



## مقایسه نتایج آنالیزهای دینامیکی دوبعدی و سه بعدی سد سنگریزی شده با رویه بتنی (CFRD)

علیرضا نظری<sup>۱</sup>، سید محمدرضا امام<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

a.r.nazari@aut.ac.ir

### خلاصه

امروزه توجه به مسائل فنی و اقتصادی، انتخاب سدهای سنگریزی شده را توجیه پذیر کرده است، علاوه بر آن سدهای سنگریزی شده با رویه بتنی به دلایلی از جمله عدم نفوذ آب به بدنه سد، تسریع مراحل ساخت در مناطق بارانی و عدم وقوع پدیده‌هایی مانند رمبش اشباعی و قوس زدگی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. از طرفی با توجه به لرزه خیز بودن کشور، بررسی و طراحی دقیق این نوع سدها در برابر زلزله ضرورت می‌یابد. به دلیل در اختیار نداشتن داده‌های زیادی برای در نظر گرفتن رفتار سدها در برابر زلزله، مدل‌سازی لرزه‌ای می‌تواند کمک خوبی برای پیش‌بینی رفتار سدها و ارائه‌ی برخی ایده‌های طراحی هنگام رخداد زلزله باشد، از این رو در این مقاله با استفاده از مدل‌سازی دوبعدی و سه بعدی سد سنگریزی شده با رویه بتنی، آنالیز دینامیکی از طریق اعمال تاریخچه‌ی زمانی شتاب مربوط به زلزله‌ی منجیل در حالت مخزن پر برای بررسی رفتار این سدها در برابر بار زلزله انجام شده است. آنالیزها به وسیله‌ی نرم افزار ABAQUS انجام شده و مصالح سنگریزه‌ای از رفتار الاستوپلاستیک با معیار موهر-کولمب تبعیت می‌کنند. در حالت سه بعدی شرایط مرزی مدل تاجای امکان، مشابه شرایط واقعی، بوده که شامل مواردی از قبیل شکل دره، اندرکنش دال رویه با بدنه و دال‌های مجاور خود می‌باشد. در پایان نتایج مربوط به جابه‌جایی‌های قائم و افقی بدنه‌ی سد و دال رویه‌ی آن، نیروهای محوری و لنگرهای خمشی مقاطع دال رویه و همچنین مقادیر بازشدگی‌های درزهای قائم دال رویه، حاصل از مدل‌سازی، با روابط تجربی ارائه شده در مراجع معتبر اعتبارسنجی شده‌اند که مشابهت‌های زیادی نیز باهم نشان داده‌اند.

**کلمات کلیدی:** سد سنگریزی با رویه بتنی، آنالیز دینامیکی، تحلیل دوبعدی و سه بعدی، رفتار غیر خطی الاستوپلاستیک.

### ۱. مقدمه

مصالح سدهای سنگریزی شده برای اولین بار از مناطق معدنی‌ای که در نوادای کالیفرنیا در دهه‌ی ۱۸۵۰ وجود داشتند، سرچشمه گرفتند، اولین سد سنگریزی شده با رویه در سال ۱۸۹۵ در کالیفرنیا آمریکا ساخته شد، رویه‌ی این سد از چوب بوده و بدنه سد از سنگریزه‌های نکوبیده شده بودند. اما ساخت سدهای مدرن از اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ و اوایل دهه‌ی ۱۹۷۰ شروع شد. سدهای سنگریزی شده با رویه بتنی یکی از انواع سدهای سنگریزی شده می‌باشند که در آن‌ها، یک رویه بتنی در شیب بالادست، مانع از عبور آب می‌شود. این نوع سد پس از رشد تکنیک تراکم نمودن سنگریز توسعه یافته است. این سد از سه قسمت بدنه‌ی سنگریز، دال بتنی رویه و دال بتنی پنجه تشکیل شده است. در این سدها کل بدنه را پاره سنگ تشکیل می‌دهد. بر طبق تعریف کمیته ملی سدهای بزرگ، سد سنگریز سدی است از نوع خاکریز که بیش از ۵۰ درصد حجمی آن را پاره سنگ‌های حاصل از حفاری معدن سنگ، قلوه سنگ‌ها و یا خردشدگی‌های طبیعی تشکیل می‌دهند. [۱] یکی از پیچیده ترین مسائل در مباحث ژئوتکنیکی بررسی دقیق پایداری این سازه‌های خاکی در برابر زلزله می‌باشد، این پیچیدگی از عدم قطعیت داده‌ها و تنوع روابط بین آن‌ها ناشی می‌شود همچنین تنوع ویژگی‌های دینامیکی مصالح و تفاوت عمیق در خصوصیات مربوط به زلزله از قبیل مدت زلزله، دامنه‌ی حداکثر و مشخصات فرکانسی همگی از عواملی هستند که در واکنش دینامیکی سازه‌های خاکی مانند سد، نقش مهمی دارند.

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک

<sup>۲</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر