

CERTIFICATE

گواهینامه

سومین کنفرانس بین المللی عمران ، معماری و توسعه اقتصاد شهری

The Third International Conference On Civil Engineering , Architecture and Urban Economy Development



جناب آقای مهدی احمدی- جناب آقای غلامرضا لشکری پور
جناب آقای ناصر حافظی مقدس

پژوهشگر گرامی

باسلام و احترام

بدین وسیله گواهی میشود

مقاله شما با عنوان

ارزیابی نفوذ پذیری ساختگاه سد باطله معدن طلای زرمهر

که به سومین کنفرانس بین المللی عمران ، معماری و توسعه اقتصاد شهری (آذر ماه ۱۳۹۵) ارسال گردیده پس از ارزیابی توسط کمیته داوران پذیرش و حائز شرایط جهت ارائه، سخنرانی و درج در مجموعه مقالات کنفرانس تشخیص داده شد. ضمن عرض تبریک بمناسبت پذیرش مقاله شما از ارسال مقاله ارزشمندتان به این کنفرانس سپاسگزاریم.

دکتر ایمان جوکار
دبیر کنفرانس



civill7-00800231

کد اصالت مقاله

ارزیابی نفوذ پذیری ساختگاه سد باطله معدن طلای زرمهر

مهدی احمدی^۱، غلامرضا لشکری پور^۲، ناصر حافظی مقدس^۳

۱- کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

mahdi۸۹۲۲ahmadi@gmail.com

خلاصه

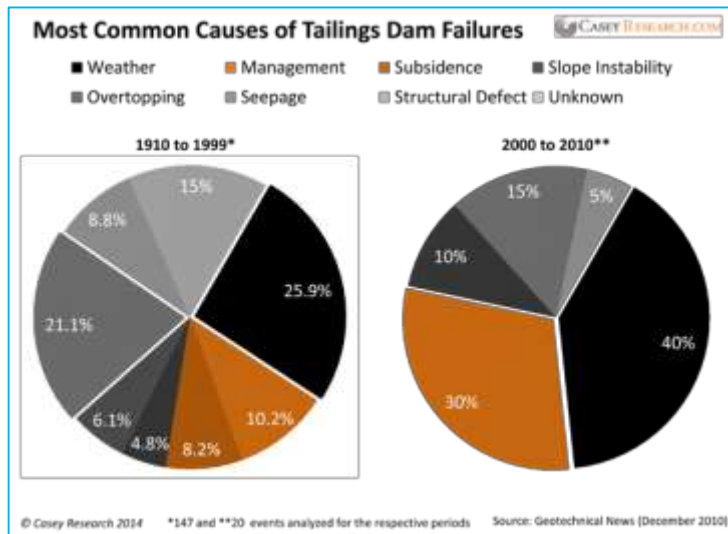
ارزیابی نفوذپذیری سنگ کف ساختگاه سد ها و به خصوص سد های باطله امری حیاتی و انکار ناپذیر است. برای ارزیابی نفوذپذیری سنگ ها، آزمایش های برجا بهترین و کار آمد ترین روش است. در محل سد باطله زرمهر نیز به منظور بررسی نفوذ پذیری ساختگاه، تعداد ۷ گمانه در محل محور حفاری و آزمایش نفوذ پذیری بر جای سنگ (لوژن) انجام شد. به طور کلی با افزایش عمق میزان لوژن کاهش پیدا میکند که نشان دهنده ی عملکرد هواز دگی بر سنگ های سطحی است. تغییرات تکیه گاه چپ منظم تر و بیشتر تحت تاثیر هواز دگی سطحی است. ۴۶٪ نقاط مورد آزمایش لوژن بین ۱ تا ۳٫۵ و ۲۹٪ نقاط دارای لوژن ۳٫۵ تا ۶ هستند. ۴۶٪ نقاط دارای RQD صفر تا ۲۰ هستند و در طبقه بندی خیلی ضعیف قرار میگیرند. در تکیه گاه چپ بعد از یک لایه سطحی هوازده با RQD پایین به سنگ های تازه تر با کیفیت بهتری میرسیم اما در تکیه گاه راست چنین نظمی برقرار نیست و کیفیت مغزه حفاری ظاهرا فقط وابسته به هواز دگی سطحی نیست. در یکی از گمانه های جناح چپ و دو گمانه از جناح راست آبخوری سنگ وابسته به درزه های موجود در سنگ است اما در دیگر گمانه ها این طور نیست. با توجه به هواز دگی سنگها، توزیع و توسعه درزه ها، آزمون های برجا و سایر مشاهدات صحرائی، تکیه گاه راست ضعیف تر از تکیه گاه چپ بوده و دارای تنوع سنگ شناسی بیشتری نیز هست به گونه ای که میتوان گفت تکیه گاه راست بیشتر تحت تاثیر نیروهای تکنیکی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: سد باطله، نفوذ پذیری، لوژن، RQD

