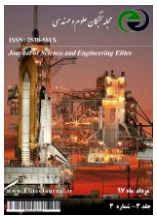
مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۳- شماره ۳- سال ۱۳۹۷

www.ElitesJournal.ir



تزریق در سد سیاه بیشه بر اساس روشG.I.N

سمکو عارف پناه[1*]، فواد کیلانه ای[2]

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران - مکانیک خاک و پی، دانشگاه پارسیان قزوین، ایران

۲- استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه بین الملل امام خمینی قزوین

* S.arefpanah@gmail.com

ارسال: اردیبهشت ۹۷ پذیرش: مرداد ۹۷

چکیده

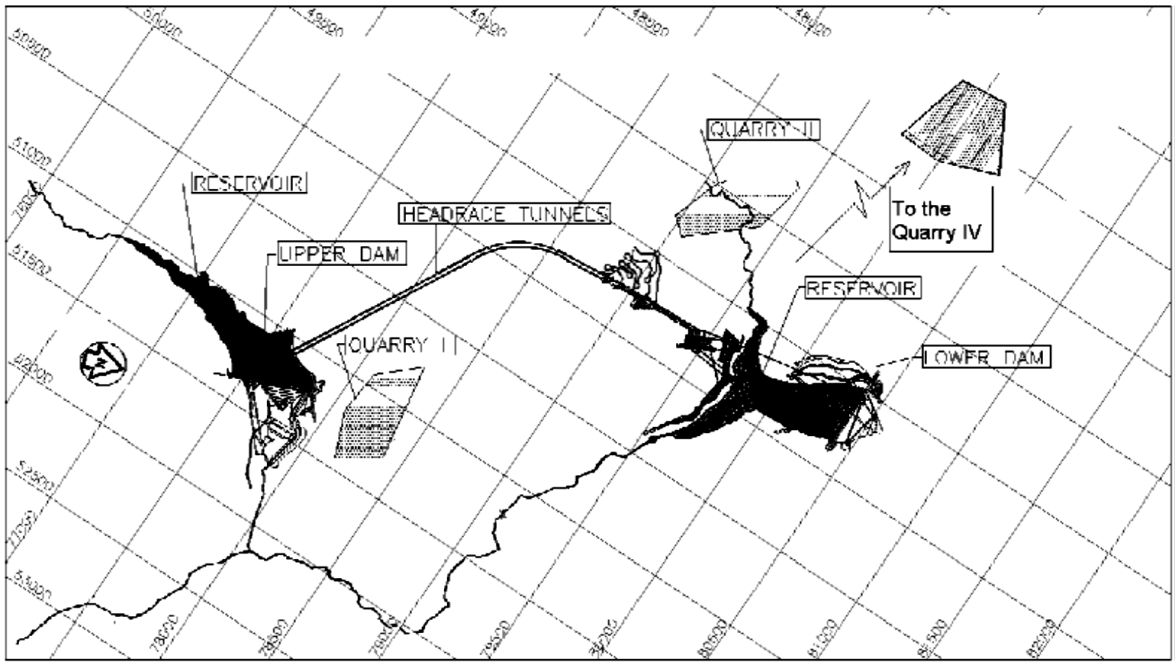
تزریقات تحکیمی فرایندی است که امروزه در سراسر جهان جهت تحکیم و افزایش ویژگی های ژئوتکنیکی و ژئومکانیکی سازندهای زمین و روش سنتی شناسی مورد استفاده قرار می گیرد. از مهمترین روش های تزریق روش عدد شدت تزریق(Grouting Intensity Number) است. روش های بیان شده هرکدام دارای معایب و مزایایی است که مطالعه و بررسی دقیق عوامل موثر بر این روش ها، نیازمند مطالعه دقیق ژئوتکنیک سازندهای زمین شناسی منطقه است. در این پژوهش نیروگاه آبی پروژه سد سیاه بیشه به خاطر تنوع لیتولوژی زیاد و تکتونیک پیچیده مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بدین ترتیب تعداد ۱۰۰گمانه به روشGINو ۱۰۰ گمانه به روش سنتی تزریق شده و بررسی گردید.. همچنین در روشGIN بدلیل مشخص بودن حجم دوغاب به ازای سازندهای زمین شناسی مختلف، امکان کنترل و پیش بینی فرایند شکست هیدرولیکی یا جکینگ هیدرولیکی بسیار آسانتر از روش سنتی می باشد. همچنین در این روش بدلیل ثابت بودن نسبت آب به سیمان در طول عملیات تزریق، ویژگی های دوغاب یکنواخت بوده و کنترل و پایش آن با احتیاط بیشتر و دقت بیشتری قابل اجرا می باشد.

کلمات کلیدی: سد سیاه بیشه روش سنتی تزریق و روش تزریقGIN.

۱- مقدمه

تزریق امروزه در سراسر جهان به منظور اهداف مختلفی از جمله بالابردن ویژگی های ژئوتکنیکی سنگها و خاکها، پایدارسازی شیروانیهای سنگی و خاکی، اصلاح سازه ها و مشکلات ناشی فونداسیون آنها، جابجایی سازه ها و اصلاح نشست های فونداسیون سازه ها و غیره مورد استفاده قرار می گیرد. انجام و درک فرایند تزریق پیچیدگی های ویژه ای دارد که شناخت شرایط مختلف آن تفاوت های آن بسیار مهم و مشکل می باشد. روش تزریق سنتی که از گذشته تا به امروز بسیار رایج بوده و برای یکی از روش های تزریق است که امروزه وارد متخصصان این فن شناخته شده است. ولیکن روش عدد شدت (GIN) یکی از روش های تزریق است که امروزه وارد عرصه تزریق شده و به خاطر برخی از مزایای آن به شدت گسترده شده است. سد سیاه بیشه در ۱۲۵ کیلومتری شمال تهران در مجاورت جاده چالوس واقع شده است و شامل دو سد از نوع سنگ ریزه

آی با رویه ی بتنی و یک نیروگاه با ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات است.این پروژه به لحاظ عملکرد تلمبه-ذخیره ای و نوع سد ها از دیگر پروژه های کشور متمایز است.هدف اصلی این پروژه متوازن کردن برق شبکه ی کشور از طریق عملکرد پمپ توربین های نیروگاهو تولید برق در ساعات پر مصرف و پر کردن مخزن سد بالا در ساعات کم بار است. سد های بالا و پایین پروژه هر دو از نوع سنگریزه ای با رویه ی بتنی (concrete force rockfill dam-CFR) هستند که برای اولین بار در کشور طراحی و ساخته شده اند. شمای کلی پروژه در شکل۱ آمده است.



