طراحی الگوی آتشباری جهت تولید مصالح سنگریزه‌ای (Rock File) در سد گتوند علیا

سام محمدی، رضا غفارزاده

۱- کارشناس ارشد مکانیک سنگ ، شرکت مهندسی سپاسد، کارگاه سد گتوند علیا

۲- کارشناس ارشد استخراج معدن ، شرکت مهندسی سپاسد، کارگاه سد گتوند علیا

چکیده :

طرح سد و نیروگاه برق آبی گتوند علیا، از بزرگترین پروژه‌های سدسازی کشور است که در ۲۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان شوشتر در حال احداث می‌باشد. این سد از نوع سنگریزه‌ای با هسته رسی و ارتفاع ۱۷۸ متر است که حجم مخزنی بیش از ۴/۴ میلیارد مترمکعب را ایجاد خواهد نمود. حجم بدنه این سد، در حدود ۲۸ میلیون مترمکعب است که بخش اعظم آن را مصالح سنگریزه‌ای (Rockfill) تشکیل می‌دهد. تامین این حجم عظیم از مصالح سنگی، با سنگبرداری بخشی از تکیه‌گاه چپ سد که ساختگاه سرریز را تشکیل خواهد داد انجام می‌گیرد.

از آنجا که عملیات استخراج این مصالح به روش چالزنی و آتشباری انجام می‌گیرد، لازم است تا الگوی انفجاری بگونه‌ای طراحی گردد که منحنی دانه‌بندی مصالح تولیدی، دقیقاً در محدوده مجاز مصالح مورد نیاز بدنه سد قرار گیرد، تا بدون نیاز به عملیات ثانویه (سنگ شکنی و دانه‌آرایی)، مصالح استخراجی یکباره از معدن بارگیری شده و به باندهای خاکریزی بدنه سد جهت مصرف حمل گردند.

مقاله حاضر به چگونگی طراحی و اجرای یکسری انفجارات آزمایشی با هدف دستیابی به الگوی انفجاری بهینه استخراجی اختصاص دارد. طی این بررسی، ابتدا پنج الگوی انفجاری با مقادیر خرجگذاری و هندسه چالزنی متفاوت طراحی شده است. سپس با اجرای گام به گام عملیات آتشباری، بعد از هر مرحله انفجار ضمن بررسی و ثبت پارامترهای مهم (سالم بودن دیواره نهایی، میزان پرتاب، میزان تولید بلدرهای بزرگ، نیاز به انفجار ثانویه و...)، مصالح حاصل دانه‌بندی شده وضمن مقایسه آن با منحنی مجاز دانه‌بندی، الگوی انفجاری بهینه سازی شده است. در نهایت پس از پنج مرحله انفجار، الگوی حفاری- آتشباری بهینه‌ای بدست آمد که تولید مصالحی مناسب بدنه سد را، ضمن دارا بودن شرایط یک انفجار مناسب، فراهم نمود. در حال حاضر نیز تولید ماهیانه ۵۵۰۰۰۰ مترمکعب مصالح سنگریزه‌ای در این پروژه با استفاده از این الگوی انفجاری در حال انجام بوده ومشخصات دانه‌بندی مصالح سنگی بدنه را کاملا تامین نموده است .

واژه‌های کلیدی: معدن روباز، الگوی آتشباری، سنگریزه(Rockfill)، سد گتوند، منحنی دانه‌بندی،انفجار آزمایشی

۲- معاونت فنی - مدیریت فنی حفاری، شرکت مهندسی سپاسد، کارگاه سد ونیروگاه گتوند علیا، تلفن ۶-۰۶۱۲۶۷۲۴۵۳۵ نمابر : ۰۶۱۲۶۷۲۰۰۳۳ ، پست الکترونیکی rgh1351@Yahoo.com

مقدمه

یکی از پارامترهای مهم و قابل توجه در زمان بهره‌برداری از معادن روباز ، دانه‌بندی محصولات انفجار است. میزان اهمیت این موضوع بسته به آنکه محصولات برای چه مقصودی تولید شده وچه چرخه‌ای را پس از تولید طی خواهند نمود، متفاوت است. بطور مثال درصورتیکه مصالح تولیدی ابتدا چرخه سنگ‌شکنی و کانه‌آرایی را طی نموده و سپس مورد استفاده قرار گیرند، نامناسب بودن ابعاد مصالح، منجر به صرف هزینه بیشتر در طی مراحل فوق خواهد شد. اما اگر قرار باشد مصالح تولیدی مستقیماً مورد استفاده قرار گیرند آنگاه نامناسب بودن دانه‌بندی آنها قابل جبران نبوده و ممکن است تمامی مصالح مربوطه باطله تلقی گردد. این شرایط در ارتباط با معادن سنگ که مصالح پوسته سدهای سنگریزه‌ای (Rockfill) در آنها تولید می‌شود، صادق است. بعبارت دیگر در این معادن با توجه به حساسیت عملیات احداث سد، رعایت دقیق مشخصات فنی و دانه‌بندی مصالح تولیدی الزامی است. به همین علت طراحی الگوی انفجاری در این معادن می‌بایست با حساسیت ویژه‌ای انجام گیرد.

