Archive of SID

دومین کنفرانس ملی مهندسی ژئوتکنیک ایران
کرمانشاه، ۹ و ۱۰ مهر ماه ۱۳۹۳

تهیه پروفیلهای بیشترین محدوده تزریق دوغاب در محور سد سرورد، با استفاده از پارامتر های زمین شناسی مهندسی وارائه مدل سلسله مراتبی(AHP)

حمید قالیباف محمد آبادی[۱]، محمد غفوری[۲]، غلامرضا لشکری پور[۲]

۱- کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، شرکت مهندسین مشاور تماوان

۲- استاد گروه زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

h.ghalibaf@yahoo.com

خلاصه

در پروژه‌های سدسازی از آنجا که انتخاب محل شالوده تابع عوامل زیادی چون وضعیت توپوگرافی، شرایط هیدروژئولوژی و تکتونیک منطقه است، بنابراین براحتی نمی‌توان به صرف اینکه زمین منطقه‌ای سست و ضعیف است از آن منطقه صرفنظر کرد، بلکه باید توسط تکنیکها و روشهای موجود در علم ژئوتکنیک زمین آن منطقه را بهسازی نمود تا بتواند به عنوان محل احداث پروژه انتخاب شود .

عدم پایداری یک سد معمولا از ساختارهای زمین‌شناسی از قبیل گسل، درزه، سنگهای سست و ضعیف و در بعضی پروژه‌ها از غارها، فضاهای زیرزمینی و کارستها ناشی می‌شود. لذا می‌توان گفت که بهسازی پی در سدها یکی از مهمترین عواملی است که در پایداری سد نقش دارد. منظور از بهسازی پی بهبود شرایط هیدروژئولوژیکی و ویژگیهای ژئومکانیکی توده سنگی و تشکیلات آبرفتی پی سد بلحاظ جلوگیری از نشت آب و بالابردن مقاومت و کاهش تغییر شکل پذیری آن است.

سد سرورد در شهرستان کلات در شمال استان خراسان رضوی که موضوع تحقیق این مقاله می باشد جزء چنین سدهایی است که این نیاز به صورت چشمگیری در آن مشاهده می شد، بنابراین پی محور و شوت سرریز از لحاظ گسله بودن مورد ارزیابی قرار گرفت ومشخص گردید، جناح چپ تحت تاثیر این گسلها قرار گرفته است. با بررسی کیفیت توده سنگ ساختگاه وآزمایشهای نفوذ پذیری محور سد، رفتار پی مورد ارزیابی قرار گرفت ومشخص گردید که جناح چپ نسبت به جناح راست از نفوذ پذیری بیشتری بر خوردار می باشد.با توجه به این موارد، پهنه بندی محورسد بر اساس پارامتر های زمین شناسی مهندسی و آزمایشهای نفوذ پذیری انجام گردید و در نهایت پهنه بندی بیشترین محدوده خورند دوغاب بر اساس این پارامتر ها و با استفاده از مدل AHP تهیه گردیده است.

کلمات کلیدی: سد سرورد، تزریق، پارامترهای زمین شناسی مهندسی، نفوذ پذیری، پهنه بندی، مدل AHP.

۱. مقدمه

از جمله مشکلات برخی پروژه های سدسازی مسئله فرار آب از مخزن سد، عدم رفتار مناسب و یکنواخت پی و تکیه گاه های سد می باشد که در برخی از موارد منجر به گسیختگی سازه و انجام هزینه های سرسام آور شده است. برای فائق آمدن بر این دسته از مشکلات از روش های بهسازی زمین استفاده می کنند. یکی از این روشها تزریق است که بدلیل هزینه بربودن آن معمولا آخرین روش انتخابی برای بهسازی می باشد. بوسیله تزریق می توان پرده ای آببند احداث نمود که وظیفه آن آب بندی پی و تکیه گاه های سد می باشد. کاربرد دیگر تزریق تقویت و یکسان کردن رفتار پی وتکیه گا ها می باشد. دریک پروژه سدسازی زمانی نیاز به تزریق تشدید می شود که شرایط زمین شناسی سداز لحاظ تراوایی ومقاومت دارای وضعیت مناسبی نباشد بویژه اگر مشخصات سازه ای نیاز به بهسازی گسترده ای داشته بهمین خاطر در این مقاله اقدام به تهیه پروفیل های پهنه بندی از محور تزریق بر اساس پارامتر های زمین شناسی مهندسی اقدام گردید. این پروفیلهای پهنه بندی با توجه به مشخص بودن نقاط ضعف، جهت بهتر اجرا شدن پرده تزریق بسیار موثر و کار آمد می باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. هدف از پهنه بندی محور سد سرورد

