

## بررسی عملکرد شکل مخازن بر رفتار نوسانات آب در زمان وقوع زلزله در حالت پر و نیمه پر به کمک مدل عددی

سینا ارجمندنیا

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-مهندسی آب، پردیس دانشکده‌های فنی،

دانشگاه تهران، تهران، ایران

s.arjomandnia@ut.ac.ir

سید تقی امید نائینی

استادیار دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

stnaeeni@ut.ac.ir

کلید واژه‌ها: مخزن آب، نوسان آب، مقایسه شکل، مدل عددی، پر و نیمه پر

### چکیده

مخازن ذخیره آب از جمله سازه‌های مهم و ضروری می‌باشند که لازم است در زمان‌های بحرانی مانند زمان پس از وقوع زلزله، قابل بهره‌برداری باشند. با توجه به اینکه در این سازه‌ها قسمت اعظم جرم در فاصله قابل ملاحظه‌ای از فونداسیون قرار می‌گیرد، شناخت عملکرد این سازه‌ها تحت اثر نیروهای جانبی وارده جهت تأمین کارایی در زمان زلزله مهم است. در مخازن ذخیره آب علاوه بر نیروهای اینرسی، لازم است فشارهای هیدرودینامیکی آب را مد نظر قرارداد. هنگام وقوع زلزله، آب موجود در مخازن دچار نوسان شده و نیروهای هیدرودینامیکی قابل توجهی به جداره آن‌ها وارد می‌کند. در صورتی که این نیروها در طراحی به درستی لحاظ نشوند، باعث تخریب جداره مخزن می‌شوند. در این تحقیق با استفاده نرم‌افزار Flow3D ابتدا واسنجی و صحت‌سنجی مدل عددی با نتایج آزمایشگاهی محققین دیگر انجام شده است. پس از مشاهده دقت مدل عددی و انتخاب اندازه سلول‌های حل، سه مخزن با هندسه مکعبی و کروی و استوانه‌ای، در حالت پر و نیمه پر شبیه‌سازی شده و عملکرد آن‌ها از لحاظ ارتفاع امواج سطحی به وجود آمده در اثر تغییر مکان هارمونیک بررسی شده است. همچنین میزان میرایی هر مخزن محاسبه شده و فشار هیدرودینامیک ناشی از این ارتعاش نیز مورد بحث قرار گرفته شده است.

### مقدمه

یکی از مسائل مهم در هنگام وقوع زلزله و بعد از آن، سالم ماندن تأسیسات سرویس‌دهی به خسارت دیدگان است. مخازن ذخیره آب و ذخیره سوخت پس از بحران باید پابرجا بوده و به عملکرد ایمن خود ادامه دهند. به این دلیل مخازن فوق از گذشته مورد توجه آیین‌نامه‌ها و محققین بوده‌اند. آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران (۱۳۸۴) ضریب اهمیت ۱/۴ را برای مخازن ذخیره آب ارائه کرده که نشان‌دهنده اهمیت بالای این مخازن است. امروزه مخازن ذخیره آب با اشکال هندسی مختلفی اجرا و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در این تحقیق سه مخزن با هندسه مکعبی و کروی و استوانه‌ای که از متداول‌ترین اشکال اجرا شده هستند، به صورت عددی مدل شده‌اند. عملکرد هر یک تحت تغییر مکان هارمونیک بررسی شده و نتایج آن‌ها با یکدیگر مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات متعددی در زمینه تحلیل و بررسی دینامیکی مخازن ذخیره مایعات صورت گرفته که در ادامه به طور مختصر شرح داده شده‌اند.

ایده در نظر گرفتن فشار هیدرودینامیکی ناشی از وقوع زلزله، از اوایل دهه ۱۹۳۰ در رابطه با طرح تعدادی از سدهای بلند در مناطق زلزله خیز شکل گرفت. اولین راه حل برای این مساله توسط (Westergard 1933) ارائه شد. او با صرف نظر از اثرات تراکم‌پذیری آب و تاثیر امواج سطحی (به دلیل عمق نسبی زیاد مخزن)، فشار هیدرودینامیک ایجاد شده روی وجه قائم دیواره صلب یک سد با مخزن بینهایت را در اثر تحریک هارمونیک به دست آورد. حاصل این مطالعه، رابطه معروف وسترگارد می‌باشد که برای مدت طولانی به صورت گسترده در طرح سازه‌های هیدرولیکی مختلف بکار گرفته شده است. اولین جمع‌بندی مناسب و کاربردی برای تحلیل دینامیکی مخازن توسط (Housner 1957) ارائه شد.

