



تخمین نوسان سطح آزاد سیال در مخازن هوایی آب با استفاده از شبکه‌های عصبی

حمید پورباقری^۱، افشین پورتقی^۲، پیام اشتري^۳، رضا کارکن آزاد^۴

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران، گرایش سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه زنجان

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل، باشگاه پژوهشگران جوان، اردبیل، ایران

۳- استادیار گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه زنجان

۴- مربی گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی

afshinpourttaghi@yahoo.com

خلاصه

نوسان سطح سیال درون مخازن یکی از پارامترهای اساسی در تحلیل و طراحی این گونه سازه‌ها به حساب می‌آید. جدای از روش‌های تقریبی، مدل‌سازی‌های عددی به روش اجزای محدود ناگزیر به استفاده از نرم‌افزارهای پیچیده به همراه بهره‌گیری از المان‌های سیال با حجم محاسباتی بالا هستند. در این مقاله تلاش شده است تا با استفاده از تکنیک شبکه‌های عصبی، روشی برای تقریب نوسان سطح آب در مخازن هوایی بدون استفاده از المان‌های سیال پیشنهاد شود. برای این منظور یک نمونه مخزن هوایی بتنی به روش اجزای محدود مدل‌سازی شده و آنالیز لرزه‌ای روی آن انجام گرفته است. سپس تاریخچه زمانی شتاب افقی زلزله به همراه دو پارامتر تغییر مکان سقف مخزن و برش پایه حاصل از تحلیل اجزای محدود به عنوان پارامترهای ورودی شبکه عصبی جهت تخمین نوسان سطح آب مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش شبکه عصبی می‌تواند جایگزین مناسبی برای استخراج پاسخ‌های تقریبی نوسان سطح آب در تحلیل و طراحی مخازن باشد.

کلمات کلیدی: مخازن هوایی، نوسان سطح آب، تحلیل لرزه‌ای، شبکه عصبی مصنوعی

۱. مقدمه

مخازن هوایی آب از جمله سازه‌های خاص مهندسی هستند که باید کاربری خود را پس از زلزله‌های بزرگ از دست ندهند و برای فراهم ساختن نیازهای آبرسانی و آتش‌نشانی آماده بهره‌برداری باشند و نسبت به دیگر سازه‌ها آسیب کمتری ببینند. از سویی دیگر وجود مصالح سیال نظیر آب در کنار مصالح سازه‌ای فولاد و بتن، بررسی و پیش‌بینی رفتار چنین سازه‌هایی را پیچیده‌تر می‌کند. در آیین‌نامه‌های مهندسی و طراحی، برای ساده‌تر شدن مطالعات، رفتار سیال درون مخزن به صورت روش‌های معادل مکانیکی جرم-فنر با دو درجه آزادی و یا روش‌های توسعه‌یافته‌تری با درجات آزادی بیشتر استفاده می‌شوند. در واقع این چنین روش‌هایی تلاش می‌کنند تا رفتار سیال را بدون در نظر گرفتن حضور آن تقریب بزنند.

در سال‌های اخیر، با توسعه نرم‌افزارهای مهندسی و مدل‌سازی که عموماً بر پایه روش اجزای محدود بوده است، امکان مدل‌سازی رفتار سیال با وجود پیچیدگی‌هایی میسر شده است. ویژگی منحصر به فرد روش اجزای محدود توانایی بالا در استفاده از المان‌های سیال برای مدل‌سازی واقعی‌تر نقش سیال در سازه‌های مرکب نظیر مخازن است. اما آنچه که استفاده از چنین روش‌هایی را دشوار می‌کند پیچیدگی فرآیند مدل‌سازی و بالا بودن زمان و حجم محاسبات می‌باشد به گونه‌ای که استفاده از مدل‌سازی‌های دقیق را محدود به مطالعات پژوهشی و تحقیقاتی نموده است.

تحقیقات اصلی در مورد پاسخ دینامیکی مخازن به کارهای هاووزنر [۱] برمی‌گردد. در تئوری‌های اولیه‌ای، مخزن صلب فرض می‌گردد و تنها پاسخ سیال داخل آن مدنظر قرار می‌گرفت. وی با یک روش تقریبی و بدون استفاده از معادلات دیفرانسیل و مشتقات جزئی، یک مدل ساده برای برآورد اثرات دینامیکی سیال روی سازه ارائه کرد که در آن فشار هیدروستاتیکی سیال به دو بخش ضربانی و نوسانی تقسیم می‌شد. بر این اساس، وی مدل مکانیکی دو جرمی معادلی به صورت جرم و فنر ارائه کرد که تاکنون در کارهای مهندسی جهت تخمین پاسخ مخازن کاربرد دارد.

اِشتاین [۲] با به کار بردن نتایج حاصل از تحقیقات هاووزنر و انجام تصحیحاتی بر روی آن فرمول‌های خلاصه شده‌ای را همراه با نمودارهایی برای تعیین نیروی برشی، لنگر خمشی پایه، لنگر واژگونی مخزن و تعیین فاصله سطح آزاد سیال تا لبه مخزن را ارائه نمود. آبرامسون [۳] نیز با استفاده از حل دقیق تابع پتانسیل سیال تراکم‌ناپذیر، روشی را برای محاسبه فشار نوسانی سیال در مخزن پیشنهاد کرد.