این مقاله به چگونگی طراحی یک الگوی انفجاری با هدف تولید مصالح سنگریزه‌ای در سد گتوند علیا اختصاص دارد. بنابراین ابتدا کلیاتی در رابطه با پروژه مورد بررسی و ویژگیهای آن بیان خواهد شد. سپس مراحلی که بصورت گام به گام برای طراحی این الگوی انفجاری در نظر گرفته شده است، تشریح می‌گردد.

معدن سنگریزه سد گتوند علیا

سد و نیروگاه گتوند علیا در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان شوشتر و بر روی رودخانه کارون درحال احداث می‌باشد. بدنه این سد از نوع سنگریزه‌ای با هسته رسی است وحجمی در حدود ۲۸ میلیون مترمکعب دارد. قسمت اعظم این مصالح را بخش پوسته تشکیل می‌دهد که می‌بایست از طریق حفاری در تکیه‌گاه چپ سد و نیز پی سرریز تامین گردد. این حفاریهای روباز تماماً به روش انفجاری و بصورت یک کار معدنی بزرگ مقیاس انجام می‌گیرد، بطوریکه حجمی بالغ بر ۲۰ میلیون مترمکعب مصالح سنگی طی مدت ۳/۵ سال می‌بایست استخراج شود.

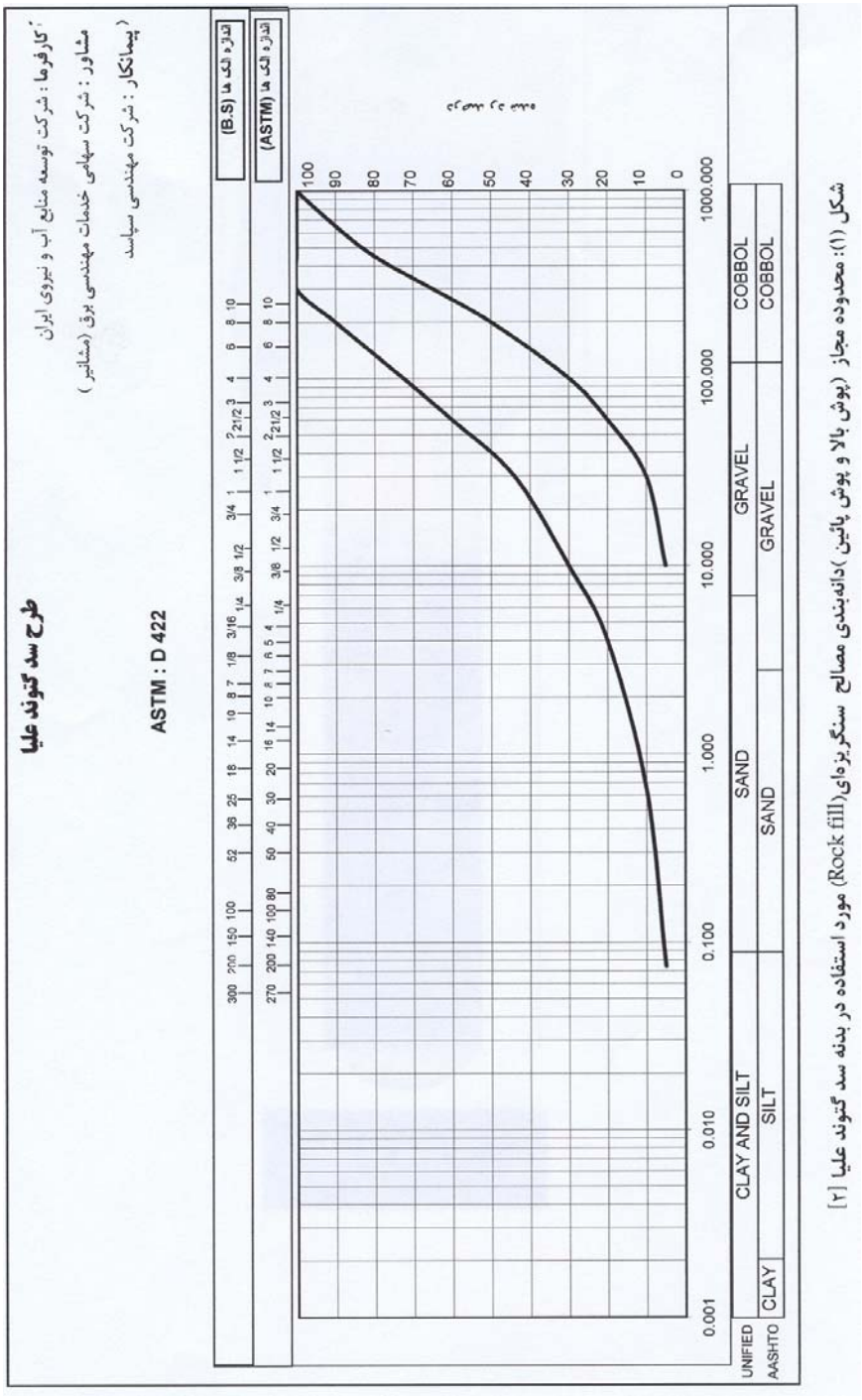
مطابق طراحی مشاور پروژه ، حفاریهای مذکور از تراز ۴۴۵ تا ۱۳۵ از سطح دریا و در پله‌های ۱۵ متری تا رسیدن به مرز دیواره‌های نهایی آن انجام خواهد شد.

