

## بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی ساختگاه سد هرسین

محمدی، ناهید<sup>۱\*</sup>، بشیر گنبدی، محمد<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه دامغان

۲- استادیار گروه زمین شناسی مهندسی دانشگاه دامغان

Mohamadi.nahid<sup>۸۴۳۲۷</sup>@yahoo.com

### چکیده

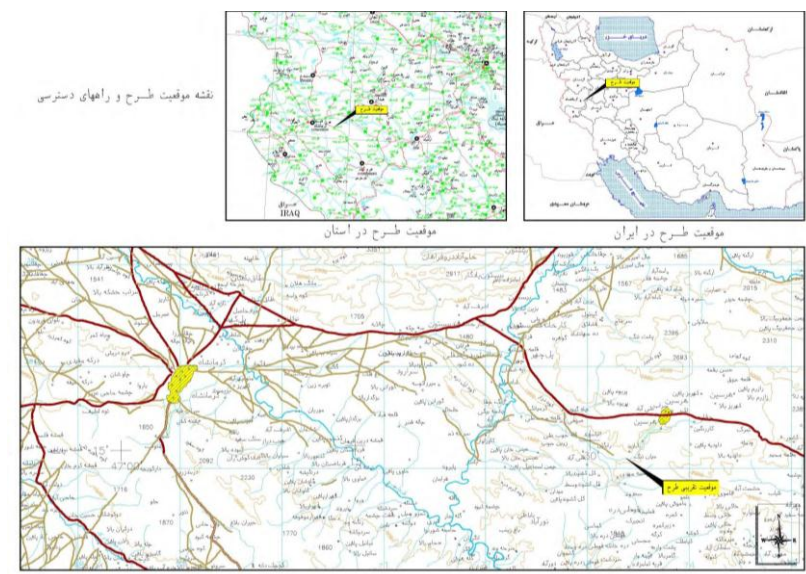
حدود طرح در دست بررسی، بخشی از سرزمین‌های غرب کشور در استان کرمانشاه را تشکیل می‌دهد. این منطقه در فاصله ۴۵ کیلومتری باختر شهر کرمانشاه واقع شده است. هدف از این مقاله بررسی امکان احداث سد مخزنی هرسین، بر روی رودخانه بابا زید، در محل ساختگاه برگزیده به منظور مهار و ذخیره سازی جریان های سطحی و زیر زمینی و استفاده بهینه از پتانسیل آبی سراب هرسین و سیلابهای حوضه آبریز رودخانه مذکور می‌باشد. با استفاده از اطلاعات گمانه‌های جناح راست، چپ و بستر رودخانه به بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی رسوبات آبرفتی و توده سنگ بستر پرداخته شده است. نتایج حاصل از آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد گویای وضعیت متراکم و سفت و سخت مصالح روبار می‌باشد. مقایسه نتایج حاصل از آزمایشات شاخص کیفی سنگ بکر (RQD) با شاخص کیفی سنگ سالم (SCR) گویای این مطلب است که: به طور کلی کیفیت توده سنگ بستر در جناحین ساختگاه از کیفیت بالاتری نسبت به بخش میانی دره برخوردار است. بر اساس بررسی‌های انجام شده هیچ گسل عمده‌ای در این منطقه گزارش نشده است و از دیدگاه پایداری، در وضعیت کنونی، هیچگونه ناپایداری در توده سنگ بستر و روبار مشاهده نشده است.

**کلمات کلیدی:** زمین شناسی مهندسی، سنگ بکر، توده سنگ، سد هرسین

### ۱- معرفی طرح

ساختگاه برگزیده بابازید بر روی رودخانه ای به همین نام، به فاصله تقریبی ۴۵ کیلومتری مرکز استان کرمانشاه، در جنوب شهرستان هرسین و در حد فاصل خطوط جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه طول خاوری و ۳۴ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. سد مخزنی هرسین از نوع خاکی با هسته رسی، ارتفاع تاج سد از بستر رودخانه ۴۴ متر، طول تاج سد ۳۴۵ متر، تراز تاج سد ۱۴۹۷ متر و تراز نرمال ۱۴۹۱ متر می‌باشد که بر روی یکی از سرشاخه‌های رودخانه بابازید طراحی شده است. رودخانه بابازید با راستای عمومی شمال خاور-جنوب باختر در محدوده ساختگاه، دره متقارنی را در سنگ‌های ژوراسیک تا کرتاسه به وجود آورده است. جریان رودخانه کمی پایین بستر به سوی باختر و شمال باختر تغییر مسیر می‌دهد. روند عمومی سنگ بستر در ساختگاه شمال باختری-جنوب خاوری است. به عبارت دیگر از روند کلی ساختار زاگرس تبعیت می‌نماید. توده سنگ بستر لایه-