مقدمه

مواد باطله به عنوان مواد زاید، بی مصرف و در بعضی موارد سمی و خطرناک تلقی میشوند که حاصل فرایند های گوناگون در صنایع مختلف مانند معادن و صنایع فلزی هستند. این مواد در صورت عدم کنترل در سطح وسیعی از اراضی، دریاها، آب های زیر زمینی و اتمسفر انتشار یافته و موجب تغییرات کمی و کیفی در محیط زیست میشوند. در این میان، معادن فلزی از پتانسیل بیشتری برخوردار هستند. سالانه ۶ میلیارد تن مواد باطله در معادن دنیا تولید میشوند که این میزان بسیار بیشتر از حجم مصرفی بعضی از دیگر شاخه های عمران مانند سد سازی یا جاده سازی است. مواد باطله در معادن طلا به دلیل استفاده از سیانور در فرایند فراوری و کانه آرایی دارای اهمیت زیست محیطی بالایی است چرا که ۵۰ میلی گرم اسید سیانیک به راحتی یک انسان را در عرض ۱۵ ثانیه از پا در می آورد. برای دفع این مواد زاید و سمی (tailing disposal) راه های متفاوتی وجود دارد که ایجاد سد باطله یکی از این راه هاست (Wills and Finch ۲۰۱۶).

سدهای باطله پدیده جدید در علم سد سازی هستند و تفاوت آنها با سد های معمولی خاکی و بتنی در این است که برای ذخیره آب آشامیدنی، کشاورزی و یا تفریحی بکار نمیروند. به عبارت دیگر نوعی سد معدنی هستند که فقط میتوان آنها را در مجاورت معادن مشاهده کرد. چون موادی که در مخازن سدهای باطله انباشته میشوند سمی و خطرناکند، نشأت این مواد به محیط پیرامون، بسته به نوع ماده ی سمی، مضرات زیست محیطی جبران ناپذیری خواهد داشت. از طرفی نشأت از بدنه و پی میتواند باعث خرابی و شکسته شدن خود سد نیز گردد. مطابق شکل ۱ تا قبل از سال ۲۰۰۰ بیش از ۲۱٪ خرابی سد های باطله به علت نشأت مواد بوده است که این میزان از سال ۲۰۰۰ تا کنون کاهش یافته و به ۱۵٪ رسیده است. لذا ارزیابی نفوذ پذیری ساختگاه این سدها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. رایج ترین روش برای ارزیابی هیدرولیکی جهت تعیین نفوذ پذیری و تزریق پذیری توده سنگ، آزمایش لوژن است (حسینی بالام و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۱- علل اصلی شکست سدهای باطله

موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی

سد باطله معدن طلای زرمهر در استان خراسان رضوی، در ۳۵ کیلومتری غرب تربت حیدریه در طول جغرافیایی ۵۸،۹۲۸ و عرض ۳۵،۳۴۸ قرار گرفته است. محدوده مورد نظر در نقشه ۱:۲۵۰،۰۰۰ تربت حیدریه (نقشه شماره ۴۱) و نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ فیض آباد (نقشه شماره ۷۷۶۰) جای میگیرد. برای دسترسی به منطقه باید به سمت شهر بایگ که در بیست کیلومتری شمال غربی تربت حیدریه است، حرکت نموده و پس از گذشتن از شهر بایگ به سمت روستای فدیه که در ۱۴ کیلومتری غرب آن می باشد، عزیمت نمود. در دو کیلومتری روستای فدیه در سمت چپ وارد جاده خاکی شده و پس از گذراندن مسیر تقریبی ۲ کیلومتر به کارخانه طلای زرمهر می رسید. محل سد باطله در جنوب غربی کارخانه استحصال کوه زر و در فاصله ۳ کیلومتری از آن قرار دارد. محور سد باطله این معدن نیز که برای نگهداری مواد سمی (سیانور) طراحی شده است در فاصله ۲۳۰۰ متری غرب کارخانجات فراوری قرار گرفته است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به سد باطله زرمهر را نشان میدهد.



