دز"، فصلنامه علمی پژوهشی زمین و منابع واحد لاهیجان، سال سوم، شماره دوم.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

- Kijko, A., 2004, "Estimation of the maximum earthquake magnitude", Mmax. Pure and Applied Geophysics. 161,1-27.
- Gardener, J. K. and Knopoff, L., (1974), “Is the Sequence of Earthquakes in Southern California with Aftershocks Removed, Poissonian”, Bulletin of the Siesmological Society of America, (64) 5: 1363-1367.

www.SID.ir