شکل۱- شمای کلی پروژه ی تلمبه ذخیره ای سیاه بیشه

پروژه تلمبه ذخیره ای سیاه بیشه، از دو سد سنگریزه ای با رویه بتنی، یک مسیر انتقال آب، یک مغار نیروگاه و تجهیزات مربوطه و یک سیستم تزریق تشکیل شده است. هدف اصلی این پروژه، ایجاد تعادل در سیستم تولید انرژی کشور می باشد. این مجموعه شامل ظرفیت نصب شده هزار مگاوات خواهد بود و نقشی اساسی در زمان اوج مصرف برق ایفا میکند. پروژه در یک ناحیه دارای پتانسیل لرزه خیزی بسیار بالا قرار گرفته است. جانمایی کلی پروژه در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.

مهمترین دلایل انتخاب سدهای سنگریزه ای با روکش بتنی برای نیروگاه تلمبه ذخیره ای سیاه بیشه را می تواند در موارد زیر خلاصه کرد:

۱- عدم پیچیدگی اجرا در مقایسه با سد های بتنی وزنی

۲- پایداری در برابر زلزله –عدم بروز مشکلات ناشی از فشار آب حفره ای در هنگام زلزله

۳- عدم بروز پدیده ی روانگرایی

۴- مقاومت بلای رویه ی بتنی در مقایسه با سدهای سنگریزه ای با رویه ی آسفالتی BFRD

جدول۱- مشخصات عمومی سد بالایی سیاه بیشه

مشخصات سد بالا		
ردیف	شرح	مشخصات
مشخصات بدنه		
۱	نوع سد	سنگریزه ای با روکش بتنی (CFRD)
۲	پهنای سد در پی	۲۶۶ m
۳	ارتفاع ماکزیمم	۸۵ m
۴	طول تاج سد	۴۳۰ m
۵	عرض تاج سد	۱۲m
مشخصات مخزن		
۱	حوزه آبریز	۱۹/۳ Km^2
۲	حجم مخزن	۴/۳ MCM
۳	متوسط دبی سالیانه	۹/۱۳ (m^3/s)
۴	PMFمحتمل	۱۷۰ (m^3/s)
۵	نوع سرریز	پلکانی
مشخصات سیستم انحراف		
۱	موقعیت	جناح راست
۲	تعداد تونلها	۱عدد
۳	قطر تونل	۲/۹۵ m

۲- بیان مسأله اساسی تحقیق

یکی از مسائل مهم در سد سازی، بحث طراحی و اجرای سیستم آببند پی سد می باشد. با اجرای این سیستم از فرار و نشت آب از زیر بدنه و جناحین سد تا حد ممکن ممانعت به عمل می‌آید. برای طراحی مناسب سیستم آببند، قبل از احداث سد مطالعات و عملیات اکتشافی ژئوتکنیکی متعددی انجام می‌پذیرد. به دلیل عدم یکنواختی شرایط زمین شناسی و ژئوتکنیکی پی و وجود عوامل ناشناخته، مشاهده می‌شود که در بعضی از سدها بین فرضیات طراحی و اجرا و عملکرد سیستم آببند پس از آبگیری و در حین بهره برداری فاصله وجود دارد. در این تحقیق در گام اول به بررسی عوامل موثر بر تزریق پذیری پرداخته و سپس به نحوه انتخاب طرح اختلاط دوغاب سیمان با توجه به تیپ سنگ های مختلف از جمله رسوبی، دگرگونی و آذرین و نهایتاً به روشهای آببند نمودن پی سدها پرداخته خواهد شد. در این تحقیق سعی می گردد به بررسی عوامل موثر و کارها و اقداماتی که برای آببند کردن پی سدها بکار رفته، پرداخته شود. در نهایت، علاوه بر شرح روش اجرا، عملکرد پردهٔ آب بند هر کدام از طرح‌های مذکور، بعد از آبگیری مخزن، مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. تجربیاتی که از این تحقیق بدست می آید را می توان در طراحی و اجرای مناسب تر سیستم های آببندی موارد مشابه در سایر پروژه های سد سازی بکار برد.

۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

آببندی پی سد از دو جنبه اهمیت دارد: از یک سو در بسیاری از طرح‌های سد سازی بخش قابل توجهی از هزینه احداث سد را به خود اختصاص می دهد و از طرف دیگر در صورت بروز مشکل در سیستم آببندی پی سد، ممکن است کارائی سد مختل بشود. از این رو ضروری است که در خصوص آببندی سد به هنگام مطالعات فاز یک و دو با صرف زمان و دقت لازم و کافی و همچنین استفاده از تجربیات پیشینیان و به کار بستن روش های مناسب و نوین که نتیجه آن بی شک، فراهم آوردن بستری مناسب برای برآورد دقیق‌تر اسناد مناقصه و روش‌های اجرایی یک پروژه منجر خواهد شد تا در زمان بهره برداری از سد، عملکرد آن مناسب و کم نقص تر باشد. از سوی دیگر از آنجائیکه پارامترهای مورد استفاده در طراحی سیستم آب بندی سدها دارای عدم قطعیت‌های اجتناب ناپذیری می‌باشند، بررسی عملکرد سیستم آب بند پس از آبگیری و در زمان بهره برداری از آن در کنترل دقت و صحت طراحی و انتقال تجربات مفید حاصل از آن به طرح‌های آتی بسیار مثمر ثمر خواهد بود. چرا که اصولاً

تجربیاتی که از طراحی و اجرای سیستم آببند یک پروژه بدست می آید، می‌تواند در سایر پروژه ها و بخصوص در ساختگاههای مشابه تا اندازه‌ای به کار گرفته شود تا بر اساس آن سیستم آببند مناسب هم از لحاظ هزینه و هم از لحاظ عملکرد طراحی و اجرا شود.

