هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران
دانشگاه صنعتی شاهرود، شهریور ۱۳۹۰

# پهنه‌بندی خطر لغزش دامنه‌های مخزن سد ونیار تبریز بعد از آبگیری

رباب آذرمی عربشاه
*دانشجوی کار شناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی دانشگاه صنعتی شاهرود*
ناصر حافظی مقدس
*دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود*
ابراهیم اصغری کلجاهی
*استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه تبریز*
*خلیل ولیزاده کامران*
*استادیار گروه جغرافیا دانشگاه تبریز*

## چکیده

زمین‌لغزش یکی از مخاطرات طبیعی می‌باشد که از نظر شدت وقوع و فراوانی، خسارات مستقیم (تخریب و مدفون کردن مناطق مسکونی و سازه‌ها، مسدود شدن کانال‌های آبیاری و جاده ها) و خسارت غیر مستقیم (هدر رفتن خاک، پر شدن مخازن سدها، افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها و اثرات ناگوار زیست محیطی) را به همراه دارد.

در این مقاله ناپایدارهای دامنه‌های مشرف به مخزن سد ونیار بعد از آبگیری مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور نقشه زمین شناسی مهندسی محدوده سد تهیه شده و خصوصیات رخنمونهای سنگی و آبرفتی بر اساس طبقه‌بندی GSI و بر اساس اطلاعات گمانه‌های اکتشافی برآورد گردیده است. سپس پایداری تک تک دامنه‌های مشرف به مخزن سد با استفاده از نرم افزار Slide5.0 در شرایط بعد از آبگیری و وقوع زمین لرزه‌های مبنا طراحی، ارزیابی گردیده و بر مبنای آن نقشه پهنه بندی خطر لغزش دامنه های پیرامون مخزن سد تهیه شده است. نتایج بررسیها نشان می‌دهد که حدود ۰.۵ درصد سطح دامنه ها در رده ناپایدار، حدود ۱۹.۵ درصد سطح دامنه ها در رده نسبتاً ناپایدار و ۸۰ درصد در رده پایدار قرار دارند.

**کلمات کلیدی:** پهنه بندی زمین لغزش، سد ونیار، ناپایداری دامنه

# Landslide hazard zonation in the reservoir slopes around Tabriz Vanyar dam after inundation

Robab azarmi aradshah
*M.Sc student of Environmental Geology, Shahrood university of Technology*
Naser Hafezi Moghaddas
*Associate Prof. Faculty of Earth Science, Shahrood university of Technology*
Ebrahim Asghari
*Assistant Prof. of Tabriz University*
Khalil Valizdeh Kamran
*Assistant Prof. of Tabriz University*

**Abstract:** Landslide is one of natural dangerous phenomenon that its occurrence violence and0. frequency, can have direct damage (destructing and bury residential region and constructions, bar irrigation channels and roads) as well as indirect damages (wasting soil, making dams storage become full, increasing residual volume in rivers and environmental harsh effects).

In this study the slopes verge to the storage of Vanyar dam variations after dumping water have been analyzed. To do this, engineering geology map of dam confine engineering was provided. In

addition, the stone perforate features, the alluvial based on GSI taxonomy and exploration boreholes information was estimated. Then, the stability of each slope verged to dam storage were marked as the base for analyzing by the Slide5.0 software in forward step of dumping water and earthquake situations. Based on them, landslide hazard zoning map has been produced .
The analysis shows that about 0.5% of slops exist in unstable category, around 19.5% in partially unstable and 80% in stable.