با توجه به اینکه مکانیسم ساخت تمام پروژه های سد های خاکی از لحاظ سازه ، شکل و نوع بدنه سد تا حدودی یکسان می باشد، بنابراین بیشتر مشکلاتی که در آینده متوجه سد ها می شود، عدم شناخت از خصوصیات ژئوتکنیکی ساختگاه یا بهسازی پی است. بنا براین بعد از اینکه تما م مطا لعات درون گمانه ای از جمله آزمایشهای مکانیکی توده سنگ، آزمایشهای نفوذ پذیری انجام گرفت، چنانچه پهنه بندی دقیقی از محور تزریق انجام نگرفته باشد می توان گفت هدف از این مطالعات بیهوده است[1]. از آنجائیکه فرایند تزریق زمان بر ترین مرحله از پروژه، ودر تمام مراحل ساخت سد، ادامه دارد، و با توجه به اینکه پیمانکاران حفاری تزریق بیشترین صورت وضعیت خود را بابت حفاری در یافت میکنند، همواره این احتمال وجود دارد تا مهمترین قسمت ساخت سد یعنی تزریق مورد غفلت انجام گیرد. لذا در زمان اجرا تمام دغدغه مهندسین مشاور اجرا دقیق پرده آببند است تا به داده های تزریقی که از پیمانکاران دریافت میکنند اطمینان حاصل کنند.

در این تحقیق ابتدا پهنه بندی محورسد بر اساس پارامتر های زمین شناسی مهندسی و آزمایشهای نفوذ پذیری انجام شده و سپس پهنه بندی بیشترین محدوده خورند دوغاب بر اساس این پارامتر ها و با استفاده از مدل AHP تهیه گردیده است.

۳. محدوده نقشه پهنه بندی

برای تهیه نقشه های پهنه بندی ابتدا باید محدوده پهنه بندی مشخص گردد، این محدود بر اساس طول گمانه های اکتشافی که در فاز اجرا سدحفاری شده، مشخص گردیده است. لذا اطلاعات ژئوتکنیکی حاصل از این گمانه ها جهت پهنه بندی استفاده شده است.

۴. روش اجرا نقشه های پهنه بندی

- **روش اجرا نقشه پهنه بندی کیفیت توده سنگ:** با توجه به تعریف شاخص کیفیت توده سنگ[2]، ابتدا این داده ها با توجه به مشاهدات و ارز یابی مغزه های حفاری در مرحله فاز اجرا استحصال گردید. بطور مثال برای یک گمانه بطول ۱۰۰ متر این چنین اقدام گردید. ابتدا عدد RQD برای قطعات ۲متری حساب شد، به این ترتیب برای این گمانه ۵۰ عدد RQD بدست آمد، سپس جهت پهنه بندی محور تزریق بر اساس این پارامتر مقدار هر عدد، در میانه این قطعات ۲ متری در نرم افزار Arc Gis 9.3 وارد گردید، لذا برای این سد با توجه به ۳۰ گمانه حفر شده، و بادر نظر گرفتن متراژ های حفاری جمعاً حدود ۱۵۰۰ عدد در این محدود وارد شده است. این تعداد عدد وارد شده با در نظر گرفتن طول محوراین سد، در حدود۶۲۵ متر، تعداد بسیار زیادی می باشد. بنابراین نقشه نهایی از دقت زیادی بر خوردار است.
- **روش اجرا نقشه پهنه بندی شاخص نفوذ پذیری ثانویه(SPI)[3]:** این آزمایش هم مثل آزمایش لوژن در قطعات ۵ متری صورت می گیرد. بنابراین عدد بدست آمده مثل مراحل قبل در میانه هر قطعه وارد می گردد وسپس در نرم افزار جهت پهنه بندی، درون یابی میگردد.
- **روش اجرا نقشه پهنه بندی رفتار هیدروژئولیکی توده سنگ:** این اطلا عات از روی آزمایش لوژن در هر قطعه ۵ متری با توجه به رفتار هیدرولیکی توده سنگ بدست آمده است. سپس اطلاعات بدست آمده مثل مراحل قبل در میانه هر قطعه وارد شده است. روش درون یابی با استفاده از نزدیک ترین همسایگی نقاط، بر اساس وزن داده شده به نرم افزار استفاده گردیده است[4].

۵. نقشه پهنه بندی کیفیت توده سنگ

از نقشه پهنه بندی کیفیت توده سنگ مشخص است، که بیشتر مساحت محور تزریق از RQD بالای برخوردار می باشد، بخصوص در جناح راست که این مساحت نسبت به جناح چپ بیشترمی باشد.