بندي مشخصي ندارد و به نظر مي‌رسد، شيب لايه‌ها ۴۷ درجه در تکیه- گاه راست و ۷۰ درجه در تکیه‌گاه چپ باشد و جهت بزرگترین شیب آن- ها به سوي جنوب باختري است. پادگانه‌هاي آبرفتي جوان در ساحل راست رودخانه داراي سطح زيادي هستند و غالباً زیر کشت محصولات زراعي و باغ قرار دارند و با احداث سد مخزني هرسين در حدود ۱۳۵/۹ هکتار از زمین‌هاي زراعي تحت پوشش قرار مي‌گیرند. بارش‌هاي مناسب به میزان متوسط ساليانه حدود ۴۰۰ میلیمتر، توأم با دشت- ها و جلگه‌هاي پهناور با بسترهاي آبرفتي ژرف و تشکيلات زمین شناسي کارستي و نفوذپذير، منابع ارزشمند آبي را به وجود آورده‌اند، به طوريکه در اين ناحیه، سفره‌هاي آب زیر زميني و سرآب‌هاي متعدد با آبدهي بسيار خوب، همچون سرآب هرسين تشکيل شده‌اند و طرح در دست مطالعه در راستاي مدیریت استفاده بهينه از منابع آب منطقه و مربوط به آبدهي همین سرآب است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل احداث سد هرسین

## ۲- زمین شناسي ناحیه اي ساختگاه سد

حوضه آبریزرودخانه بابا زید داراي وسعتي در حدود ۱۵۴ کیلو متر مربع مي‌باشد. کمر بند کوه‌هاي شیزر، گاوان و قلعه زرد حدود شمال تا جنوب خاوري این ناحیه را احاطه نموده‌اند. بستر رودخانه بابازید در محل ساختگاه سد نیز با تراز ارتفاعي ۱۴۵۲ متر از سطح دریا، پایین‌ترین مکان در این ناحیه است. این حوضه در زون ساختاري سنندج-سیرجان واقع شده است و شامل رخنمون سنگ‌هاي دوران میان زیستی تا نوزیستی مي‌باشد. قدیمی‌ترین سنگ‌ها به دوران ژوراسیک تعلق دارند (آقنباتی ع.، ۱۳۸۳).

مصالح روباره در محل ساختگاه سد را نهشته‌هاي آبرفتي بستر رودخانه، مسیل‌ها و مخروط افکنه و خاک‌هاي برجا و کوهرفتي پوشش دهنده سنگ بستر بوجود تشکیل مي‌دهند.

سنگ بستر ساختگاه سد را سنگ‌آهک مقاوم، ضخیم لایه تا یکپارچه با گرهک‌هاي چرتي، رگه و رگچه‌هاي کلیستی و میان لایه‌هاي نازک از تناوب آهک، شیل ژوراسیک میانی- پایانی و طبقات آهک رادیو

