بررسی تاثیردامنه تحریک بر مشخصات اسلاشینگ غیرخطی در مخازن مستطیلی به روش شیی متحرک عمومی

اکبر صفرزاده گندشمین[۱]، مقصود نعمتی حفظ آباد[۲] و لیلی اسفندیاری[۳]

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، سازه های هیدرولیکی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، زلزله، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

safarzadeh@uma.ac.ir
Argin_yurd @yahoo.com
Leily_Esfandiari@yahoo.com

خلاصه

در این پژوهش به شبیه سازی عددی سه بعدی پدیده اسلاشینگ در مخازن مستطیلی ذخیره سوخت یا آب تحت تاثیر زلزله پرداخته شده است. بدین منظور از روش شیء متحرک عمومی (GMO) برای مدلسازی حرکت مخزن تحت تحریک زلزله در پایه استفاده شده و از تکنیک جز حجم سیال (VOF) برای مدلسازی حرکت سیال در داخل مخزن استفاده می شود. معادلات حاکم به روش حجم محدود (FVM) حل عددی شده است. تاثیر دامنه تحریک بر پدیده اسلاشینگ بصورت پارامتریک بررسی شده و مواردی همچون نحوه نوسانات سطح آب، تغییرات فشار در بخش های مختلف میدان تعیین شده است. روند تغییرات سطح آب و فشار در نقاط مورد نظر همخوانی بسیار خوبی با داده های آزمایشگاهی حاصل از تست میز لرزه دارد. بر اساس نتایج حاصله برای فرکانس تحریک حالت تشدید، با افزایش دامنه تحریک مقادیر حداکثر و حداقل تراز سطح آب بصورت خطی افزایش می‌z یابد به نحوی که نرخ افزایش تراز حداکثر، کمتر از نرخ افزایش تراز حداقل می باشد. این پدیده نشانگر غیر خطی شدن پدیده اسلاشینگ با افزایش دامنه تحریک می باشد. با افزایش دامنه تحریک، مقادیر حداقل و حداکثر فشار هیدرودینامیکی بصورت خطی افزایش می یابد.

کلمات کلیدی: مخزن مستطیلی، زلزله، اسلاشینگ، دامنه تحریک، مدل عددی

۱. مقدمه

اسلاشینگ به معنای حرکت سطح آزاد مایع داخل ظرف است و در اثر هر گونه اغتشاش در ظرفی که از مایع نیمه پر است ایجاد می گردد. بیشترین مطالعات اسلاشینگ بر تحلیل نوسان های هارمونیک اجباری نزدیک به پایین ترین فرکانس های طبیعی که توسط معادلات خطی حاکم بر میدان سیال بدست می آیند، تمرکز کرده اند. با این وجود، اثرات غیرخطی سبب می شوند که فرکانس مربوط به حداکثر دامنه پاسخ، نسبت به فرکانس طبیعی اندکی متفاوت باشد و به دامنه تحریک هم بستگی داشته باشد.

یکی از اولین مطالعات توسط هاسکین و ژاکوبسن در (۱۹۳۴) در گزارش بررسی تحلیلی و تجربی فشار هیدرودینامیکی در مخازن مستطیلی که تحت حرکت افقی قرار می گیرد انجام شده است [۱]. پس از آن، یک کار ایده آل کاربردی برای برآورد پاسخ مایع در مخازن صلب مستطیلی و استوانه ای تحت تحریک زلزله توسط هاسنر (۱۹۵۷ و ۱۹۶۳) فرموله شده است. در این روش، فشار هیدرودینامیک ناشی از تحریک لرزه ای به اجزای ضربه ای و نوسانی با استفاده از تقریب جرم متمرکز تقسیم شده است. هاسنر با انجام برخی اصلاحات مدل مکانیکی دو جرمی معادل خود را برمبنای سیستم جرم متمرکز و فنر به طوری که بتواند اثرات ناشی از فشار هیدرودینامیکی مایع ذخیره شده را شبیه سازی کند ارائه کرد. مدل ارائه شده توسط هاسنر تا کنون نیز با انجام برخی اصلاحات و در نظر گرفتن سایر پارامترهای مؤثر در بسیاری از آیین نامه ها و استانداردهای دنیا به کار گرفته می شود[۲]. اولین استفاده از یک برنامه کامپیوتری برای تجزیه و تحلیل اندر کنش سازه- مایع برنامه ای توسط ادواردز (۱۹۶۹) گزارش شده است[۳]. یانگ (۱۹۷۶) اثرات انعطاف پذیری دیوار بر توزیع فشاردر مایع و نیروهای متناظر در سازه مخزن از طریق یک روش تحلیلی با استفاده از سیستم یک درجه آزادی با مدهای مختلف ارتعاشات را مورد مطالعه قرار داده است[۴]. تحقیقات هارون (۱۹۸۴) منجر به ارائه یک روش تحلیلی بسیار دقیق در سیستم معمولی از بارگذاری در مخازن مستطیلی شده است. در تحقیق مزبور، لنگر خمشی ناشی از زلزله در دیواره های مخازن مایع مستطیلی بتنی تحت تحریک زلزله افقی و همچنین مخزن تحت تحریک همزمان مولفه های افقی و عمودی زلزله در نظر گرفته شده است[۵]. علاوه بر این، هارون (۱۹۸۳) با