**Keywords:** Landslide hazard zoning, Vanyar dam, Slope stability

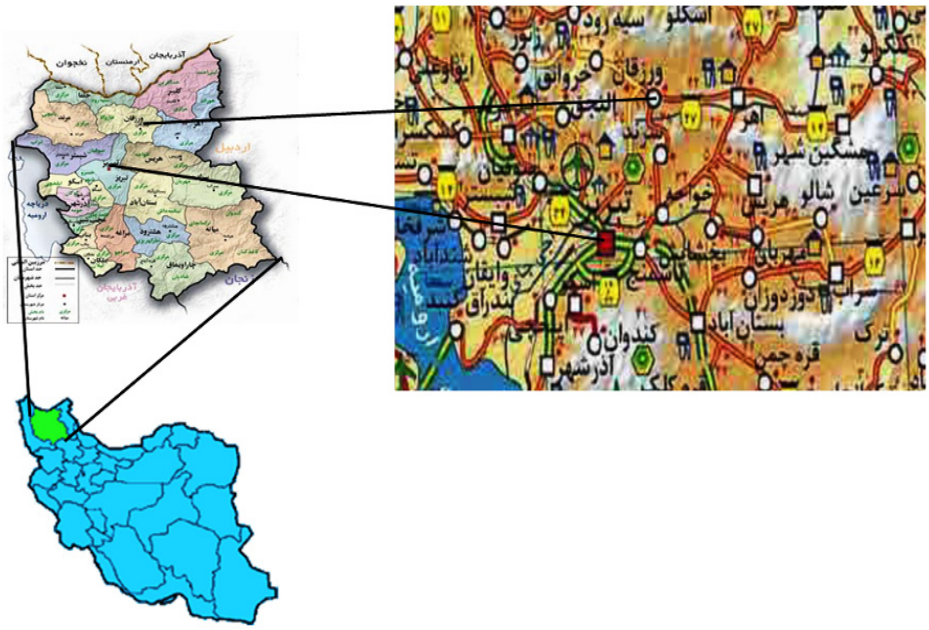
## ۱ مقدمه

زمین‌لغزش، حرکت توده سنگ، خاک و واریزه به طرف پایین شیب می‌باشد (Crudent, 1991). این حرکات در ابعاد بزرگ می‌تواند بسیار مخاطره‌آمیز باشد. در حال حاضر از خطرات ناشی از سیل که در اثر تغییرات کوتاه مدت آب و هوایی ایجاد می‌شود به عنوان خطر فرآیندهای سطح زمین یاد می‌شود. اما در بعضی از نقاط جهان بی‌ثباتی شیب ها به عنوان یک خطر شناخته شده می‌باشد که مشکلات اساسی و پرهزینه‌ای را ایجاد می‌کند و به عنوان یکی از نگرانی‌های مهندسان ژئوتکنیک و زمین شناسی مهندسی در مناطق مستعد لغزش می‌باشد (Bromhead, 2005). دخالت‌های بشر در طبیعت مانند ایجاد سدهای مصنوعی در مناطق مستعد لغزش خسارت جانی و مالی فراوانی را به بار می‌آورد. که از جمله آنها می توان به سد وایونت در ایتالیا در سال ۱۹۶۳ اشاره نمود. در اثر ورود ۲۷۰ میلیون متر مکعب توده لغزشی به این مخزن سد، امواج ناگهانی ایجاد شد و شهرستان لانگرون (Langarone ) را تخریب کرد. در اثر این حادثه ۲۰۰۰ نفر کشته شدند. لغزش‌های که در دامنه های اطراف مخزن سد رخ می‌دهد سبب پر شدن مخازن سدها و کاهش حجم مخزن سد در نتیجه عمر مفید سد می‌شود. امروزه پر شدن مخازن سدها یکی از معضلات جهان و کشور ما می‌باشد. وقوع زمین لغزش در مخزن سد Pontesei در ۲۲ مارس سال ۱۹۵۹ ظرفیت مخزن سد را تا ۵۰٪ کاهش داد و سبب فرو ریختن ۵ میلیون متر مکعب توده لغزشی به مخزن سد و ایجاد امواج حاصل از آن شد.(Panizzo et al, 2005 ). در کشور ما نیز زمین لغزش در مخزن سد سبب کاهش بهره‌وری عمر مفید سدهای همچون سفید رود شده است. در این مقاله به بررسی زمین لغزش‌های دامنه های اطراف مخزن سد ونیار (شهید مدنی) تبریز بعد از آبگیری سد پرداخته شده است.

## ۲ موقعیت و مشخصات سد

سد مخزنی ونیار به منظور تامین آب کشاورزی دشت تبریز بر روی رودخانه آجی‌چای، بزرگترین رودخانه آذربایجان‌شرقی در ۵ کیلومتری شمال شرقی شهر تبریز در پایین دست روستای ونیار احداث شده است. این سد به طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه ۲۹ دقیقه قرار گرفته است. (گزارش زمین شناسی مهندسی سد ونیار، ۱۳۸۰) . در شکل ۱ موقعیت سد ونیار نشان داده شده است.

