تعیین ضرایب میرایی مودهای ضربانی و نوسانی مخازن استوانه‌ای فولادی به کمک آزمایش‌های میز لرزان و مقایسه با مقادیر پیشنهادی آئین‌نامه API 650

مجتبی کی‌پور سنگسری[1]، نقدعلی حسین‌زاده[2]، حمید توکلیان فردوسیه[3]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

2- **استادیار، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله**

3- دانشجوی کارشناسی ارشد، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

m.kaypour@srbiau.ac.ir
hosseinz@iiees.ac.ir
h.tavakolian@iiees.ac.ir

چکیده

رفتار دینامیکی مخازن تحت بارهای لرزه‌ای عموما به صورت غیر خطی می‌باشد که مورد مطالعه بسیاری از محققان قرار گرفته است. این مساله اولین بار توسط هازنر برای مخازن صلب استوانه‌ای شکل مطرح شد. ارتعاش مایع سبب ایجاد فشار هیدرودینامیکی بر روی دیوار می‌شود و هازنر فرض کرد که پاسخ لرزه‌ای مخازن صلب به دو جزء ضربانی و نوسانی تقسیم می‌شود. فشار ضربانی توسط حرکت هماهنگ بخشی از سیال درون مخزن با جداره صلب آن ایجاد می‌شود و فشار نوسانی از حرکت بخش دیگر سیال در سطح آزاد آن به وجود می‌آید. در این مقاله یک نمونه مخزن فولادی استوانه‌ای به قطر 120 سانتیمتر، ارتفاع جداره 125 سانتیمتر و ارتفاع‌های سیال 60، 80، 100 و 120 سانتیمتر تحت زلزله‌های طبس، السنترو و ایرپینیا بر روی میز لرزان پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله تحت آزمایش قرار گرفته است. هدف از انجام آزمایشات تعیین میرایی مود ضربانی و مود نوسانی مخزن مورد نظر و مقایسه نتایج آزمایشگاهی با مقادیر پیشنهادی آئین‌نامه API650 می‌باشد.

کلمات کلیدی: مخازن فولادی، تحریک لرزه‌ای، مد نوسانی، مد ضربانی، میرایی

1. مقدمه

مخازن استوانه‌ای روزمینی فولادی یکی از پرکاربردترین سازه‌های مورد استفاده در پالایشگاه‌ها، کارخانجات صنعتی و ... می‌باشد که زلزله‌های گذشته نشان از آسیب‌پذیری بالای این سازه‌ها در خلال این پدیده طبیعی دارد [1]. نیروهای وارده توسط سیال بر روی دیواره مخزن باید در تحلیل‌ها به همراه نیروهای هیدرواستاتیک در نظر گرفته شوند که این نیروهای هیدرودینامیکی با کمک مدل جرم و فنر در مخازن مورد بررسی قرار می‌گیرند[2]. هنگامیکه یک مخزن حاوی سیال تحت اثر ارتعاش قرار می‌گیرد، سیال علاوه بر وارد کردن فشار هیدرواستاتیک باعث ایجاد نیروهای ضربانی و نوسانی فشار هیدرودینامیک بر روی دیوار و کف مخزن می‌گردد. به منظور در نظرگرفتن فشار هیدرودینامیک در تحلیل‌ها، مخزن می‌تواند به صورت مدل جرم و فنر ایده‌آل فرض شود که شامل در نظر گرفتن اندرکنش جداره سیال می‌شود. پارامترهای دخیل در این فرض بستگی به شکل هندسی و انعطاف‌پذیری مخزن دارد[3].

رفتار دینامیکی مخازن اولین بار توسط هاوزنر مدلسازی شد و مبنای آیین‌نامه‌های طراحی قرار گرفت. وی چنین عنوان کرد که در یک مخزن دارای سطح آزاد که در معرض شتاب جانبی دینامیکی قرار دارد، سیال از دو طریق بر روی جداره اثر می‌گذارد. جرم مایع سخت، آن بخش از جرم مایع است که فرض می‌شود همراه سازه مخزن حرکت می‌کند. جرم مایع مواج مربوط به بخشی از سیال است که حرکت موجی، در بخش فوقانی دارد. در اغلب موارد، بخش عمده برش پایه و لنگر واژگونی ناشی از مایع سخت می‌باشد. حرکت سطح آزاد مایع در داخل مخزن بر اساس مشخصات جرم مایع مواج تعیین می‌شود[4].

هاوزنر با یک روش تقریبی، اثرات دینامیکی سیال در یک مخزن صلب استوانه‌ایی یا مستطیلی تحت اثر حرکت افقی زلزله را بررسی نمود که در شکل 1 نشان داده شده است. او فشار هیدرودینامیکی را به دو قسمت ضربانی و نوسانی تقسیم کرد. فشار ضربانی توسط