



مرکز بررسی‌ها و مطالعات دریایی

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی



تعیین شیب بحرانی در جاکت سکوهای ثابت دریایی قبل از عملیات کوبش شمع

محسن محمدنژاد شور کایی
دانشکده عمران، دانشگاه تهران

محرم دولتشاهی بیروز
دانشکده عمران، دانشگاه تهران

محمد دقیق
پژوهشگر مرکز تحقیقات نفت و گاز پارس

mohsenhourka@yahoo.com

mdolat@ut.ac.ir

mdaghigh@gmail.com

چکیده

سکوهای ثابت دریایی سازه های متداول جهت عملیات استخراج منابع نفتی و گازی در آبهای کم عمق خلیج فارس می باشند. بدلیل اهمیت و هزینه بالای این نوع سازه ها، عملکردشان در مراحل مختلف نصب و بهره برداری مورد آنالیز قرار می گیرد. یکی از آنالیزهای متداول سکوها، کنترل پایداری سازه جاکت پس از استقرار در دریا و قبل از آغاز مرحله کوبش شمعها می باشد. این مرحله از آن جهت که ممکن است به واژگونی و لغزش کلی سکو منجر شود، با اهمیت است. در آنالیز واژگونی نیروهای افقی ناشی از موج بعنوان نیروی محرک و نیروی ناشی از ثقل بعنوان نیروی مقاوم عمل می کنند. با تغییر شیب پایه جاکت می توان میزان و محل اثر نیروهای مقاوم و محرک را جابجا کرد و با یک حاشیه امنیت مناسب اقدام به کوبش شمع ها کرد. در مقاله حاضر سعی شده است تا شیب بحرانی جاکت سکو را با مدلسازی جاکت ها با شیب پایه متفاوت در شرایط مختلف دریا، تعیین کند. به همین منظور ۹ جاکت با شیب پایه بین ۱:۴ تا ۱:۱۲ (افقی به قائم) در عمق آب ۷۰ متر تحت اثر امواج با ارتفاع و پریود مختلف قرار گرفتند.

مقدمه

همانطور که می دانیم، حجم زیادی از منابع نفت و گاز دنیا در مناطق فلات قاره دریاها واقع شده است که استفاده از آنها منوط به بکارگیری سازه های فراساحل می باشد. کشور ما نیز دارای منابع فراوان نفت و گاز در خلیج فارس و دریای مازندران می باشد که برای اکتشاف، استخراج و انتقال آنها نیاز به استفاده از سازه های فراساحل است. اکثر منابع نفتی در حال بهره برداری در ایران در خلیج فارس وجود دارد. بطوری که از نقشه های آب نگاری خلیج فارس مشخص است عمق آب در خلیج فارس کم می باشد و ارتفاع ستون آبی که در حال حاضر سکوها در آن نصب شده اند بین اعماق ۲۵ تا ۷۲ متر می باشد.

سکوهای نوع شابلونی به علت در دسترس بودن تکنولوژی ساخت، حمل، نصب و مقرون به صرفه بودن احداث آنها در اعماق آب کمتر از ۱۰۰ متر، همچنین پایدار بودن سکو در مقابل امواج و نداشتن تغییرمکان و نوسان شدید بر روی عرشه آنها، مناسبترین گزینه برای بهره برداری از مخازن نفتی در خلیج فارس هستند. هم اکنون تعداد قابل توجهی سکوی ثابت فلزی در خلیج فارس وجود دارد و تعداد زیادی در حال احداث هستند یا در آینده نزدیک احداث خواهند شد. نکته قابل توجه در مورد طراحی سکوهای دریایی، پر هزینه و پیچیده بودن طراحی، ساخت، اجرا و ترمیم این سازه هاست که اعمال دقت در آنالیز و طراحی آنها را کاملاً توجیه می کند.

سکوهای شابلونی از دو قسمت عمده جاکت و عرشه تشکیل می گردند که معمولاً در خشکی ساخته شده و پس از حمل توسط بارج بسته به وزن سکو و تجهیزات موجود به دو روش بلند کردن و به آب اندازی^۱ در محل مورد نظر قرار می گیرند. معمولاً فاصله زمانی کوتاهی بین عملیات قائم سازی جاکت در محل و کوبش شمع وجود دارد که می بایست در طراحی سازه مورد توجه قرار گیرد. در آنالیز سکوهای شابلونی این مرحله تحت آنالیز پایداری بی شمع^۲ شناخته شده است. در واقع هدف از انجام آنالیز پایداری بی شمع اطمینان از پایداری جاکت در مقابل نیروی های محیطی قبل از عملیات کوبش شمع است. شرایط محیطی با دوره بازگشت یک سال شامل باد، امواج و جریانهای دریایی، برای کنترل پایداری سازه فاقد فونداسیون شمعی و محاسبه نیروهای وارد به صفحات بستر سازه در نظر گرفته می شود. البته می توان دوره بازگشت طراحی یک سال را می توان بسته به شرایط با کوتاه کردن زمان عملیات نصب کاهش داد. میزان نیروهای مقاوم باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا سازه در موقعیت خود در حالت پایدار باقی بماند و امکان نصب شمع ها را فراهم سازد. این آنالیز معمولاً شامل چهار بخش می باشد:

۱- کنترل واژگونی: کنترل کفایت وزن جاکت بعنوان نیروی مقاوم در برابر نیروهای محرک مشتمل بر نیروی جانبی ناشی از موج و نیروی روبه بالای ناشی از شناوری.

