

تحلیل هیدرودینامیکی مخازن شناور ذخیره نفت

کوروش رضانژاد
کارشناس ارشد سازه‌های دریایی،
دانشکده مهندسی کشتی سازی و صنایع و صنایع دریایی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
FSUSC@soroosh.iooc.ir ketabdar@cic.aut.ac.ir k_rezanejad@yahoo.com

احمد میرزائیان
پژوهش و توسعه شرکت نفت فلات قاره ایران

چکیده

در این مقاله حرکات دینامیکی مخزن شناور ذخیره نفت سورنا، واقع در منطقه نفتی بهرگان توسط مدل عددی تهیه شده، بررسی شده است. تحلیل حرکات دینامیکی مخزن شناور با در نظر گرفتن سه درجه آزادی حرکت (شامل حرکات افقی، قائم و دورانی) در حوزه فرکانس انجام شده و عملگرهای پاسخ دامنه واحد شناور ارائه شده است. به علت بزرگی بار امواج نسبت به سایر بارهای وارد بر سازه‌های دریایی، بارگذاری وارد بر مخزن شناور سورنا، بارگذاری ناشی از امواج لحاظ شده است. اندرکنش امواج دریا در فرکانس‌های مختلف با مخزن به کمک تئوری تفرق و بر اساس روش عددی المان مرزی محاسبه و تعیین شده‌اند. در این اندرکنش مهارهای متصل به مخزن شناور به صورت مهارهای مایل مدل سازی شده و ضرایب سختی معادل استخراج شده‌اند. نتایج تحلیل نشان داد مدل تهیه شده با دقت بسیار خوبی قادر به شبیه سازی حرکات دینامیکی مخازن شناور است.

۱. مقدمه

امروزه با گسترش روزافزون مصرف نفت و مشتقات آن، حجم بالایی از نفت و گاز مصرفی دنیا در حوزه‌های نفتی فراساحلی استخراج می‌گردد. انتقال نفت و گاز تولیدی توسط لوله به خشکی و یا به پایانه‌های نفتی شناور به منظور انتقال به تانکرها انجام می‌پذیرد. در صورت محدود بودن ظرفیت تولید در حوزه‌های نفتی به منظور کاهش زمان بارگیری تانکرها و همچنین فراهم آوردن امکان تولید مداوم در این حوزه‌های نفتی، نفت تولیدی از حوزه‌های مذکور در مخازن ذخیره نفت شناور^۱ ذخیره سازی شده و پس از تکمیل ظرفیت مخزن، به تانکرهای انتقال دهنده نفت منتقل می‌گردد. در کشور عزیزمان ایران و در منطقه نفتی بهرگان در خلیج فارس، مخزن شناور ذخیره نفت سورنا با ظرفیت ذخیره سازی حدود ۳۱۵ هزار تن وظیفه ذخیره سازی نفت خام تولید شده در حوزه‌های نفتی سروش و نوروز را داراست. حوزه نفتی نوروز در فاصله حدود ۵۰ کیلومتری شمال حوزه نفتی سروش قرار داشته و نفت تولیدی از این حوزه توسط لوله به حوزه نفتی سروش منتقل شده و همراه با نفت تولیدی این حوزه نفتی در مخزن ذخیره نفت شناور سورنا ذخیره سازی می‌گردد. با توجه به اهمیت پیش بینی رفتار دینامیکی مخازن شناور تحت اثر امواج دریا به منظور بررسی پایداری آنها و جلوگیری از تصادم آنها با تانکرها، در این مقاله حرکات دینامیکی مخزن شناور ذخیره نفت سورنا تحلیل شده است.

۲. معادله حاکم بر حرکت سیال و شرایط مرزی

به منظور محاسبه نیروهای ناشی از امواج برخوردی به اجسام شناور، در صورت بزرگ بودن نسبت ابعاد آنها به ارتفاع امواج می‌توان از معادله لاپلاس با تمهیداتی جهت مدل سازی سیال استفاده نمود. عموماً در چنین حالتی، نیروهای اینرسی بر نیروهای لزجت غالب بوده و بزرگی نیروهای لزجت کمتر از ۱۰٪ کل نیروها است. در این صورت میزان درگ سطحی ناچیز بوده و پدیده جدایی جریان (که ناشی از اثرات گرانشی است) که سبب افزایش چشمگیر درگ فشاری می‌گردد، رخ نمی‌دهد. بنابراین، سیال را می‌توان غیرچرخشی فرض نمود و یا به بیان دیگر معادله لاپلاس بر حرکت آن حاکم است [1]:

$$\nabla^2 \varphi = 0 \rightarrow \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

در رابطه فوق φ تابع پتانسیل جریان بوده که با میدان سرعت جریان $\vec{V}$ رابطه ذیل را داراست:

$$\vec{V}(x, y, z, t) = \nabla \varphi = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}, \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) \quad (2)$$

پارامترهای x, y و z بیانگر پارامترهای مکانی بوده و t پارامتر زمان است.