این سد از نوع سنگریزه‌ای با هسته رسی می‌باشد. ارتفاع سد از سنگ بستر حدود ۹۱ متر، تراز تاج ۱۵۰۴ متر بالاتر از سطح دریا، حجم کلی مخزن سد ۳۶۱ میلیون متر مکعب و طول دریاچه سد حدود ۳۵ کیلومتر می‌باشد (گزارش تفضیلی ارزیابی اثرات زیست محیطی سد ونیار، ۱۳۸۵).

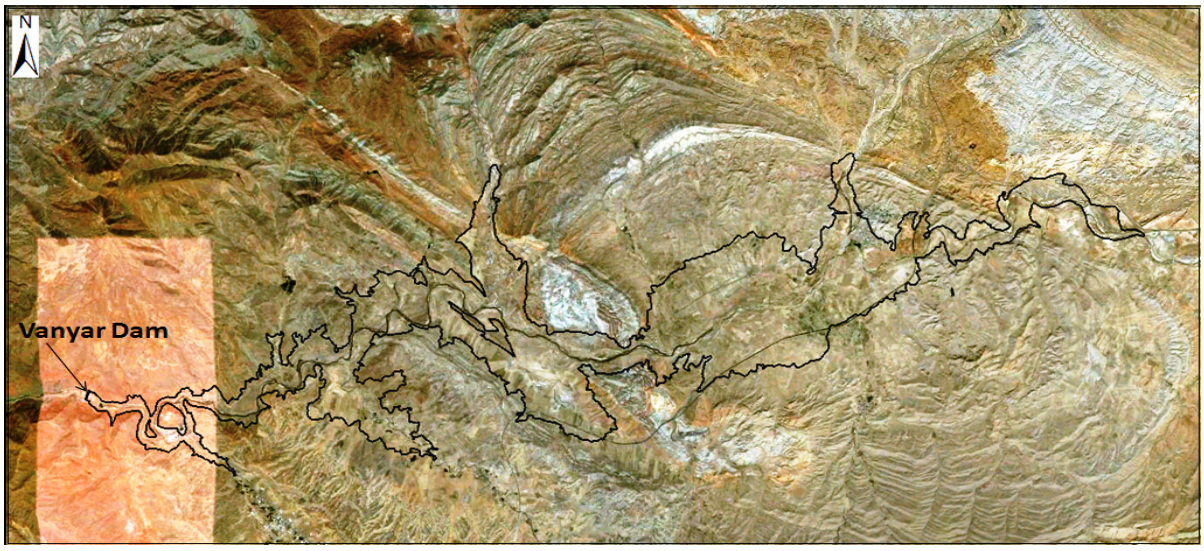



**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه**

## ۳ زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

عرض مخزن سد ونیار در فاصله محور سد تا روستای ونیار کم است. مخزن در این ناحیه دره‌ای V شکل می‌باشد. دامنه‌های موجود در این ناحیه به علت شیب تند مستعد لغزش هستند ولی از روستای ونیار به طرف شرق بستر رودخانه عریض‌تر می‌شود. سنگهای موجود در مخزن سد متعلق به سازند قرمز فوقانی است که در ایران مرکزی و شمال‌غرب ایران گسترش وسیعی یافته است و رسوبات سازند قم را می‌پوشاند. این سازند شامل لایه های ضخیم قرمز رنگ و نمک دار است. قدیمی‌ترین واحد سنگی که در منطقه مورد مطالعه مشاهده شده است. سنگهای اولترابازیک متعلق به کرتاسه بالای می‌باشد که در مجاورت محور سد و بخش ابتدایی سد رخنمون یافته است. دگرسانی شدید در امتداد درزه‌ها سبب تغییرات شدید در بافت سنگ شده است. سنگهای جوانتر با یک نبود چینه شناسی طولانی از کرتاسه تا نئوژن بر روی آنها مشاهده می‌شود. در نواحی بالادست سد رسوبات تبخیری به سن میوسن گسترش وسیعی دارند که حاوی میزان بالای رسوبات گچ و نمک است که تناوبی از خاکستر سبز و مارن با تناوبی از ژیپس و ماسه نمک دار می‌باشد. در بعضی از نواحی به هم ریختگی در موقعیت چینه شناسی این سازند شده است که به علت حرکت گنبدهای نمکی است. ماسه سنگهای این ناحیه در طبقه بندی زمین شناسی مهندسی دارای GSI=60 هستند. همچنین کنگلومرای قرمز با تناوبی از ماسه سنگ قرمز با مارن مشاهده می‌شود که دارای سن میوسن می‌باشد، در منطقه وجود دارد که به عنوان سازند پوششی بر روی سنگ‌های اولترابازیکی است. رخنمون این سازند بلندترین ارتفاعات تمام نواحی اطراف محور سد را در بر می گیرد که دارای GSI=45 است. در کناره رودخانه تا پای دامنه ارتفاعات پهنه‌های رسوبی کواترنری شامل پادگانه-های آبرفتی گسترده شده، پادگانه‌های آبرفتی از رس و سلیت ماسه‌ای همراه با شن دانه‌ریز تشکیل شده‌اند که قلوه سنگ یا قطعه سنگ نیز در آنها مشاهده می‌شود که برای کشاورزی مناسب می‌باشد.