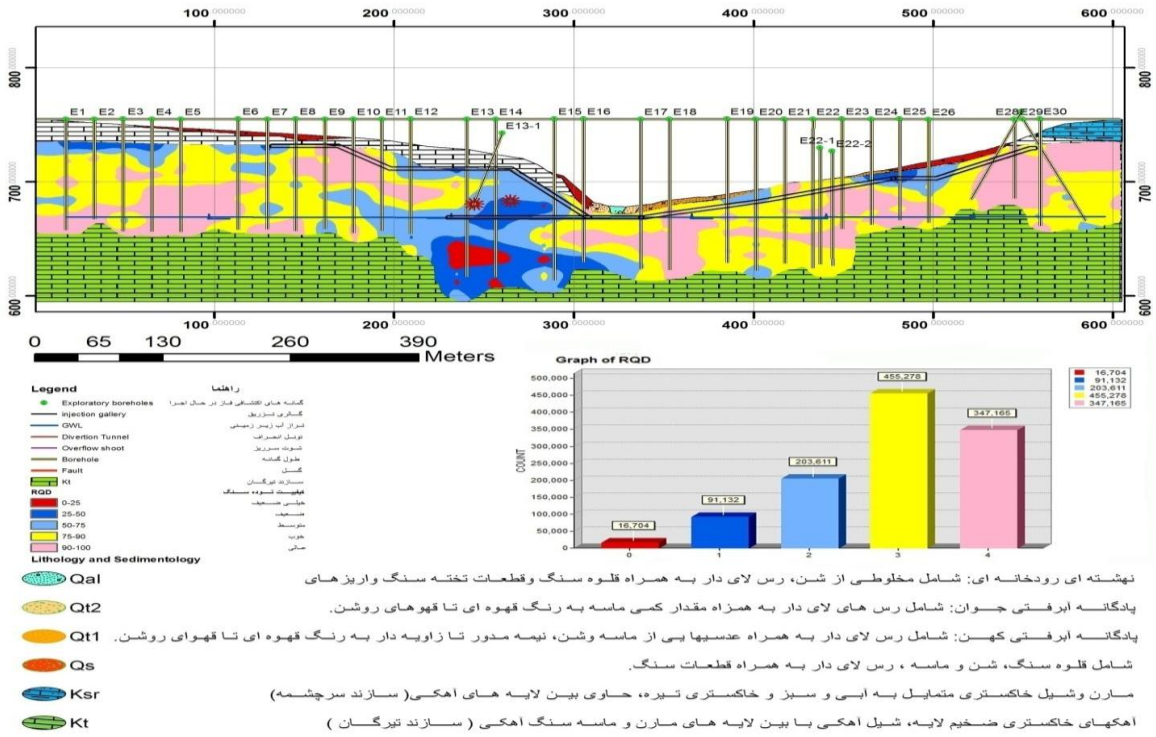
کمترین مقدار RQD در جناح چپ در زیر تونل ۷۵ متری ، در محل برخورد دو گسل معکوس ونرمال مشا هده می گردد که در این محدود باعث تشکیل زون خورد شده، شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

لذا پیش بینی می گردد در زمان حفر گمانه های تزریق در این محدوده احتمال ریزش درگمانه رخ داد ه شود. لذا پیشنهاد میشود در این مناطق جهت ادامه حفاری ابتدا تزریق انجام گیرد وسپس حفاری ادامه یابد، تا از ریزش این مناطق در زمان تزریق که باعث گیر افتادن پکر میشود جلوگیری بعمل آید.

علاوه بر این کیفیت توده سنگ در محل تونلهای انحراف و همچنین زیر سرریز خوب نمی باشد. لذا پیشنهاد میشود تزریقهای تحکیمی در این مناطق را با توجه به محدوده مورد نیاز تزریق افزایش داد شکل۱.



شکل۱- پروفیل پهنه بندی کیفیت توده سنگ، محور سد سرورد

۶. نقشه پهنه بندی رفتار هیدرو ژئومکانیکی توده سنگ ازمحور سد

همانطور که در این نقشه مشخص است، قسمت عمده محور سد از رفتار آشفته بر خورد دارمی باشد. مقاطع قطع آب نیز اکثراً در جناح چپ مشاهده می گردد. بنابراین پیشنهاد میگردد در این مناطق با توجه به باز شدگی درزه ها بدلیل نگرفتن فشار آب در آزمایش لوژن، جهت تزریق از دوغاب پایدار غلیظ استفاده گرددشکل ۲.

۷. نقشه پهنه بندی نفوذ پذیری ثانویه (SPI) از محور سد

با توجه به نقشه پهنه بند ی SPI مشخص گردید که تما م محور بر اساس طبقه بندی فویو نیازمند تزریق می باشد. بد ترین حالت این محور مربوط به جناح چپ بخصوص در زیر شوت سرریز، محدوده تونلهای انحراف، و محل برخورد گسلهای جناح چپ می باشدشکل۳.