در مبحث آببندی پی سد و بررسی عملکرد آن در زمان بهره برداری سد از زمانی که سدها بصورت مدرن ساخته شده‌اند به صورت نظری و تجربی کارهای زیادی شده است. باتوجه به احداث پروژه‌های بزرگ سد سازی در سالهای اخیر در ایران از قبیل سدهای کرخه، کارون سه، کارون چهار، مسجد سلیمان و گتوند که اخیراً آبگیری شده‌اند، متخصصان داخلی در زمینه سیستم آببندی سد تجربه های با ارزشی بدست آورده‌اند که ضروری است، این تجربیات به صورت مدون و مستند در اختیار متخصصین کشور قرار گیرد. آببندی پی سد بیشتر جنبه تجربی و عملی دارد تا جنبه تئوری و نظری. با به ثمر رسیدن سدهای بزرگ در کشور عملکرد تجربیات بکار رفته در آببندی این سدها، خود را بهتر نشان می‌دهد و این تجربیات با ارزش می‌تواند برای پروژه های جدید با ساختگاه‌های مشابه بکار رود.

در سدهای فوق‌الذکر، برای اولین بار از به کارگیری دو روش مرسوم حفاری و تزریق در دنیا، (امریکایی و اروپایی)، در اجرای پرده تزریق و یا پانل های آزمایشی تزریق به طور هم زمان در هر سه نوع سنگ، بهره جسته تا با بررسی همزمانی در شرایط کاملاً یکسان مورد ارزیابی واقع شده و برتری هر یک بر دیگری در انواع مذکور مشخص گردد. اجرای سیستم آببند مناسب در یک سد از اهمیت بالائی برخوردار است و اجرای مناسب آن بیشتر جنبه تجربی دارد. در سدهای یاد شده، برای آببندی، کارهای بزرگی انجام شده است و می توان تجربیاتی که از این پروژه ها، بدست آمده است را مورد ارزیابی قرار داده و تجربیات خوب آن را برای طراحی سیستم آببند سایر پروژه های سد سازی با ساختگاه های مشابه(به لحاظ سنگ شناسی و سایر عوامل مؤثر)، پیشنهاد داد.

- عوامل مؤثر در انتخاب سیستم آب بندی پی سدها کدامند؟
- روشها ی موفق آببندی که در کشور برای سدهای بزرگ به کار می‌روند چه روش هایی می باشند؟
- در طراحی و اجرای سیستم آببند چه پارامترهایی لحاظ می‌شوند؟
- عواملی که باعث می‌شود تا فرضیات طراحی با آنچه که در عمل اتفاق می افتد فاصله داشته باشد، چه هستند؟
- عملکرد سیستم آب‌بند بعد از آبگیری سد و بهره برداری از آن چگونه ارزیابی می‌شود؟

۴- فرضیه‌های تحقیق

سیستمهای آببندی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است، هم اکنون در کشور و در پروژه‌های بزرگ و کوچک سد سازی بکار برده می‌شوند. فرضیات تحقیق شامل فرضیات و پیش بینی هایی است که در طراحی سیستم آببند بکار برده می شوند. سپس عملکرد آن بر اساس نتایج ابزاردقیق و میزان نشت آب عبوری از پی سد، مقایسه خواهد شد. در این تحقیق یک بخش کار کتابخانه ای می باشد و بخش بعد شامل جمع آوری اطلاعات سد مورد مطالعه می‌باشد. همچنین، بر اساس نتایج رفتار نگاری انجام شده، به بررسی عملکرد سیستم آببند پرداخته می شود. جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه:

- بررسی مراجع معتبر در خصوص سیستم آببند شامل پرده آببند و ...
- جمع آوری اطلاعات و داده های سد فوق الذکر.

۵- روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

- بررسی مراجع و مقالات معتبر در ارتباط با طراحی و اجرای سیستم آببند بخصوص اجرای پرده آببند در سدها.
- عملکرد سیستم آببند بر اساس معیارهائی که در طراحی در نظر داشته و در عمل اجرا شده است، با نتایج حاصل از ابزاردقیق و میزان نشت آبی که در حین آبگیری سد و در زمان بهره برداری و همچنین آزمایشات انجام شده در ارتباط با نحوه کنترل

میزان نفوذ پذیری، اتفاق افتاده است، مقایسه می‌شود. همچنین اقدامات خاصی که در سدها، برای کارائی مناسب تر سیستم آب بند بکار رفته، بررسی می شود. آثار و پیامد این اقدامات در کاهش میزان آب نشتی از پی سد به عنوان ابزارهای تجزیه و تحلیل در این کار مطالعاتی اتخاذ شده است.

