



## بررسی آببندی هسته رسی سدهای خاکی با عمق نفوذ بهینه دیوار آببند بتن پلاستیک با استفاده از نرم افزار FLAC (مطالعه موردی: سد عنبران-نمین)

بهزاد شکوری<sup>۱</sup> و میرعلی محمدی<sup>۲</sup>

۱- کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده فنی دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی دانشگاه ارومیه و مؤسسه آموزش عالی علم و فن ارومیه

behzad.shakouri\_hse@yahoo.com

### خلاصه

یکی از مواردی که برای طرح هر سیستم آببندی و به خصوص دیوار آببند بتن پلاستیک در سدهای خاکی باید مورد توجه قرار گیرد، اتصال آن با بدنه‌ی سد است. در این تحقیق به ارزیابی تأثیر عمق نفوذ دیوار آببند بتن پلاستیک در داخل هسته‌ی رسی پرداخته شده است. برای این منظور سد عنبران با طول نفوذهای مختلف شامل عمق نفوذهای ۰، ۱، ۲ و ۳ متر در نظر گرفته شده و مدلسازی و تحلیل با استفاده از نرم‌افزار FLAC صورت گرفته است. سد خاکی عنبران با ارتفاع ۳۳ متر و طول تاج ۵۲۳ متر در فاصله‌ی ۱۰ کیلومتری شهر نمین، از توابع استان اردبیل در حال احداث می‌باشد. هدف این تحقیق، تعیین عمق نفوذ بهینه سد می‌باشد که برای این منظور تنش، تغییر مکان، فشار آب حفره‌ای، میزان تراوش و گرادیان هیدرولیکی در محل اتصال دیوار و هسته در ارتفاع دیوار ارزیابی شده و آنگاه نتایج حاصل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که حداکثر تنش قائم و افقی و حداکثر تغییر مکان قائم و افقی در محل‌های اتصال دیوار به هسته و پی آبرفتی یا سنگ بستر رخ می‌دهد و این مسأله بدلیل وقوع تمرکز تنش شدید در محل اتصال دو ماده می‌باشد و بر طبق بررسی انجام شده ناشی از اختلاف فاحش مدول الاستیسیته و ضریب پواسون دو ماده است. همچنین عمق نفوذ ۲ متر از لحاظ عملکرد و از لحاظ اقتصادی، عمق نفوذ حداکثر بهینه می‌باشد.

کلمات کلیدی: سد خاکی، عمق نفوذ، دیوار آببند، بتن پلاستیک، نرم افزار FLAC، سد عنبران.

### ۱. مقدمه

نقش آببندها در پی سد، طولانی کردن مسیر آب به منظور کاستن فشار تخریبی زه، شیب هیدرولیکی و دبی کل می‌باشد. یکی از روش‌های آببندی استفاده از دیوار آببند بتن پلاستیک است. این نوع دیوارها از تغییر شکل‌پذیری بالا، نفوذپذیری کم و مقاومت فشاری متناسب با فشارهای اعمالی برخوردار هستند و استفاده از آنها در خاک‌های ریزشی، زمین‌های سست و اشباع، خاک‌های ریز دانه و همچنین جهت ترمیم هسته‌ی رسی سدها غالباً مقرون به صرفه‌تر از سایر روش‌ها است. بتن پلاستیک از ترکیب سیمان، بنتونیت، مصالح سنگی و آب تشکیل می‌شود. با توجه به تغییر شکل‌های تحمیلی، دیوار آببند باید قادر باشد بدون برداشتن ترک، باز شدگی درزه‌های بین پانل‌ها و یا به هر طریق کاهش آببندی، تغییر شکل‌های وارده را تحمل کند. بهترین راه‌حل، انتخاب مصالحی است که خصوصیات شکل‌پذیری آن بسیار مشابه خاک اطراف باشد. بر اساس بولتن کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ (ICOLD 1985)، اگر تغییرات ضریب الاستیسیته خاک اطراف نسبت به عمق دیوار آببند کم باشد، ضریب الاستیسیته‌ی بتن پلاستیک باید از ۴ تا ۵ برابر خاک پیرامونی کم‌تر بوده تا شرایطی سازگار در پی آبرفتی به وجود آید. روش‌هایی برای تعیین طرح اختلاط بتن پلاستیک معرفی شده است که عمدتاً مبتنی بر استفاده از نمودارهای تجربی برای تعیین طرح اختلاط هستند [1,2,3].

کریم‌نیا و همکاران [4] در مقاله‌ای رفتار آب در دیوار آببند همگن و ناهمگن را بررسی کردند. آن‌ها هم‌چنین سد کرخه را در پی ناهمگن مدلسازی کردند و پس از آن نتایج را با مدل مشابه، اما در پی همگن مقایسه کردند. نتایج حاصل از تحلیل در پی همگن نشان می‌دهد که اگر ضریب الاستیسیته‌ی پی و دیوار آببند نزدیک به یکدیگر باشد، تنش و کرنش دیوار تنظیم و قابل قبول است. میرقاسمی و همکاران [5] در مقاله‌ای به بررسی مشخصات مکانیکی بتن پلاستیک (مطالعه‌ی موردی سد کرخه) پرداخته‌اند. در این مقاله بتن پلاستیک تحت آزمایش قرار گرفته و تأثیر نوع پارامترها را بر روی نتایج آزمایش بررسی کرده‌اند. از نتایج این مقاله این بود که مقاومت فشاری بتن پلاستیک با نسبت آب به سیمان، مقدار بنتونیت، نسبت سنگدانه به سیمان، شکل سنگدانه، نوع و خاصیت سیمان، سن بتن و نحوه‌ی ساخت بتن بستگی دارد. همچنین مقاومت و تغییر شکل‌پذیری خیلی به هم وابسته