محدوده انجام حفاریهای سرریز سد گتوند علیا تماماً در سازند بختیاری قرار می‌گیرد. این سازند از لایه‌های متناوب کنگلومرا و گل‌سنگ همراه با لنزهای ماسه‌سنگی تشکیل شده است اما در محدوده مورد نظر بروز لایه‌های گل سنگ بسیار ناچیز است و جنس سنگ را می توان کنگلومرای یکپارچه فرض کرد. مشخصات فیزیکی و ژئومکانیکی این سنگ مطابق جدول (۱) است.

جدول (۱) : خواص فیزیکی و ژئومکانیکی کنگلومرای ساختگاه سد گتوند[1]

ROCK TYPE	Y (gr/cm3)		ضریب(V) پوآسون		UCS(Mpa)	(Mpa) $\sigma\tau$	C Mpa	Φ
	Sat	Nat	Sat	Nat	Sat	Sat	Sat	Sat
Conglomerate	--	2.4	0.2	0.2	30	3.3	--	55

از آنجا که براساس مشخصات فنی طرح برای مصالح پوسته سد (سنگریزه) دانه‌بندی و مشخصات ویژه‌ای تعریف شده است ، عملیات استخراج این مصالح می‌بایست بگونه‌ای انجام گیرد که دقیقاً در محدوده دانه‌بندی مذکور قرار گرفته و پس از تولید مستقیماً در خاکریزی بخش پوسته سد مورد استفاده قرار گیرد. محدوده مجاز دانه‌بندی مصالح سنگریزه‌ای بدنه سد گتوند به صورت دو پوش بالا و پائین در شکل (۱) دیده می‌شود. در مجاورت این معدن روباز واحد سنگ‌شکن و دانه‌آرایی پیش بینی نشده است. با این توصیف الگوی انفجاری در این معدن روباز می‌بایست بگونه‌ای طراحی گردد که مصالح حاصل از انفجار، ویژگیهای تعیین شده در مشخصات فنی را دارا باشد. نظر به اهمیت این موضوع و پس از انجام بررسی‌های اولیه، اجرای یکسری انفجارهای آزمایشی به منظور رسیدن به الگوی انفجاری بهینه مد نظر قرار گرفت. بدین ترتیب که باتوجه به تجارب قبلی موجود و مباحث تئوریک ذکر شده در کتب آتشباری، الگوی انفجاری اولیه‌ای برای تولید مصالح سنگریزه طراحی گردید. سپس با ایجاد سینه‌کاری آزمایشی در محل (دقیقاً با ابعاد و شرایط زمان تولید) انفجار با الگوهای مربوطه بصورت مرحله‌ای انجام و با بررسی نتیجه هر انفجار و نیز دانه‌بندی صحرایی و آزمایشگاهی مصالح حاصل، نسبت به تغییر الگو تا رسیدن به نتیجه مطلوب اقدام شد. شرح کامل جزئیات این فعالیت در بخش ذیل آمده است :



شکل (۱): محدوده مجاز (بوش بالا و بوش پائین) دانه‌بندی مصالح سنگریزه‌ای (Rock fill) مورد استفاده در بدنه سد گتوند علیا [۲]

طراحی الگوی انفجاری تولید مصالح سنگریزه :

تعریف مبنای اولیه برای انجام انفجارات و آماده سازی موقعیت

باتوجه به طراحی پله‌های ۱۵ متری برای دیواره نهایی حفاریهای سرریز سد گتوند علیا- مطابق شرح صفحه ۲ـ و وجود ماشین‌آلات متناسب با این ارتفاع کاری در کارگاه سد گتوند ، تصمیم گرفته شد که انفجارات آزمایشی و متعاقب آن انفجارات تولیدی در سینه کارهایی به ارتفاع ۱۵ انجام شود. به دلیل وجود ماشین‌آلات حفاری دارای قابلیت حفاری تا قطر ۷۶mm در کارگاه ، انفجارات آزمایشی با چالهای به قطر mm ۷۶ انجام صورت گرفت.

با لحاظ کردن پارامترهای مورد نظر و استفاده از جداول تیپ آتشباری و نیز اعمال روابط موجود بین پارامترهای آتشباری (روابط (۱) تا (۳)) ۶ الگوی انفجاری طراحی گردید (جدول شماره ۲)، که این الگوها مبنای انجام انفجارات آزمایشی قرار گرفتند.

$S=1.25B$ (2) $u=0.3B$ (2) $h_0=B$ (3)

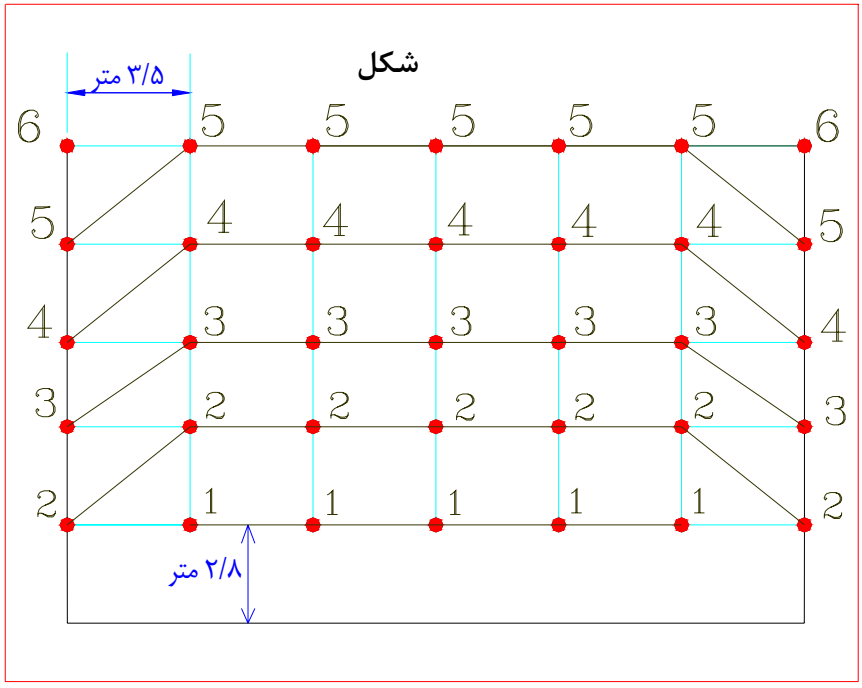
جدول (۲) : الگوهای اولیه برای انجام انفجارات آزمایشی،[3] و[4]