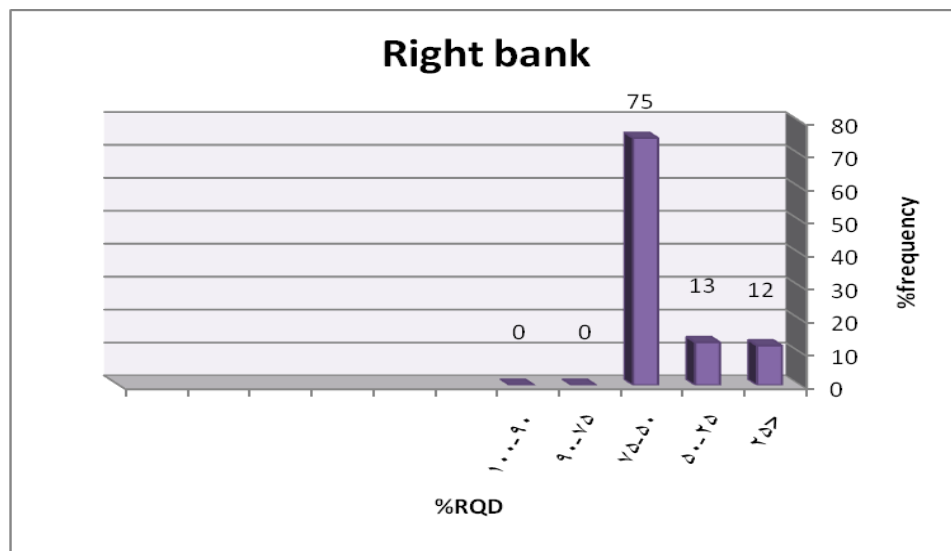
لاریتی، شیل و ژاسب بسیار نازک لایه ژوراسیک پایانی تا کرتاسه پایانی تشکیل می‌دهند. آهک‌های ضخیم لایه به شکل صخره‌های سنگی تظاهر نموده‌اند. اما سنگ آهک‌های رادیو لاریتی اغلب در زیر خاک‌های برجا مدفون می‌باشند و به ندرت در سطح زمین رخنمون یافته‌اند.

### ۳- بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک ساختگاه سد

#### ۳-۱- خصوصیات زمین شناسی مهندسی تکیه گاه راست

تکیه گاه راست بوسیله ۷ گمانه اکتشافی BH-B<sup>۵</sup>, ۷, ۹, ۱۴, ۱۹, ۲۱, ۲۲ مورد کاوش قرار گرفته‌است. گمانه BH-B<sup>۷</sup> در موقعیت تاج سد در تراز ۱۴۹۷/۱۹ متر از سطح دریا بالاترین و گمانه BH-B<sup>۱۹</sup> با ارتفاع ۱۴۵۸/۸۴ متر از سطح دریا کمترین تراز ارتفاعی را دارند. حداقل ضخامت آبرفت ۱/۲ و حداکثر ۲۱/۶ به ترتیب در گمانه‌های BH-B<sup>۱۴</sup> و BH-B<sup>۷</sup> می‌باشد و بر اساس رده بندی یونیفاید، آبرفت در رده خاک CL و GC قرار می‌گیرند که در حقیقت خاک ریزدانه ماسه‌ای و شن دار در سطوح فوقانی، و مصالح شن و ماسه رس‌دار در نزدیک سنگ بستر گسترده‌اند و عدسی‌های ماسه رس دار نیز مشاهده شده‌است.

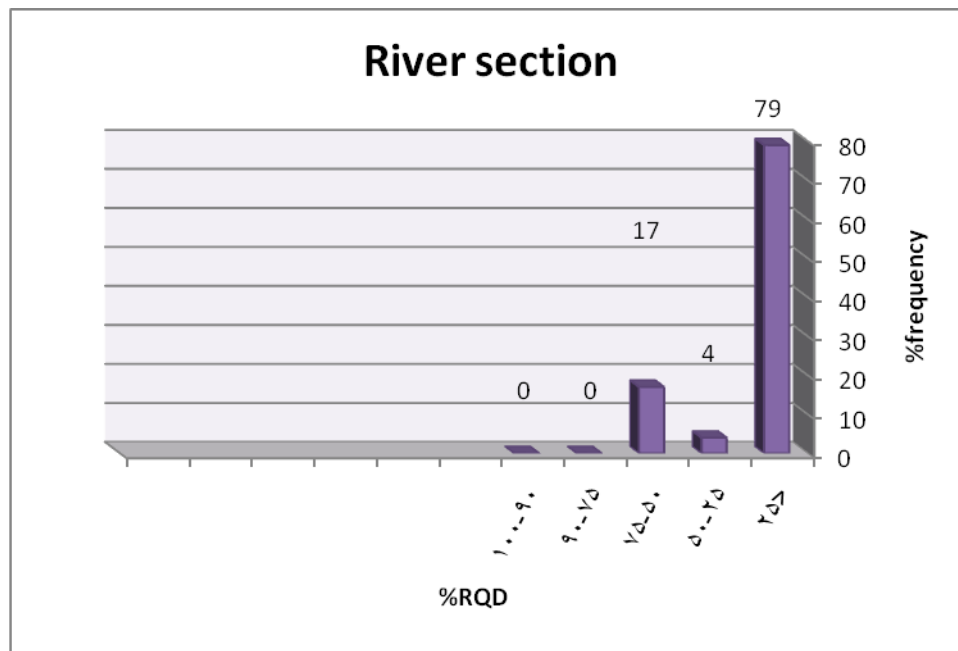
همچنین نتایج بدست آمده از ضربه و نفوذ استاندارد گویای تراکم زیاد و سفت و سخت بودن مصالح روبار در این تکیه گاه است. بازیافت مغزه‌های سالم بدون در نظر گرفتن طول آن‌ها در طول حفاری گمانه BH-B<sup>۵</sup> مورد توجه قرار گرفت و شاخص کیفی سنگ سالم (SCR) اندازه‌گیری شد که افزایش ۳۵ درصدی را نسبت به شاخص کیفی (RQD)، پیشنهادی ISRM نشان می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲- کیفیت توده سنگ بستر (RQD) در تکیه گاه راست

