

HN10105530784

استفاده از مصالح سنگریز (راکفیل) در سدهای خاکی و بررسی سد سنگریزه ای با رویه بتنی (CFRD)

عباسی^۱، حامد خانمحمدی^۲، محمد رضا حسنلو^۳، حمید بیات^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران - مکانیک خاک و پی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
 - ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران - مکانیک خاک و پی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
 - ۳- استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان - گروه عمران
 - ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران - مکانیک خاک و پی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
- e.a4422@yahoo.com

چکیده:

در این مقاله بررسی فنی استفاده از مصالح سنگریز (راکفیل) به جای مصالح خاکی ودانه بندی شده (شن و ماسه) در بدنه سد مورد توجه قرار گرفته است. یکی از بهترین انواع سدهای خاکی و سنگریزه ای، سدهای سنگریزه ای با رویه بتنی می باشد که از چند دهه گذشته در دنیا گسترش روزافزونی داشته است. در کشور ما نیز طرح و اجرای این نوع سدها در حال گسترش است. سدهای سنگریزه ای با رویه بتنی (CFRD) در بسیاری از پروژه های سدسازی در سطح جهان به عنوان یک گزینه سریع، انعطاف پذیر و اقتصادی شناخته شده است. ارزیابی قدرت برش مصالح راکفیل که نوعی ساختار مهم برای یک سد راکفیل تلقی می شود، کار بسیار مهم و ضروری است و برای ارزیابی روند اجرایی و کارایی این نوع سدها باید موضوع فشار و زمین لرزه را در نظر داشت. اولین شرایطی که می تواند برای حفظ سدهای راکفیل ایجاد شود، به وجود آمدن زیست گاهها و مسکن هایی است که می تواند در قسمت بالایی سدهای راکفیل اتفاق بیفتد. حتی در فصل هایی که بارندگی بسیار زیاد است ممکن است تغییراتی در رابطه با سد و محیط اطراف ایجاد شود.

واژه های کلیدی: مصالح سنگریز، راکفیل، سدهای خاکی، زمین لرزه، زیست گاهها

۱. مقدمه:

سدهای سنگریزه ای به سدهایی اطلاق میشود که از سنگ انباشته شده روی هم و یا در لایه های متراکم به عنوان پیکر اصلی سد استفاده گردد. سدهای سنگریزه به علت قابلیت زهکشی آزاد و مقاومت بالای اصطکاکی، دارای پایداری ذاتی بسیار بالایی هستند [1]. در واقع تاکنون سابقه ای که بیانگر شکست یک سد سنگریزه به علت ناپایداری شیب در دامنه های آن باشد در دست نیست. مصالح سنگریزه به طور گسترده در ساختارهای مهندسی و برای ساخت سدهای سنگریزه ای و احیای اراضی همواره استفاده می شوند. از جمله سدهایی که با استفاده از مصالح سنگریزه احداث شده است، سد کزنار به منظور تامین نیاز آبی ۲۰۰ هکتار از اراضی روستای کزنار در شمال شرقی شهرستان الیگودرز در استان لرستان می باشد. با توجه به اهمیت احداث این سد در منطقه و همچنین وجود معادن غنی سنگ در محدوده طرح و کاهش هزینه ساخت این سد، پس از بررسی های فنی و آزمایشات متعدد، به جای استفاده از مصالح شن و ماسه از مصالح سنگریزه بدون انفجار و سرنند کردن استفاده شده است [8].

در شرایط سختی که کشور ژاپن از نظر اقتصاد و بودجه داشت، هزینه احداث باید بر اساس نتایج تحقیقات و پیشرفتهای به دست آمده، کاهش می یافت. همچنین به دلیل اینکه اغلب زلزله ها با مقیاس بزرگ در ژاپن اتفاق می افتد، ارزیابی امنیت سدها در برابر زلزله های بزرگ، موضوع بسیار مهمی است که با ظهور سدهای سنگریزه ای مشکلاتی از این قبیل به حداقل رسید. از بین رفتن اقامتگاه ها موضوع مهمی است که در اطراف سدهای سنگریزه ای اتفاق می افتد.