خرج اصلی برای انجام این انفجارات آنفو (AN.FO) و خرج کمکی آن دینامیت درنظر گرفته شد. شیب چالها

پارامترهای مورد نیاز	شماره الگو					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
قطر چال φ (میلیمتر)	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶	۷۶
ارتفاع پله k (متر)	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
اضافه حفاری u (متر)	۰/۹	۰/۸۵	۰/۸	۰/۷۵	۰/۶۵	۰/۶
طول چال H (متر)(با احتساب شیب چال u)	۱۶/۷	۱۶/۶۵	۱۶/۶	۱۶/۵	۱۶/۴۵	۱۶/۴
بار سنگ B (متر)	۳	۲/۸	۲/۶	۲/۴	۲/۱	۱/۹
فاصله ردیفی چالها S (متر)	۳/۷۵	۳/۵	۳/۲۵	۳	۲/۶	۲/۳
پرایمر ـ دینامیت (کیلوگرم)	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
خرج میان چال ـ آنفو(کیلوگرم)	۵۱/۵	۵۲	۵۲/۶	۵۳/۲	۵۴	۵۴/۶
طول خرج میان چال(متر)	۱۳/۳۶	۱۳/۵	۱۳/۶۵	۱۳/۸	۱۴	۱۴/۲
کل خرج موجود درچال(کیلوگرم)	۵۳	۵۳/۵	۵۴/۱	۵۴/۷	۵۵/۵	۵۶/۰۶
طول گل گذاری(متر) (h_0)	۳	۲/۸	۲/۶	۲/۴	۲/۱	۱/۹
حجم سنگ (مترمکعب)	۱۶۸/۷	۱۴۷	۱۲۶/۷	۱۰۸	۸۱/۹	۶۵/۶
خرج ویژه(کیلوگرم بر متر مکعب)	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۶۸	۰/۸۵
حفاری ویژه(متر بر متر مکعب)	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵

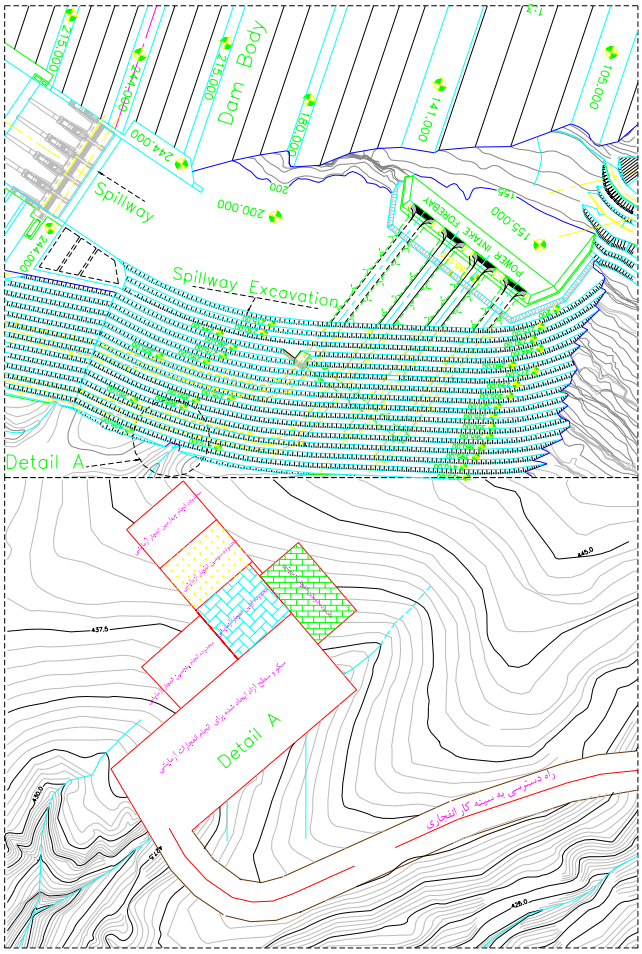
در تمام انفجارات ۷۲ درجه نسبت به خط افق اعمال گردید. سیستم آتشباری اولیه مورد استفاده ، سیستم کورتکس بود که با ترکیبی از چاشنی برقی برای انتقال خط آتش به کار می‌رفت. الگوی تاخیرچینی در انفجارات آزمایشی مطابق شکل (۲) و به صورت ردیفی چندگانه (Multiple Row Blasting)[5] اجرا شد تا علاوه بر سالم ماندن دیواره‌های جانبی هر سینه‌کار برای انجام انفجار بعدی، در دوره تراکم کاری و انجام انفجارات تولیدی نیز باعث سردرگمی اکیپ آتشباری نشده و احتمال خطا کاهش یابد.

