



مطالعه عددی رفتار دینامیکی سدهای خاکی با در نظر گرفتن اثر پلاستیسیته در پایداری

سارامامانی^۱، علی کمک پناه^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- دانشیار گروه خاک و پی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

mamani@modares.ac.ir

a-panah@modares.ac.ir

خلاصه

ارزیابی عملکرد سدهای خاکی در برابر بارگذاری لرزه‌ای یکی از مهم‌ترین مسائلی است که باید در تحلیل و طراحی سدها تحت بارهای دینامیکی مورد توجه قرار گیرد. تحلیل الاستوپلاستیک ابزار مناسبی برای بررسی پایداری تحت بارگذاری لرزه‌ای می‌باشد، به طوری که تغییر مکان‌های لرزه‌ای بوجود آمده در بررسی پایداری سد مورد استفاده قرار می‌گیرد. تغییر مکان بوجود آمده علاوه بر هندسه و خصوصیات مکانیکی مصالح سد به فرکانس و شدت بارگذاری نیز وابسته می‌باشد. در این تحقیق پاسخ و تشدید لرزه‌ای در تاج سد تحت رکوردی با محتوای فرکانسی نزدیک به فرکانس طبیعی سد ابتدا با در نظر گرفتن رفتار ویسکوالاستیک خطی، سپس به منظور بررسی اثر پلاستیسیته بر پاسخ لرزه‌ای سد در چارچوب مدل رفتاری الاستوپلاستیک مورکولمب با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی مصالح به روش تفاضل محدود و توسط نرم‌افزار فلک بعد از مرحله آبیگری مورد بررسی واقع می‌شود. تحلیل‌های الاستوپلاستیک غیرخطی انجام شده نشان می‌دهد مسئله پلاستیک شدن نواحی مختلف هسته و پوسته به دلیل کاهش فرکانس طبیعی سد و در نتیجه افزایش جذب انرژی باعث تأثیر چشمگیری در پاسخ لرزه‌ای سد می‌گردد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد تغییر شکل‌های پلاستیک بوجود آمده منجر به کاهش تشدید به خصوص در یک سوم ارتفاع سد شده و با توجه به تغییرات تغییر مکان در نقاط مختلف ارتفاع می‌توان به بررسی پایداری پرداخت

کلمات کلیدی: پلاستیسیته، سد خاکی، FLAC، تحلیل دینامیکی

۱. مقدمه

سید (۱۹۷۸، ۱۹۷۹) عملکرد لرزه‌ای سدهای خاکی را بدون رخداد روانگرایی و رویدادهای نامعمول دیگر خوب ارزیابی کرد. طبق اطلاعات ثبت شده، سدهای خاکی خوب متراکم شده در زلزله‌های متوسط با بیشترین شتاب 2g. و بالاتر خسارت چشمگیری متوجه آنها نمی‌شود. کارایی سدهای مدرن خوب متراکم شده در سال ۱۹۹۴ زمانی که سد لوس آنجلس توسط زلزله Northridge به شدت آسیب دید، بیشتر مورد بررسی قرار گرفت. رفتار لرزه-ای سدهای خاکی به طرز چشمگیری به طبیعت و چگونگی تراکم مصالح تشکیل دهنده بدنه (۱۹۹۲، ۲۰۰۰) USCOLD بستگی دارد. روش شبه استاتیکی به طور گسترده‌ای برای ارزیابی پایداری لرزه‌ای سدهای خاکی مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش، اثر زلزله به صورت نیروی استاتیکی افقی، معادل حاصلضرب حجم توده خاک در ضریب لرزه‌ای در نظر گرفته می‌شود. این روش برای بیان رفتار دینامیکی در غالب نیروهای استاتیکی مورد استفاده قرار گرفته و پایداری توسط ضریب اطمینان بیان می‌گردد و سد به صورت جسم صلب و بلوک تغییر شکل ناپذیر عمل می‌کند.

پیشرفت‌های زیادی در بررسی اثر زلزله بر سدها بعد از زلزله San Fernando (۱۹۷۱) در کالیفرنیا، صورت گرفته است. (۱۹۸۷) Gazetas در مورد پیشرفت‌های انجام شده در روش‌های تئوری و همچنین مزایا و معایب هر یک از این روش‌ها برای ارزیابی پاسخ دینامیکی سدهای خاکی در برابر زلزله بحث کرده است. پیشرفت‌های صورت گرفته در روش‌های عددی و مدل‌سازی شکل جدیدی از بررسی پاسخ و تحلیل سد را با در نظر گرفتن موضوعات پیچیده همانند رفتار غیرخطی خاک، فرمولاسیون غیر خطی کوپل و غیر کوپل المان محدود و تفاضل محدود پیشنهاد کرده است (Lin, Chao, 1990, Abouseeda, Dakoulas, 1998, Cascone, Rampello).

Wood (۱۹۷۳) نشان داد زمانی که فرکانس در جایی که انرژی اصلی لرزه ورودی به فرکانس اصلی خاکریز نزدیک می‌شود، تشدید لرزه‌ای به عنوان فاکتور مهمی مطرح شده به طوری که در روش‌های مهندسی که برای ارزیابی پایداری سدهای خاکی می‌باشد، مورد توجه قرار نمی‌گیرد. در