۲- کنترل لغزش: کنترل کفایت اصطکاک زیر صفحات بستر جهت جلوگیری از لغزیدن جاکت در برابر بارهای جانبی.

۳- کنترل ظرفیت باربری خاک: کفایت باربری خاک زیر صفحات بستر در برابر نیروهای ثقل، موج و جریان.

۴- کنترل مقاومت صفحات بستر: کنترل اعضای متصل به صفحات بستر جهت تحمل بارهای ثقل و محیطی.

¹ Launching

² On Bottom Stability

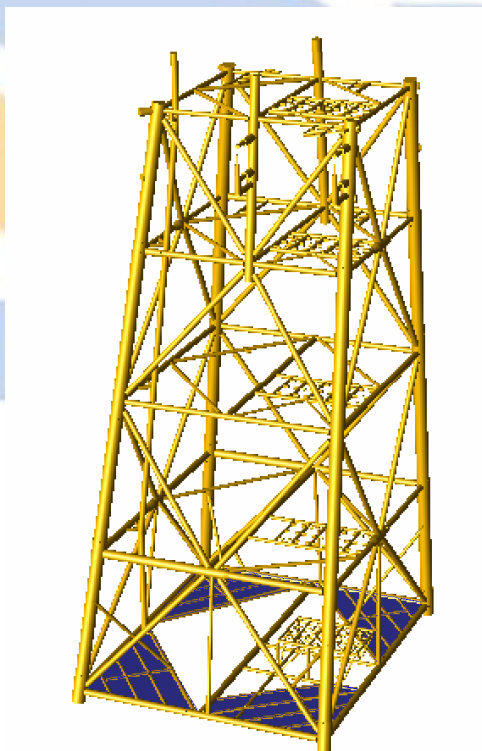
یکی از پارامترهای بسیار مهم در نیروهای وارد بر جاکت ها، شکل این نوع سازه می باشد. محققین بسیاری اثر شکل سازه را در طراحی سازه بررسی کرده اند. رونالد و همکاران [۱] اثر توام شکل زیرسازه و بارهای عرشه را بر قابلیت اعتماد سازه مورد بررسی قرار دادند. در تحقیق آنها، سکو تحت بارهای مرده مختلف قرار گرفته و با آنالیز پوش اور^۱ مدهای گسیختگی بررسی شدند. نتیجه کار آنها نشان داد که قابلیت اطمینان سکوهای جاکت، کمتر تحت تاثیر بارهای عرشه و شکل سکو است. اثر فاصله بین پایه های جاکت بر طیف پاسخ سکوهای دریایی توسط آرنت و میشل [۲] با استفاده از روش اجزای محدود مورد آنالیز قرار گرفت. آنها با استفاده از یک برنامه کامپیوتری، یک قاب فضایی را با طول دهانه های مختلف و تحت بار موج، مورد آنالیز قرار دادند. تعیین ضریب بزرگنمایی دینامیکی برای یک جاکت در حالت بدون شمع توسط کریستینسن و همکاران مورد بررسی قرار گرفت. آنها با ایجاد تعادل بین ضریب میرایی غیرخطی و تغییر مکان صفحات رفتار دینامیکی جاکت را بررسی کردند [۳]. این تحقیق نیز قصد دارد تا با تغییر شیب پایه های یک جاکت، شیب بحرانی حالت نصب را برای یک جاکت در یک عمق خاص بدست آورد.

مشخصات مدل

جهت یافتن شیب بحرانی می بایست سکوهایی با شیب های مختلف مدل شده و نیروهای محیطی به آنها وارد شوند. به همین منظور در فرآیند تحقیق ۹ سکو با شیب های پایه متغیر بین ۱:۴ تا ۱:۱۲ (۱۲ قائم به ۱ افقی) در نرم افزار اجزاء محدود SACS 5.2 مدل شده اند. شکل مدل بر اساس سکوی سرچاهی واقع در خلیج فارس انتخاب شده است که عمق آب در محل سکو (با توجه به داده های آبنگاری) ۷۰ متر تعیین شده است. سکو، چهار پایه و برای عمر بهره برداری ۲۵ سال طراحی شده است و جهت شمال آنها با جهت شمال جغرافیایی زاویه ۴۵ درجه می سازد. جاکت ها در همه جهت ها شیب دار هستند و تنها در یک سمت به منظور فراهم کردن شرایط برای پهلوگیری جک آپ حفار بدون شیب در نظر گرفته شدند. شکل ۱ نمای سه بعدی از یک جاکت با شیب پایه ۱ به ۸ را نشان می دهد.

سازه جاکت ها دارای ۵ تراز افقی تا تراز +۴/۵ متر است که ابعاد سکوها در این تراز برابر با ۲۰×۲۴ متر می باشد. کلیه اعضا جاکت به منظور محاسبه اثر شناوری بصورت غیرمغروق تعریف شده اند. اعضا در سازه جاکت مقطع لوله ای داشته و بگونه ای طراحی شده اند که تحت بارهای حدی با دوره بازگشت ۱۰۰ سال تنشی کمتر از حد مجاز ۳۴/۵ مگاپاسکال داشته باشند.

جهت جلوگیری گسیختگی خاک زیر سکو صفحه بستر^۲ زیر هر پایه قرار داده شده است تا ظرفیت باربری کافی را قبل از کوبش شمع ها فراهم کنند.