نظر به خواص ژئومکانیکی توده‌سنگ، با لحاظ کردن ۱۰ ms/m برای اعمال تاخیرات [5] و توجه به مقدار متوسط بارسنگ پیش‌بینی شده، مقدار تاخیر مورد نیاز بین هر دو ردیف متوالی ۲۵ ms اعمال گردید.



(۲) : الگوی چیدن تاخیرها در انجام انفجارات آزمایشی[5]

برای انجام انفجارات آزمایشی بخشی از محدوده حفاریهای سرریز به عنوان منطقه نمونه انتخاب گردید. با ۱۵۰۰۰ مترمکعب حفاری برای احداث مسیر دسترسی ، ۲ متر رویه برداری در تمام سطح مورد نظر وانجام یک انفجار آرام ، سینه کار مورد نیاز برای انجام اولین انفجار آزمایشی آماده گردید. در شکل (۳) پلان محل انجام انفجارات آزمایشی دیده می‌شود.



شکل (۳) محدوده انجام حفاریهای سرریز و موقعیت انجام انفجارات آزمایشی

برای رسیدن به بیشترین انطباق با منحنی دانه‌بندی تعریف شده برای مصالح مصرفی بدنه سد تعداد ۵ انفجار آزمایشی در بلوکهایی به ابعاد متوسط ۲۵*۱۵*۱۵ متر انجام شد.

نحوه نمونه برداری و دانه بندی مصالح :

همانطور که ذکر شد انفجارات آزمایشی تا حصول نتیجه نهایی و رسیدن به منحنی دانه‌بندی مناسبی در ۵ مرحله انجام شدند. هرکدام از این انفجارات در پله‌ای به ارتفاع ۱۵ متر و سطح متوسط ۲۵*۱۵ متر انجام می‌گردید. برای حصول بهترین نمونه از توده انفجاری حاصل، پس از هر مرحله انفجار حدود ۵ درصد کل مصالح انتخاب و به محل آزمایشگاه دانه‌بندی منتقل می‌گردید مراحل تفکیک و دانه‌بندی مصالح حاصله مطابق استاندارد ASTM:D422 انجام شده و منحنی دانه‌بندی بدست آمده با محدوده مجاز دانه‌بندی مقایسه می‌شد. برای حصول بهترین نتیجه باید منحنی دانه بندی بیشترین تطابق را با منحنی‌های مبنا داشته باشد.

توالی انجام انفجارات آزمایشی

انفجار اول :

باتوجه به جنس سنگ وخواص ژئومکانیکی آن و نیز تجربیات موجود از آتشباری در چنین سنگهایی، ابتدا الگوی شماره ۴ (از جدول شماره ۲) مورد آزمایش قرار گرفت. پس از آماده‌سازی محل و حفاری چالها، انفجار با تعداد ۴۰ عدد چال در ۵ ردیف ۸ تایی و با پارامترهایی مطابق جدول ۲ انجام شد بجز آنکه مقدار گل گذاری چالها به ۳ متر و مقدار پرایمر به ۱/۷ کیلوگرم افزایش داده شدند.

پس از انفجار نمونه‌ای در حد ۵ درصد کل مصالح، که بالغ بر ۴۶۲۰۰۰ کیلوگرم بود به محل آزمایشگاه دانه‌بندی منتقل گردید.

همان گونه که از منحنی دانه‌بندی مصالح برمی‌آید (شکل ۴) روند کلی دانه بندی مصالح ریزدانه بوده و همپوشانی مناسبی با محدوده مجاز ندارد . در عین حال در سطح توده مصالح این انفجار بولدرها و قطعات درشت‌دانه (با ابعادی بزرگتر از یک متر) به صورت گسترده مشاهده می‌شد. دلیل این تغییر روند و ناپیوستگی دانه‌بندی مصالح در لایه بندی خاص سنگها در سینه کار انفجاری و نیز زیاد بودن مقدار گل گذاری – به میزان ۳ متر- قابل توجیه بود.

از دیگر نتایج این انفجار باقی ماندن حدود ۲-۱/۵ متر پاشنه در سینه کار بود که نیاز به انفجار ثانویه را باعث می‌شد.

انفجار دوم :

باتوجه به برآیند نتایج اولین انفجار و ریزدانه بودن نسبی مصالح حاصله تصمیم گرفته شد که انفجار دوم مطابق الگوی شماره ۳ (از جدول ۲) انجام شود. برای افزایش انرژی انفجاری در قسمت پاشنه پله، مقدار خرج کمکی به ۲/۲ کیلوگرم افزایش داده شد. همچنین برای کاهش بولدرهای سطحی مقدار گل‌گذاری کمتر از انفجار قبل و به میزان۲/۶ متر اعمال گردید. انفجار با پارامترهای جدول (۲) و در ۵ ردیف ۸ تایی انجام شد. آزمایش دانه‌بندی روی توده حاصل از این انفجار پس از انتقال ۴۸۰ تن از مصالح به محل آزمایشگاه دانه‌بندی صورت گرفت.

