



تحلیل اندرکنش دینامیکی سد و مخزن با استفاده از روش اجزاء محدود طیفی

رضا تارینژاد^۱، سجاد پیربوداگی^۲

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز

۲- دانشجوی دکتری سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه تبریز

S.pirboudaghi@gmail.com

خلاصه

اندرکنش دینامیکی سد و مخزن بر روی پاسخ دینامیکی سد بتنی وزنی در مقابل زلزله اثرات قابل توجهی دارد. این اثر باید توسط روش‌های مناسب و قابل اطمینان در طراحی لرزه‌ای سدها به صورت دقیق تری در نظر گرفته شود. در این تحقیق، اندرکنش سد و مخزن به عنوان یک مسئله انتشار موج به وسیله روش اجزاء محدود طیفی بر پایه‌ی چندجمله‌ای‌های لژاندر مدل شده است. کدهای خاص جداگانه‌ای برای تحلیل اندرکنش سد و مخزن در حوزه زمان با استفاده از روش‌های اجزاء محدود و اجزاء محدود طیفی نوشته شده است. نتایج بدست آمده از هر دو روش از نظر دقت، کارایی و زمان محاسبات باهم مقایسه شده‌اند. در روش اجزاء محدود طیفی با افزایش تعداد المان‌ها در سد و افزایش درجه‌ی تقریب در مخزن می‌توان با استفاده از همگرایی طیفی به سرعت به نتایج روش اجزاء محدود رسید. می‌توان نشان داد که تمام شرایط مرزی در محیط مخزن با استفاده از روش اجزاء محدود طیفی به صورت دقیق و قطری مدل می‌شود. روش اجزاء محدود طیفی منجر به ماتریس جرم قطری دقیق هم برای سد و هم برای مخزن می‌شود. ماتریس سختی این روش نسبت به روش اجزاء محدود هم برای سد و هم مخزن تنکی تر و دقیق تر است. روش اجزاء محدود طیفی به زمان محاسبات کمتری به خصوص برای المان‌های مراتب بالاتر یا سیستم بزرگتر نسبت به روش اجزاء محدود دارد. بنابراین روش اجزاء محدود طیفی روش مناسبی برای تحلیل دینامیکی سیستم سد و مخزن می‌باشد.

کلمات کلیدی: اندرکنش سد و مخزن، روش اجزاء محدود، روش اجزاء محدود طیفی، انتشار موج.

۱. مقدمه

به منظور طراحی ایمن و اقتصادی سازه‌ها لازم است برآورد دقیقی از نیروهای مؤثر بر آنها را داشته باشیم. هر چه قدر ابعاد و اهمیت سازه‌ها افزایش یابد به همان میزان اهمیت برآورد‌های دقیق و واقعی تر بارهای وارد بر این نوع سازه‌ها افزایش می‌یابد. امروزه به دلیل قابلیت روش اجزاء محدود در تعریف مدل‌های ریاضی با اشکال هندسی پیچیده و مصالح مختلف، در مدلسازی سیستم سد و مخزن معمولاً آنالیز دینامیکی به طور مرسوم با استفاده از این روش انجام می‌گیرد. تحلیل معادله‌ی موج انتشاری مخزن در اندرکنش سد و مخزن به عنوان یک مسئله انتشار موج با استفاده از روش اجزاء محدود جواب‌های قابل قبولی می‌دهد اما در روش اجزاء محدود بدون در نظر گرفتن مشکلات همگرایی، دقت کار وابسته به ابعاد مش است که مش ریزتر، دقت بالاتری داشته و طبیعتاً هزینه و زمان محاسبات را افزایش خواهد داد. از سوی دیگر در فرکانس‌های بالای بارگذاری اثر آلودگی^۳ روش اجزاء محدود بیشتر است. بدین معنی که، برای مسائل انتشار موج هر چه مقدار فرکانس ورودی بالاتر می‌رود، مدهای بالاتری در حرکت شرکت می‌کنند. در این فرکانس‌های بالا، طول موج بسیار کوچک بوده و برای در نظر گرفتن مؤثر مدهای از مرتبه بالاتر لازم است ابعاد مش حداقل به اندازه طول موج سیگنال باشد چرا که در ابعاد مش بزرگتر لبه‌های المان به صورت آزاد عمل کرده و شروع به منعکس کردن امواج خواهند کرد. یک مش ریزتر اگرچه معیار دقیق بودن را تضمین می‌کند اما هزینه محاسباتی را به صورت سرسام‌آوری افزایش می‌دهد.

^۱ استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز

^۲ دانشجوی دکتری سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه تبریز

^۳ Pollution effect