



### بررسی پایداری شیروانی‌های سنگی مشرف به سد مخزنی رمشت به کمک روش‌های تجربی و تعادل

#### حدی

کاوه آهنگری<sup>۱</sup>، ایوذر دارابی<sup>۲</sup>، حسین اینانلو

<sup>۱</sup>- عضو هیئت علمی گروه مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، حصارک، پونک

<sup>۲</sup>- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی استخراج معدن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، حصارک، پونک

<sup>۳</sup>- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی استخراج معدن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

Email: kaveh.ahangari@gmail.com

#### چکیده:

با توجه به پیچیدگی‌های مربوط به رفتار سنگ‌ها مناسب‌ترین گزینه در تعیین خصوصیات مقاومتی توده شیبدار، استفاده از روش‌های مختلف و تصمیم‌گیری براساس نتایج به‌دست آمده از آنها و قضاوت مهندسی می‌باشد. در این تحقیق با هدف ارزیابی پایداری شیروانی‌های موجود در دو سمت محل احداث محور بتنی سد مخزنی رمشت در استان کردستان، در ابتدا اقدام به جمع‌آوری اطلاعات حاصل از مطالعات زمین‌شناسی و مکانیک سنگی (حاصل از ایجاد دو ترانشه در محل احداث دیواره، تعدادی گمانه در مسیر محور سد و آزمایشات لوفران و لوژان) شده است. در ادامه با استفاده از سیستم‌های طبقه‌بندی RMR و GSI توده‌سنگ دیواره‌های سد، طبقه‌بندی شده‌اند. سپس به کمک نرم افزار RocLab، و براساس آزمایشات مکانیک سنگی و اندیس مقاومت زمین‌شناسی GSI، خصوصیات توده‌سنگ (چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی) تعیین شده‌اند. همچنین با استفاده از سیستم طبقه‌بندی SMR اقدام به کنترل پایداری شیروانی‌های محدوده سد شده است. در نهایت با استفاده از نرم‌افزارهای Dips و SLIDE و با روش دستی وایلی‌دانکن شکست‌های احتمالی در این دیواره‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بررسی‌های فوق‌الذکر، بطور مجزا برای هر دو دیواره انجام شده است. نتیجه این مطالعه، تعیین مناسب‌ترین مقادیر برای پارامترهای دخیل در مدل‌سازی و تعیین ضریب ایمنی شیروانی‌های مشرف به سد می‌باشد. در این مطالعه از سه سیستم طبقه‌بندی توده‌سنگ استفاده شده است که عبارتند از: سیستم طبقه‌بندی امتیاز توده‌سنگ RMR و اندیس مقاومت زمین‌شناسی GSI جهت تعیین پارامترهای توده‌سنگ و طبقه‌بندی امتیاز شیب سنگی SMR جهت تعیین وضعیت پایداری شیروانی‌ها که در نهایت با نتایج روش وایلی‌دانکن و مقایسه Slide شده.

**کلمات کلیدی:** پایداری شی، GSI، روش‌های طبقه‌بندی توده‌سنگ، Slide

#### مقدمه:

رودخانه رمشت از سرشاخه‌های زاوه‌رود است هدف، ایجاد یک سد مخزنی در محل مناسب بر روی رودخانه است. حوضه آبریز امیرآباد و رمشت در کردستان و در موقعیت جغرافیایی مدارهای ۳۵ درجه و ۱۰ دقیقه در شمال و در ۳۵ درجه و ۳ دقیقه در جنوب و نیمروزهای ۴۷ درجه و ۸ دقیقه در غرب و ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه در شرق با مساحتی حدود ۲۴،۵ - ۳۶،۵ کیلومتر مربع می‌باشد.

افراز سد ۴۰ تا ۴۵ متر پیش‌بینی شده، که در تراز ۲۸۰۵ متری است و فاصله‌ی آن تا تراز پایه فرسایش محلی (پیوندگاه یا رودخانه امیرآباد) از مسیر رود ۴۲،۸ کیلومتر با شیب ۳،۳٪ است، که در صورت احداث سد تراز پایه فرسایش به محل سد در تراز ۱۷۲۰ متری انتقال می‌یابد که فاصله‌ی آن تا بلندترین نقطه ۱۰،۳ کیلومتر با شیب ۱،۵٪ است، ۲،۲ کیلومتر آن بالای تراز ۲۱۰۰ متری هستند که حوضه توسط کوه‌های سنگ آهکی محصور شده است. آبریز اصلی سد رود اشکفتان و قریدر است که محل برخورد این دو رود در تراز ۱۷۵۰ متری است و تشکیل رود رمشت را می‌دهد و حدود ۱ کیلومتر پایین‌تر به مخزن می‌رسد. جریان آب در اینجا بیشتر از نوع زیر بستری و به صورت چشمه است که در موقعیت پیوندگاه دره-رودخانه قریدر یا رودخانه اشکفتان یک چشمه نیز وجود دارد، به نام سیمین که نمود دیگری از وجود جریان زیر بستری در منطقه در عمق کم است و این جریان تا حدود زیر پل جاده امیرآباد - موجش در چاله‌های برداشت شن و ماسه پدیدار می‌شود.



هدف تحلیل پایداری شیروانی‌های مشرف به مخزن سد است که به کمک روش‌های تجربی و طبقه‌بندی‌ها و نرم افزار Roclab و Dips تعیین شده و توسط نرم افزار Slide، ضریب ایمنی و پایداری صفحات ناپوستگی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. و سرانجام با روش وایلی دانکن مقایسه صورت می‌گیرد.

### بعث :

زمین شناسی مهندسی محدوده ی سد مخزنی رمشت:

از دو استاندارد *ISRM-IAEG* استفاده شده که برای تمامی لایه‌ها و واحدهای سنگی درگیر با جایگاه سد باید تعیین گردند.

دامنه چپ سد مخزنی رمشت (محل احداث تکیه گاه چپ):

به منظور تعیین و شناسایی نوع واحد سنگی به همراه ویژگی‌های آن دو عدد ترانسه در دو تکیه‌گاه چپ و راست در راستای ۱۲۲ درجه (همراستا با محور سد) به همراه ۹ گمانه‌ی اکتشافی در محل محور سد ایجاد شده است. مختصات جغرافیایی محور سد: عرض جغرافیایی (درجه شمالی) ۳۴.۹۷ و طول جغرافیایی (درجه شرقی) ۴۶.۹۴ است.

تکیه‌گاه چپ سد مخزنی رمشت در واحد لیتولوژی دوره کرتاسه *Kiv1* قرار دارد و شیب لایه‌ها ۵۰-۶۰ درجه بسوی غرب می‌باشد. که پایین‌ترین قسمت واحد *Kiv* است. که روی سنگ آهک اوربیتولین‌دار *KII* تشکیل شده است. که در سراسر دامنه چپ دره در موقعیت تنه سد و بخش بزرگی از مخزن در این پاره سازند می‌باشد. ستبرای آن حدود ۱۰۰ متر برآورد شده که ۵۷٪ سنگ آهک و ۴۴٪ آندزیت و توف‌های آندزیتی که داده‌ها طبق گمانه‌های *RG-1* و *BH6* حاصل شده است.

ویژگی های زمین شناسی این واحد لیتولوژی (*Kiv1*):

الف) سنگ آهک:

۱. لایه‌بندی: ستبرای تک لایه‌های سنگ آهکی ۰.۲ تا ۰.۵ متر  $L3=0.3$
۲. شکاف‌داری: سه دسته درزه در سنگ آهک به همراه لایه‌بندی وجود دارد. میانگین فاصله‌داری  $F3=0.3$
۳. مقاومت فشاری: به کمک چکش اشمیت  $R=30$  (عمود بر لایه) و  $R=27.5$  (موازی لایه) بانوجه به زاویه فرود پیستون که در حالت ۴۵- درجه بوده با تعدیل و در نظر گرفتن  $\gamma = 2.6$  مقدار مقاومت فشاری تک محوره در دو راستای فوق  $R3=43-45$  است.
۴. هوازدگی: درجه آن کم و در حدود  $W1, W2$  است.
۵. نفوذپذیری: با توجه به درزه‌داری و بافت کم و بیش میکربیتی
۶. بلوک‌ریزی: با قطر کمتر از ۲۰cm دارند و بیشتر آنها به صورت پرنیخ درآمدند

$$10^{-5} \leq Mp \leq 10^{-4}$$

$$0.06(S - BS) \leq 0.2$$

ب) سنگ آتشفشانی آندزیت و توف آندزیتی: بطور خلاصه هر ۶ مورد بالا به شرح زیراند:

$$L3-1 \quad F3-2 \quad R3, R4=40-60 \text{ Mpa} \quad W3, W4-4 \quad 10^{-7} \langle Sp \leq 10^{-5} \quad 5 \quad (S-VS)BS-6$$

دامنه راست سد مخزنی رمشت (*Kiv2-KI2*):

دامنه راست دره زیر واحد رسوبی -آتشفشانی کرتاسه *Kiv3* حدود ۵۰-۶۰ متر از لایه‌های سنگ آهکی و کمی مارتی است. بدلیل اینکه بخش کمی از تکیه‌گاه در زیر واحد *Kiv3* است و مشخصات آن کم و بیش مطابق *Kiv1* است از آن صرف نظر شد و واحد اصلی، *KI2* را بررسی می‌کنیم. قاعده آن زیر پوشش نهشته‌های دشت سیلابی رود کناری است و مشابه *Kiv1* است و به کمک اطلاعات ترانسه سمت راست و گمانه *BH-1, BH-2* نتایج حاصل شده.



# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد طبس

## اسفند ۱۳۸۸

$L3, F3, R3(45 \text{ Mpa}, \gamma = 2.55), W1-W2, 10^{-5} \leq MP \leq 10^{-4}, (S-VS)BS$

ضخامت واحد KII2 دست کم ۵۵ متر برآورد شده که بر روی KIV2 تشکیل شده است.

**فاصله میان دامنه چپ و راست (KIV2-KIII):**

دو واحد لیتولوژی KIV2-KIII و زون گسلی اشکفتان تحت راستای ۱۸۰ درجه که در زیر نهشته‌های آبرفتی مدفون‌اند قرار دارند و اطلاعات طبق گمانه‌های BH-3, BH4, BH-5 است.

**الف) واحد سنگ آهکی KIII:**

بر اثر گسله اشکفتان به صورت دو لایه مجزا که در میان آن زون گسله به همراه KIV2, KIV1 وجود دارد، دیده می‌شود که ویژگی‌های آن تشابه زیادی با سنگ آهک KII2 دارد، با در نظر گرفتن مقدار جابه‌جایی قائم گسله اشکفتان که حدود ۲۵ متر برآورد شده است، برای KIV2 و KIV3 مشابه این واحدند.

$S, BS - (S-M)P, R3 - W1, 2 - L3 - F3$

**د) نهشته‌های پوششی:**

ستبرای آنها، نزدیک به ۶۰ متر می‌رسد که نشانه بسیار مشخص برای رسوب‌زدایی در حوضه آبریز می‌باشد، که بیشتر فروش‌رس در آنها از ۵۰ تا ۸۰ درصد تغییر کرده و به همراه ماسه قرار دارد.

**اندازه‌گیری توپوگرافی جایگاه سد:**

طبق نقشه ۱:۵۰۰ کف دره در تراز ۱۷۱۴ متری از سطح دریای آزاد است. ضخامت آبرفت آن تا ۶۰ متر پیش‌بینی می‌شود که بر روی توده‌سنگهای KIII, KIV2, KIV1 و زون گسله اشکفتان که دارای امتداد حدوداً ۱۸۰ درجه است قرار دارد. شیب در پایین دست و بالا دست محور سد به ترتیب ۲.۴ و ۲.۲ درصد و در موقعیت تنه سد، شیب آن حدود ۲.۳ درصد است.

شیب دامنه‌ها در دست راست دره تا تراز ۱۷۶۲ متری حدود ۱۸ درجه و در دامنه چپ حدود ۲۲ درجه است، البته در راستای عمود بر محور سد و امتداد آزیموت ۱۲۲ درجه است. پهنای دره که حدود ۱۰-۱۳ متر بالاتر از کف رودخانه است حدود ۳۰۸ متر است (در راستای ۱۲۲ درجه) پهنای دره در افراز ۲۵ و ۵۰ متری از کف به ترتیب ۴۰۰ و ۵۳۵ متر است. بالاترین نقطه روی پخشاب مرز دست راست و چپ دره در راستای محور سد به ترتیب در تراز ۱۹۲۰ و ۱۸۴۰ متری است که حدود ۱۱۰۰ متر دور از یکدیگرند و در تراز ۱۷۱۴ حدود ۱۲ متر با شیب ۲٪ است. ستبرای آبرفت در کف ۴۸ تا ۵۸ متر برآورد شده، در این نهشته‌های سیلابی برای آب، چاهی به ژرفای ۲۰ متر حفر شده که در ژرفای ۱۴-۶ متری از نهشته‌های دانه درشت آن آب به درون چاه می‌ریزد و ژرفای ۲۰-۱۴ متری دانه ریز ولی بی‌آب می‌باشد. که این ناشی از جریان زیر بستری است.

**ساختار زمین‌شناسی و ناپیوستگی‌ها و ویژگی‌های آنها:**

در دامنه راست ۱۱۶ و در دامنه چپ ۸۰ درزه اندازه‌گیری شده با رسم آنها در شبکه اشمیت سه دسته دزه اصلی مشخص شده است که در شکل ۱ مشاهده می‌کنید. درازای درزه‌ها، فاصله‌داری و بازشدگی، زبری و پرشدگی یا آکنه هوازدگی دسته‌های یاد شده در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

**نمود نا پیوستگی در سطح ترانشه‌ها:**

**الف) دامنه راست:** مجموع تعداد درزه‌ها در بخش سینه‌کار (راستای ۳۲ درجه) و تعداد درزه‌ها در دیواره‌های راست و چپ (به ترتیب راستای ۱۲۲ درجه و ۳۰۲ درجه). مشخصات سنگی در سه سطح ترانشه در یک متر مکعب در راستای محور سد که در جدول ۳ آورده شده است.