شکل ۲- موقعیت و راه دسترسی به سد باطله زرمهر

سد باطله زرمهر به ارتفاع ۴۰ متر و طول تاج ۲۱۰ متر در راستای تقریباً شمالی جنوبی ساخته شده است. شیب بستر ۴ تا ۶ درجه و شیب دیواره ها در راستای محور در تکیه گاه راست حدود ۳۴ درجه و در تکیه گاه چپ حدود ۲۸ درجه می باشد. حوضه آبریز دره ی محل سد بیضی شکل بوده و راستایی شمال شرقی - جنوب غربی دارد. ارتفاع کف سد ۱۶۷۰ متر، بلندترین ارتفاعات حوضه ۱۸۱۰ و مساحت حوضه ۵۹۰۰۰۰ متر مربع است. جنس سنگ ها در جناح چپ عمدتاً توف و ایگنمبریت و در جناح راست توف، آندزیت و گرانودیوریت است که در خط الراس ها بدون پوشش آبرفتی و در خط القعرها دارای پوشش آبرفتی حد اکثر تا ۶ متر هستند.

با توجه به هوازدگی سنگها، توزیع و توسعه درزه ها، آزمون های برجا و سایر مشاهدات صحرائی، تکیه گاه راست ضعیف تر از تکیه گاه چپ بوده و دارای تنوع سنگ شناسی بیشتری نیز هست به گونه ای که میتوان گفت تکیه گاه راست بیشتر تحت تاثیر نیروهای تکنونیک قرار گرفته است.

آزمایش نفوذ پذیری سنگ (لوژن)

در مطالعات ژئوتکنیکی ساختگاه سد ها، بررسی وضعیت نفوذپذیری و رفتار هیدروژئومکانیکی درزه ها یکی از ملزومات اساسی مراحل اکتشافی به شمار میرود (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰). لوژن دانشمندی بود که اولین بار در سال ۱۹۳۳ نفوذپذیری سنگها را مورد بررسی قرارداد و بر این اساس واحد نفوذپذیری به نام خود ایشان یعنی لوژان معرفی گردید. برای اندازه گیری نفوذ پذیری ابتدا گمانه های اکتشافی را به فواصلی که طراح مشخص می کند حفاری می کنند. وقتی که عمق گمانه به میزان تعریف شده رسید اقدام به تست می کنند. لازم به ذکر است طول قطعه مورد آزمایش حداکثر ۵ متر می باشد. که این طول با توجه به میزان درز و شکاف سنگها، کمتر نیز می شود، بطوریکه هرچه شکاف و درزسنگها و شکاف لایه ها بیشتر باشد، طول قطعه مورد آزمایش کمتر می شود، ولی نباید این طول از یک متر کمتر در نظر گرفته شود.

برای اندازه گیری نفوذ پذیری ابتدا پکر در فاصله مشخص شده (طول قطعه مورد آزمایش) از کف گمانه قرار می گیرد سپس این پکر بوسیله لوله به پمپ آب وصل می گردد. از یک دستگاه فشار سنج جهت مشخص شدن فشار آب ورودی به داخل گمان استفاده می شود. باید توجه کرد از فشار سنج متناسب با فشاری که قرار است در تست انجام شود استفاده گردد بطورمثال اگر حداکثر فشار وارده ۶ بار می شود از فشار سنج حداکثر ۱۰ بار استفاده می شود. همچنین باید از کنتوری که دقت آن تا ۱/۱۰ لیتر می باشد استفاده شود. آزمایش نفوذپذیری در هر مقطع معمولاً در ۵ مرحله انجام می شود. در مرحله اول آب بدون فشار وارد گمانه می گردد و تا به حالت اشباع درآید و جریان آب ثابت بماند. مدت زمان توقف در این مرحله ۱۰ دقیقه می باشد.

باید توجه کرد میزان فشاری که برای تست در نظر گرفته می شود، ممکن است برای هر مقطع در یک گمانه متفاوت باشد. لذا هنگام انجام تست حتماً باید به این مورد توجه گردد. بعد از اشباع ۴ مرحله دیگر باقی می ماند، که در ۲ مرحله فشار از حداکثر به حداقل می رسد (رفت) و در ۲ مرحله فشار از حداکثر به حداقل رسانده می شود (برگشت). لازم به تذکر می باشد که هر مرحله میزان توقف، ۲ اندازه ۵ دقیقه ای می باشد (۱۰ دقیقه) به شرط اینکه حداکثر تغییر قرائت کنتور در ۵ دقیقه دوم (نسبت به ۵ دقیقه اول) کمتر از ۱۰ درصد باشد. اگر تغییر بیشتر از ۱۰ درصد باشد باید توقف در آن مرحله ادامه پیدا کند تا تغییر به کمتر از ۱۰ درصد برسد، از این رو ممکن است یک ۵ دقیقه یا بیشتر به زمان توقف در آن مرحله افزوده شود.