۶- موقعیت جغرافیایی

سدبالایی سیاه بیشه در ۱۰ کیلومتری شمال تونل کندوان بر روی رودخانه ی چالوس در حال احداث میباشد و محدوده ی حوضه ی آبریز سدبالایی سیاه بیشه به وسعت ۱۹ کیلومتر مربع در نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی قرار گرفته است.ارتفاع ساختگاه طرح بین ۲۴۰۰-۱۹۰۰ متر از سطح دریا و بلندترین نقطه ی حوضه آبریز ۳۴۱۲ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. موقعیت جغرافیایی حوضه ی آبریز سد بالا ´۱۹ º۳۶ تا ´ ۱۳۱ º ۳۶ عرضی شمالی و´ ۱۶ º ۵۱ تا ´۲۱ º ۵۱ طول شرقی میباشد.منطقه ی مورد مطالعه در شکل شماره ۱- ۲ ارائه شده است.اصلی ترین راه دسترسی به ناحیه ی مورد مطالعه جاده تهران – چالوس میباشد. ناحیه ی سیاه بیشه که منطقه ای مرتفع می باشد ۴ ماه از سال که شامل ماه های بهمن ، اسفند ، اردیبهشت و خرداد است، دارای بیشترین بارندگی بوده و طبق آمارهای سازمان هواشناسی کشور به ترتیب مرداد و دی گرمترین (۳۴+) و سردترین (۲۷-) ماه های منطقه می باشند .میانگین دمای منطقه به ۷ درجه ی سانتیگراد میرسد و میانگین بارندگی ۱۶۰۰ میلی متر در سال می باشد. دیوار بند ضخیم طرف چپ سد و دیوار شرقی یک دوتا از ده سازه های نگهداری آب بین سال های ۱۹۲۲ و ۱۹۲۶ برای حفظ و نگهداری lac St-Jean در روی رودخانه ی Saguuenary در Quebec میباشد. در سال ۱۹۹۰ نشست سنگینی برای ساختمان و سازه رخ داد و مواد بین درز های آن شسته شده و در پایین رو این سازه روی هم انباشته شدند. در آن زمان Alcan تصمیم به نوسازی پروژه های جهانی به هدف تضمین بی عیب و نقص بودن سازه ها برای ۵۰ سال آینده ، گرفت. ساخت ساز در پایان سال ۱۹۹۰ شروع شد و هنوز هم در حال اجرا می باشد. یکی از منظر های کلیدی ، کارهای ترسیمی و بازسازی ، دوغاب سازه ها با استفاده از روش G.I.N میباشد.این نتایج تحقیقات ، برنامه های آزمایشی قاطی کردن ملات و دوغاب ، به کار گیری تکنیکهای GIN ، وسایل مورد استفاده و سر انجام نتایج دوغاب ریزی را توضیح میدهد.

یکی از اقدامات اساسی انجام گرفته در پروژه های نو سازی و تعمیر نیروگاه Isle-Maligue که در سال ۱۹۹۰ توسط Alcan انجام گرفته است دوغاب ریزی سازه های عمود بتنی است . این فصل اطلاعات اضافی در مورد روش جدید دوغاب ریزی که در اروپا و آمریکای جنوبی در طی دهه ی اخیر به وجود آمده است را نیز در بر دارد. روش ذکر شده به نام G.I.N (عدد شدت دوغاب) نامیده شده است. در این پروژه از هر دو نوع دوغاب معمولی و بسیار ریز در جهت آب بندی و پر کردن سوراخ ها و شکاف هاییکه در طی عمر ۷۰ ساله ی سد به وجود آمده بود استفاده شده است. در این پروژه از روش GIN که تضمین کننده استفاده از دوفاب با فشار بالا و در عین حال کمترین ریسک به سازه سد میباشد با دوغاب ریزی از سیمان ریز پایدار تلفیق شده است تا بهترین و موفق ترین روش دوغاب ریزی حاصل گردد.

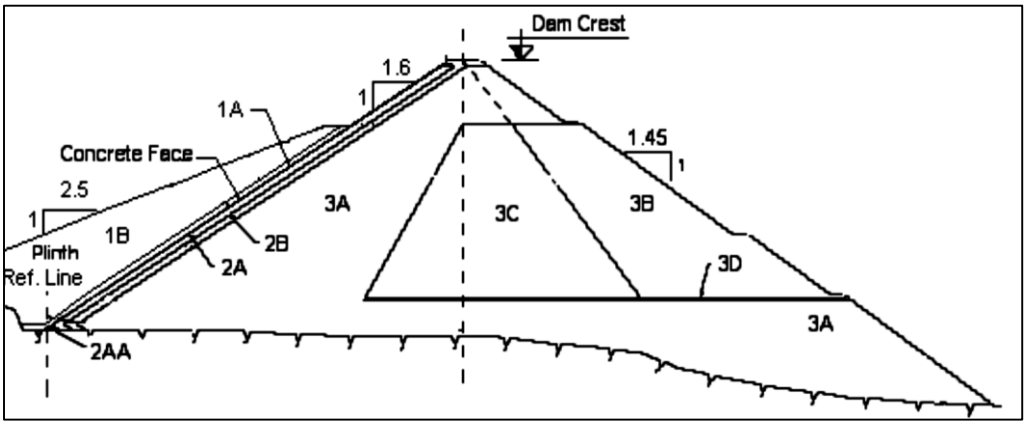
۷- مشخصات عمومی سد بالایی سیاه بیشه

مشخصات سد سنگریزه ای با رویه ی بتنی سد بالایی سیاه بیشه: با توجه به عملکرد نیروگاه تلمبه – ذخیره ای که موجب نوسان سطح آب مخزن میشوند و برای جلوگیری از تر و خشک شدن های متوالی بدنه ی سد و مشکلات پایداری ناشی از افت سریع روزانه ی مخزن ،انواعی از سد که دارای عنصر آب بند بالادست هستند، مناسب ترند.بنابراین برای سد بالایی و پایینی گزینه ی سد سنگریزه ای با رویه ی بتنی انتخاب شده است. پاره ای از خصوصیات و ابعاد سد یالایی پروژه ی سیاه بیشه در جدول (۲) آمده است.