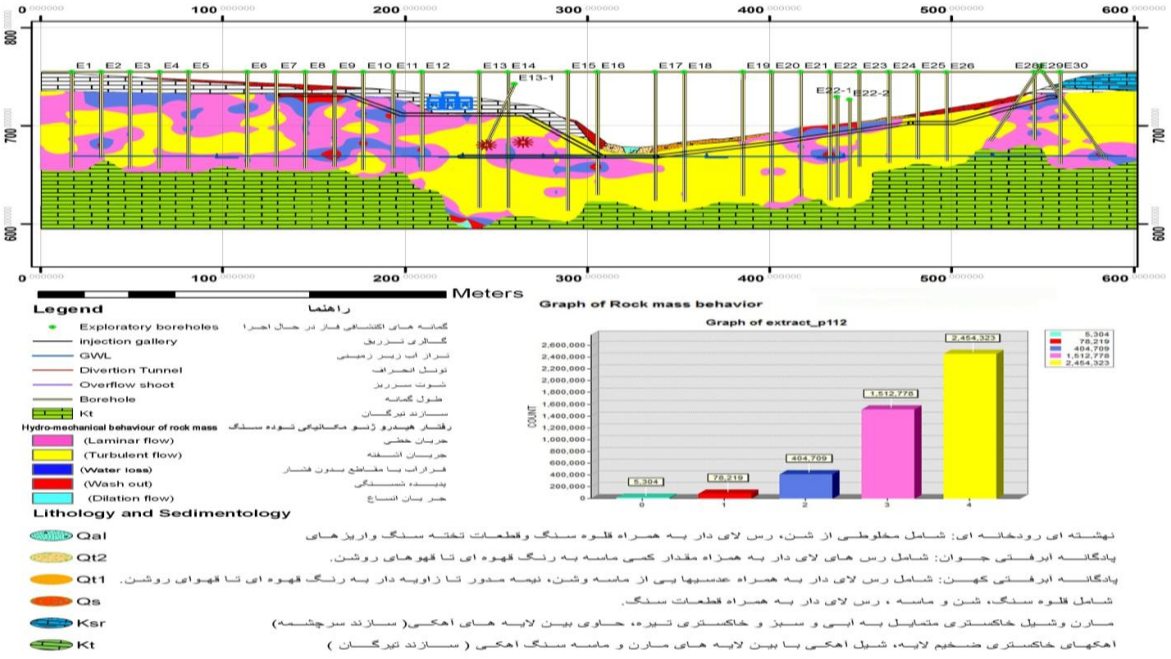
۸. نقشه محدوده عملکرد گسلها در محور سد

در نقشه شکل ۴ ، با توجه به فعالیت گسلها در محور سد به دوقسمت Aو B تقسیم بندی شده است. با توجه به اینکه تونل بالای و پایینی جناح چپ تحت گسلهای امتداد لغز چپ لغز و همچنین حدفاصل گمانه های E10تا E16 تحت فعالیت گسلهای گروه G2 قرار گرفته است، این جناح تحت عنوان منطقهB(منطقه گسلی) و جناح راست تحت عنوان منطقه A (منطقه غیر گسلیده) طبقه بندی شده است.

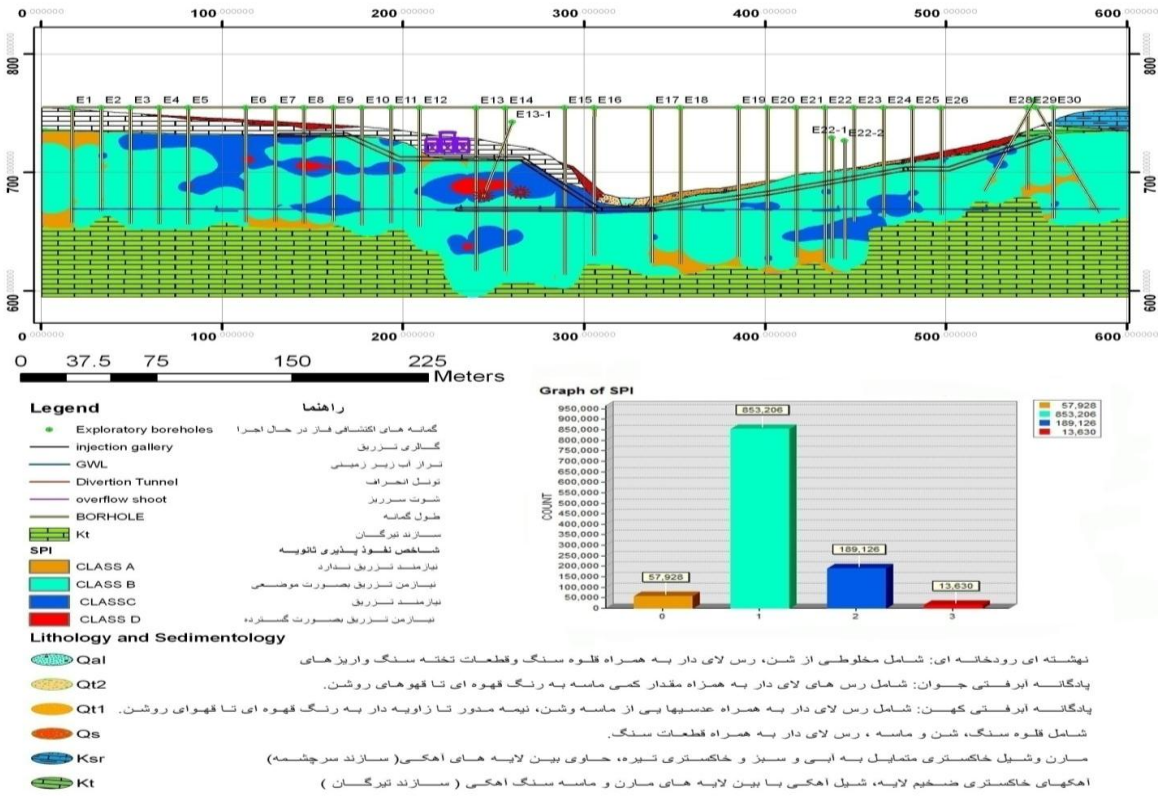
www.SID.ir

Archive of SID

مرز جدایش این دو محدوده بوسیله امتداد گسل امتداد لغز که از جناح چپ عبور کرده و بسمت بالا دست سد از محور سددور گشته، مشخص شده است[5].



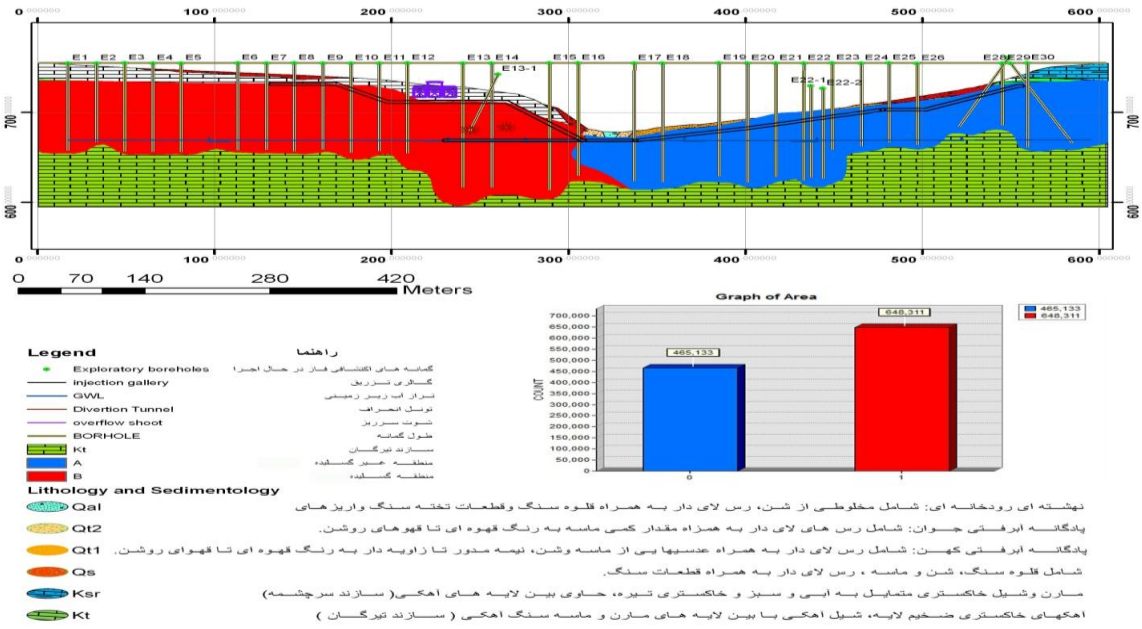
شکل۲ – نقشه پهنه بندی رفتار هیدرژئومکانیکی توده سنگ محور سد



شکل۳ – نقشه پهنه بندی نفوذ پذیری ثانویه(SPI) از محورسد سررود

www.SID.ir

Archive of SID



شکل٤- محدوده عملکرد گسلها در محور سد سرورد

۹. پهنه بندی بیشترین محدوده تزریق دوغاب در محور سد سرورد با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی[1](AHP) روشی است منعطف، قوی وساده که برای تصمیم گیری در شرایطی که معیار های تصمیم گیری متضاد انتخاب بین گزینه ها[2] را با مشکل مواجه می سازد، مورد استفاده قرار می گیرد. این روش ارزیابی چند معیاری[3]، ابتدا در سال ۱۹۸۰ به وسیله توماس ال ساعتی[4] پیشنهاد گردید[6] و تا کنون کاربرد های متعددی در علوم مختلف داشته است. در این فصل از تحقیق ، کاربرد مشخصی از این روش را برای اولین بار در پهنه بندی محور تزریق بر اساس پارامتر های زمین شناسی مهندسی ارائه گردیده است[7].

