



تأثیر مرز دوردست در توزیع فشار هیدرودینامیکی وارد بر سدهای بتنی وزنی

مهدی میرزایی داکدره^۱، ناصر خاجی^۲

کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی، بخش مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
استادیار مهندسی زلزله، بخش مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
nkhaji@modares.ac.ir

خلاصه

امروزه در طراحی سدهای بتنی وزنی، در نظر گرفتن تغییرات دقیق فشار هیدرودینامیکی تأثیر بسزایی در روند صحیح طراحی لرزه‌ای و ارزیابی ایمنی سدها دارد. حل‌های تحلیلی منظم کلاسیک برای تعیین توزیع فشار، تنها برای مخازن با هندسه منظم موجود بوده و در حالات دیگر بایستی از یک حل عددی استفاده شود. روش المان مرزی یک روش عددی توانمند است که با استفاده از آن میتوان مقادیر فشار هیدرودینامیکی وارد بر سد را بدست آورد. در این تحقیق، فرمولاسیون یک روش المان مرزی با مرز دوردست باز، برای تعیین فشار هیدرودینامیکی در قلمروی فرکانس، برای یک سیستم سد-مخزن-پی آمده است. با فرض تراکم‌پذیری سیال، معادله حاکم بر مخزن، معادله هلمهولتز دوبعدی است. از المانهای مرزی ثابت و خطی جهت حل استفاده شده است. نتایج حاصل از اعمال شرطهای مرزی دوردست دیگر (مانند شرط مرزی سامرفلد، شاران و امثالهم) با نتایج این تحقیق مقایسه شده است. در روش پیشنهادی از توابع هنکل به عنوان حل اساسی استفاده شده که بصورت طبیعی، اثر بی‌نهایت را منظور مینماید. برای تعیین پاسخهای تاریخچه زمانی فشار، از تکنیک تبدیل سریع مستقیم و معکوس فوریه استفاده شده است. پاسخ توزیع فشار در اثر زلزله سنترو بدست آمده و با نتایج موجود مقایسه شده است.

کلمات کلیدی: مرز دوردست، روش المان مرزی، مسائل پتانسیل، فشار هیدرودینامیکی.

۱. مقدمه

رشد روزافزون استفاده از سد به عنوان عضو مهم در پیشبرد اهداف اقتصادی در کشور ما، محققین را بر آن داشته تا به سد به دیده‌ی دقیقتر از قبل بنگرند. امروزه در طراحی جامع سدهای بتنی اثر فشار هیدرودینامیک را به عنوان یک پارامتر مهم، به دقت در نظر می‌گیرند. وضعیت مرزهای مخزن تأثیر بسزایی در توزیع این فشار داشته، که در این تحقیق، اثر مرز بی‌نهایت بررسی می‌شود. اثر مرز بی‌نهایت در کارهای پیشین مورد بررسی فراوان قرار گرفته است که مهمترین و معروفترین تحقیقات در این زمینه در مراجع [۱-۷] گزارش شده است.

۲. مفهوم روش المان مرزی

در این روش، معادلات دیفرانسیلی حاکم بر مسأله به معادلات انتگرالی تبدیل می‌شود (قضیه گرین) که روی مرز اعمال می‌شود. سپس مرز به قطعات مرزی (المانهای مرزی) تقسیم بندی می‌شود و انتگرالگیری عددی (روش چهار نقطه ای مرتبه دوم گوس) روی المانهای مرزی انجام می‌شود. با اعمال شرایط مرزی و مرتب کردن، به دستگاه معادلات جبری خطی رسیده و با حل آن (روش حذفی گوس) مجهولات مسأله تعیین می‌شوند.

۳. فرمولاسیون مدل دو بعدی از سیستم سد وزنی-مخزن-پی

۳-۱- معادلات حرکت و شرایط مرزی

فرضیات زیر در فرمولاسیون معادلات حرکت آب در مخزن در نظر گرفته شده است [۸]: