تحلیل حوزه فرکانسی سکوی نیمه‌شناور spar خرپایی

مجتبی ازوجی[۱]، محمدرضا چناقلو[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های دریایی، دانشگاه صنعتی سهند تبریز
۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

mojtaba.ezoji@gmail.com
chancellor_sahand@sut.ac.ir

خلاصه

سکوهای spar خرپایی نسل دوم سکوهای spar است، که برای استخراج منابع هیدروکربنی در اوایل قرن جدید میلادی درآبهای عمیق خلیج مکزیک نصب شده است. ویژگی اصلی این نوع سکوها نسبت به سکوهای نیمه شناور، حرکات مناسب سکو در امتداد درجه آزادی heave است. در این مقاله تحلیل های هیدرواستاتیکی وهیدرودینامیکی در حوزه فرکانس با استفاده از نرم‌افزار SESAM تحت امواج دریا انجام می شود و پاسخ های انتقالی و غلتشی heave، surge وpitch ارائه می شود. همچنین، با تحلیل های حوزه فرکانسی، اثرات میرایی صفحه های heave از طریق مقایسه رفتار سکو با و بدون این صفحه ها تحت شرایط مشابه بررسی شده و نشان داده می‌شود که بر خلاف سکوهای نیمه شناور دیگر(مثل TLP و..)، spar ها یک سیستم سازگار می باشند که پریود طبیعی آنها در همه ی ۶ درجه آزادی حرکت خیلی مهم تراز پریود موج غالب است، از اینرو بارهایی با فرکانس پایین اثر مهمتری روی پاسخ دینامیکی spar در راستای افقی در شرایط خاص دارند. همچنین پاسخ های فرکانس پایین pitch وsurge آنها از فرکانس امواج، بزرگتر است وپاسخ های آن بتدریج در برابر وقوع وتکرار جریان کاهش محسوسی می یابد.

کلمات کلیدی: سکوهای نیمه شناور spar خرپایی، تحلیل درحوزه فرکانس، تحلیل طیفی، صفحه‌های heave

۱. مقدمه

صنعت نفت وگاز فراساحلی در ۵۰ سال اخیر بطور گسترده‌ای پیشرفت کرده است بطوری‌که از این دوره، بعنوان رنسانس این صنعت یاد می کنند. این پیشرفت با ساخت سکوهای ثابت شابلونی (jacket)، شروع شد. اما در سالهای بعد با توجه به نیاز به حفاری در آبهای عمیق و همینطور پیشرفت‌های صنعتی، لزوم بکارگیری و ساخت سکوهای نیمه‌شناور در برنامه مطالعاتی بسیاری از شرکت‌های مهندسی فعال در زمینه فراساحلی قرار گرفت. پس از نصب اولین سکوی spar (Neptune oryx) درخلیج مکزیک در سال ۱۹۹۶، سکوهای spar بطور فزاینده ای به علت پایداری هیدرودینامیکی ، عملکرد حرکتی بسیار خوب، هزینه نگهداری وساخت بسیار کم مورد توجه قرار گرفتند. تا آنجا که اولین سکو از نسل دوم آن، spar خرپایی، درسال ۲۰۰۱ در خلیج مکزیک و دومین و سومین spar خرپایی اواخر سال ۲۰۰۱و۲۰۰۲ نصب شد. ویژگی خاص این سکوها، یعنی پاسخ حرکتی کوچک spar در برابر بارهای محیطی، باعث شد که آبخور آنها بسیار زیاد طراحی شود، در نتیجه جهت جبران فاصله بوجود آمده بین مرکز ثقل و مرکزشناوری سکو، مخازن تعادلی سنگین درقسمت انتهایی سکو نصب شده و با افزایش جرم افزوده آن توسط صفحه‌های heave، سکو پایدارتر شده است. سکوهای spar به علت اینکه عمق آبخور زیادی دارند لذا قسمت های تحتانی کمتر تحت اثر امواج قرار دارند و از سوی دیگر به علت کوچک بودن سطح آبخور، پریود طبیعی حرکت قائم(heave) و غلتش عرضی(pitch) و غلتش طولی(roll) معمولا بالاتر از پریود امواج دریا هستند و این مطلب باعث کاهش بیشتر حرکات شناور می گردد. این جابجایی قائم کم سکو، آن را قادر می سازد که از رایزر های صلب حساس به حرکت استفاده نماید. برخلاف سکوی پایه کششی، سکوی spar یک سیستم سازگار است که پریود های طبیعی اش در همه ۶ درجه آزادی حرکت خیلی مهمتر از پریود موج غالب است. از این رو بارهایی با فرکانس کم، اثر مهم تری روی پاسخ دینامیکی سکوی spar دارند.[1] خصوصا برای سکوی spar خرپایی، باردینامیکی در زمان های مختلف می‌تواند به حرکت غلتش عرضی/طولی کمک نماید زیرا که چرخش اغلب منجر به لنگر خمشی کلی و نیروی برشی در خرپا می شود. Sadeghi و همکاران در سال ۲۰۰۴، تحلیل پاسخ حرکتی سکوی spar خرپایی را در حوزه فرکانس انجام داده واز اصل تبدیل برای تانسور مرتبه دوم وتئوری محورهای موازی برای محاسبه ضرایب جرم افزوده ومیرایی استفاده کردند.[2] Kim و همکاران در سال