**الف) دامنه چپ:** مجموع تعداد درزه‌ها در بخش سینه‌کار (راستای ۳۲ درجه) و تعداد درزه‌ها در دیواره‌های راست و چپ (به ترتیب راستای ۱۲۲ درجه و ۳۰۲ درجه). مشخصات سنگی در سه سطح ترانشه در یک متر مکعب در راستای محور سد که در جدول ۴ آورده شده است.

**رده بندی مهندسی توده سنگ‌ها در جایگاه سد:**



۴: اختلاف امتداد شیروانی و امتداد درزها و  $(\tan \beta_f)$  مقدار زاویه درزه و یا زاویه فصل مشترک درزه با شیروانی و  $\beta_f \mp \beta_s$  تفاضل (شکست واژگونی) مجموع شیب درزه و شیروانی است. مقدار F4 بدلیل اینکه شیب طبیعی است ۱۵ در نظر گرفته شده.

نتایج تحلیل با Slide با توجه به ورودی‌های کسب شده توسط نرم افزار Roclab و RMR و GSI و BRMR به شرح زیر می‌باشد

### پایداری دامنه و ترانشه‌ها در دو تکیه گاه سد:

از روش ویلی‌دانکن (۱۹۹۲) بنام تحلیل سینماتیک، بدین منظور استفاده شده، ابتدا قطب نماینده ناپیوستگی‌ها و بردار برخورد آنها و همچنین محدوده‌های پوش لغزش‌ها (  $DE = \text{Daylight Envelope}$  ) برای ترانشه‌های راست و چپ نموده شده است. درباره لغزش‌های سه گانه لایه‌ای، گوه‌ای و نگونساری در زیر بحث می‌شود.

### الف) تکیه گاه راست:

- لغزش دایره‌ای: قطب درزه‌های دسته ۱ در مرز پایداری و ناپایداری می‌باشند و به آسانی می‌توان با تغییر بسیار راستای ترانشه‌ها از ناپایداری این درزه‌ها جلوگیری نمود.
- لغزش گوه‌ای: قطب بردار برخورد دسته درزه ۱ با لایه B1B در مرز محدوده پوش لغزش گوه‌ای اما بسیار نزدیک است که بی‌تردید درون مخروط اصطکاک است و بنابراین پایدار می‌باشد.
- لغزش‌های نگونساری: در این تکیه‌گاه، دسته درزه ۲ و لایه B در محدوده پوش نگونساری‌اند و مرز پایداری و ناپایداری آنها به ترتیب ۵۲ و ۶۵ درجه است (کودمن و بری ۱۹۸۲). بنابراین بر پایه نیاز به زاویه کوهبری بیشتر از ۵۰ درجه، تقویت این درزه‌ها ضروری می‌باشد. به این ترتیب برای کوهبری دست راست تا زاویه ۵۰ درجه نیازی به تقویت نیست و بیشتر از دوختن درزه بلوک‌های دسته ۲ و برخی از لایه‌ها ضروری خواهد بود.

### ب) تکیه گاه چپ:

- لغزش لایه‌ای و نگونساری: ناپایداری از نوع لایه ای و نگونساری در این ترانشه‌ها به هیچ وجه در کار نمی‌باشد.
- لغزش گوه‌ای: قطب بردار برخورد دسته درزه ۱ با لایه B1 و ۳ با لایه B3 در محدوده پوش لغزش گوه‌ای ۷۵ درجه (LDE=75) قرار دارند. برای آنکه احتمال ناپایدار بودن آنها وجود نداشته باشد، بهتر آن است که ترانشه‌ها در این تکیه‌گاه در راستای ۱۱۵ به جای ۱۲۲ درجه کوهبری شوند و در این صورت هیچیک از گوه‌های حاصل در محدوده ناپایداری قرار نخواهد گرفت. به این ترتیب زاویه کوهبری در تکیه‌گاه چپ بدون هیچ محدودیتی قابل اجرا است. اما در صورت آب‌گیری سد و نفوذ آب به توده‌سنگ زاویه اصطکاک کاهش می‌یابد و احتمال شکست تغییر خواهد کرد.

### نتیجه گیری :

نکته مورد بحث در این پروژه در مورد به کارگیری طبقه بندی  $GSI$  در پروژه است زیرا همان‌طور که می‌دانیم در این طبقه‌بندی امتیاز آب در سنگ ۱۵ منظور می‌شود که امتیاز خشک سنگ است که این باعث تعیین  $C$  و  $E_m$  برای سنگ خشک می‌شود. در سدها با پر شدن مخزن با توجه به درزه‌ها و تعداد آنها درجه هوازگی فاکتور ماندگاری میزان جزر ومد آب مخزن دچار پذیرش آب و حتی اشباع می‌شود پس مقادیر  $C$  و  $E_m$  قابل تردید است که این مستلزم انجام آزمایش سه محوره سنگ و تعیین  $\sigma_{sigci}$  در حالت طبیعی، خشک و اشباع است. تا بتوان ضریبی برای توده سنگ مورد آزمایش یافت که در صورتیکه نیاز با ضرب آن در مقدار  $C$  و  $E_m$  اندازه واقعی آنها بیابیم.