### ۲-۳- خصوصیات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک بخش میانی دره

کاوش‌های زیر سطحی در این بخش از ساختگاه به وسیله ۱۱ گمانه اکتشافی انجام گرفته است. بر اساس اطلاعات حاصله سنگ بستر را آهک‌های مقاوم و ضخیم لایه و گرهک‌های چرتی با میان-لایه‌های آهکی و رادیو لاریتی نازک لایه و هوازده تشکیل می‌دهند و در زیر مصالح روبرار آبرفتی و پادگانه‌ای جای دارند. زون هوازده سطحی به ترتیب در گمانه‌های BH-B<sup>۲۵</sup> و BH-B<sup>۳</sup> بین ۲ و ۸ متر تغییر می‌کند. کمینه و بیشینه ضخامت روبرار در گمانه BH-B<sup>۱۷</sup> در بالا بستر و ساحل چپ رودخانه با عمق ۶ متر و در گمانه BH-B<sup>۴</sup> در امتداد محور سد و وسط دره با عمق ۲۹/۵ اندازه‌گیری شده است. نتایج بدست آمده از ضربه و نفوذ استاندارد در این مصالح گویای وضعیت نسبتاً متراکم تا تراکم زیاد و سفت و سخت بودن مصالح روبرار است. بازیافت مغزه‌های سالم بدون در نظر گرفتن طول آنها در طول حفاری گمانه‌های BH-B<sup>۳,۴,۱۰,۲۰,۲۴</sup> مورد توجه قرار گرفت و شاخص کیفی سنگ سالم (SCR) اندازه‌گیری شد و این شاخص نسبت به شاخص کیفی (RQD) در این گمانه‌ها به ترتیب ۱۲ درصد، ۱ درصد، ۸ درصد و ۱۷ درصد رشد نشان می‌دهد که در حقیقت کیفیت سنگ یک رده ارتقا می‌یابد (شکل ۳).



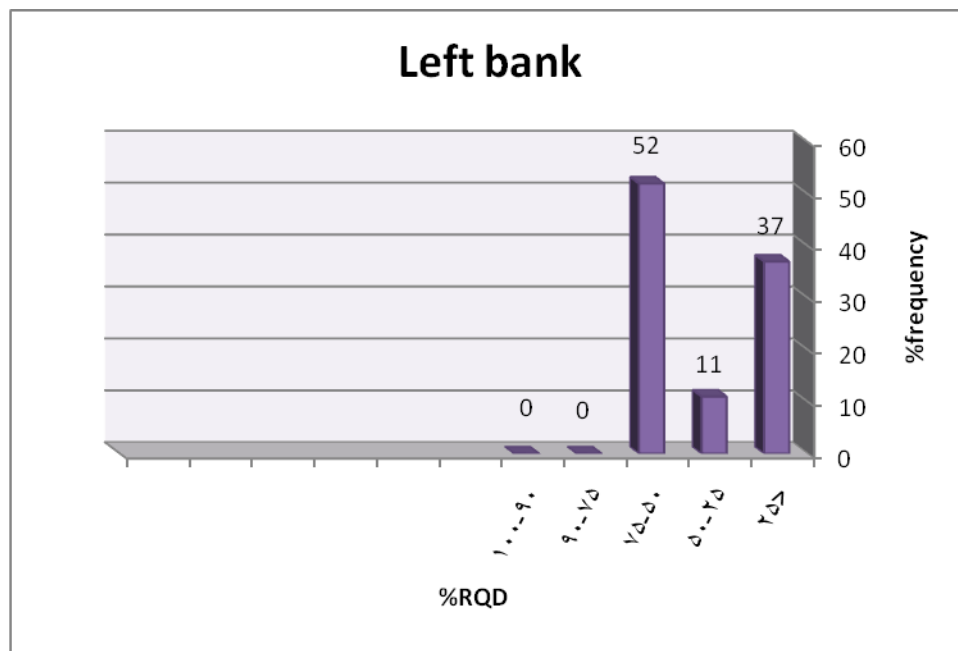
شکل ۳- کیفیت توده سنگ بستر در بخش میانی دره