همانطور که در منحنی دانه‌بندی این انفجار (شکل ۴) دیده می‌شود، روند کلی دانه‌بندی مصالح مناسبتر از انفجار اول است اما کماکان به سمت ریزدانه بودن تمایل داشته و تطابق کاملی با محدوده مجاز دانه‌بندی ندارد. علاوه بر آن مشکل وجود بولدرهای بزرگ اندازه (Oversize) کماکان دیده می‌شود که پراکندگی آنها در سطح مصالح بوده و نشان دهنده عدم تاثیر انفجار روی بخش بالایی سینه کار است.

انفجار سوم :

باتوجه به نتیجه حاصل از دومین انفجار آزمایشی و ملاحظه این نکته که مصالح حاصل طی فرآیند بارگیری اولیه ، دپو و بارگیری ثانویه و ضرورت کارکرد بلدوزر روی آنها دچار خردایش ناخواسته می‌شوند، تصمیم گرفته شد سومین انفجار آزمایشی با الگوی شماره ۲ (از جدول ۲) وبا تغییر برخی از پارامترها انجام شود. در این انفجار مقدار خرج کمکی هر چال (دینامیت) ۲/۲ کیلوگرم در نظر گرفته شد و مقدار گل گذاری چالها به دلیل تاثیر منفی آن در تولید بولدرهای سطحی به مقدار ۱/۵ متر کاهش داده شد که طبیعتاً باعث افزایش خرج اصلی هرچال (آنفو) به مقدار ۶۱ کیلوگرم گردید. پس از دانه‌بندی مصالح انفجاری، منحنی دانه‌بندی آنها مطابق شکل (۴) حاصل گردید.

همانطور که دیده می‌شود منحنی تطابق نسبتاً خوبی با محدوده مجاز دانه بندی دارد. علاوه بر آن در این انفجار مقدار بولدرهای سطحی در حد قابل توجهی کاهش یافت اما کماکان مشکل ایجاد پاشنه در پای پله‌ها مشهود بود و نیاز به انجام انفجار ثانویه را ایجاب می‌کرد.

انفجار چهارم :

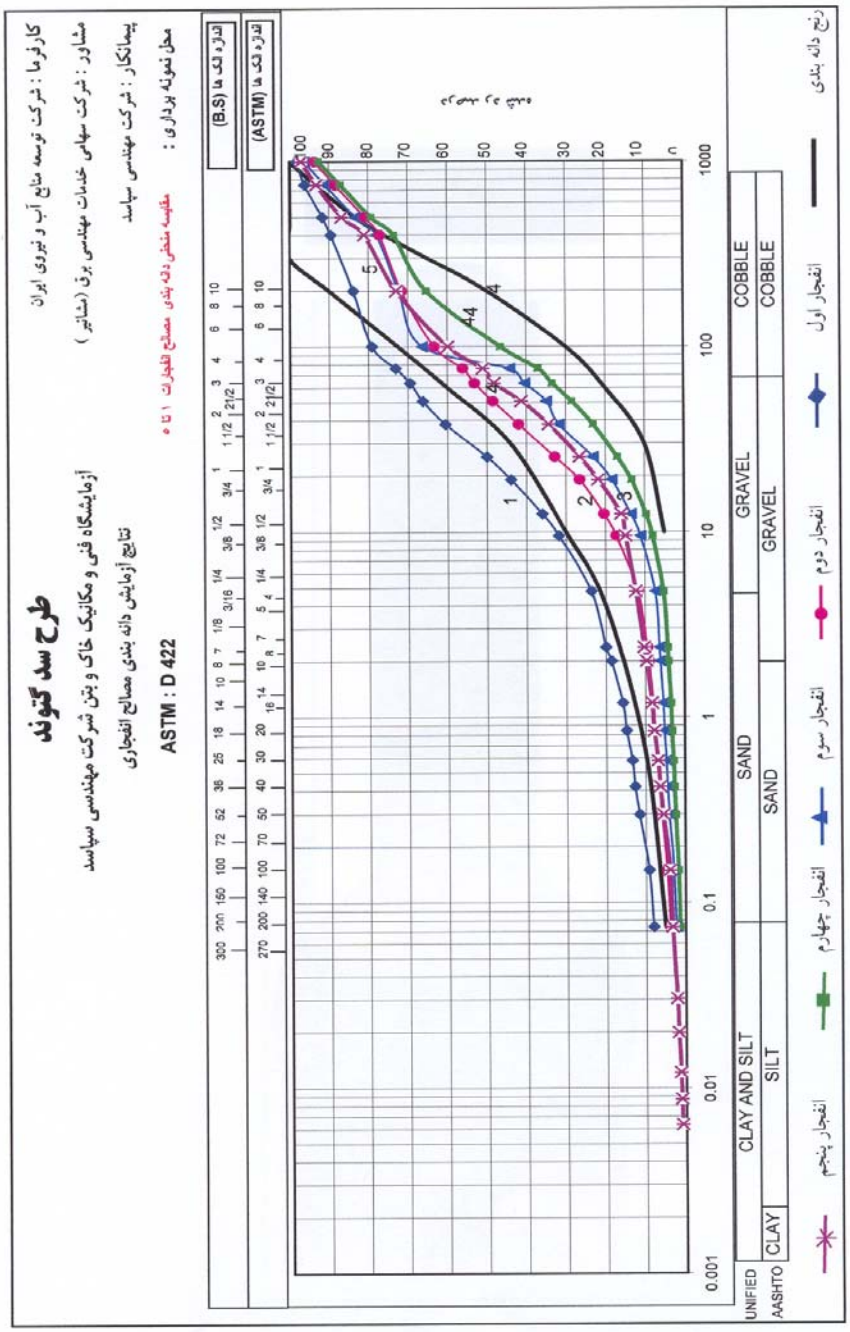
پس از انجام سومین انفجار آزمایشی و مشاهده نتایج آن ، با وجودی که اعمال این الگو در انفجارات تولیدی (با انجام برخی اصلاحات) می‌توانست جوابگوی تولید مصالح در سطح کلان باشد، تصمیم گرفته شد به علت تاثیر افزایش فواصل چالها (افزایش B (Burden) و S (Space)) در کاهش هزینه‌های انفجار، یک انفجار دیگر با استفاده از الگوی شماره ۱ انجام گیرد. مقادیر خرج کمکی و گل گذاری این انفجار نیز مشابه انفجار سوم