هنگام ارزیابی نتایج باید دقت کرد که فشار واقعی در مقطع با لحاظ کردن اختلاف ارتفاع بین مانومتر و تراز آب زیرزمینی (یا وسط مقطع مورد آزمایش در نقاطی که آب زیر زمینی وجود نداشته باشد) بدست می آید از اینرو فشار در مرکز مقطع از فرمول روبر بدست می آید.

$$P = P_m + (H_1 - H_2) / 10$$

که در این فرمول:

P : فشار در مرکز مقطع مورد آزمایش می باشد (برحسب اتمسفر)

P_m : فشار قرائت شده روی مانومتر (برحسب اتمسفر)

H_1 : تراز مانومتر

H_2 : تراز آب زیر زمینی (یا وسط مقطع مورد آزمایش)

سپس با استفاده از فرمول روبرو مقدار لوژان بدست می آید:

$$N = 10 \cdot Q / PLt$$

که در این فرمول:

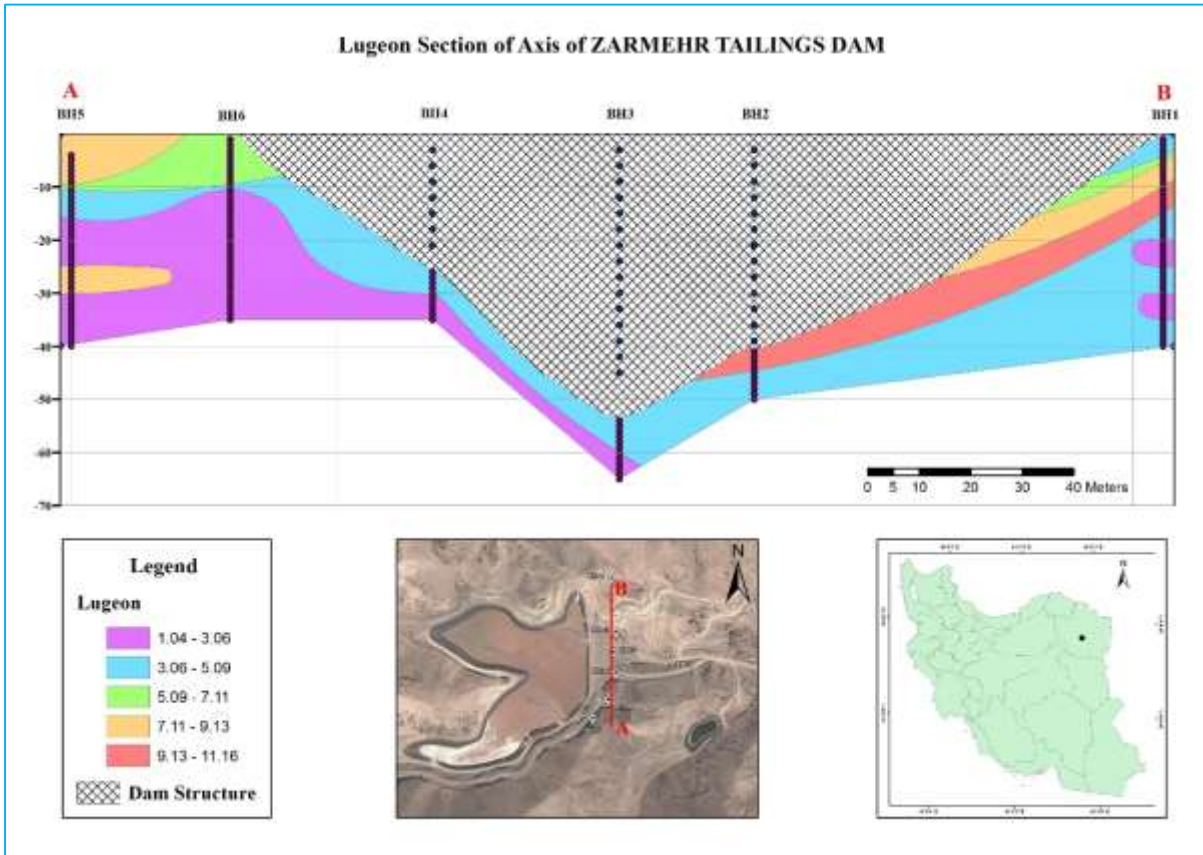
Q : جریان آب در مقطع آزمایش بر حسب لیتر در دقیقه می باشد