نزدیکترین پهنه از ایران مرکزی که به ساختگاه سد نزدیک می باشد نوار سنندج سیرجان است که در جنوب غربی ایران مرکزی قرار دارد. با مطالعه تفضیلی رویداد های زلزله در ایران مرکزی ثابت شده است که بیشتر زمین لرزه های این بخش، که دارای بزرگی بالا و عمق کم هستند. از گسلهای کواترنری آذربایجان که بر این محدوده می‌تواند اثر داشته باشد می‌توان به گسل شمال تبریز و گسلها تسوج، شرفخانه، صوفیان، مزرعه،جنوب میشو، برکشلو، کنبرچای، احمد آباد، سلماس، شکریازی، میانه و گسلهای شمال و جنوب بزگوش اشاره نمود. (گزارش زمین‌شناسی مهندسی سد ونیار، ۱۳۸۰). در شکل ۲ عکس ماهواره‌ای منطقه سد نشان داده شده است.




**شکل ۲ - عکس ماهواره ای محدوده مخزن سد**

**شکل ۳- تصویری از یک زمین لغزش رخداده در جناح چپ سد**

تحلیل خطر لغزش و تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر لغزش

به منظور پهنه‌بندی خطر لغزش دامنه‌های سد ونیار بعد از آبگیری سد، اقدامات زیر صورت گرفته است:

۱- لغزش‌های موجود در این محدوده شناسایی گردیده است. به عنوان مثال در شکل ۳ تصویری از یکی از این لغزشها نشان داده شده است.

۲- خصوصیات رخنمون‌های سنگی شامل شیب، جهت شیب لایه، وضعیت درزداری مشخص شده و بر مبنای آن عدد GSI هر یک از رخنمون‌های سنگی مشخص گردیده است.

۳- دامنه‌های مشرف به مخزن سد با استفاده از نقشه ۲۵۰۰۰ توپوگرافی و رودخانه در نرم افزار GIS مشخص شده و نیمرخ توپوگرافی مقطع هر دامنه وارد نرم افزار Slide5.0 شده است.

۴- شیب ظاهری لایه بندی اندازه‌گیری شده و شیب توپوگرافی وارد نرم افزار Dips گردیده و شیب حقیقی لایه بندی سنگها بدست آمده که بر اساس آن شیب حقیقی لایه بندی در نرم افزار Slide5.0 برای هر مقطع از دامنه مشخص شده است.