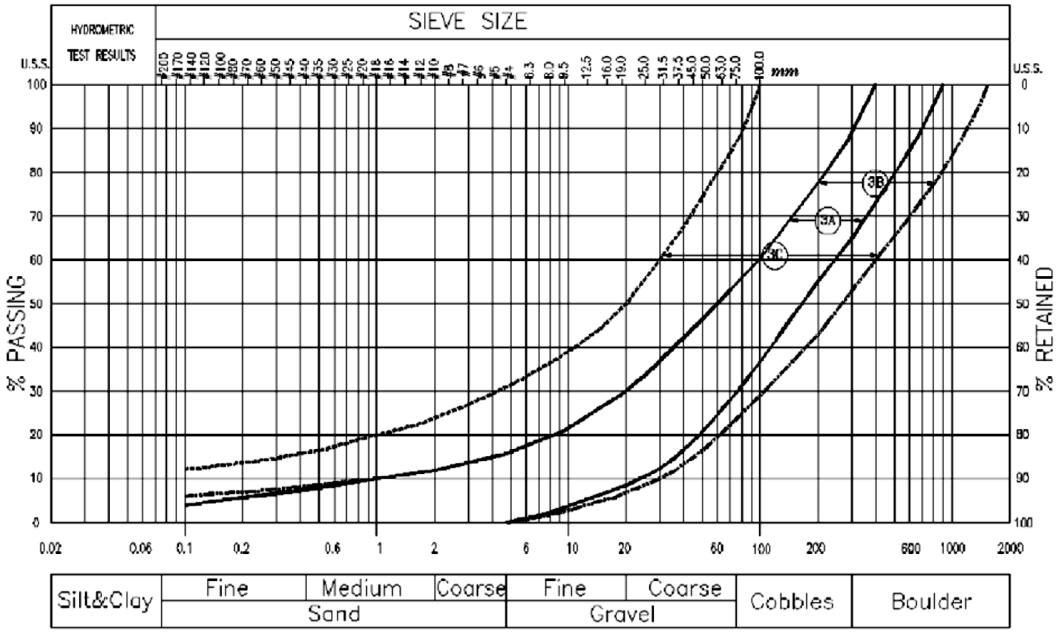
جدول۲- خصوصیات و ابعاد سد بالایی سیاه بیشه

سد بالایی سیاه بیشه	
تراز تاج سد - masl	۲۴۱۱,۵
تراز حداقل و حداکثر آب - masl	۲۳۷۶ و ۲۴۰۷,۶
ارتفاع سد	۸۵
طول و عرض تاج – متر	۴۳۰ و ۱۲
شیب بالا دست و پایین دست	۱,۶ افقی : ۱ قائم و ۱,۵ افقی: ۱ قائم

مقطع سدهای سنگریزه ای با رویه ی بتنی پروژه ی سیاه بیشه در شکل(۲)مقطع تیپ سد بالای سیاه بیشه نشان داده شده است.



شکل ۲- مقطع تیپ سد بالای سیاه بیشه



شکل ۳- منحنی دانه بندی مصالح بدنه سد بالای پروژه سیاه بیشه

۷-۱- مشخصات پروژه

نیروگاه برق آبی Isle-maligne در La Grande ، La Petit در ایالت کبک کانادا واقع شده است.این مجموعه شامل یک سد بتنی گرانشی ، شش دریچه ی سرریز بتنی ، دو خاکریز خاکی ، یک تلمبه ۴۰۲ مگاواتی است. تعمیرات اساسی و نوسازی کل مجموعه در سال ۱۹۹۱ آغاز گردید که متعاقب انجام بازرسی های مفصل ، نتایج تست ها در سایت و آزمایشگاهی بوده

است. دوغاب ریزی سد سمت چپ و دوغاب ریزی جزئی کانال سر ریز شماره ی ۱ در تابستان ۱۹۹۳ تکمیل گردیده است. سد سمت چپ سازه یک سازه ی بتنی در طول ۱۱۰ متر و ارتفاع ۴۳ متر میباشد که بین سال های ۱۹۲۴ تا ۱۹۲۶ ساخته شده است. اسن سازه در شمال نیروگاه قرار گرفته است و با اتصال دریچه Lagrande Decharge که بین سمت چپ و قسمت ورودی آب میباشد سازه را تکمیل میکند. بررسی های انجام شده توسط حفاری نمونه گیری (core drilling) نشان دهنده ی این است که وضعیت کلی سازه سالم بوده اما در چندین نقطه از این درزه ها بالابری شدید شستگی توسط آب و تخریب بتنی مشاهده گردید. آب بندی سد توسط دوغاب سیمان یکی از موارد گنجانده شده در برنامه ی نوسازی سازه مورد بحث است که شامل موارد ذیل میباشد: نصب لنگه های فشاری پیش ساخته طی تابستان ۱۹۹۱ ، برداشتن یک لایه ی ۳۰ سانتی متری از بتن ، دوغاب ریزی سد در این فصل بحث شده است در سال ۱۹۹۳ انجام گرفت و نهایتا باز سازی بتنی لایه ی رویی وجه پایین دسته ی سد شد.

۷-۲- بازرسی سد

بازرسی های اولیه توسط متدهای نمونه گیری الماسی انجام گرفته و نمونه های بدست آمده تحت آزمایش آب در سایت و آزمایشگاه قرار گرفته اند.نمونه های مذکور از بتن سد و سمگ پی ساختمان سد گرفته شده است. بازرسی زیر آب وجه بالا دست سد نیز انجام گرفت. آخرین عملیات حفاری که در سال ۱۹۹۰ به اتمام رسید نشان داد که سد از بتن نوع Cyclopean با مخلوط دانه بندی معیین که در بتن به صورت مناسب توزیع شده است ساخته شده است . وضعیت کلی سد سالم بوده اما در مواردی با جدایش زیر سطحی همراه بوده است. جدایش های زیر سطحی مورد بحث از دو نوع ذیل بوده است:

- نوع اول شامل اتصالات بالا بری بوده که با نقاط شسته شده همراه بوده اند و دارای دیواره های اکسیده شده میباشند. این نقاط در نواحی میباشند که نگهدارنده ی آب میباشد و نتایج آزمایشات آب انجاگ گرفته، جذب در محدوده ی 40-180 lugeon را نشان داده است.

- نوع دوم ناپیوستگی های کشف شده شامل اتصالات بالابری محکم تر بوده است که سطح زیر دارند. جذب آب در این نوع ناپیوستگی ها اکثرا قابل اغماض میباشد.