L : طول قطعه آزمایش به متر

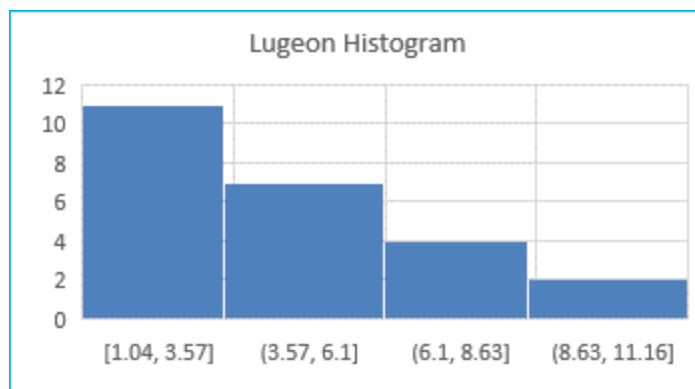
t : زمانی که در آن دبی Q جریان داشته است بر حسب دقیقه

فشار آزمایش P:

نتایج آزمایش لوژان به صورت مقطعی قائم بر روی محور سد در شکل ۳ آمده است. به طور کلی با افزایش عمق میزان لوژن کاهش پیدا میکند که نشان دهنده ی عملکرد هوازدهی بر سنگ های سطحی است. تغییرات تکیه گاه چپ منظم تر و بیشتر تحت تاثیر هوا زدگی سطحی است. ۴۶٪ نقاط مورد آزمایش لوژن بین ۱ تا ۳٫۵ و ۲۹٪ نقاط دارای لوژن ۳٫۵ تا ۶ هستند (شکل ۴)