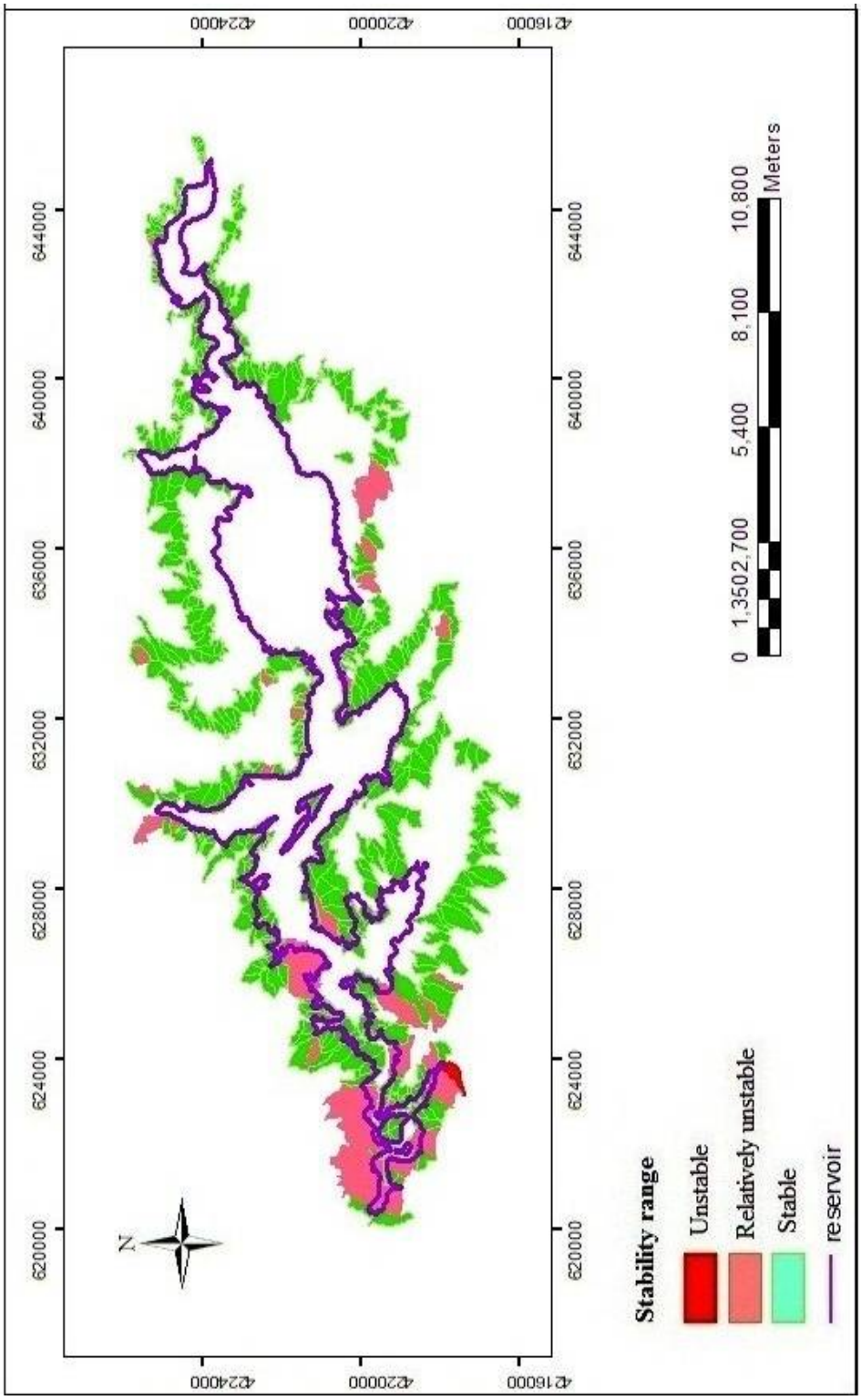
۵- به منظور مشخص نمودن پارامترهای C و $\phi$ دامنه‌های لغزشی از روش آنالیز معکوس استفاده گردیده است. برای این منظور پروفیل دامنه ها قبل و بعد از لغزش مشخص گردیده و با اعمال ضرایب شتاب افقی و قائم آخرین زلزله تجربه شده در منطقه و شرایط غیراشباع پارامترهای مقاومتی C و $\phi$ مورد نیاز برای رسیدن ضرایب اطمینان به میزان آستانه ناپایداری (Fs=1) مشخص گردیده است.

۶- برای مشخص نمودن C و $\phi$ دامنه‌های بدون لغزش از نرم افزار RocData شده است. براساس نوع سنگها و GSI مشخص شده برای رخنمون‌های مختلف، میزان C و $\phi$ برای دامنه های بدون لغزش مشخص شده است. به عنوان مثل چنان که در شکل ۴ دیده می‌شود، برای رسوبات تبخیری به سن میوسن، مارن با تناوبی از ژیپس و ماسه نمک دار، GSI=60 در نزدیکی گنبدهای نمکی در نظر گرفته شده است.