سنگ زیرین سازه ی سد از سنگ بسیار سخت و شکننده ی آنورتوزیت که دارای حجم پیوستگی گسترده و یکنواحت است تشکیل شده است. البته در مواردی از بازرسی ها یک سری ناپیوستگی جزئی که دارای سطح اکسیده شده بوده اند دقیقا زیر سازه ی سد کشف گردید. آزمایشات آب انجام گرفته از نمونه های این قسمت اراوایی (جذب) به مقدار ۱۰۰ lugeon را نشان داده است.نتایج این بازرسی ها نشان میدهد که اضمحال بتن به صورت اولیه در اتصالاتی که نگهدارنده آب هستند اتفاق افتاده است . اضمحال داخل بتن نیز در نقاطی واقع شده اند که روی سطح آن انجماد و ذوب دوره ای آب و یخ به وقوع پیوسته است. بر این اساس تصمیم گرفته شد که داخل و خارج سد با یک برنامه ی دوغاب ریزی به منظور از بین بردن این ناپیوستگی ها و جدایش های بوجود آمده ، نوسازی می گردد.

۸- برنامه تزریق

دوغاب مورد انتظار باید به صورتی باشد که به عنوان مانعی غیر قابل نفوذ باشد تا امکان نفوذ و چرخش در سیستم بتن سد را نداشته باشد. بر اساس نوع شکاف ها و ناپیوستگی های کشف شده دو نوع سیمان مورد نیاز بود. یکی برای پر کردن شکاف هایی که نگهدارنده ی آب هستند و دیگری برای پر کردن بسیار ریز ، بر این اساس برای شکاف های نوع اول از سیمان تیپ ۳۰ و برای خلل و فرج نوع دوم از سیمان (Micro fine) استفاده گردید.

بر اساس نتایج بررسی مقایسه ای که جهت انتخاب نوع سیمان برای پروژه انجام گردید ، محصولات مخلف موجود از قبیل الاستومرها ، اپرکس، سیمان از جهات هزینه ، عمر مفید ، مزایا و معایب مورد بررسی قرار گرفته و نهایتا سیمان (Micro-fine بسیار ریز) به دلیل عملی بودن استفاده و به صرف بودن جهت پر کردن سوراخ ها و شکاف های ریزتر انتخاب گردید.
نتایج بررسی ها حاکی از این نتیجه بود که دوغاب با مواد شیمیایی نتنها مقرون به صرفه نیست بلکه دچار مشکل عدیده نیز هستند مطالعه نشان داد که تنها محصول شیمیایی که قابل استفاده در این پروژه را دارد و این توانایی را دارد که در طول انجماد و ذوب های پی در پی آب از دیوار سد جدا نشود محصول اپوکسی است که آن هم به دلیل گران بودن و همچنین محدودیت آماده سازی و تزریق به سوراخ های به طول ۳۰ تا ۵۰ متر مورد قبول قرار نگرفت. علیرغم نکات بالا استفاده از این اپوکسی در نقاطی از پایین دست و بالادست جریان سد که طول سوراخ ها کوتاه و همچنین استفاده های تنها از سیمان بسیار ریز اطمینان بخش نیست ، در بررسی گنجانده شد.

۹- روش تزریق

روش G.I.N برای این کار انتخاب گردید زیرا که بهتری روش برای انجام تعمیرات و نوسازی سد سمت چپ به حساب می آید. از عمده ویژگی های این روش میتوان به موارد زیر اشاره کرد :

- ایجاد یک مخلوط هموژن و یکسان از دوغاب که به همراه ماده ی پلاستیک ساز (superplasticizer) نفوذ را افزایش میدهد.
- قابلیت پمپ کردن دوغاب را با یک آهنگ ثابت از کم به زیاد فراهم میکند.
- امکان کنترل فرآیند دوغاب ریزی به وسیله ی نمودارهای کنترلی فراهم میسازد به صورتی که با افزایش حجم دوغاب امکان کنترل افزایش فشار ناشی از آن فراهم میشود و همچنین فشار و حجم تزریق دوغاب دارای حد ماکزیمم می باشند. امکان دوغاب ریزی با فشار بالا استفاده از دوغاب ثابت (stable) (دوغابی است که در ۲ ساعت کمتر از ۵ ٪ تراوش داشته باشد) در مقایسه با دوغاب ریزتر دارای مزیت های زیر است:
- در زمان تزریق کم دوغاب، سرب کمتری تشکیل می دهد (زمانی که تزریق کند است دوغاب شک نمی شود).
- احتمال کمتری دارد که با آب شسته شود .
- دارای استحکام مکانیکی بالاتری می باشد.
- دارای مقاومت بیشتری به سایش با آب دارد(بعد از خشک شدن).
- مقاطع تزریق شده با این نوع دوغاب دارای عمر بیشتری هستند.

علیرغم موارد بالا به این دلیل که بیشتر میزان حرکت مخلوط دوغاب مستقیما به فشار احتمالی و قطر حفره و به صورت معکوس به چسپندگی ملات متناسب است برای افزایش میزان حرکت مخلوط به صورت یکنواخت لازم شد مقداری ماده plasticizer به منظور کاهش چسپندگی مخلوط و افزایش فشار تزریق به آن اضافه شود.

- روش G.I.N به صورت افزایش از سوراخ هایی با عمق ۵ متر شروع و به سورا هایی حفاری شده به عمق کل طول حفاری استفاده گردید.

۹-۱- برنامه آزمایشی مخلوط دوغاب

با عنایت به موارد مندرج در متن قرار داد، آزمایش مخلوط دوغاب توسط یک مخلوط کن کلوئیدی دوغاب انجام گرفت. تجهیز مذکور از نوع کلوئیدی با سرعت بالا بوده که دارای سرعت چرخش پرده ای ۱۷۵۰ دور در دقیقه و ظرفیت مخرن ۲۷۰ لیتر می باشد. محصول سیمان در کارخانه عرضه کننده ی سیمان تیپ ۳۰ و یک محصول کارخانه ی سیمان فوق ریز در دو حالت همراه با ماده پلاستیک کننده و فوم سیلیکا و بدون این مواد افزودنی تست گردید.