- نتایج حاصل از نرم‌افزار slide برای مقاطع دیواره سد نشان داده شده، که بدلیل انجام این محاسبات در حالت قبل آب گیری این ضریب ایمنی در حالت واقعی کاهش خواهد داشت. که در بررسی‌ها، مقادیر



# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

## اسفند ۱۳۸۸



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد طبس

- C و  $\phi$  برای زون گسله و ابرفت‌ها به ترتیب  $100 \text{ mpa}$  و  $15$  درجه است. که با کاهش مقادیر به  $20 \text{ Mpa}$  و  $0$  درجه با  $40\%$  کاهش روبرو خواهد شد.
- نتایج حاصل از روش‌های تجربی و ترسیمی وایلی‌دانکن در همپوشانی مناسبی برخوردارند.
  - در محیط‌های خاکی روش GSI مقادیر نزدیکتری نسبت به واقعیت ارائه می‌کند که به همین دلیل نرم‌افزار ROCLAB پیشنهاد می‌شود.
  - نتایج حاصل در روش عددی (نرم افزار SLIDE) تا حد زیادی متأثر از نحوه مدل‌سازی گسل‌ها و ناپیوستگی‌ها است و تعریف مقادیر برای زون‌های خرد شده بسیار حائز اهمیت است.
  - روش مناسب برای مدل کردن ناپیوستگی‌ها و گسل‌ها، در نظر گرفتن یک لایه نازک با مقادیر مقاومتی کم است. که جواب واقع بینانه‌تری می‌دهد.
  - در صورت نوسانات بالا در سطح آب مخزن و با توجه به ضریب ماندگاری و دوام استفاده از یک لایه شاکریت برای کاهش اثر تخریبی آب و شستشوی دیواره می‌تواند از لغزش‌ها جلوگیری کند. البته نباید باعث سنگینی شیروانی شود، تا در اثر فشار آب باعث تشدید ناپایداری شود.
  - امروزه با ساخت مواد ژئوسنتتیک و ژئوممبرین‌ها در ساخت پرده و دیواره سد و پایدارسازی دامنه به همراه کاهش نفوذپذیری در آنها به موفقیت بیشتری دست یافت.

منابع فارسی:

گزارش احداث سد خاکی رمشت (۱۳۸۷). شرکت مهندسی مشاور آب نیرو

### References:

- Evert Hoek and Paul Marinos, November 2006, A brief history of the development of the Hoek-Brown failure criterion, HOEK-BROWN FAILURE CRITERION - 2002 EDITION, Evert Hoek & Carlos Carranza-Torres & Brent Corkum
- Marinos, P and Hoek, E. 2000. GSI - A geologically friendly tool for rock mass strength estimation. Proc. GeoEng2000 Conference, Melbourne.
- Bieniawski Z.T. 1976. Rock mass classification in rock engineering. In Exploration for Rock Engineering, Proc. of the Symp., (ed. Z.T. Bieniawski) 1, 97-106. Cape Town, Balkema.



# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

## اسفند ۱۳۸۸



جدول ۱: ویژگی های زمین شناسی مهندسی دسته درزه ها در محدوده تکیه گاه راست جایگاه سد

درزه	وضعیت فضایی	دامنه تغییرات امتداد و شیب	درازا m	فاصله m داری	بازشدگی m	زبری	هوازدگی ISRM	پرشدگی (%)	نموری	مقدار (I) قطبی
۱	۹۸/۶۵	۸۰-۱۲۰	۱-۳	۰.۱-۰.۵	۲-۱۰	R=۱۰	W1	۷۰ لوم خشک	۲۷-۳۱.۵	
۲	۲۲۶/۶۸	۳۱۰-۳۵۰	۰.۵-۲	۰.۷-۱.۵	۲-۵	R=۱۰	W1	۵۰ لوم خشک	۱۸-۲۲.۵	
۳	۹/۴۶	۶۰-۸۰	۱-۴	۰.۸-۲	۱-۳	R=۱۰	W1	۵۰ لوم خشک	۹-۱۳.۵	
۴	۲۷۵/۵۵	۳۵-۵۵	۳	۱.۵	۲			۵۰ خالی		t=۰.۲۵

