



برآورد تحلیلی فرکانس ارتعاش آزاد سد خاکی بر بستر صلب

مریم مهدی زاده^۱، علی قنبری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه خوارزمی

mm16246@yahoo.com

خلاصه

سدهای خاکی، سازه‌هایی سه بعدی، عظیم، ناهمگن و غیرایزوتروپ هستند که در اندرکنش با شالوده و آب مخزن می‌باشند. استفاده از سد خاکی همگن به علت حجم مصالح زیاد و همچنین رخ دادن پدیده رگاب در ارتفاعات کم، معمول تر است. در عین حال سد خاکی با هسته رسی به علت انعطاف پذیری بدنه و وجود رس به عنوان یک لایه نفوذ ناپذیر با ارتفاعات مختلف ساخته می‌شود. ارائه روشی مناسب جهت تعیین فرکانس طبیعی سازه که یکی از پارامترهای تأثیرگذار در تحلیل لرزه ای سد هاست، نقش حائز اهمیتی در تحلیل دقیق این سازه ها دارد. فرکانس طبیعی سازه به کمک روابط تجربی، روشهای تحلیلی، ابزار گذاری و یا آنالیز مودال به دست می‌آید. در این مقاله با استفاده از تحلیل جرم گسترده و فرض تابع شکل مثلثاتی، فرمولاسیون جدیدی برای محاسبه تقریبی فرکانس طبیعی سد خاکی همگن و ناهمگن ارائه شده است. فرکانس حاصل از روابط پیشنهادی با روابط تجربی محققین گذشته و نتایج نرم افزار مقایسه شده است. نتایج حاکی از آن است که تابع شکل مثلثاتی برای توصیف پاسخ های دینامیکی این سدها عملکرد خوبی دارد و می‌توان از این فرمول پیشنهادی برای برآورد تقریبی و سریع زمان تناوب اصلی سدهای خاکی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: فرکانس طبیعی، سد خاکی همگن و ناهمگن، حل تحلیلی، پی صلب، تابع شکل.

۱. مقدمه

محاسبه فرکانس یا زمان تناوب اصلی یک سازه در بررسی رفتار دینامیکی آن سازه بسیار تأثیرگذار است. روابط تخمینی و تحلیلی دقیقی برای محاسبه فرکانس طبیعی سازه‌هایی نظیر دودکش‌ها، ساختمان‌ها، سیلوها، پل‌ها و سدها وجود دارد. امروزه صنعت سد سازی در ایران پیشرفت قابل ملاحظه ای داشته است. از طرفی با توجه به لرزه خیز بودن کشورمان و عملکرد مناسبی که سدهای خاکی در زلزله‌های اخیر از خود نشان داده اند، استفاده از این گونه سدها در نواحی اطراف گسل‌های فعال بر سدهای بتنی ارجحیت دارد. از این رو و با توجه به توزیع گسترده این نوع سد سازی در کشور، طراحی لرزه ای ایمن این سدها و بررسی پاسخ دینامیکی سد به نیروهای وارده از اهمیت بسزایی برخوردار است.

سدهای خاکی معمولاً به دو گونه همگن و ناهمگن ساخته می‌شوند. سد های همگن به دلیل حجم مصالح زیاد و همچنین رخ دادن پدیده رگاب در آنها معمولاً تا ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ متر مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ حال آنکه سدهای خاکی ناهمگن به دلیل انعطاف پذیر بودن بدنه در مقابل زلزله از شرایط بهتری برخوردار هستند. هر چه انعطاف پذیری سد بیشتر باشد، فرکانس ارتعاش کمتر و زمان تناوب آن بیشتر خواهد بود. فرکانس سد یکی از پارامترهای تفسیر کننده رفتار لرزه ای سد در طی بارگذاری های ناشی از زلزله می‌باشد.

تا کنون روش های عددی زیادی برای محاسبه فرکانس ارتعاش آزاد ارائه شده است اما روش های تحلیلی و آزمایشگاهی کمی در طی سالهای گذشته به محاسبه این مهم پرداخته اند. [1] Kishi et al (1987) با استفاده از مدل گوه ناقص دو بعدی سد خاکی و در نظر گرفتن همزمان ممان خمشی و نیروی برشی در مقطع قائم سد خاکی در یک کانال مستطیلی توانست فرمول جدیدی برای فرکانس سد ارائه دهد. Gazetas et al [2] (1991) نیز فرمولی برای محاسبه فرکانس ارتعاش آزاد سد خاکی همگن قرار گرفته روی بستر صلب و متشکل از خاک چسبنده به روش تیر برشی ارائه داد. [3] Watanabe et al (1996) نیز توانست بر اساس طیف فوری و آنالیز مودال، فرکانس طبیعی و مدهای متناظر با آن را تا پنجمین

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران

^۲ دانشیار گروه مهندسی عمران