مشخصات دوغاب تولیدی از این مواد به همراه نتایج بدست آمده از تست در دو حالت مذکور ، جدول ۳-۱ و ۳-۲ آورده شده است. چسپندگی دوغاب توسط روشی اندازه گیری گردیده که در آن یک صفحه ی فولادی به عنوان۱۰ در ۱۰ و ضخامت ۱ mm با شیار های مربعی شکل که هر کدام از هم 1cm فاصله دارد عکس (۳-۱) ، قبل و بعد فرو کردن در مخلوط دوغاب وزن شده و اختلاف ضخامت حاصل از چسپندگی دوغاب به سطح پس از تقسیم بر سطح مقدار عددی چسپندگی را بدست میدهد. سیمان تیپ ۳۰ انتخاب شده توسط محصول شرکت میرون میباشد. مشخصات سیمان مذکور در جدول (۳-۲) ردیف ۱ آمده است.محصول سیمان فوق ریز توسط شرکت Conbextra تولید شده است. مخلوط تولید شده با مشخصات مندرج در ردیف 2B جدول ۳-۱ بهترین ویژگی های تزریق ، آماده سازی اولیه ، چسپندگی و سیالیت را دارا میباشد. همانگونه که در جدول (۲) مذکور است هنگامی که ماده ی Superplasticizer از یک مقدار optimum بیشتر شود زمان آماده سازی نیز افزایش میابد. محصول سیمان فوق ریز Conbextra یک نوع سیمان مقاومتی سولفاته است که ماده ی Superplasticizer به آن اضاقه شده است . بار ریزیBlaine مقدار $10000\ cm^2/g$ و مقادیر D100=10 micron و D50=3.5 micron میباشد. مخلوط های دوغاب انتخاب شده دارای بیشترین مقدار نفوذ و کمترین مقدار هدر رفت دوغاب می باشند.

۹-۲- الگوی سوراخ ها برای دوغاب ریزی

بر اساس الگوی طراحی سد و این نکته که باید دوغاب حاصله به عنوان مانعی غیر قابل نفوذ جهت هر دو نوع شکاف ها مورد استفاده باشد، نهایتا به این الگو رسید که سوراخ های تزریق دوغاب در فواصل ۲ متری از هم و در فاصله ی ۲.۸ متری از بالا دست جریان سد به طرف پایین دست سد و لنگه های تعبیه شده باشد که این طراحی بهترین الگوی ممکن به نظر میرسد. جدول (۲) این سوراخ ها در بستر سنگی سد نیز با فواصل ۳-۵ متری نیز گسترش یافت جدول (۲) و به عنوان بررسی بیشتر ۳ سوراخ ۱۷ متری به درون فونداسیون حفر گردید تا قسمت های تحت تنش ناحیه ی سنگی سد قرار گیرد. متفاوت بودن نوع شکاف ها لزوم استفاده از تکنیک دوغاب ریزی مجزا از هم الزامی مینمود. بر همین اساس برای شکاف هایی بزرگتر که نگهدارنده ی آب نیز بودند ااز سیمان تیپ ۳۰ استفاده گردید و سوراخ های اولیه ایجاد شده به فاصله ی ۸ متری از هم و همچنین سوراخ های ثانویه حفر شده با این سیمان دوغاب ریزی گردید. شکاف های ریز نیز توسط سیمان micro-fine از طریق سوراخ های سومی که هر دو متر از هم فاصله داشتند و بین سوراخ های اولیه و ثانویه حفر شده بودند دوغاب ریزی گردید.

۱۰ - اصول اولیه طراحی نمودار

به منظور کنترل بررسی دوغاب ریزی توسط روش G.I.N لازم بود که مقداری برای G.I.N انتخاب شود که با طراحی سازه ی یکپارچه ی سد که توسط قطعات انبساط عمودی و اتصالات زهکش افقی از هم جدا است هماهنگ باشد. قطعات انبساطی عمودی زهکشی افقی فوق ، بیشتر از شکاف ها ایجاد شده در ساختمان سد ، نسبت به ریسک بلند شدن هنگام تزریق دوغاب پرفشار ، آسیب پذیر بودند

Results of tests on micro-fine cement product

Mix No.	Product	Cement (kg)	Water (l)	WRDA-19 l/100 kg	Silica Fume (kg)	Water/cement ratio	Liquid/solid ratio	Bleeding 3 hrs (%)	Initial Set-up (hrs)	Density (g/cm³)	Fluidity (sec)	Cohesion (N/m²)
1A	Conbextra	81	48.6	0	0	0.6	0.60	1.4	7.5	1.77	47.2	1.9
1B	Conbextra	81	48.6	0.5	0	0.6	0.60	1.0	12.25	1.68	37.0	1.2
1C	Conbextra	81	48.6	1.0	0	0.6	0.61	1.9	11.5	1.68	35.5	1.1
2A	Conbextra	81	48.6	0	5	0.6	0.56	0.0	5.5	1.68	46.5	1.4
2B	Conbextra	81	48.6	0.5	5	0.6	0.57	0.0	5.75	1.65	34.2	1.4
2C	Conbextra	81	48.6	1.0	5	0.6	0.58	1.1	9.25	1.65	33.1	1.3
3A	Conbextra	81	40.5	0	0	0.5	0.50	1.0	6.75	1.73	46.7	2.8
3B	Conbextra	81	40.5	0.5	0	0.5	0.51	1.0	9.5	1.73	38.3	1.2
3C	Conbextra	81	40.5	1.0	0	0.5	0.51	1.5	Undetected	1.73	36.0	1.1

Note: Conbextra 10-92 Ultracem is a micro-fine cement product that already contains a superplasticizer, the quantity of superplasticizer shown on the table does not include the pre-added superplasticizer.