در این مقاله برای اختصار CFRD برای سنگهای سنگریزه ای با رویه بتنی (Concrete Face Rockfill Dam) و ECRD برای سدهای سنگریزه ای با هسته رسی (Earth Core Rockfill Dam) به کار می رود. سدهای سنگریزه ای با رویه بتنی (CFRD) یکی از انواع سدهای

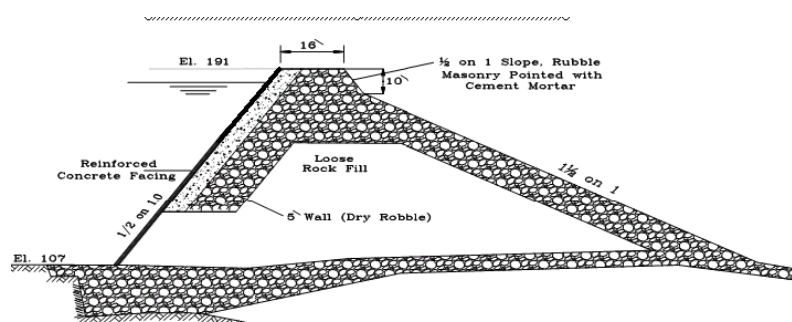
سنگریز می باشد که در آنها ، یک رویه بتنی در شیب بالادست ، نقش عضو آب بند را بازی می کند . این نوع سد پس از رشد تکنیک متراکم نمودن سنگریز توسعه پیدا کرده است و همواره به عنوان یک گزینه مناسب در مقایسه با سدهای خاکی ، سدهای سنگریزه ای هسته رسی و حتی سدهای بتنی قوسی مطرح است . این سد از سه قسمت اصلی بدنه سنگریز ، دال بتنی رویه و دال بتنی پاشنه تشکیل شده است .

سدهای سنگریزه ای با رویه بتنی زیادی از سال ۱۹۷۰ به بعد ساخته شده اند و تعداد زیادی نیز در مرحله طراحی قرار دارند . این دامنه وسیع در کاربرد این سد ناشی از افزایش شناخت این سد می باشد زیرا :

- سد سنگریزه ای با رویه بتنی یک نوع سد بسیار خوب از جهت تکنیکی است .
- سد سنگریزه ای با رویه بتنی معمولاً کم هزینه ترین نوع سدهای می باشد

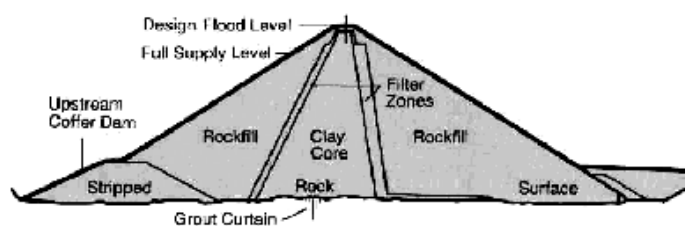
2. انواع سدهای سنگریزه ای و مقایسه آنها

به طور کلی سدهای سنگریزه ای به ۲ دسته قابل تقسیم هستند : دسته اول سدهای سنگریزه ای با رویه بتنی (CFRD) و دسته دوم سدهای سنگریزه ای با هسته رسی (ECRD) می باشند . خیلی از مشکلات قدیمی مثل جابجایی زیاد و نشست در سدهای سنگریزه ای از نوع ریختنی (نه متراکم شده) با پیدایش سد سنگریزه ای با رویه بتنی برطرف شدند . همچنین سد سنگریزه ای با رویه بتنی برای تمام منابع و تمام اهداف از پروژه های آبیاری کوچک گرفته تا مخازن عظیم بر روی رودخانه های بزرگ شامل ذخیره آب و پمپاژ آن مناسب می باشد [1] .