شکل ۱- نمای سه بعدی از جاکت با شیب پایه ۱ به ۸

¹ Push Over

² Mudmat

بارهای محیطی وارد به سکو

شرایط محیطی دریا در خلیج فارس متفاوت می باشد و ارتفاع موج در دو منطقه با عمق آب یکسان الزاماً یکسان نمی باشد و بسته به طول حوزه تاثیر باد^۱ و سرعت باد متغیر است. همچنین یک موج با ارتفاع مشخص ممکن است با دوره تناوبهای مختلفی رخ دهد. لذا در این تحقیق سعی شده است تا با توجه به شرایطی که ممکن است در حین نصب یک جاکت در مناطق مختلف رخ دهد، شیب بحرانی را تعیین کند. به همین منظور مطابق با جدول ۱ موج هایی با ارتفاع بین ۲ تا ۵ متر با سه دوره تناوب حداقل، میانگین و حداکثر وابسته به همان ارتفاع در نظر گرفته شدند. به منظور محاسبه نیروی موج بر اعضا نرم افزار از رابطه ۱ که با رابطه موریسون شناخته می شود، بهره می برد.

$$F = F_D + F_I = \frac{1}{2} C_D D \rho V |V| + \frac{1}{4} \pi C_M D^2 \rho \dot{V} \quad \text{رابطه (۱)}$$

مقادیر سرعت V و شتاب \dot{V} با انتخاب یک تئوری مناسب در هر عمق آب محاسبه می شود. با توجه به شرایط موج در خلیج فارس تئوری موج استوکس مرتبه ۵ جهت شبیه سازی موج انتخاب شده است. ضرایب رانش C_D و اینرسی C_M هم مطابق با توصیه آیین نامه API به ترتیب برابر با ۰/۶۵ و ۱/۲ در نظر گرفته شده اند. برای محاسبه نیرو بر هر عضو، عضو به ۱۰ قسمت تقسیم شده و مقادیر سرعت و شتاب در مرکز هر قطعه بدست می آید و با قرار دادن در رابطه موریسون میزان نیروی وارد به هر قطعه بدست می آید. جهت تعیین بحرانی ترین حالت برخورد موج به سازه، امواجی با گامهای زمانی ۵ درجه به و عبارتی در ۷۲ نقطه، در چهار جهت اصلی و چهار جهت قطری به سازه تاییده شده اند (جدول ۲). جریان های دریایی نیز با در نظر گرفتن سرعت ۰/۸ متر بر ثانیه در سطح آب و ۰/۵ متر بر ثانیه در بستر دریا مدل شده اند. پارامترهایی نیز در محاسبه نیروی وارد بر سازه در نظر گرفته شده اند که در ذیل به آنها اشاره شده است:

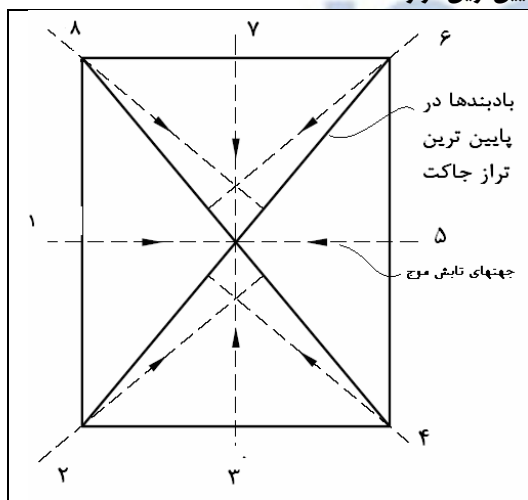
- وجود پایه ها سبب پراکنده شده جریان در اطراف سازه ها می شود به همین منظور ضریب کاهشی به اندازه ۰/۸۵ در راستای قطری و ۰/۸ در جهت های اصلی به جریان اعمال شده است.
- پروفیل جریان در معیار طراحی فقط تا سطح متوسط آب به هنگام طوفان تعریف شده است، باید به طریقی پروفیل مربوطه را تا تراز موج تعمیم داد که از روش تعمیم خطی^۲ استفاده شده است.
- وجود جریان سبب ایجاد تغییراتی در مشخصات موج خواهد شد، در صورتیکه جریان در جهت موج در حال حرکت باشد سبب کشیده شدن طول موج و کاهش تیزی موج می شود و یا بالعکس. در صورت وجود جریان در خلاف جهت انتشار موج، این موضوع سبب کاهش طول موج و افزایش تیزی موج می شود که این پدیده در محاسبه دوره تناوب واقعی موج لحاظ شده است.

جدول ۱- مقادیر ارتفاع و دوره تناوب موج های در نظر گرفته شده جهت آنالیز

ارتفاع موج (متر)	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵
دوره تناوب حداقل (sec)	۴	۴/۵	۵	۵/۵	۵/۸	۶	۶/۳
دوره تناوب میانگین (sec)	۵	۵/۵	۵/۹	۶/۴	۶/۷	۷	۷/۲
دوره تناوب حداکثر (sec)	۶	۶/۵	۶/۸	۷/۴	۷/۷	۸	۸/۲

جدول ۲- جهت های مختلف موج با توجه راستای عمود بر قطر جاکت در پایین ترین تراز

شیب پایه	جهت موج ۲	جهت موج ۴	جهت موج ۶	جهت موج ۸
۱:۴	۳۶°	۱۴۴°	۲۱۶°	۳۲۴°
۱:۵	۳۸°	۱۴۲°	۲۱۸°	۳۲۲°
۱:۶	۳۸°	۱۴۲°	۲۱۸°	۳۲۲°
۱:۷	۴۰°	۱۴۰°	۲۲۰°	۳۲۰°
۱:۸	۴۱°	۱۳۹°	۲۲۱°	۳۱۹°
۱:۹	۴۱°	۱۳۹°	۲۲۱°	۳۱۹°
۱:۱۰	۴۲°	۱۳۸°	۲۲۲°	۳۱۸°
۱:۱۱	۴۲°	۱۳۸°	۲۲۲°	۳۱۸°
۱:۱۲	۴۳°	۱۳۷°	۲۲۳°	۳۱۷°