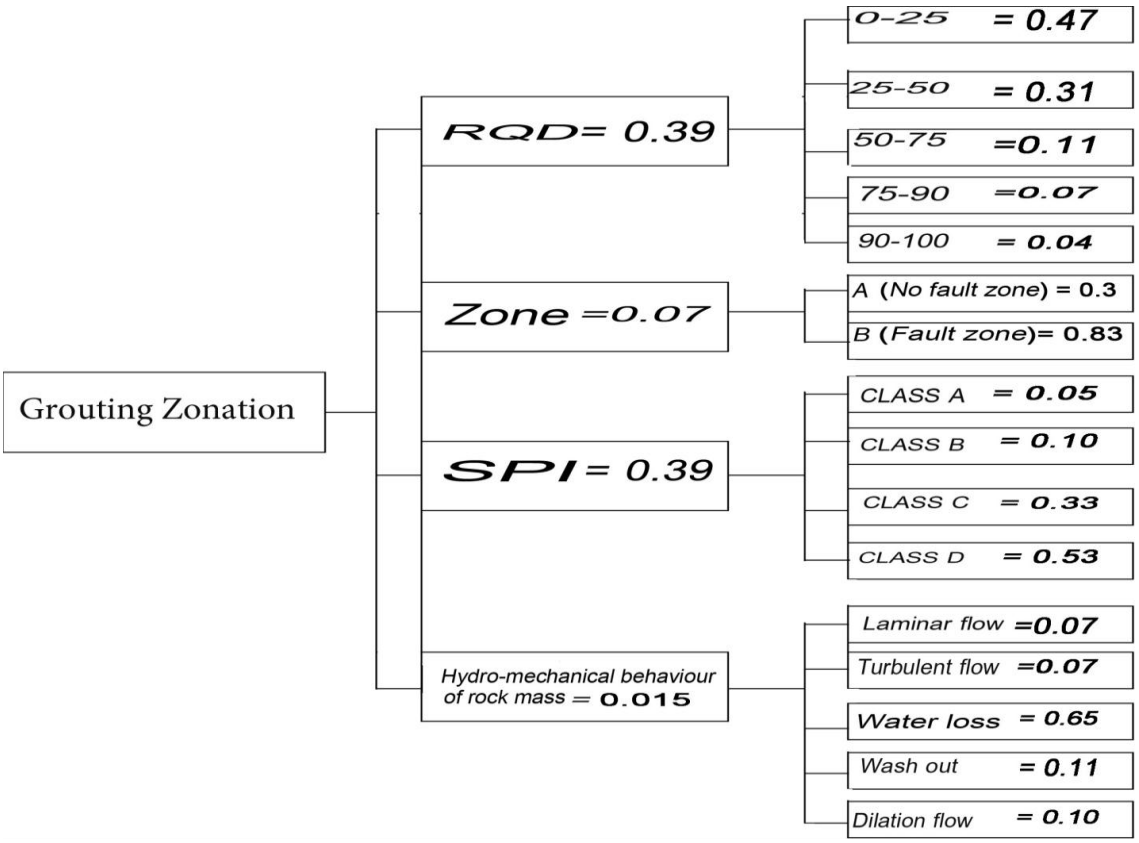
۱۰. پهنه بندی نهایی بیشترین محل های خورند سیمان با استفاده از مدل AHP

با توجه به اینکه پهنه بندی این معیار های زمین شناسی مهندسی، براساس پارامتر های مختلفی صورت گرفته است، وبرای اینکه بتوان این چهار معیار را در نرم افزار GIS پهنه بندی کرد ، وزن های بدست آمده از نمودار شکل۵، دوباره برای یکسان سازی امتیاز این معیار ها و زیرمعیار ها جهت پهنه بندی در نرم افزار GISطبقه بندی[5] می کنیم. مراحل انجام این پهنه بندی بطور خلاصه در شکل۶، رسم شده است. بنابراین نقشه پهنه بندی نهایی بر اساس این پارامتر های ژئو مکانیکی صورت پذیرفت که در شکل۷، نمایان است. همانطور که ملاحظه میشود جناح چپ از خورند بیشتری نسبت به جناح راست بر خوردار است و ارزش آن در پهنه بندی بیشتر بدست آمده است .