Section through Beaver Park Dam, Colorado.
(Eng. News, 73,p.660)

شکل ۱ - مقطع یک سد سنگریزه ای با رویه بتنی (CFRD)



شکل ۲ - مقطع یک سد سنگریزه ای با هسته رسی (ECRD)

3. مقایسه CFRD با ECRD :

با توجه به تفاوت مهمی در شرایط محل و خواستگاه سد CFRD و ECRD وجود دارد ولی هر دو نوع این سدها، خواستگاه و پی با سنگ و صخره سالم نیاز دارند. سد CFRD یک انتخاب معمول و عادی برای زمانی است که مواد و مصالح هسته خاکی در دسترس نباشد. در مقایسه از لحاظ هزینه معمولاً و به طور مشخص ارجحیت با CFRD می باشد. حجم هر دو نوع سد سنگریزه ای تقریباً برابر است ولی قیمت واحد سنگریزه های سد CFRD کمتر است. در مکان های با آب و هوای بارانی نیز CFRD در هزینه مقرون به صرفه تر است. علاوه بر برتری در هزینه، به علت عرض کمتر در پایه سد به خاطر شیب های تندتر (1.3 H:1V) غالباً تونل ها و مجاری انتقال سرریز کوتاه تری می توان ساخت.

CFRD یک برتری قابل توجه نیز از نظر برنامه زمانبندی دارد. این نوع سد به خاطر عدم وابستگی به تزریق سیمان و مشکل کمتر در آب و هوای بارانی و حجم کمتر سد و فرصت بیشتر در قرار دادن مقاطع خاکریزی شده سنگریزه ای قبل از انحراف آب رودخانه میتواند خیلی سریعتر ساخته شود.

تراوش از میان سد CFRD تفاوت های مهمی نسبت به تراوش از میان سدهای با هسته رسی دارد. تراوش در یک سد CFRD از پنجه پایین دست یا تز منافذ سد دال بتنی یا از میان فونداسیون صخره ای آن رخ می دهد. در سدهای ECRD و بقیه انواع سدهای خاکی تراوش ۲ جنبه مهم دارد:

- یک تهدید بالقوه برای سلامت و پایداری سد می شود.
- هدر رفتن آب از دیدگاه اقتصادی

برای سدهای CFRD این جنبه ها کاملاً متفاوت می باشد و هیچ تهدیدی برای سلامت سد محسوب نمی شود و فقط جنبه اقتصادی هدر رفتن آب مطرح است.



شکل ۳ - نمایشی از سدهای سنگریزه ای با رویه بتنی CFRD و هسته رسی ECRD

CFRD هم برای سدهای کوتاه و هم برای سدهای بلند ارجح است. CFRD معمولاً برای سدهای با ارتفاع ۴۰ متر یا بیشتر استفاده می شود. برای سدهای ECRD بلند بر روی رودخانه های عمیق پدیده arching در هسته رسی اهمیت دارد و ممکن است به علت نشست متمرکز در هسته رسی باشد که از شیارهای ناشی از جابجایی یا شیارهای ناشی از شکست هیدرولیکی رخ می دهد. از این نقطه نظر CFRD برتری دارد چون هسته ای ندارد که قابل فرسایش باشد. به همین دلیل برای سدهای بلند بر روی رودخانه های عمیق در جایی که سد ECRD مناسب تشخیص داده نمی شود از CFRD استفاده می شود [6].