بود. پس از انجام انفجار و دانه‌بندی مصالح حاصل (همان طور که در شکل (۴) دیده می‌شود) مقدار مصالح بزرگ اندازه (Oversize) (بالای ۱ متر) به بیش از ۲۰ درصد رسید که عملاً استفاده از این الگوی انفجاری را منتفی کرد وبحث اصلاح الگوهای قبلی مطرح شد.

انفجار پنجم :

پس از انجام چهارمین انفجار آزمایشی ، و تثبیت الگوی شماره ۲ (مورد استفاده در سومین انفجار آزمایشی) به عنوان الگوی منتخب جهت تولید کلان مصالح سنگریزه‌ای ، تصمیم گرفته شد، برای ایجاد بیشترین انطباق با محدوده مجاز دانه‌بندی، پنجمین انفجار آزمایشی با الگویی متفاوت از روند انفجارات قبلی (با B=2.7m و S=3m) و پارامترهایی مشابه با انفجار سوم انجام شود. این انفجار نیز با ۴۰ عدد چال مطابق الگوی ۳ و استفاده از سیستم کورتکس انجام شد.

همان طور که در منحنی دانه بندی مصالح این انفجار شکل (۴) دیده می‌شود تطابق نسبتاً خوبی بین این منحنی ومحدوده مجاز دانه بندی وجود دارد جز آنکه قدری مصالح ریزدانه بیش تر از حد مجاز است.



شکل (٤):مقایسه منحنی دانه‌بندی مصالح حاصل از انفجارات آزمایشی

نتیجه گیری :

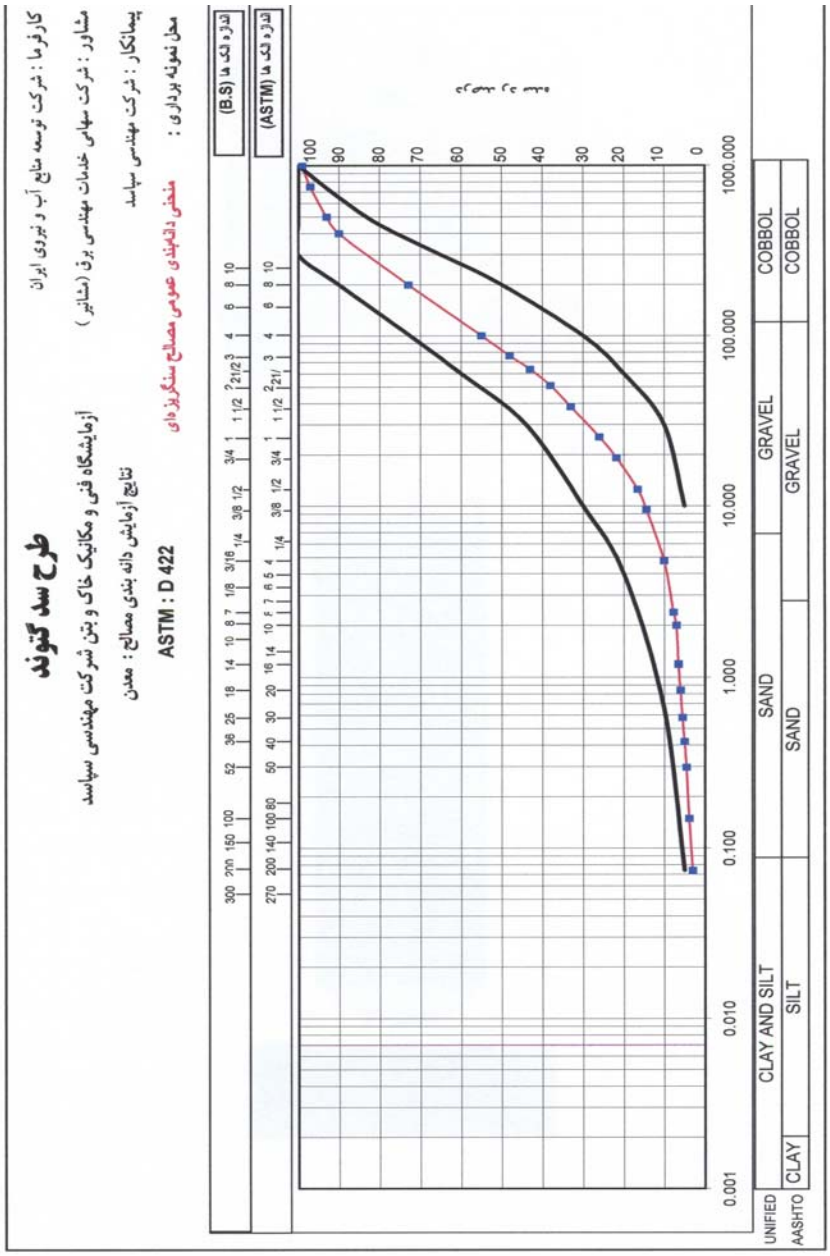
پس از انجام پنج مرحله انفجار آزمایشی وبررسی نتایج حاصله ، الگوی انفجار سوم و انفجار پنجم به عنوان الگوهای انفجاری مورد تایید برای تولید کلان مصالح تعیین شدند. پارامترهای نهایی این انفجارات و الگوهای مورد نظر در جدول (۳) دیده می‌شوند.