### ۳-۳- خصوصیات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک تکیه گاه چپ

در تکیه گاه چپ در مجموع ۱۲ گمانه اکتشافی حفاری شده است. سنگ بستر در این جناح همانند سایر قسمتهای ساختگاه را آهکهای مقاوم لایه و ضخیم تا یکپارچه و گرهکها و رگچه های چرتی با میان لایه های آهکی و رادیو لاریتی نازک لایه و هوازده تشکیل می دهند.

حداقل ضخامت آبرفت صفر و حداکثر ۱۹/۶ متر به ترتیب در گمانه های BH-B<sub>۱,۲</sub> و BH-B<sub>۱۸</sub> می باشد.

ضخامت آبرفت در گمانه های پایین بستر بیش از گمانه های بالا بستر به استثناء گمانه BH-B<sub>۱۸</sub> می باشد. آبرفت عمدتاً از مصالح شن و ماسه رس دار و عدسی های ماسه رس دار تشکیل شده است. نتایج بدست آمده از آزمون های ضربه و نفوذ استاندارد در این مصالح گویای وضعیت نسبتاً متراکم تا تراکم زیاد و سفت و سخت بودن مصالح است. شاخص کیفی وزن دار سنگ سالم در این تکیه گاه ۴۰ درصد می باشد که در توده سنگ را رده سنگ های ضعیف قرار می دهد و مقایسه این شاخص با شاخص کیفی مغزه های سالم بدون در نظر گرفتن اندازه قطعه (SCR) که در بعضی از گمانه ها اندازه گیری شده است، نشان می دهد که این شاخص در گمانه های BH-B<sub>۲,۲۸</sub> به ترتیب به میزان ۲۵ و ۴۶ درصد بهبود یافته است و در گمانه BH-B<sub>۶,۸</sub> تغییر قابل توجهی نداشته است ( شکل ۴).