سد سنگریزه ای بهتر است لایه لایه اجرا شود. روشی که هم در ساخت سد CFRD و هم سد ECRD ترجیح داده می شود استفاده شود این است که سنگریزه ها در لایه هایی توسط کامیون ها ریخته شده و سپس این سنگریزه ها در هم فشرده شود. مزیت اصلی این روش یک سطح نسبتاً صافی است که در قسمت های بالایی هر لایه ایجاد میشود و به علت تراکم سنگریزه ها ضخامت اندکی خواهد داشت. بدین سبب که فرورفتگی موضعی و تخلخل بین سنگریزه های بزرگتر به وسیله دانه های ریزتر و سنگریزه های کوچکتر پر میشود همچنین سطح صاف فوقانی هزینه استهلاک چرخ های لاستیکی را کاهش می دهد و به کامیون ها اجازه می دهد که رفت و آمد سریع تری داشته باشند و سطحی مناسب برای غلتک های ویریه ایجاد می

کند. این نوع لایه بندی اطمینان می‌دهد که تمام جریان آب از میان سد سنگریزه ای در جهت افقی خیلی راحت تر از جهت قائم صورت می‌گیرد. این عملکرد یک برتری فنی دارد و آن اینکه پایداری شیب پایین دست قبل از اینکه رویه بتنی در جای خود قرار گیرد افزایش می‌یابد در شرایطی که مخزن به صورت مختصر خاکریزی می‌شود در حین عملیات ساخت و ساز یا در شرایطی که سد سرریز می‌شود. همچنین برای سنگ های با نسبت زیادی از ذرات ریز و نرم، متوسط نفوذپذیری سنگریزه ها در حالت لایه لایه بیشتر از زمانی است که سد به صورت همگن ساخته می‌شود. سنگریزه متراکم شده در مقابل عبور جریان آب از میان آن نیز پایدار است. سنگریزه متراکم شده یک ساختار اسکلت مانند دارد با تماس سنگ با سنگ که وزن لایه های بالایی سد را تحمل میکند. در حین ساخت سنگریزه ها توسط غلتکهای وایره سنگین با یکدیگر درگیر می‌شوند. در نتیجه زمانی که سد ساخته شد وزن تحمیلی سد توسط همین ساختار اسکلت مانند تحمل می‌شوند. سطوح تماس بین سنگریزه های اسکلت متراکم شده کوچک بوده و تنش های فشاری تولید شده زیاد هستند و تقریباً برابر مقاومت فشاری سنگ ریزها می‌باشند. این تنش های فشاری زیاد در محل های تماس با سنگریزه ها مقاومت اصطکاکی زیادی را تولید می‌کنند که از جابجایی ذرات در کنار یکدیگر جلوگیری می‌کند و این نیروی اصطکاکی نگه دارنده ذرات خیلی بیشتر از نیروی حاصل از جریان آب از درون حفرات سد می‌باشد. ملاحظات زلزله به این صورت است که تا زمانی که تمام سد CFRD خشک است تکان های زلزله نمی‌تواند باعث ایجاد فشار آب منفذی در حفرات بین سنگریزه ها شود. جنس پی سد CFRD از سنگی است که نیروهای شتاب دهنده دریافتی را افزایش نمی‌دهد. تراکم سد در لایه های نازک توسط غلتکهای وایره انجام می‌شود. زلزله ها می‌توانند فقط باعث تغییر شکل های کوچک در حین مدت زمانی تکان های شدید شوند. بعد از زلزله سد CFRD همانند قبل از آن پایدار می‌ماند [2].