شکل ۳- تغییرات لوژان در مقطع قائم محور سد

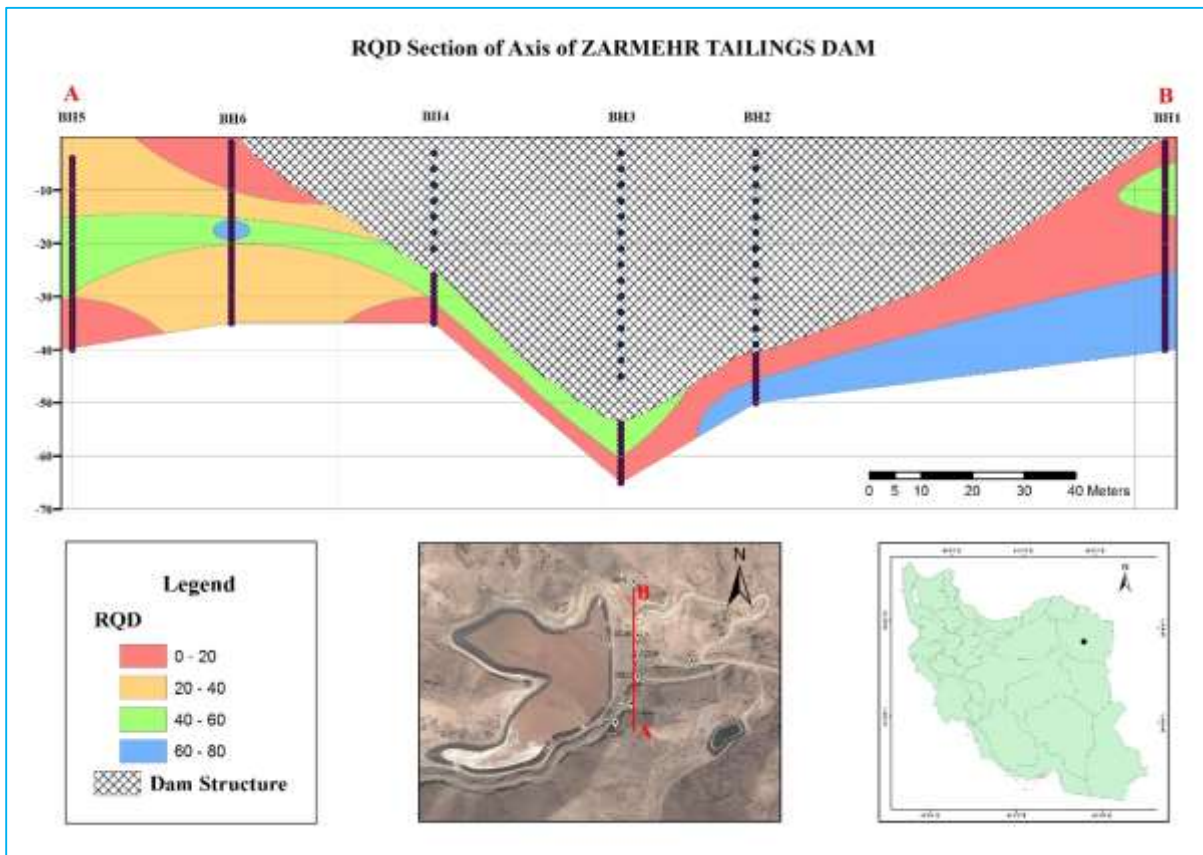


شکل ۴- هیستوگرام لوژان

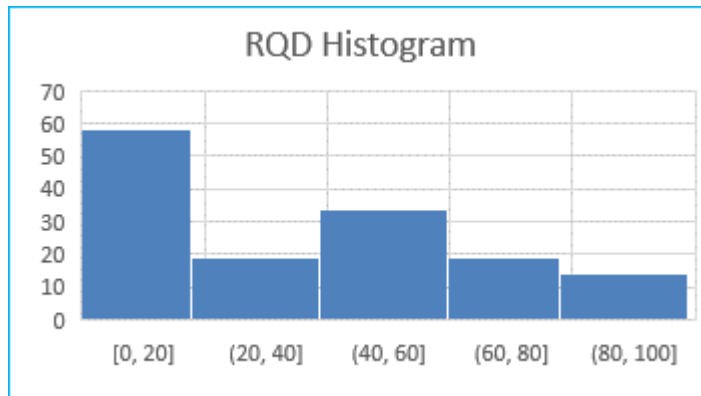
کیفیت مغزه حفاری (RQD)

شاخص کیفی سنگ (RQD) برای اولین بار توسط دیپر در سال ۱۹۶۴ به عنوان شاخصی برای ارزیابی کمی کیفیت توده سنگ های برجها معرفی شد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۰). طبقه بندی کیفیت مغزه حفاری بر مبنای درصد مغزه بازیافتی در حفاری مغزه گیری با قطر بزرگتر از ۵۴ میلی متر ارائه شده است. دیر و میلر بیان داشتند با فرض اینکه بتوان تکنیک حفاری ثابت و استاندارد را به کار برد، درصد مغزه بازیافتی بستگی به مقاومت ذاتی ماده سنگ و طبیعت و تناوب ناپیوستگی ها دارد. لذا نامبردگان اندیس کیفی توده سنگ (RQD) را به صورت مجموع طول مغزه های با طول بیش از ۱۰ سانتی متر به کل طول ران حفاری تعریف نمودند.

تغییرات عمقی کیفیت مغزه حفاری بر روی محور در شکل ۵ آمده است. ۴۶٪ نقاط دارای RQD صفر تا ۲۰ هستند و در طبقه بندی خیلی ضعیف قرار میگیرند. در تکیه گاه چپ بعد از یک لایه سطحی هوازده با RQD پایین به سنگ های تازه تر با کیفیت بهتری میرسیم اما در تکیه گاه راست چنین نظمی برقرار نیست و کیفیت مغزه حفاری ظاهراً فقط وابسته به هوازده گی سطحی نیست.



