



تحلیل دینامیک غیر خطی سد بتنی وزنی و تعیین ترک‌های ایجاد شده در آن در حین زلزله به کمک برنامه‌های ABAQUS و FRACDAM و مقایسه نتایج بدست آمده

جواد امان آبادی^۱، کوروش شاهرودیانی^۲

1-دانشگاه صنعتی امیرکبیر - دانشکده عمران و محیط زیست j.amanabadi@aut.ac.ir

2-هیئت علمی دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر shahver@gmail.com

خلاصه

سدها از جمله سازه‌های مهم برای یک کشور هستند. با توجه به ابعاد بزرگ این سازه‌ها، تامین امنیت آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. بسیاری از تحلیل‌های انجام شده برای سدهای موجود به دلیل محدودیت‌های سخت‌افزاری در زمان ساخت آن‌ها، در محدوده‌ی خطی بوده است [1]. حال آن‌که رفتار واقعی مصالحی چون بتن از نوع غیرخطی بوده و تحلیل ترک‌های بوجود آمده در بدنه سد در حین زلزله با توجه به رفتار غیرخطی مصالح آن، امری ضروری است. در این نوشته با استفاده از روش اجزای محدود غیرخطی و یک برنامه‌ی تخصصی برای تحلیل غیرخطی و محاسبه ترک با نام FRACDAM، که بطور کاملاً تخصصی و استفاده از انرژی شکست خسارت و ترک را محاسبه می‌کند، بطور موردی مطالعه‌ای بر روی سد Pine Flat تحت رکورد زلزله ال-سنتر و انجام شده است. برای بررسی توانایی برنامه‌های تجاری موجود در بازار، این تحلیل غیرخطی برای سد Pine Flat تحت همین رکورد زلزله توسط برنامه Abaqus نیز انجام گرفته و نتایج آن با نتایج بدست آمده توسط برنامه‌ی تخصصی FRACDAM مقایسه شده است. سپس ترک‌های بوجود آمده در بدنه سد در زمان‌های مختلف در طول زلزله، تحت تحریک افقی و قائم پایه‌ی سد نمایش داده شده است. در نهایت تفاوت میان تحلیل خطی و غیرخطی برای این سد نمونه تحت رکورد مورد نظر بررسی شده است. با توجه به نتایج بدست آمده، نشان داده می‌شود در زمانی قبل از پایان زلزله، احتمال تخریب کلی تاج سد و بروز خسارات جبران ناپذیر وجود دارد و اهمیت انجام تحلیل‌های غیرخطی برای سازه‌هایی با اهمیت بالا (مانند سدها) مورد توجه قرار می‌گیرد. کلیدواژه: تحلیل غیرخطی، برنامه FracDam، تحلیل ترک، تحلیل دینامیکی سد وزنی

1 مقدمه

در این نوشته هدف آنالیز غیر خطی سد وزنی Pine Flat تحت رکورد زلزله ال-سنتر^۳ و تعیین پروفایل ترک‌های بوجود آمده در حین این زلزله است. برای این امر از برنامه FracDam^۴ استفاده شده است که قادر به تحلیل غیر خطی انواع سازه‌ها می‌باشد [2]. این برنامه از تئوری انرژی شکست برای تعیین پروفیل‌های ترک استفاده می‌کند که روش بسیار دقیق و قابل استنادی است [3]. به دلیل عمومی بودن این برنامه مساله‌ی اندرکنش سد-فنداسیون-مخزن را مانند برنامه EAGD 84 بطور کامل و بصورت معادلات کوپل دینامیکی در نظر نمی‌گیرد. دلیل این امر هزینه زیاد عملیات در تحلیل غیر خطی برای حل این معادلات کوپل است. البته این بدان معنا نیست که در این مطالعه اندرکنش سد-فنداسیون-مخزن در نظر گرفته نشده است. برای این منظور با استفاده از تئوری‌های ساده‌تر که قابلیت اعمال آن در یک برنامه عمومی مانند fracDam وجود داشته باشد استفاده شده است. به عنوان مثال در این برنامه برای در نظر گرفتن اندرکنش سد-مخزن از روش جرم افزوده ارائه شده توسط وسترگارد [4] استفاده شده و پی نیز با فرهایی با ضریب جذب انرژی برابر 0.01 مدل شده است [3]. در ادامه با توجه به این نکات مدل سازی انجام شده و خروجی‌های مورد نظر ارائه می‌گردد.

¹ کارشناس ارشد عمران - سازه، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

² هیئت علمی دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

³ El Centro

⁴ Fracture And Damage