جدول (۳): پارامترهای عددی الگوهای انفجاری مورد تایید جهت تولید کلان مصالح سنگریزه

پارامترهای عملی انفجار	مقادیر عددی انفجار سوم	مقادیر عددی انفجار پنجم
قطر چال φ (میلیمتر)	۷۶	۷۶
ارتفاع پله K (متر)	۱۵	۱۵
اضافه حفاری U (متر)	۰/۸	۰/۸
طول چال H (متر)	۱۶/۶	۱۶/۶
بار سنگ B (متر)	۲/۸	۲/۷
فاصله ردیفی چالها S (متر)	۳/۵	۳
پرایمر ـ دینامیت (کیلوگرم)	۲/۲	۲/۲
خرج میان چال ـ آنفو(کیلوگرم)	۶۱	۶۱
طول خرج میان چال(متر)	۱۵/۱	۱۵/۱
کل خرج موجود درچال(کیلوگرم)	۶۳/۲	۶۳/۲
طول گل گذاری(متر)	۱/۵	۱/۵
مقدار کورتکس (متر)	۲۰/۵	۲۰/۵
حجم تئوریک سنگ برای هر چال (مترمکعب)	۱۴۷	۱۲۱/۵
حجم واقعی سنگ استحصالی از هر چال (مترمکعب)	۱۴۲/۸	۱۲۰/۹
خرج ویژه(کیلوگرم بر متر مکعب)	۰/۴۴	۰/۵۲
مقدار مصالح‌به ازای‌هرمترحفاری(مترمکعب)	۵/۳	۴/۷
حفاری ویژه(متر بر متر مکعب)	۰/۱۹	۰/۲۱

پس از پیشرفت مراحل اجرایی کار ، برای بهبود کیفیت انجام انفجارات وخصوصاً کاهش بولدرهای سطحی ونیز از میان برداشتن پاشنه‌های ایجاد شده در کف سینه‌کارها که به دلیل استفاده از سیستم کورتکس و ماهیت خاص انفجار با این سیستم که تخریب اولیه گل‌گذاری چال و خروج زود هنگام گازهای حاصل از انفجار را دربر دارد، استفاده از سیستم چاشنی برقی در دستورکار قرار گرفت که بعداً با انجام چند انفجار

آزمایشی دیگر و تایید نتایج حاصله، استفاده از سیستم نانل نیز در سطح کلان مورد بهره برداری واقع شد که اکنون استفاده از این سیستم در سینه کارهای اصلی (با ارتفاع ۱۵ متر) فراگیر شده است. منحنی دانه‌بندی عمومی مصالح تولیدی حاصل ، پس از انجام این تغییرات در شکل (۵) دیده می‌شود.ضمن آنکه با ورود دستگاههای جدید به کارگاه وامکان افزایش قطر چالها، انفجارات با چالهایی به قطر ۸۹ و۱۰۲ میلی متر والگوهایی متناسب با آنها نیز انجام می‌شود.



شکل (۵): منحنی دانه‌بندی عمومی مصالح سنگریزه(Rock fill) تولیدی در سد گتوند علیا [۴]

تشکر و قدردانی :

بدینوسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر خود را به جناب آقای مهندس محمود چرامی (سرپرست محترم کارگاه سد و نیروگاه گتوند) و جناب آقای مهندس فرامرز هادی‌نیا (معاونت محترم فنی کارگاه) که امکان تهیه این مقاله را فراهم نموده‌اند تقدیم داشته و از مساعدتهای مدیر عامل محترم شرکت مهندسی سپاسد جناب اقای مهندس مظفری تشکر می نمایند.

مراجع :

[1] مشانیر (۱۳۷۹) ، مطالعات و بررسیهای پی و پارامترهای ژئوتکنیک ساختگاه سد گتوند(پیوست ۱۹)

[2] مشانیر (۱۳۷۹) ، مشخصات فنی اختصاصی سد و نیروگاه آبی گتوند علیا ،

[3] استوار،رحمت‌الله،(۱۳۷۳) ،آتشکاری در معادن(جلد دوم)، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، ص ۱۳۸

[4] سپاسد (۱۳۸۱) ، گزارش انجام انفجارات آزمایشی مصالح سنگریزه ، کارگاه سد و نیروگاه گتوند علیا، گزارش داخلی ،.

[5] Olafsson,Stig.O,(1995),Applied explosives technology for construction and mining,p 124-126