Results of tests on type 30 cement

Mix No.	Product	Cement (kg)	Water (l)	WRDA-19 l/100 kg	Water/cement ratio	Liquid/solid ratio	Bleeding 3 hrs (%)	Init. Set-up (hrs)	Density (g/cm³)	Fluidity (sec)	Cohesion (N/m²)
1	Miron	200	100	1.0	0.5	0.51	2.0	5.75	1.83	34.2	0.689
2	St-Laurent	200	100	1.0	0.5	0.51	3.0	6.5	1.83	35.9	0.801

جدول ۳- نتایج آزمایش بر روی سیمان بسیار ریز و بر روی سیمان نوع ۳۰

۱۱- نتیجه گیری

تزریق به روش G.I.N مزایا و معایب خاص خو را دارا می باشد و برسی و جمع آوری این اظلاعات در پروژه از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود و به توپوگرافی و خصوصیات سایت مورد نظر هم وابسته می باشد که به صورت خلاصه به مزایا و معایب آن می پردازیم.

۱۱-۱- روش سنتی

الف)معایب

- عدم امکان تشخیص و پیشگیری از پدیده جکینگ هیدرولیکی
- مشکل بودن اجرا به دلیل تغییر مداوم در نسبت دوغاب
- انجام تست لوژان و ایجاد هزینه و وقت اضافی

ب)مزایا

- سرعت بالاتر به دلیل عدم نیاز به مطالعه دقیق منطقه
- جهت تعیین خورند سازندهای زمین شناسی
- مسافت نفوذ زیاد دوغاب در سازندهای سنگی

۱۱-۲-روشGIN

الف)معایب

- عدم دستیابی به دوغاب هایی با مقاومت بالا به دلیل ثابت بودن نسبت دوغاب
- عدم امکان تزریق در سازندهای کارستی

ب)مزایا

- یکنواخت و ثابت بودن نسبت دوغاب

- یکنواخت بودن ویژگی های دوغاب در حین عملیات تزریق
- ایمنی بالاتر جهت تشخیص شکست یا جکینگ هیدرولیکی
- مشخص بودن حجم دوغاب ورودی
- عدم نیاز به انجام تست لوژان
- ساده کردن عملیات تزریق به خاطر ثابت بودن نسبت دوغاب

۱۲- مراجع

۱. حسین رضازاده، سیدمحمود فاطمی عقدا، علی نورزاد، «ارزیابی طراحی پرده آب بند سد خاکی البرز با استفاده از نفوذ پذیری و خورند سیمان»، مجله زمین شناسی مهندسی ، سال چهارم، شماره ۲.

۲. رضا کیا نی فر، «اجرای پرده آبند در زیر دیوار آببند در ساختگاههای با ضخامت زیاد آبرفت»، سی‌امین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۰

۳. قدرت برزگری، علی ارومیه‌ای، « بررسی ویژگی های زمین شناسی مهندسی پی آبرفتی ساخت گاه سد مخزنی چپرآباد با نگرشی ویژه به مسئلهٔ آب بندی»، نشریه زمین شناسی مهندسی، جلد دوم، شماره ۱بهار و تابستان ۱۳۸۹

4. Japan Institute of Construction Engineering (2003). “Guidelines on Dam Foundation Grouting” (In Japanese).

5. G. Lombardi (1996). ”Selecting the grouting intensity”, Hydropower & Dams, Issue Hikaru Mutoh et al. (1999). [8] (HTLP Method)”, J. JSDE, Vol. 9, No. 3, 201–214 (In Japanese).

6. “Suggestion of High Thickness-Low Pressure Grouting Method (HTLP Method)”, J. JSDE, Vol. 9, No. 3, 201–214 (In Japanese).

7. Kanden Kogyo Co., Ltd. (2002). “The KK Automated Grouting System”, Dam Technology, No. 185, 58–61 (In Japanese).

8. Setsuo Ito et al. (2004). “Development and Application of a Variable Mix Injection System”, Proc. The 2004.

9. Civil Engineering and Construction Technology Symposium, Japan Society of Civil Engineers, 133–138 (In Japanese).

10. Hikaru Mutoh et al. (1999). “Experimental Study on Grouting Mechanism in Jointed Rock Masses using Transparent Tubes”, J. JSDE, Vol. 9, No. 1, 29–38 (In Japanese).

11. Satoshi Tani and Yoshihisa Uchida (1999). “Relationship between Density and Flow Properties of Cement Suspension”, J. JSDE, Vol. 9, No. 3, 175–186 (In Japanese).

Modification of Zeolite Catalyst in Dimethyl Ether Production from Methanol through Adding the Improver Alumina Phosphate

Ehsan Kianfar

Ph.D., Department of Chemical Engineering, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

Abstract

In this paper, first, the zeolite catalyst was synthesized by hydrothermal method. This catalyst was prepared by zeolite base while alumina phosphate was embedded in its structure. Next, the corresponded reactor tests were carried out in conditions where methanol with a purity of 99.9% was used. The results indicated that alumina phosphate is considerably effective on catalyst functionality. Given the results, the best performance is obtained when ratio of alumina phosphate to alumina is 0.7 weighted in catalyst and reactor serves in a temperature of 485 ºC and space velocity of $0.8h^{-1}$. Structure and morphology of synthesized catalyst was studied by such analyses as BET, XRF, SEM and XRD This catalyst was evaluated in the process of converting methanol to dimethyl ether in a constant reactor under operating conditions of 485 ° C, 1 pressure and feed discharge of 0.5 cc / min of feed (pure methanol). The results of test demonstrations By increasing the amount of alumina phosphate to alumina, the conversion rate of methanol increased to a constant value and does not change in ratios higher than 0.7. As well as increasing the temperature, the methanol conversion rate increases to the amount of temperature 485 ºC species reaches 84 percent.

Key Words: Conversion Methanol to dimethyl ether, Metal Enhancers, Fixed Reactor, ZSM-5 Catalyst.