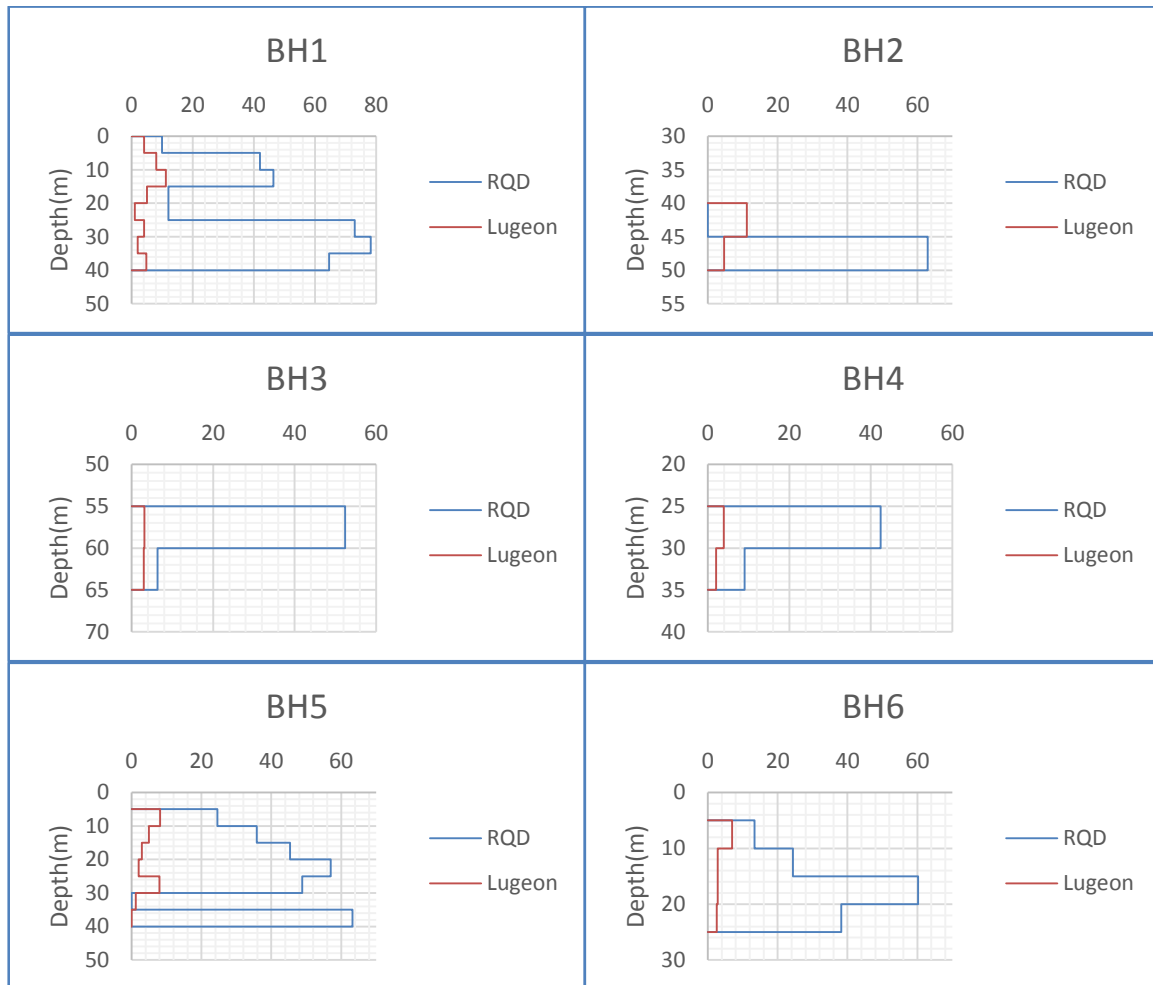
شکل ۵- تغییرات RQD در مقطع قائم محور



شکل ۶- هیستوگرام RQD

رابطه عدد لوژن و RQD

در اکثر مواقع با افزایش RQD، عدد لوژن کاهش می یابد. این حالت این طور توجیه میشود که با افزایش کیفیت مغزه حفاری، تعداد درزهای سنگ کاهش می یابد و با کاهش تعداد درزهای سنگ در واقع تعداد مسیر عبور جریان آب کاهش می یابد در نتیجه مقطع مورد نظر آبخوری کمتری داشته و عدد لوژن آن کاهش می یابد. اما تمام گمانه های مورد آزمایش این حالت را نشان نمی دهند به طوری که در گمانه BH1 فقط در عمق ۳۰ تا ۴۰ متری و تقریباً در تمام طول گمانه BH2، BH5 و BH6 این حالت قابل مشاهده است. همان طور که در شکل ۷ مشهود است در گمانه BH1 تا عمق ۳۰ متر، تغییرات لوژن رابطه مستقیم با تغییرات کیفیت مغزه حفاری دارد. در گمانه BH3 اگر چه تغییرات RQD زیاد است اما عدد لوژن ثابت بوده و تغییری نمیکند. در گمانه BH4 تغییرات RQD و لوژن تقریباً مستقیم است. بنابراین در گمانه های BH2، BH5، BH6 و آبخوری سنگ وابسته به درزه های موجود در سنگ است اما در دیگر گمانه ها این طور نیست.