[1] Analytic Hierarchy process (AHP)
[2] Random Index
[3] Multi-criteria Evaluation Technique
[4] Tomas L. Saaty
[5] Reclassify

www.SID.ir

Archive of SID

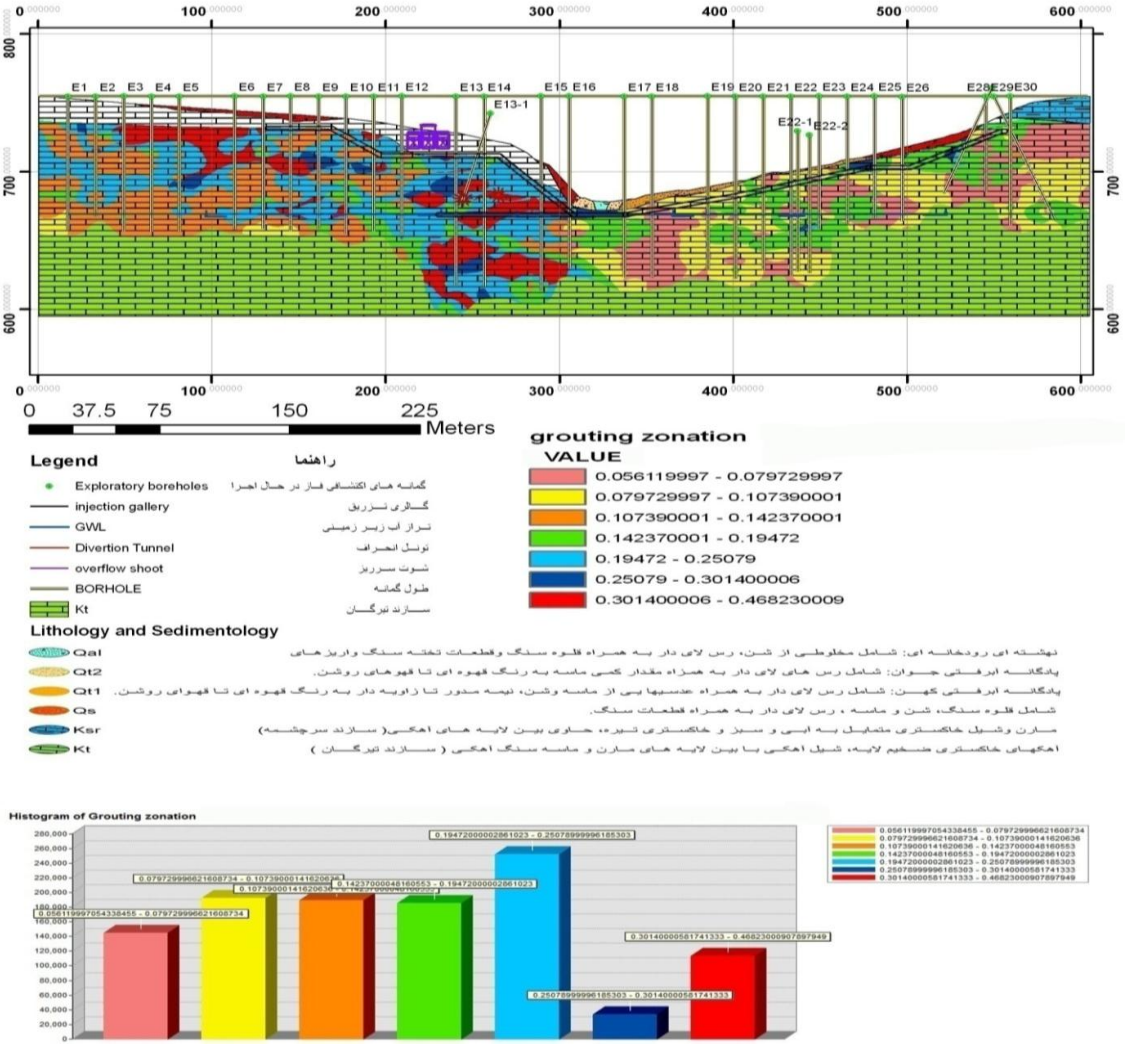


شکل ۵ - فرایند تحلیل سلسله مراتبی نهایی بر اساس امتیاز بندی دوباره جهت پهنه بندی نهایی با استفاده از پارامترهای زمین شناسی مهندسی

شکل٦- مراحل انجام کار جهت پهنه بندی نهایی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۷- پهنه بندی نهایی بر اساس پارامتر های نفوذ پذیری ثانویه، کیفیت توده سنگ، رفتار هیدرژئومکانیکی توده سنگ، منطقه گسلیده، که همانطور که مشاهده میشود جناح چپ از خورند دوغاب بیشتری جهت آببند شدن نیاز دارد. این نقشه با داده های تزریق در محل سد کاملاً مطابقت دارد