4. مصالح مورد نیاز سدهای سنگریزه ای

مصالح سنگی مورد استفاده در سدهای سنگریزه ای باید سالم بوده و نسبت به فرسایش و هوازدهی مقاوم باشند و تحت تاثیر بارهایی که روی آنها قرار می‌گیرند شکاف بر نداشته و خرد نشوند. در هر حال خصوصیات آنها نباید شبیه مصالح سنگی در بتن باشد. مطلوب ترین مصالح سنگی سنگ های متراکم آتشفشانی یا متامورفیک (دگرگونی) از نوعی می‌باشند که مقاومت فرسایشی آنها کنترل شده باشد. آن دسته از مصالح سنگی که در اثر انفجار به صورت قطعات پهن در می‌آیند سنگ های مطلوبی نیستند [3]. حداکثر اندازه مصالح سنگی باید به آن اندازه باشد که بتواند در یک لایه قرار بگیرد و سطح نسبتاً صافی را برای تراکم به وجود آورد. بیش از ۵۰ درصد مصالح نبایدستی از الک ۲٫۵ سانتی متری عبور کند و بیش از ۶ درصد آن نبایدستی مواد ریزدانه رسی باشند متوسط اندازه های دانه های سنگریزی نبایدستی حداکثر ۵ سانتی متر بوده و ترجیح داده می‌شود که حداکثر درصد عبوری وزنی نمونه از الک ۲٫۵ سانتی متری ۲۰ درصد باشد. در مورد ضخامت لایه های سنگریزی در مراجع مختلف اعداد متفاوتی ذکر شده است که به طور متوسط ۰٫۳ تا ۱٫۲ متر قابل اجرا می‌باشد. مقدار ضخامت مناسب معمولاً ۶۰ سانتی متر و تعداد عبور غلتک معمولاً ۴ الی ۶ بار عبور غلتک می‌باشد. مناسبترین غلتک جهت تراکم سنگریزی، غلتک چرخ صاف ارتعاشی (وایره) است.



شکل ۴ - نمایی از مصالح سنگریزه ای

5. مزایای استفاده از مصالح سنگریز :

- * اجرای این مصالح سنگریز در سراسر فصل زمستان و در مناطق سردسیر با شرایط آب و هوایی بسیار مرطوب و بارانی می باشد .
- * این مصالح را می توان بدون فراوری اضافی (نظیر الک کردن ، خرد کردن با سنگ شکن و ...) از معدن استخراج نمود که موجب کاهش هزینه تهیه مصالح سنگریز می گردد .
- * استفاده از مصالح سنگریز در بدنه سدها امکان افزایش احتمالی ارتفاع سد را در آینده فراهم می کند .
- * از مصالح سنگریز می توان در ساخت بتن با مقاومت بالا بهره گرفت .
- * از مصالح سنگریز می توان در پروژه های راهسازی و ساخت آسفالت برای عبور روی سد استفاده نمود .

6. تنظیم برنامه زمان بندی اجرای سد های سنگریزه ای با رویه بتنی (CFRD):

گامهای اصلی تنظیم برنامه زمان بندی به شرح زیر است :

- * تنظیم ساختار شکست کار
- * تعریف فعالیت ها ، تنظیم ترتیب و توالی و تقدم و تاخر فعالیت ها
- * برآورد منابع لازم برای اجرای هر یک از فعالیت ها
- * تنظیم برنامه زمان بندی

6-1- ساختار شکست کار

به طور کلی در پروژه های CFRD می توان طبقه بندی کلی اقلام تحویل دانی کار را در سطح اول WBS در سرفصل های زیر انجام داد :

سیستم انحراف آب ، سد اصلی ، ابزار دقیق ، سرریز پرده آب بند ، سازه تخلیه تحتانی ، گالری های زهکش و تزریق و دیگر سازه های وابسته .

ذکر این نکته ضروری است که نوع طبقه بندی و چگونگی خرد کردن پروژه از کل به جزء تا رسیدن به بسته های کاری ، کاملاً به ماهیت پروژه بستگی دارد و سطوح مختلف WBS را می توان با سیاست های مختلف تقسیم بندی کرد . در حالت کلی ، هر قدر پروژه خردتر می شود یا اصطلاحاً WBS به سطوح پایین تری می رود ، دقت برنامه ریزی نیز بالاتر می رود [7].