شکل ۷- ارتباط RQD و عدد لوژن در گمانه ها

نتیجه گیری

به طور کلی با افزایش عمق میزان لوژن کاهش پیدا میکند که نشان دهنده ی عملکرد هواز دگی بر سنگ های سطحی است. تغییرات تکیه گاه چپ منظم تر و بیشتر تحت تاثیر هوا زدگی سطحی است. ۴۶٪ نقاط مورد آزمایش دارای لوژن بین ۱ تا ۳٫۵ و ۲۹٪ نقاط دارای لوژن ۳٫۵ تا ۶ هستند. ۴۶٪ نقاط دارای RQD صفر تا ۲۰ هستند و در طبقه بندی خیلی ضعیف قرار میگیرند. در تکیه گاه چپ بعد از یک لایه سطحی هوازده با RQD پایین به سنگ های تازه تر با کیفیت بهتری میرسیم اما در تکیه گاه راست چنین نظمی برقرار نیست و کیفیت مغزه حفاری ظاهراً فقط وابسته به هواز دگی سطحی نیست.

در گمانه BH۱ فقط در عمق ۳۰ تا ۴۰ متری و تقریباً در تمام طول گمانه BH۲، BH۵ و BH۶ با افزایش RQD، لوژن کاهش می یابد و بالعکس. در گمانه BH۱ تا عمق ۳۰ متر، تغییرات لوژن رابطه مستقیم با تغییرات کیفیت مغزه حفاری دارد. در گمانه BH۳ اگر چه تغییرات RQD زیاد است اما عدد لوژن ثابت بوده و تغییری نمیکند. در گمانه BH۴ تغییرات RQD و لوژن تقریباً مستقیم است. بنابراین در گمانه های BH۲، BH۵ و BH۶ آبخوری سنگ وابسته به درزه های موجود در سنگ است اما در دیگر گمانه ها این طور نیست.

با توجه به هواز دگی سنگها، توزیع و توسعه درزه ها، آزمون های برجا و سایر مشاهدات صحرائی، تکیه گاه راست ضعیف تر از تکیه گاه چپ بوده و دارای تنوع سنگ شناسی بیشتری نیز هست به گونه ای که میتوان گفت تکیه گاه راست بیشتر تحت تاثیر نیروهای تکنونیکي قرار گرفته است.

مراجع

۱- Wills, B. A. and J. A. Finch (۲۰۱۶). Chapter ۱۶ - Tailings Disposal. Wills' Mineral Processing Technology (Eighth Edition). Boston, Butterworth-Heinemann: ۴۳۹-۴۴۸.

Deere, D. U. and R. Miller (۱۹۶۶). Engineering classification and index properties for intact rock, DTIC Document.

۲- حسینی بالام، آ.، ا. قاضی فرد و ر. اجل لوثیان (۱۳۹۰). ارزیابی نفوذپذیری ساختگاه سد خنچه با استفاده از آزمایش لوژان. پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، انجمن زمین شناسی ایران.

۳- حیدری، م. و ا. قاضی فرد (۱۳۸۶). ارزیابی نفوذپذیری سنگهای پی و تکیه گاه سد کوچری. سومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۴- خانلری، غ. و م. کرمی (۱۳۹۲). ارزیابی نفوذپذیری توده سنگهای ساختگاه سد بیستون، کرمانشاه. هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

۵- ذوالفقاری، ع. و ع. سهرابی بیدار، م. ملکی جوان و م. هفتانی (۱۳۹۰). ارزیابی رفتار هیدروژئومکانیکی توده سنگ با استفاده از نتایج آزمایش لوژان در ساختگاه سد خرسان II. هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۶- جعفری، م. و د. زارع و ا. قاضی فرد (۱۳۹۰). ارزیابی پارامترهای مؤثر بر نفوذپذیری و تزریق پذیری پی و تکیه گاه های ساختگاه سد کارون ۴ با استفاده از آزمایش های برجا. اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاههای برق آبی.

۷- صفری، س. و غ. لشکری پور و ن. حافظی مقدس (۱۳۹۲). ارزیابی نفوذپذیری توده سنگ ساختگاه سد آغ چای با استفاده از نتایج آزمایشات لوژان. اولین همایش ملی مجازی علوم زمین، انجمن کاوشگران جوان زمین ارومیه.