¹ Fetch Length

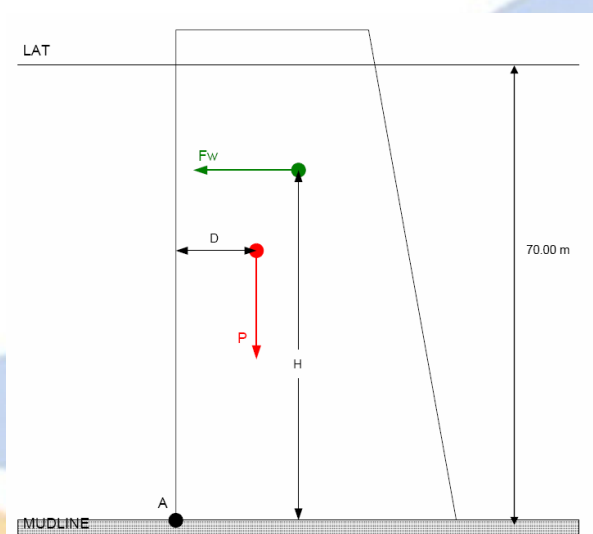
² Linear Stretching

نحوه آنالیز پایداری بی شمع

همانطور که پیشتر اشاره شد آنالیز پایداری جاکت قبل از کوبش شمع دارای چهار مرحله عمده است که در این تحقیق تنها به کنترل واژگونی و کنترل لغزش پرداخته شده است. قبل از عملیات کوبش شمع جاکت تحت اثر بارهای محیطی موج و جریان تمایل به واژگون شدن دارد و تنها عامل بازدارنده آن، وزن جاکت است. در این حالت سه نیرو شامل نیروی روبه پایین وزن، نیروی روبه بالای شناوری و نیروی افقی موج به سازه وارد می شود که شناوری و موج نیروهای محرک و وزن جاکت به عنوان نیروی مقاوم در نظر گرفته می شوند. وزن جاکت می-بایست به اندازه ای باشد که بتواند با یک ضریب اطمینان مناسب- معمولاً ۱/۳- پایداری لازم را در برابر واژگونی ایجاد نماید. رابطه ۲ نحوه محاسبه ضریب اطمینان را نشان می دهد.

$$SF = \frac{M_p}{M_a} = \frac{W.D_w - B.D_b}{F_a.H} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه فوق M_p لنگر مقاوم، M_a لنگر محرک، W نیروی وزن جاکت، B نیروی شناوری، F_a نیروی ناشی از موج و جریان، D_w فاصله افقی نیروی وزن و شناوری تا نقطه چرخش جاکت و محل اثر نیروی وزن و H فاصله قائم نیروی افقی تا بستر دریا می-باشد. پارامترهای فوق بصورت شماتیک در شکل ۲ نشان داده شده اند.



شکل ۲- نحوه انتخاب پارامترهای موثر در آنالیز واژگونی

جهت کنترل پایداری جاکت در برابر لغزش می بایست نیروهای ناشی از بارهای موج و جریان از کوچکتر از اصطکاک بسیج شده خاک در زیر صفحات بستر باشند. ضریب اطمینان مورد نیاز جهت کنترل جاکت در برابر واژگونی طبق رابطه ۳ بدست می آید و با توجه به توصیه مرجع ۴ برابر با ۱/۵ در نظر گرفته شده است.

$$SF = \frac{C_u \times A_{mud}}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در رابطه فوق:

C_u : مقاومت برشی زهکشی نشده خاک در محل سکو

A_{mud} : مساحت صفحات بستر

R_x و R_y : نیروی های افقی وارد بر هر صفحه بستر ناشی از بار موج و جریان هستند.

در این تحقیق مقاومت برشی زهکشی نشده خاک مطابق با اطلاعات خاک منطقه نصب سکوها برابر با ۴/۵ کیلوپاسکال در نظر گرفته شده است.

جهت تعیین نیروهای افقی وارد بر هر صفحه بستر، خاک زیر صفحات با فنرهای واقع در تراز خاک جایگزین شدند. به همین منظور صفحات بستر به پی های دایره های تقسیم شدند و هر کدام از این فنرها در مرکز دایره ها قرار داده شدند. سختی فنرها نیز با مشخص بودن مشخصات خاک در محل سکوها، با استفاده از روابط ۴ و ۵ محاسبه شده اند. این روابط بر اساس روابط ارائه شده در مرجع ۳ جهت تغییر مکان- های افقی و قائم پی دایره های صلب واقع شده روی یک خاک همگن و یکنواخت ارائه شده اند.

$$K_v = \frac{2ER}{1-\nu^2} \quad (\text{رابطه ۴})$$

$$K_H = \frac{16(1-\nu)ER}{(1+\nu)(7-8\nu)} \quad (\text{رابطه ۵})$$

که در روابط فوق :

K_v سختی قائم شمع، K_H سختی افقی فنر، E مدول الاستیک خاک برابر با ۳۰۰ کیلوپاسکال، R شعاع پی معادل برابر با ۱ متر و ν ضریب پواسون خاک برابر با ۰/۳ در نظر گرفته شده‌اند.
 با در نظر گرفتن مقادیر فوق و جایگذاری آنها در روابط ۴ و ۵ مقدار سختی افقی و قائم فنرها به ترتیب برابر ۳۵۰۰ و ۲۳۶۵ کیلونیوتن بر متر بدست می‌آید.