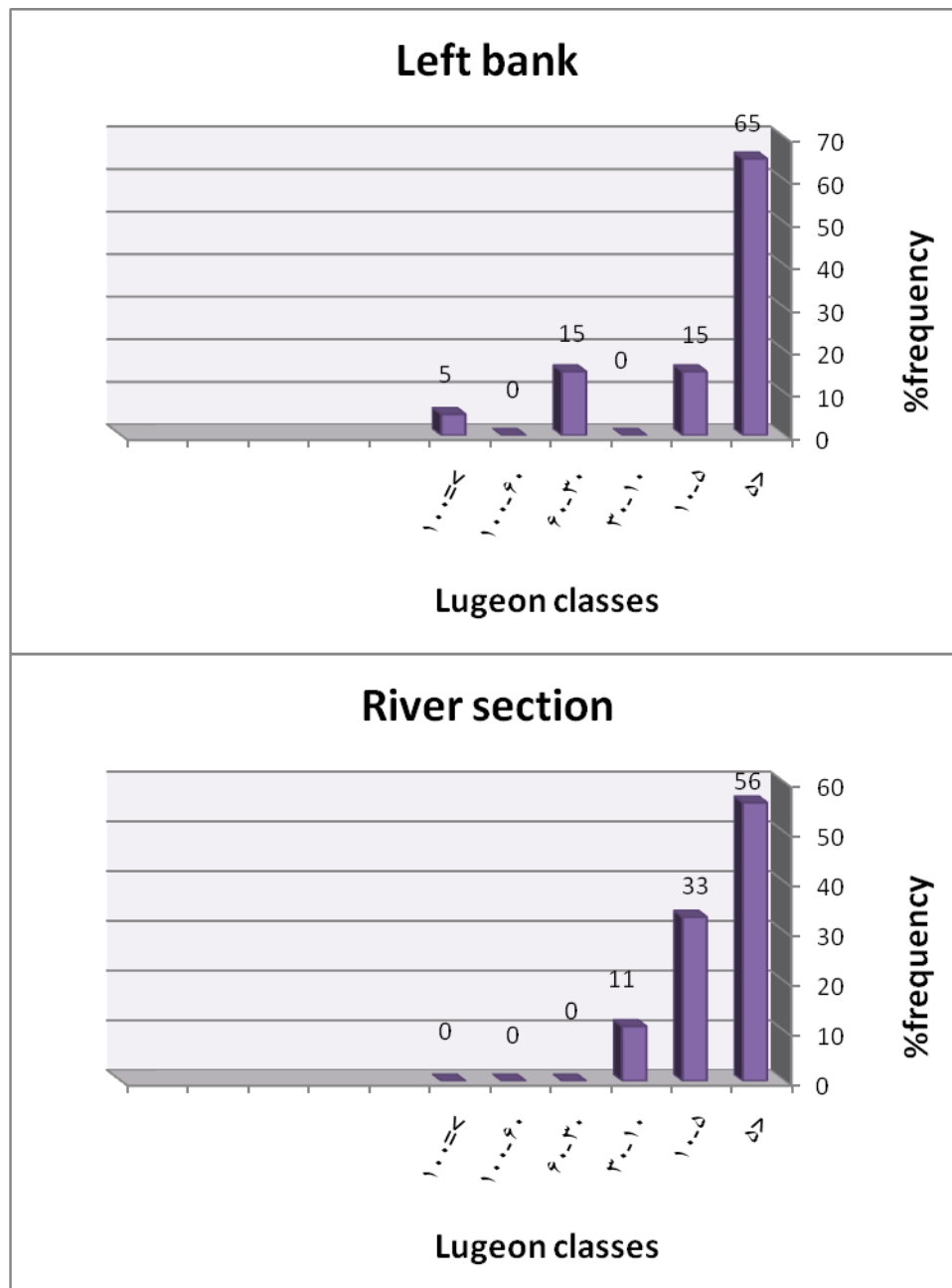


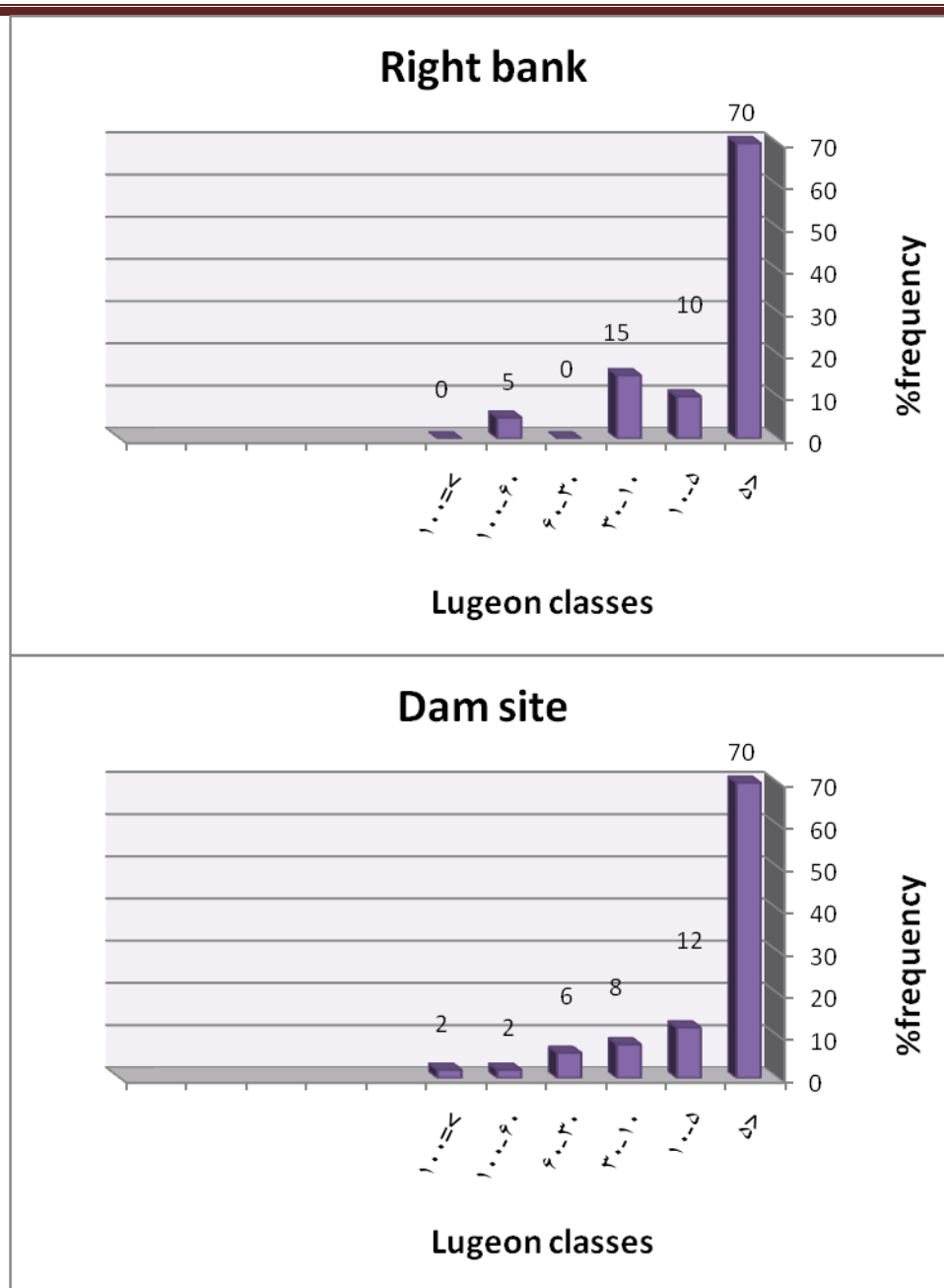
شکل ۴- کیفیت توده سنگ بستر در تکیه گاه چپ

#### ۴- وضعیت نفوذ پذیری توده سنگ های میزبان سد هرسین

نتایج آزمایش های فشار آب (لوژون) در گمانه های اکتشافی نشان دهنده نفوذ پذیری کم تا نفوذ ناپذیر بودن توده سنگ بستر می باشد. اندازه گیری لوژون در توده سنگ بستر جناح راست گویای این مطلب است که، ۷۹ درصد آنها نفوذ ناپذیر تا نفوذ ناپذیری کم، ۱۶ درصد متوسط و ۵ درصد نفوذ پذیری زیاد

دارند. در توده سنگ بستر جناح چپ نیز ۸۰ درصد آن‌ها نفوذ ناپذیر تا نفوذ پذیری کم، ۱۵ درصد نفوذ پذیری زیاد و ۵ درصد نفوذ پذیری بسیار زیاد دارند. در بخش میانی دره فقط ۱۱ درصد دارای نفوذ پذیری متوسط هستند و بقیه توده سنگ بستر نفوذ پذیری کم داشته یا نفوذ ناپذیر می‌باشند (شکل ۵).





شکل-۵- نتایج آزمایش‌های فشارآب در جناح چپ، بخش میانی، جناح راست و ساختگاه سد

### ۵- تحلیل شرایط آب بندی و پایداری ساختگاه سد

بر پایه بررسی‌های انجام شده، دره رودخانه بابازید آب‌های سطحی و زیر سطحی در این محدوده را زهکش می‌نماید. هیچ گسل عمده‌ای در این منطقه گزارش و مشاهده نشده است و نشانه‌ای برای فرار آب دریاچه به حوضه‌های مجاور یافت نشده است. تنها چشمه دائمی در مخزن سد، در انتهای دریاچه از رسوبات آبرفتی پادگانه‌ای بلند جناح چپ تظاهر نموده است که تقریباً هم تراز با کف بستر رودخانه بابازید می‌باشد.