جدول ۲: ویژگی های زمین شناسی مهندسی دسته درزه ها در محدوده تکیه گاه چپ جایگاه سد

درزه	وضعیت فضایی	دامنه تغییرات امتداد و شیب	درازا m	فاصله m داری	بازشدگی m	زبری	هوازدگی ISRM	پرشدگی (%)	نموری	مقدار (I) قطبی
۱	۶۹/۶۵	۴۰-۸۵	۱-۵	۰.۲-۰.۶	۲-۱۵	R=۱۰	W1	۸۰ لوم خشک	۲۱-۲۴.۵	
۲	۱۶۱/۷۹	۱۲۵-۱۸۰	۱-۵	۰.۳-۱	۲-۷	R=۱۰	W1	۶۰ لوم خشک	۱۷.۵-۲۱	
۳	۱۱/۵۶	۶۵-۸۵	۱-۳.۵	۰.۷-۱.۵	۱-۳	R=۱۰	W1	۵۰ لوم خشک	۷-۱۰.۵	
۴	۲۷۱/۵۵	۴۵-۵۵	۱.۵	۱	۲			۵۰ خالی		T=۰.۳

جدول ۳: ویژگی های کمی ناپیوستگی ها در یک متر مربع از سطح تراشه ها در تکیه گاه راست سد

دسته درزه	وضعیت فضایی	فاصله داری m	سینه کار (راستا ۳۲ درجه)				دیوارهای راست و چپ (راستا ۱۲۲ و ۳۰۲ درجه)				
			Sp*	θ	شیب ظاهری	مجموع درزه	مقدار تیرک	Sp*	θ	شیب ظاهری	مجموع درزه
۱	۹۸/۶۵	۰.۲	۲۴	۴۱	۲۶	۶۳	۶۶	۰.۲۱	۷	۱۸	۴۱
۲	۲۲۶/۶۸	۱.۲	۲۴	۴۵	۶۶	۶۶	۱.۲۹	۲			
۳	۹/۴۶	۱.۵	۲۴	۶۷	۲۲	۲۲	۱.۹۹	۱			
لایه	۲۷۵/۵۵	t=۰.۲۵	۲۷	۲۳	۵۲	۵۲	۰.۲۷	۸			

جدول ۴: ویژگی های کمی ناپیوستگی ها در یک متر مربع از سطح تراشه ها در تکیه گاه چپ سد

دسته درزه	وضعیت فضایی	فاصله داری m	سینه کار (راستا ۳۲ درجه)				دیوارهای راست و چپ (راستا ۱۲۲ و ۳۰۲ درجه)			
			Sp*	θ	شیب ظاهری	مجموع درزه	مقدار تیرک	Sp*	θ	شیب ظاهری
۱	۶۹/۶۵	۰.۴	۵۳	۶۰	۵۲	۵۲	۰.۵۸	۲	۱۲	۲۴
۲	۱۶۱-۷۹	۰.۶	۲۹	۷۳	۷۶	۷۶	۰.۷۶	۲		
۳	۱۱-۵۶	۱	۶۹	۵۴	۲۸	۲۸	۱.۵۸	۱		
لایه	۲۷۱-۵۵	t=۰.۳	۲۶	۲۶	۵۱	۵۱	۰.۲۳	۶		

استان یزد، شهرستان طبس، میدان دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس، دبیرخانه همایش  
 تلفن: ۰۳۲-۴۲۳۶۱۲۹ (۰۳۵۳) دورنگار: ۴۲۳۶۱۳۳ (۰۳۵۳)  
 وب سایت همایش: www.hamayesh-tabas.ir



# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد طبس

## اسفند ۱۳۸۸

جدول ۵: تکیه گاه راست سد  $(KIV1, KIV2)$   $(\sigma_{ci} = 48 - 45, \gamma = 2.6 - 2.55)$

امتیاز منفی با توجه به جهت داری درزه	آبدی	شرایط درزه	فاصله داری	RQD	UCS
-۱۲	۴	۱۵	۹	۹	۴
BRMR=۴۱		RMR=۲۹		GSI=۵۲	
	RMR	GSI(rocklab)	GSI(diragram)	Fainal	
C	۱۵۰ Kpa	۲۳۰ Kpa	۲۲۸ Kpa	۲۵۰	
$\Phi$	۲۰	۳۸.۲۴	۳۲	۳۰	
Em	۷.۷۵ Gpa	۹.۷۲۲ Gpa	۷ Gpa	۷.۵	
$\Sigma em$	۶.۳۴ Mpa	۷.۳۴۵ Mpa	۷.۲ Mpa	۷	
S	۰.۰۰۲۳۴	۰.۰۰۲۸		۰.۰۰۳	
A	۰.۵	۰.۵۰۷		۰.۵	
Mb	۰.۰۶	۱.۵۰۶		۱.۵	
Mi	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	
$\sigma 3 \max$		۳.۹۶۷۵ Mpa		۳.۹۶۷۵	
D					
$\Sigma t$		۰.۰۰۸۳ Mpa	۰.۰۰۴۵ Mpa	۰.۰۰۶	

جدول ۶: تکیه گاه چپ سد  $(KIV1, KIV2, KIV3)$   $(\sigma_{ci} = 48, \gamma = 2.6)$