۷- سطح آب بعد از آبگیری سد برای نیمرخ دامنه‌ها تعریف می‌شود.

۸- شتاب افقی و عمودی برای دوره بازگشت ۴۵۷ ساله برای ساختگاه سد به ترتیب ۰.۳۹ و ۰.۲۴g برآورد شده است که به داده‌های دامنه‌ها در نرم افزار Slide اضافه می‌شود.

**شکل ۴- تصویری از یکی از واحدهای سنگی با GSI=60**




**شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی خطر لغزش در دامنه های اطراف مخزن سد ونیار**

۹- بدین ترتیب دامنه‌های مخزن سد ونیار شبیه سازی شده و بر اساس شرایطی که هر دامنه از لحاظ توپوگرافی سطح آب جنس مصالح و ... دارد ضریب اطمینان برای آن دامنه به دست می‌آید. سپس ضریب اطمینان به دست آمده در ۳ گروه:

۱- دامنه‌های با ضریب اطمینان ≥۱ (دامنه‌های ناپایدار )،

۲- دامنه های با ضریب اطمینان بین ۱- ۱.۵ (دامنه‌های نسبتاً ناپایدار)،

۳- دامنه های با ضریب اطمینان > ۱.۵ (دامنه های پایدار)

طبقه بندی شده و بر اساس آن نقشه پهنه‌بندی خطر لغزش در اطراف مخزن سد ونیار تهیه شده است. در شکل ۵ نقشه مذکور نشان داده شده است.

نتایج بررسیها نشان می‌دهد که حدود ۰.۵ درصد سطح دامنه ها در رده ناپایدار و حدود ۱۹.۵٪ سطح دامنه‌ها در رده نسبتاً ناپایدار و ۸۰٪ در رده پایدار قرار دارند.

## ۴ بحث و نتیجه گیری

با توجه به نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، مشخص گردید که مخزن سد ونیار در قسمت‌های بالا دست سد به علت توپوگرافی و شیب ملایم و نوع لیتولوژی پایدار هستند ولی در محدوده پایین دست سد و نزدیک سد، دارای دامنه‌های نسبتا ناپایدار و ناپایدار می‌باشند. دامنه‌های که سد بر روی آنها قرار گرفته نسبتا ناپایدار و ناپایدار می‌باشد ولی با توجه به این که برروی آنها عملیات پایدارسازی انجام شده است به حالت پایدار درآمده‌اند. آن چه حائز اهمیت می‌باشد این است که دامنه‌های نسبتا ناپایدار، ناپایدار و اکثر دامنه‌های که بررسی شده و لغزش‌های عمیق در آنها مشاهده شده در نزدیکی سد واقع شده‌اند. به عنوان مثال در شکل ۳ یکی از دامنه‌های نسبتا ناپایدار که ضریب اطمینان آن بین ۱-۱.۵ است و در جناح چپ سد واقع شده نشان داده شده است. بنابراین حرکت احتمالی این لغزشها علاوه بر کاهش حجم می‌تواند مشکلات بسیاری را برای دریچه های آبگیری سد ایجاد نماید و ممکن است حتی پایداری سد را با خطر مواجه کند.

## ۵ تشکر و قدردانی

از مساعدتهای مهندسین مشاور قدس نیرو و شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی در ارائه اطلاعات قدردانی می‌شود.

## ۶ مراجع

شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل، ۱۳۸۰، مطالعات مرحله دوم گزارش زمین‌شناسی مهندسی

شرکت سهامی آب منطقه ای آذربایجان شرقی، ۱۳۸۵، گزارش تفضیلی ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIS)

Cruden, D.M. (1991). “A Simple Definition Of A Landslide.” Bulletin IAEG, 43:27-29

Bromhead, E. N. (1999) “The Stability of Slopes” Library of Congress Cataloging in Publication Data. 1:1-2

Panizzo, A. Girolamo, P. De, Risio, M. Di,. Maistri, A., and Petaccia A. ( 2005 )“Great landslide events in Italian artificial reservoirs ”, 5-733