۱۱. نتیجه گیری نهایی از انجام پهنه بندی

با توجه به نقشه پهنه بندی کیفیت توده سنگ عدد RQD در جناح چپ و در زیر تونل ۷۵ متری کمترین مقدارمی باشد. بنابراین در این جناح اثر گسلها، که باعث خمش لایه های سازند تیرگان شده، قابل مشاهده است. بر این اساس در این قسمت از محور بایستی عمق پرده آببند را افزایش یابد. با توجه به اینکه در این محدوده سنگها خوردشده هستند. بنابراین ادامه حفاری لازم می باشد، تا محدوده زون خورد شده مشخص گردد. همچنین برای اجرای تزریقهای تحکیمی جناح چپ در زیر شوت سرریز که جزء محدوده پایین می باشد، جهت جلوگیری از نشت آب و بالا آمدگی سرریز به بایستی عمق گمانه های تزریق به ۱۵متر افزایش یابد. علاوه بر این تزریقهای تحکیمی در تونلهای انحراف مخصوصاً در کف پی به ۱۰متر افزایش یابد. با در نظر گرفتن اینکه در حدواسط گمانه های E10تا E16 مطابق شکل ۷ نقشه پهنه بندی نهایی ، که جز زون خورد شده است، و با در نظر گرفتن اینکه عمق پرده آببند وقتی که انجام شد به سادگی قابل تغییر نیست، و با توجه به اینکه طول گمانه ها ی تزریق می بایست از قبل تعیین گردد.
لذا پیش بینی می گردد در این محدوده عمیق ترین مقطع هنوز دارای جذب قابل ملاحظه سوسپانسیون است.

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین پیشنهاد میگردد، در این زون از تزریق رو پایین استفاده شود. در این روش گمانه تزریق می تواند عمیق تر شود تا جایی که مقدار جذب به اندازهای که تعیین شده کاهش یابد. از طرفی دیگرتزریق رو به پایین دارای محاسن قابل ملاحظه ای در این محدود می باشد. بطوری که مقاطع با لاتر در ابتدا تزریق شده و تولید یک سقف با تراوایی کمتر و پایدار می کند که در زیر آن مقاطع پایین به دلیل این که فشار های بالاتر با توجه به عمق در این گمانه ها می توانند به کار روند می توانند موثرتر تزریق شوند. در این روش این احتمال که سوسپانسیون به طرف بالا حرکت کرده و به خارج جریان یابد کمتر وجود دارد و علاوه بر آن عمق گمانه می تواند بر اساس تراوایی های محلی تغییر یابدو گمانه تزریق می توانند تا جایی که مقادیر تزریق به حد مورد نظر رسند عمیق تر شوند

همچنین پیشنهاد می گردد تزریق تحکیمی گالری پرده آببند را باتوجه به این نقشه ها در جائیکه از خورند بالای برخوردار می باشد از ۵ به ۱۰ متر افزایش داد. همچنین با استفاده از این نقشه ها میتوان مکانهای مختلف را جهت حفر گمانه های کنترلی پیشنهاد نمود تا جهت بهتر اجرا شدن پرده تزریق اطمینان حاصل شود.

۱۲. مراجع

۱. قالیباف ح.، پهنه بندی تغییرات نفوذ پذیری در ساختگاه سد بار با توجه به پارامتر های زمین شناسی مهندسی در محیط نرم افزار Rockwork2006 ، ششمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست۱۳۸۸.

2. Deere, D. U. and Miller, R. P., 1966. Engineering classification and index properties of rock. Technical Report No. AFNL-TR-65-116. Albuquerque, NM, Air Force Weapons Laboratory.

3. Foyo, A., M. A. Sanchez, and Tomillo, C. 2005. A proposal for a secondary permeability index obtained from water pressure tests in dam foundations, Engineering Geology, V.77, PP. 69-82.

4.Sibson, R.,1966. "A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation," Chapter 2 in Interpolating multivariate data, John Wiley & Sons, New York, pp. 21-36.

۵. قالیباف ح.، بررسی خصو صیات زمین شناسی مهندسی وژئوتکنیک ساختگاه سد سررود، پا یانامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ، گروه زمین شناسی مهندسی دانشکده علوم فردوسی مشهد ۱۳۹۰.

6. Saaty, T.L., 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation, USA: RWS Publication.

۷. قالیباف ح.، پهنه بندی بیشترین محدوده تزریق دوغاب در محور سد سررود با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاههای برق آبی ۱۳۹۰

www.SID.ir