با توجه به تأثیر گسل‌های محلی که باعث جابجایی سنگ آهک‌های ضخیم لایه تکیه گاه راست ساختگاه سد شده است، آب بندی دره جناح راست مخزن مشرف به ساختگاه، باید مورد بررسی و توجه بیشتر قرار گیرد. طرح آب بندی سد با اجرای پرده آب بند در سنگ پی ساختگاه و توده سنگ بستر جناحین و نیز با احداث دیواره بتن پلاستیک در آبرفتهای دره میانی، آب بندی مخزن سد را تأمین خواهد کرد.

از دیدگاه پایداری در وضعیت کنونی هیچ‌گونه ناپایداری در توده سنگ بستر و روبار گزارش و مشاهده نشده است و با توجه به شیب توپوگرافی و ضخامت کم آبرفت، ارتفاعات دو طرف دریاچه سد پایدار خواهند ماند (مهندسین مشاور پندام، ۱۳۹۱).

### نتیجه گیری و پیشنهادات

از دیدگاه زمین شناسی مهندسی، اجرای سد ۴۴متری هرسین در محور منتخب با مشکل خاصی مواجه نمی‌باشد. سنگ بستر ساختگاه سد و دیگر سازه‌های هیدرولیکی را سنگ آهک بلورین و رادیو لاریت تشکیل می‌دهد.

از دیدگاه ساختاری، ساختگاه سد هرسین بین دو گسل اصلی پی سنگ فعال و جوان زاگرس و زاگرس بلند (کوه سفید) قرار دارد. بدین لحاظ، منطقه ساختگاه، تکتونیزه است. برای شناسایی وضعیت زیر سطحی، تعداد ۳۰ گمانه اکتشافی به متر اژ کل ۸۳۰/۳۰ متر در ساختگاه سد حفاری شده است. بر پایه نتایج به دست آمده از آزمایش لفران انجام شده در گمانه‌های اکتشافی، بخش اعظم آبرفت، دارای نفوذ پذیری کم تا نفوذ ناپذیر می‌باشد. نتایج آزمایش‌های ضربه و نفوذ استاندارد، بیانگر تراکم زیاد و سفت و سخت بودن روبار می‌باشد.

رودخانه هرسین به عنوان عمیق‌ترین زهکش طبیعی، دیواره‌های دره ساختگاه را زهکشی می‌کند. ولی شیب هیدرولیکی در ساختگاه بسیار کم می‌باشد و با عمق نفوذ پذیر توده سنگ بستر همخوانی دارد.

مخزن هرسین بیشتر از سنگ آهک بلوری و رادیولاریت تشکیل شده است. ولی بخش عمده آن در زیر نهشته‌های کواترنری مدفون می‌باشد. دیواره‌های دره مخزن در وضعیت فعلی پایدار می‌باشد و به هنگام بهره‌برداری نیز ناپایداری که ایمنی سیستم هیدرولیک هرسین را به مخاطره بیاندازد، پیش بینی نمی‌شود. با اجرای پرده آب بند در ساختگاه سد، مخزن نیز آب بند خواهد بود.

برای تدقیق گسترش پرده آب بند در جناحین دره ساختگاه توصیه می‌شود تعدادی گمانه، در محدوده گسترش پرده آب بند حفاری شوند. برای شناسایی وضعیت ساختاری توده سنگ بستر، توصیه می‌شود دو گالری اکتشافی در تکیه گاه‌های سد هرسین حفر شوند.



## تقدیر و تشکر

از شرکت آب منطقه ای کرمانشاه و مهندسين مشاور پندام، به خاطر در اختيار گذاشتن گزارشات و اطلاعات لازم تقدیر می-گردد.

## منابع و مواخذ

۱. نقشه توپوگرافي ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداري کشور
۲. نقشه زمین شناسی چهار گوش کرمانشاه به مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، شماره C۶، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۹۷۸
۳. نقشه زمین شناسی چهار گوش کرمانشاه به مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰، برگه شماره ۵۴۵۸، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۹۹۹
۴. نقشه زمین شناسی هرسین به مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰، برگه شماره ۵۵۵۸، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۹۹۷
۵. گزارش زمین شناسی ضمیمه نقشه کرمانشاه
۶. گزارش زمین شناسی ضمیمه نقشه هرسین
۷. آفا نباتی س.ع.، (۱۳۸۳). "زمین شناسی ایران"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۸. مهندسين مشاور پندام، (۱۳۹۱). "گزارش زمین شناسی مهندسی (تجدید نظر شده)"، مطالعات مرحله اول سد مخزنی هرسین.