امتیاز منفی با توجه به جهت داری درزه	آبدی	شرایط درزه	فاصله داری	RQD	UCS
-۱۱	۱۵	۱۷	۱۰	۱۱	۴
BRMR=۵۷		RMR=۴۶		GSI=۵۷	
	RMR	GSI(rocklab)	GSI(diragram)	Fainal	
C	۲۴۰ Kpa	۲۷۰ Kpa	۲۴۳ Kpa	۲۴۰	
$\phi$	۲۹	۴۷.۷۳	۳۷	۳۵	
Em	۱۳.۵ Gpa	۱۳.۳۱۵ Gpa	۷.۱ Gpa	۱۲	
$\Sigma em$	۹.۳ Mpa	۱۰.۸۳۵ Mpa	۱۱.۲۵ Mpa	۱۰	
S	۰.۰۰۲۴۶	۰.۰۰۴۸		۰.۰۰۴	
a	۰.۵	۰.۵۰۵		۰.۵	
mb	۰.۳۳	۲.۸۸۱		۲.۸۸۱	
mi	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	
$\sigma 3 \max$		۲.۶۲۹ Mpa		۲.۶۲۹	
D					
$\Sigma t$		۰.۰۰۸ Mpa	۰.۰۰۶۸ Mpa	۰.۰۰۷	

جدول ۷: محاسبات مربوط به ضرایب تصحیح  $F1, F2, F3, F4$  و  $SMR$  (تکیه گاه راست رمشت)

الف) مشخصات ناپوستگی‌ها			
شماره	جهت شیب direction	شیب dip	A
درزه ۱ $J_1$	۹۸	۶۵	۲
درزه ۲ $J_2$	۳۲۶	۶۸	۵۶
درزه ۳ $J_3$	۹	۴۶	۸۸
شیرازی (ک)	۲۷۵	۵۵	-
ب) مشخصات فصل مشترک			
امتداد شیب A	$J_1/J_2$	$J_2/J_3$	$J_1/J_3$
	۶۷	۴۰	۳۴
	۴۷	۴۲	۴۴
	۳۳	۲۹	۲۷

استان یزد، شهرستان طبس، میدان دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس، دبیرخانه همایش  
تلفن: ۳۲-۴۲۳۶۱۲۹ (۰۳۵۳) - دورنگار: ۴۲۳۶۱۳۳ (۰۳۵۳)  
وب سایت همایش: [www.hamayesh-tabas.ir](http://www.hamayesh-tabas.ir)



# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

## اسفند ۱۳۸۸

ادامه جدول ۷  
ب) ضرایب تصحیح  $F1, F2, F3, F4$  و  $SMR$  برای حالات مختلف

شماره	وضعیت	$F1$	$F2$	$F3$	$F4$	$SMR$	توضیحات گسیختگی
۱	J1,f	۰.۹۲	۱	-۶	۱۵	۵۰.۴۲	شکست صفحه‌ای روی بعضی درزه‌ها و گوه‌ای در بسیاری از گوه‌ها و احتمال وقوع بین ۰.۴-۰.۶ است و نگهداری پیشنهادی کانال در پاشنه یا شبکه‌ها و انکور و بولت موضعی یا شانکریت نازک و منظم برای حفظ ضریب ماندگاری زیر در تمامی حالات بین مقادیر ۴۰-۶۱ است و در کلاس ۳ قرار می‌گیرد.
۲	J2,f	۰.۰۲۹	۱	۰	۱۵	۵۶	
۳	J3,f	۰	۱	-۵۰	۱۵	۵۰.۵	
۴	J1,j2	-۰.۲	۱	-۵۰	۱۵	۴۶	
۵	J2,j3	-۰.۲۶	۱	-۶۰	۱۵	۴۱.۹۶	
۶	J1,j3	۰.۲۹	۱	-۶۰	۱۵	۳۹.۳	

جدول ۸: محاسبات مربوط به ضرایب تصحیح تکیه گاه چپ سد  $F1, F2, F3, F4$  و  $SMR$

الف) مشخصات ناپوستگی‌ها

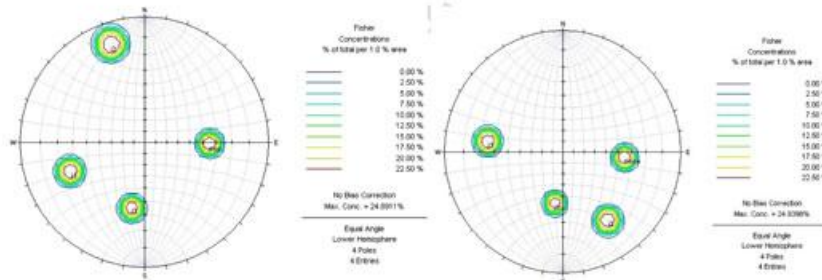
شماره	جهت شیب direction	شیب dip	A
درزه ۱	۶۹	۶۵	۲۴
درزه ۲	۱۶۱	۷۹	۶۷
درزه ۳	۱۱	۵۶	۸۲
شیروانی (f)	۲۷۱	۵۵	-