کنترل جاکت‌ها در برابر واژگونی

الف) نیروی وزن و شناوری

پس از مدلسازی ۹ جاکت با شیب پایه بین ۱:۴ و ۱:۱۲ و قرار دادن آنها در عمق آب ۷۰ متر نیروی شناوری، وزن جاکت‌ها و محل اثر این نیروها تعیین شدند که مقادیر فوق در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۳- مقادیر نیروی وزن و شناوری و محل اثر آنها برای ۹ جاکت مدل شده در حالت آب ساکن

محل اثر			نیروی شناوری (kN)	محل اثر			وزن جاکت (kN)	شیب پایه
Z(m)	Y(m)	X(m)		Z(m)	Y(m)	X(m)		
-33.27	9.82	3.53	14782.33	-34.82	9.64	5.74	21034.16	۱:۴
-32.85	9.66	4.80	13827.30	-34.37	9.62	6.90	20007.04	۱:۵
-32.63	9.65	5.61	13438.96	-33.96	9.62	7.67	19468.48	۱:۶
-32.46	9.64	6.05	13175.60	-33.68	9.61	8.20	19137.50	۱:۷
-32.33	9.65	6.26	12988.82	-33.49	9.61	8.43	18905.51	۱:۸
-32.19	9.62	6.62	12830.09	-33.29	9.59	8.68	18705.27	۱:۹
-32.13	9.63	6.81	12714.91	-33.21	9.59	8.87	18576.28	۱:۱۰
-32.06	9.63	6.97	12621.68	-33.08	9.60	9.03	18448.29	۱:۱۱
-32.01	9.63	7.23	12546.26	-32.96	9.60	9.28	18321.49	۱:۱۲

ب) ضرایب اطمینان در برابر واژگونی

پس از اینکه بار موج و جریان در ۸ جهت مختلف به جاکت‌ها اعمال شدند نیروهای افقی مشخص شد. زاویه برخورد موج در جهات قطری بگونه‌ای انتخاب شد که عمود بر قطر جاکت در پایین‌ترین تراز باشد. میزان نیروهای ناشی از موج و جریان وارد بر یک جاکت تحت اثر برخورد موجی به ارتفاع ۳ متر و دوره تناوب ۵ ثانیه در جهات مختلف در جدول ۴ ارائه شده است. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود بحرانی‌ترین حالت برای واژگونی جاکت زمانی است که امواج تحت زاویه صفر درجه به سازه برخورد می‌کنند. در این زاویه جاکت تمایل به گردش حول سمت غیرشیب‌دار را دارد و به این دلیل که بازوی لنگر مقاوم سازه در مقایسه با سایر زوایا کمترین مقدار را دارد، زاویه برخورد صفر درجه بحرانی است. به همین دلیل در این بخش تنها نتایج آنالیز مربوط به زاویه برخورد صفر ارائه شده و از ارائه سایر نتایج پرهیز شده است.

جدول ۴- مقادیر ضرایب اطمینان در اثر برخورد موج با ارتفاع ۳ متر و دوره تناوب ۳ ثانیه به جاکت با شیب پایه ۱ به ۸

Direction	F _a (kN)	H(m)	W(kN)	D _w (m)	B(kN)	D _b (m)	SF
0	606.89	57.93	18905.51	15.7	12988.82	17.74	1.89
41	621.03	56.21	18905.51	24.63	12988.82	24.68	4.16
90	623.93	58.63	18905.51	20.01	12988.82	19.99	3.24
139	645.47	46.70	18905.51	26.71	12988.82	25.14	5.92
180	607.31	57.40	18905.51	18.05	12988.82	16.01	3.82
221	645.41	56.70	18905.51	26.21	12988.82	26.16	4.26
270	583.80	57.82	18905.51	19.23	12988.82	19.27	3.36
319	587.81	47.12	18905.51	24.13	12988.82	25.70	4.42

با اعمال مقادیر موج و جریان تعریف شده در جدول ۱ به کلیه جاکت‌ها و مشخص بودن وزن مغروق جاکت مقادیر ضرایب اطمینان با استفاده از رابطه ۲ تعیین شدند. همانطور که اشاره شد مقادیر ضرایب اطمینان فقط برای زاویه موج صفر درجه که بحرانی‌ترین حالت می‌باشد محاسبه شده‌اند. میزان تغییرات ضرایب اطمینان با توجه به ارتفاع موج‌های مختلف بصورت نمودارهایی برای شیب‌های مختلف در سه دوره تناوب حداقل، میانگین و حداکثر در شکل ۳ ارائه شده‌اند. با در نظر گرفتن ضریب اطمینان مجاز برای ۱/۳ برای کنترل جاکت‌ها در برابر واژگونی می‌توان مشاهده نمود که کلیه جاکت‌ها برای موج‌هایی با ارتفاع بزرگتر از ۴ متر ناپایدار هستند. نتایج آنالیز نشان می‌دهند که با افزایش دوره تناوب طول بازوی لنگر محرک کاهش پیدا می‌کند، به عبارت دیگر افزایش پریود سبب نزدیک شدن محل اثر نیروی موج به بستر دریا می‌شود. اما از طرفی افزایش پریود میزان نیروی افقی وارد بر جاکت را افزایش می‌دهد. نمودارهای شکل ۳ نشان می‌دهد که (به استثنای قسمت اول نمودار اول) برای یک ارتفاع موج خاص اثر افزایش میزان نیروی افقی بیشتر از کاهش میزان بازوی لنگر محرک است و در نتیجه افزایش پریود سبب کاهش ضریب اطمینان می‌شود.