6-2- تعریف فعالیت ها

اغلب اوقات ایجاد ماتریس شکست اقلام و فعالیت ها (PCWBS) ، سریع ترین روش برای طبقه بندی کار تا رسیدن به پایین ترین سطح و سپس تعریف فعالیت ها است . بدین منظور ، ماتریسی تشکیل می شود که در آن اولین ستون عمودی معرف اقلام قابل تحویل یا سطوح WBS (اسامی) و اولین سطر افقی نماینده عملیات لازم برای اجرا و تکمیل اقلام (افعال) است . هر یک از خانه های این ماتریس (محل تلاقی سطر و ستون آن) بیانگر نوع عملیات لازم برای تکمیل و اجرای یکی از اقلام تحویل دانی پروژه است [7].

6-3- توالی فعالیت ها

تا این مرحله ساختار شکست پروژه (WBS) ، بسته های کاری و فعالیت های برنامه زمان بندی تعیین شده است . در مرحله بعد باید بر اساس روش های اجرا و تکنیک های اجرایی پروژه ، تقدم و تاخر ، توالی انجام کارها و ارتباط آن ها با یکدیگر مشخص شود و سازمان و روش اجرای کار شامل چگونگی انجام فعالیت ، پیش نیازها و پس نیازها ، بهترین توالی و تقدم و تاخر فعالیت ها تعریف شود . قدم بعدی تعریف و میزان منابع انسانی و

تجهیزات مورد نیاز بر مبنای روش های اجرایی منتخب است و بر این اساس و همچنین حجم کاری هر فعالیت، زمان لازم جهت انجام هر فعالیت تعریف می شود.

۴-۶- سیستم انحراف آب

عملیات انحراف آب یکی از اولین کارهایی است که باید در اجرای هر پروژه سد سازی انجام گیرد. در حالت عمومی، این کار شامل احداث تونل انحراف و فرازبند است. از آنجا که ساخت تونل انحراف نیازمند زمان قابل توجهی است، بهتر است تا حد امکان ساخت آن را با برخی دیگر از فعالیت ها یا بسته های کاری پروژه به صورت موازی و همزمان انجام داد. در یک پروژه CFRD عملیاتی مانند آماده سازی معادن، احداث شبکه راه های دسترسی، خاک برداری جناحین سد، شروع سنگ ریزی در قسمت های خاک برداری شده و سنگریزی بدنه در کف رودخانه قبل از انحراف آب از جمله عملیاتی هستند که می توان همزمان با ساخت اجزای سیستم انحراف آب انجام داد [4].

۵-۶- رویه بتنی

بتن ریزی رویه سد بسته به ارتفاع و عرض و اجرای زود هنگام سنگ ریزی در بالاست محور سد و آماده بودن بستر بتن ریزی و محدودیت های زمانی اجرا، ممکن است در یک یا دو ویا حتی در سه مرحله انجام پذیرد. اگر، همان گونه که ذکر شد، سنگریزی بالادست محور سد در اولویت قرار گرفته باشد، این امکان وجود دارد که پس از اجرای حدود نیمی از ارتفاع سد، اجرای رویه بتنی آغاز و همزمان عملیات سنگ ریزی در پایین دست محور سد نیز انجام شود نیمه بعدی رویه بتنی پس از تکمیل بدنه سد اجرا میشود.



شکل ۵-۵- اجرای رویه بتنی در سدهای سنگریزه ای CFRD

۶-۶- تخمین زمان اجرای رویه بتنی

زمان مورد نیاز برای اجرای رویه بتنی به مواردی چون سرعت قالب لغزنده، تعداد نوارهایی که باید بتن ریزی شود، تجربه و مهارت گروه کاری، کیفیت ماشین آلات مورد استفاده به منظور عدم توقف کار در خلال بتن ریزی در هر نوار و عواملی مانند آن بستگی دارد. برای محاسبه تقریبی زمان مورد نیاز برای تکمیل رویه بتنی بعد از تکمیل کارهای آماده سازی، می توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$T=2*N+(TL/DL)*1.5 \quad (1)$$

در این فرمول N تعداد نوارهای بتنی، TL جمع کل طول نوارها، DL طول میانگین نوار که در هر روز می تواند تکمیل شود و T کل زمان های مورد نیاز برای بتن ریزی رویه است. ضریب ۲ بیانگر دو روز مدت زمان لازم برای جابجایی و نصب مجدد قالب لغزنده از یک نوار به نوار دیگر است.