ب) مشخصات فصل مشترک

امتداد	$J1/J2$	$J2/J3$	$J1/J3$
شیب	۹۲	۷۷	۱۸
A	۶۲	۳۰	۵۴
	۸۹	۷۶	۱۷

ب) ضرایب تصحیح  $F1, F2, F3, F4$  و  $SMR$  برای حالات مختلف

شماره	وضعیت	$F1$	$F2$	$F3$	$F4$	$SMR$	توضیحات گسیختگی
۱	J1,f	۰.۲۵	۱	-۶	۱۵	۶۹.۹	شکست صفحه‌ای روی بعضی درزه‌ها و گوه‌ای در بسیاری از گوه‌ها و احتمال وقوع بین ۰.۸-۰.۶ است و نگهداری پیشنهادی کانال در پاشنه یا شبکه‌ها و انکور و بولت موضعی یا شانکریت نازک و منظم برای حفظ ضریب ماندگاری زیر در تمامی حالات بین مقادیر ۶۰-۸۰ است و در کلاس ۴ قرار می‌گیرد.
۲	J2,f	۰.۰۰۶۳	۱	۰	۱۵	۷۹	
۳	J3,f	۰.۰۰۰۹۴	۱	-۶	۱۵	۷۱.۹۹	
۴	J1,j2	۰	۱	-۶	۱۵	۷۹	
۵	J2,j3	۰.۰۰۰۰۸۸	۱	-۶۰	۱۵	۷۹.۸۸	
۶	J1,j3	۰.۵	۱	-۶۰	۱۵	۶۹	

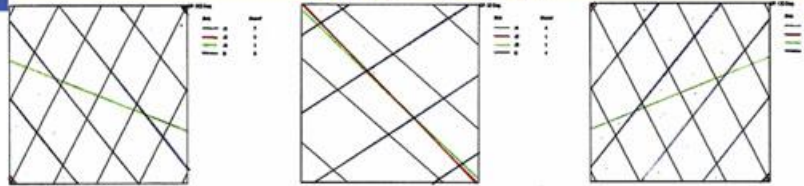


شکل ۲ و ۱: دسته درزه‌های موجود آمده  
الف) در سنگ‌های نازک لایه kill در دست راست سد  
ب) در نازک لایه های سنگ آهک تکیه گاه چپ سد

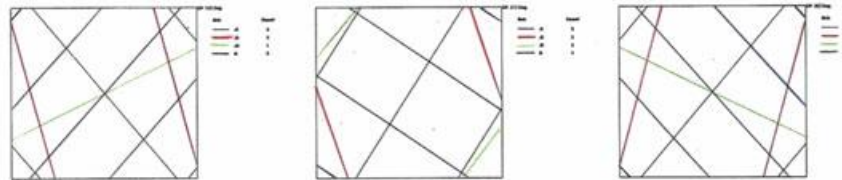




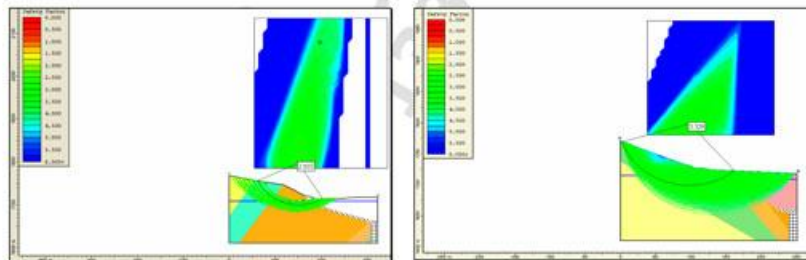
اسفند ۱۳۸۸



شکل ۳: نمود ناپیوستگی‌ها (درزه‌ها و لایه B) دست راست سد رمشت در یک متر مکعب از سطح ترانشه اجرایی در واحد (kl12,klv3) (الف) در دیواره راست ترانشه موازی محور سد که ۴۱ بلوک ایجاد شده است. (ب) در سینه‌کار ترانشه عمود بر محور سد که ۲۶ بلوک ایجاد شده است. (ج) در دیواره چپ ترانشه ۴۱ بلوک ایجاد شده است.



شکل ۴: نمود ناپیوستگی‌ها (درزه‌ها و لایه B) دست چپ سد رمشت در یک متر مکعب از سطح ترانشه اجرایی در واحد (KLV1) (الف) در دیواره راست ترانشه موازی محور سد که ۲۴ بلوک ایجاد شده است. (ب) در سینه‌کار ترانشه عمود بر محور سد که ۱۹ بلوک ایجاد شده است. (ج) در دیواره چپ ترانشه ۲۴ بلوک ایجاد شده است.



شکل ۸: آنالیز پایداری دامنه راست با (slide)

شکل ۷: آنالیز پایداری دامنه چپ با (slide)