کنترل جاکت در برابر لغزش

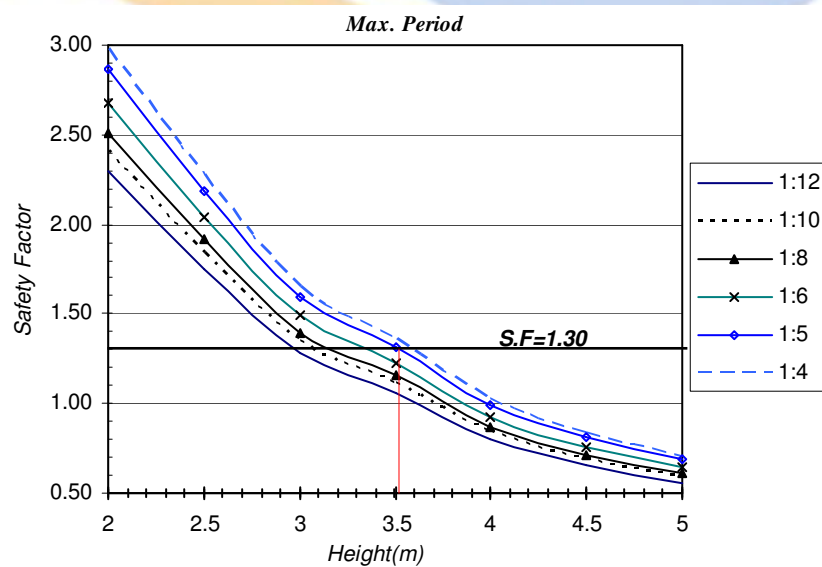
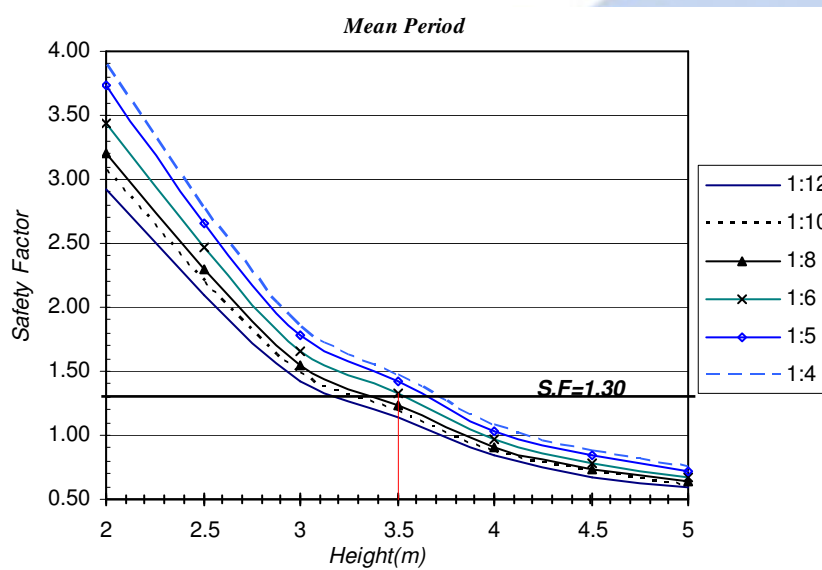
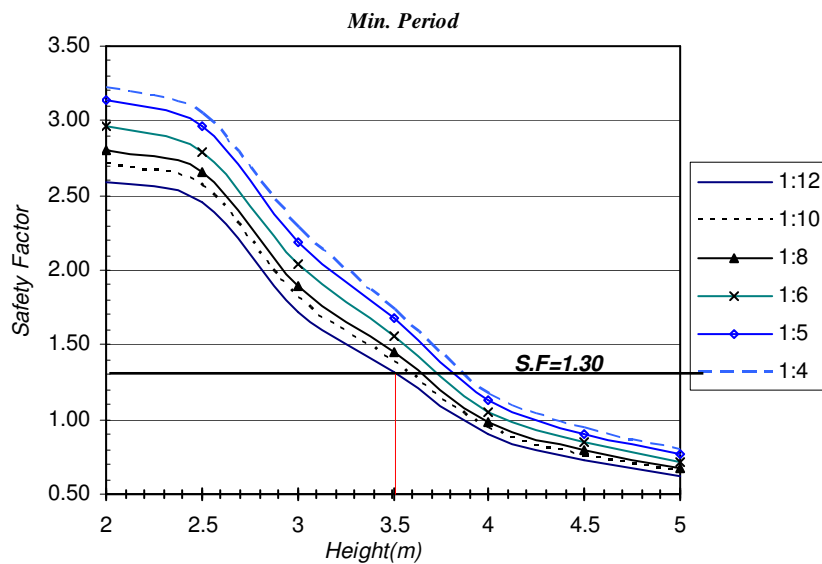
همانند کنترل جاکت‌ها در برابر واژگونی جهت کنترل سازه در برابر لغزش و کفایت مساحت صفحات بستر در اثر اعمال موج در هشت جهت مختلف بررسی شدند. با اعمال موج به ارتفاع ۳ متر و دوره تناوب ۵ ثانیه به جاکت‌ها مشخص شد حالتیکه موج در جهت ۶ (۲۱۸) درجه برای جاکت با شیب ۱ به ۶) به سازه برخورد می‌کند کمترین ضریب اطمینان را برای سازه‌ها ایجاد می‌کند. با توجه اینکه سایر حالات برای جاکت‌ها بحرانی نبوده‌اند از اعمال آنها بر سازه‌ها صرف نظر شده است و تنها نتایج برخورد امواج به سازه در جهت ۶ ارائه شده است. نمودارهای شکل ۴ میزان ضرایب اطمینان بدست آمده را برای شرایط دریای متفاوت ارائه کرده‌اند. این نمودارها برای کلیه شیب‌ها تهیه شده‌اند اما با توجه به فشردگی منحنی‌ها از ارائه آنها بصورت کامل صرف‌نظر شده است. با مقایسه این نمودارها با منحنی‌های شکل ۳ دیده می‌شود که ضرایب اطمینان در برابر واژگونی کوچکتر از ضرایب اطمینان در برابر لغزش هستند. همانطور که در نمودارها دیده می‌شود مشابه با آنالیز واژگونی، ضرایب اطمینان با افزایش پریود موج کاهش پیدا می‌کنند.