ضریب ۱,۵ نیز به عنوان ضریب اطمینان برای جبران زمان از دست رفته در اثر اتفاقات پیش بینی نشده ای که ممکن است در حین بتن ریزی پیش آید وارد فرمول شده است [5].

7. شناسایی اقامت گاه های از بین رفته در اطراف سدهای سنگریزه ای

از بین رفتن اقامتگاه ها موضوعی بسیار مهم است که در اطراف سدهای سنگریزه ای اتفاق می افتد، چنین موضوعی معمولاً زمانی رخ می دهد که مخازن آبی کاملاً پر شده باشد. حتی اگر به اندازه یک درصد بیشتر از ارتفاع کلی سد، آب انباشته باشد ویرانی اتفاق خواهد افتاد. میزان و مقدار ویرانی وابسته به کیفیت مصالحی که در ساخت سد سنگریزه ای به کار رفته دارد.

8. نتیجه گیری

به طور کلی نتایج به دست آمده در خلال این تحقیق را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- * با وجود منابع غنی سنگ در کشور می توان با انتخاب قرضه مناسب، هزینه تمام شده استخراج، تهیه و اجرای مصالح سنگریزه ای را تا ۵۰ درصد کاهش می دهد.
- * استفاده از مصالح سنگریزه بدون انفجار به دلیل استخراج راحت، بارگیری، حمل و اجرای آسان سبب افزایش سرعت اجرای بدنه در سدهای سنگریزه ای شده، که با این کار هزینه تمام شده پروژه را کاهش می دهد که میتوان آن را یک نوع از مهندسی ارزش در پروژه های سد سازی نامید.
- * در پروژه هایی که فصل اجرا کوتاه می باشد و دلیل این امر زمستان و بارندگی و سرما است استفاده از مصالح سنگریزه مناسب خواهد بود.
- * استفاده از مصالح سنگریزه در بدنه سدها امکان افزایش احتمالی ارتفاع سد را در آینده فراهم می کند.

9. منابع و مراجع

- 1- خسرویوان، ا. (۱۳۸۳)، "بررسی سد سنگریزه ای با رویه بتنی (CFRD)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، دانشکده فنی و مهندسی بابل، گروه عمران.
- 2-Baziar, M. H. , Salemi, Sh. and Heidari, T. (2006), "Analysis of Earthquake Response of an Asphalt Concrete Core Embankment Dam", International Journal of Civil Engineering, Volume 4, Number 3
- 3- Nobari, E.S. and Duncan, J.M. (1972), "effect of earth oir felling on stresses and movements in arth and rockfill dams", report TE-72-1, University of California, Department of Civil Engineering.
- 4-MATERON, B. (1999) , "New construction method in CFRD ", 14 p. Paper (Proceedings of the 2nd Symposium on CFRD's) , Florianópolis, Brazil.
- 5-MARULANDA, A. (2004) , "Concrete face rockfill dams, Concepts for design and construction", (ICOLD Comité on materials for fill dams).
- 6-MARTINS, L.C and RUFINO PEREIRA, M.S. (2005) , "Executive planning and compos novos CFRD construction", 15 p. Paper (Proceedings of Symposium on 20 years CFRD construction) , Chiang, China.
- 7-Project Management Institute. (2004) , "A guide to Project Management Body of Knowledge", PMBOK guide - Reference book (An American National Standard).
- 8-Salehzadeh, H. , Procter, D. C. and Merrifield, C. M. (2005), "A Carbonate Sand Particle Crushing Under Monotonic Loading", International Journal of Civil Engineering, Volume 3, Number 3