جدول ۵- ضرایب اطمینان در برابر لغزش جاکتی با شیب پایه ۱ به ۶ در اثر برخورد موج با ارتفاع ۳ متر و دوره تناوب ۳ ثانیه

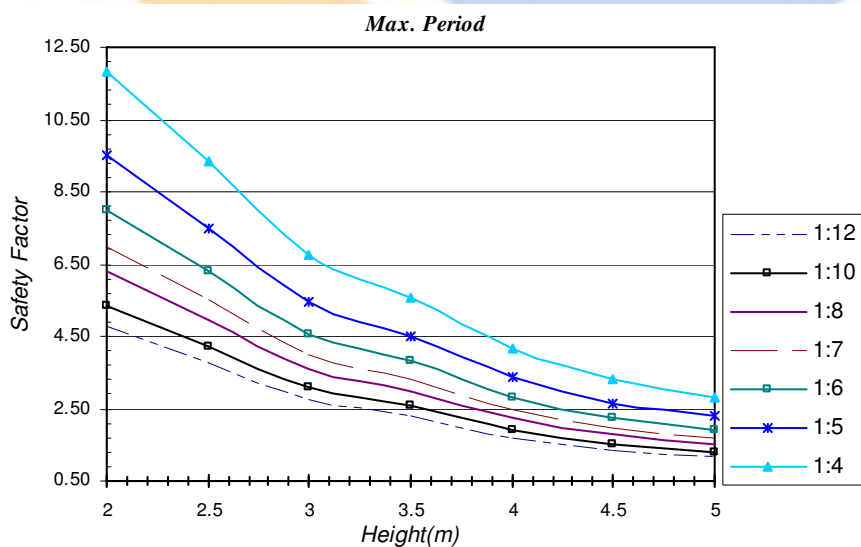
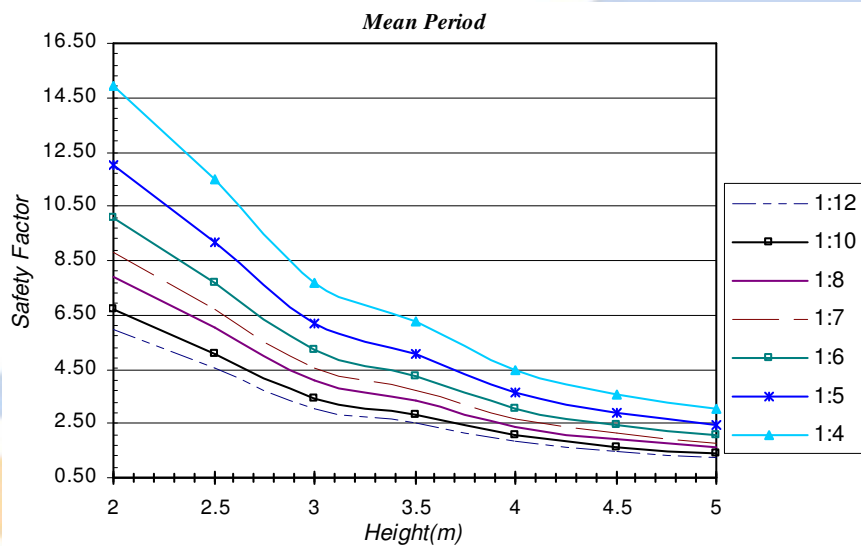
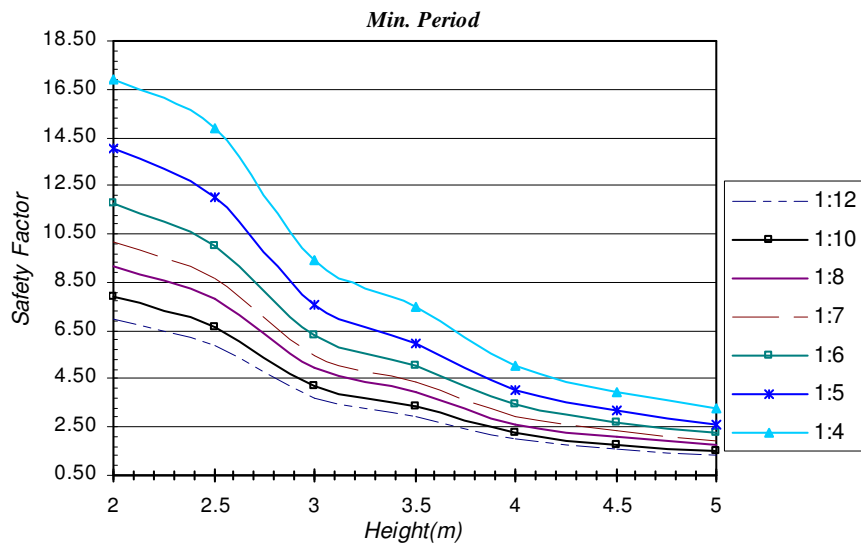
Direction	Cu(kPa)	F(kN)	A _{mud} (cm ²)	S.F
0	4.5	777.01	840.23	4.87
38	4.5	810.44	840.23	4.67
90	4.5	774.63	840.23	4.88
142	4.5	811.69	840.23	4.66
180	4.5	770.86	840.23	4.90
218	4.5	821.56	840.23	4.60
270	4.5	731.75	840.23	5.17
322	4.5	767.34	840.23	4.93

نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق، یافتن شیب بحرانی جاکت یک سکوی ثابت دریایی در حین عملیات نصب در عمق آب ۷۰ متر بوده است. با توجه به آمار موج موجود در منطقه پارس جنوبی شرایط دریای مختلف که ممکن است در حین نصب جاکت یک سکوی ثابت دریایی رخ دهد، مدل شدند. در نتیجه اعمال بارهای محیطی، جاکت‌ها به منظور کنترل در برابر واژگونی و لغزش مورد تحلیل قرار گرفتند و ضرایب اطمینان ارائه شده‌اند. با استفاده از نمودارهای ارائه شده می‌توان با در اختیار داشتن ارتفاع و دوره تناوب موجی که ممکن است در طول نصب سکوی رخ دهد، شیب بحرانی جاکت را تعیین کرد. با توجه به ضرایب اطمینان بدست آمده تحت اثر یک موج خاص می‌توان مشاهده نمود که حساسیت جاکت در برابر واژگونی بیشتر از لغزش است. بعبارت دیگر در صورتیکه ارتفاع و دوره تناوب موج برای یک منطقه خاص در اختیار باشد می‌توان تنها با مراجعه به نمودارهای شکل ۳ شیب بحرانی را تعیین کرد. شیب تعیین شده می‌تواند بعنوان یک حدس اولیه در تعیین شیب جاکت بکار رود. نتایج تحقیقات گذشته مولفان [۵] در زمینه بهینه سازی شیب پایه سکوی نشان داد که در نتیجه آنالیز درجا و زلزله شیب پایه ۱:۱۱ شیب مناسبی برای شرایط محیطی منطقه محل نصب سکوی است. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان می‌دهد که برای شرایط محیطی مشابه سکوی فوق (ارتفاع موج ۳ متر و دوره تناوب ۵ متر) شیب پایه‌های ۱:۱۱ نیز ضریب اطمینان در برابر لغزش و واژگونی در محدوده مجاز قرار دارند.



شکل ۳- نمودارهای ضریب اطمینان واژگونی در برابر ارتفاع موج برای دوره تناوب حداقل، میانگین و حداکثر برای جاکت‌های با شیب پایه بین ۱:۴ تا ۱:۱۲



شکل ۴- نمودارهای ضرایب اطمینان لغزش در برابر ارتفاع موج با دوره‌های تناوب حداقل، میانگین و حداکثر برای جاکت‌های با شیب پایه بین ۱:۴ تا ۱:۱۲

در پایان بر خود لازم می دانم از مسئولین شرکت نفت و گاز پارس که با کمال میل اطلاعات مربوط به سکوهایی پارس جنوبی را در اختیار بنده قرار دادند، کمال تشکر را داشته باشم.

مراجع:

- [1] Beverley F. Ronalds, David J. Trench, Rodney Pinna "On the Relationship between Platform Topology, Topside Weight and Structural Reliability under Storm Overload", Journal of Constructional Steel Research 63) 1016–1023, 2006
- [2] Hartnett M., Mitchell. P., "An Analysis of the Effects of the Leg-spacing on Spectral Response of Offshore Structures". Advances in Engineering Software 31 991–998, 1999
- [3] Christiansen, PE., Komaromy, SM., Dolwin, J., Piermattei, E., A dynamic analysis method for structure on-bottom stability, Offshore Technology Conference. New York NY. pp.243, 1986.
- [4] API-RP2A (2000): "Recommended Practice for Planning, Designing and Construction Fixed Offshore Platforms", American petroleum Institute, 21st ed. December 2000
- [5] M.Mohammadnejad. "Optimization of Leg Batter's for Fixed Offshore Structure", MS Thesis, Tehran University, Faculty of Civil Engineering, August 2008



Determining the Critical Slope in Offshore Jacket Fixed Platforms Before Candle Threshing Operation

*M. Mohammadnezhad Shvrkayy, Department of Civil Engineering, Tehran
University*

M. Dowlatshahi Pirouz, Department of Civil Engineering, Tehran University

M. Daghigh, Oil and Gas Research Institute

Abstract

Offshore fixed platforms are conventional structures for oil and gas extraction operations in shallow parts of the Persian Gulf. Due to the importance and high costs of such structures, their functions at different stages of installation and operation are analyzed here in this paper. A common analysis of platforms is stability control of the structure after deployment at sea and before the piling. Since it may lead to overturning and sliding of the platform, this stage is of vital importance. In overturning, the horizontal forces applied by the wave act as driving force and the force of gravity acts as a resistance force. By changing the slope of the base and the jacket, it will become possible to dislocate the spot where both aforesaid forces are applied. In this paper, we try to simulate critical slope of platform jacket through modeling jackets in different conditions at sea.

Keywords: Offshore structures, Persian Gulf, gravity, slope gradient