

اصول طراحی انواع سکوه‌های دریایی

سکوه‌های دریایی سازه‌های بزرگ، همراه با وسایل حفاری برای کاوش، استخراج، ذخیره و پردازش نفت خام و گاز طبیعی از بستر سنگی دریا می‌باشند. آنها معمولاً در صنعت نفت به کار می‌روند، اما در زمینه پخش برنامه‌های رادیویی، چراغ‌های ناوبری، نظارت بر رادار، عملیات فضایی، تحقیقات اقیانوس‌شناسی و غیره نیز کاربرد دارند. اگر چه اغلب سکوه‌های دریایی مجهز به وسایلی برای سازگاری بیشتر با محیط پیرامونشان می‌باشد، رایج‌ترین آنها به منظور فعالیت‌های زیردریایی به کار گرفته می‌شوند. همچنین از آن‌ها می‌توان در دریاچه‌ها و آب‌های ساحلی استفاده کرد. اولین قدم در طراحی سکوی دریایی این است که بر اساس نیازهای عملکردی آن، محدودیت‌های محیطی و روش ساخت آن مفهوم دقیقی از این سازه به دست آوریم. بنابراین با در نظر گرفتن جنبه‌های زیست‌محیطی و جغرافیایی و همچنین با توجه به روش ساخت آن‌ها، در طراحی سکوه‌های دریایی چندین عامل غیرمعمول مانند بارهای زیست‌محیطی، مراحل ساخت، جنبه‌های اقتصادی، روش ساخت و تاریخ و محل نصب باید در نظر گرفته شود.

انواع سکوه‌های دریایی

با توجه به شرایط، ممکن است سکوه‌های دریایی ثابت یا بر روی آب شناور باشند. به طور کلی سکوه‌های ثابت به منظور تولید ساخته می‌شوند و سکوه‌های شناور منحصراً برای عملیات اکتشافی و حفاری به کار می‌روند. طی پنج دهه اخیر، چندین نوع سکوی دریایی طراحی و به کار گرفته شده است که تنوع در این سازه‌ها به دلیل عوامل متعدد من جمله: فرایندهای علمی و فنی، عوامل اقتصادی، نیاز به استفاده از مخازن طبیعی عمیق‌تر و محدودیت‌های زیست‌محیطی می‌باشد. در جدول زیر انواع سکوه‌های دریایی آورده شده است:

سکوهای دریایی ثابت	سخت	روکش فولادی برج فولادی فولاد سنگین بتن سنگین
سکوهای دریایی شناور	سازگار	برج‌های مستقل و مجزا برج مهارشده برج الواری (ساخته‌شده از چوب) TLP (سکو با پایه‌های منبسط)
سکوهای دریایی شناور	کشتی حفاری نیمه شناور بالای آب	

تفاوت بین سکوهای سخت و سازگار در نحوه مواجهه آن‌ها با کنش‌های جانبی محیطی (یعنی باد و موج) است. همانطور که از اسم آن‌ها مشخص است، سکوهای سخت ساختارهای قدیمی هستند؛ بدین معنا که اگر چه آن‌ها درون آب‌های دریا قرار دارند، اما تغییر شکل آن‌ها در برابر کنش‌های جانبی اندک است. برخلاف سکوهای سخت، سکوهای سازگار طوری طراحی شده‌اند که در برابر نیروهای جانبی تحرک داشته باشند؛ در نتیجه اثرات این نیروها را کاهش می‌دهد.

عوامل خوردگی سکوهای دریایی

خوردگی زمانی رخ می‌دهد که الکترولیت‌های موجود در اثر تعامل با محیط اطراف خود درگیر واکنش الکتروشیمیایی می‌شوند. عوامل متداول که بر میزان خوردگی سکوهای دریایی در یک منطقه تأثیر می‌گذارند عبارتند از:

- **رطوبت نسبی:** با افزایش نسبی رطوبت میزان خوردگی افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، رطوبت موجود در اقلیم دریایی کشور ترینیداد و توباگو حدوداً بین ۸۰ تا ۸۵ درصد است.
- **دما:** افزایش دمای محیط میزان خوردگی را افزایش می‌دهد. در طول روز افزایش حداکثری دما باعث افزایش میزان رطوبت نسبی می‌شود و در نتیجه به افزایش سرعت و میزان خوردگی کمک می‌کند.

- **سرعت باد:** وزش بادهای موسمی مناطق دریایی را تحت تأثیر قرار می دهد؛ زیرا این بادهای پاشیدن آب دریا به سکوهایی دریایی رطوبت مملو از نمک را به سطح آنها میرسانند و پس از آن قطرات و ریزگردهای نمک بر روی سطوح فلزی که در مسیر باد قرار دارد، رسوب می کنند. بنابراین در سطوح مواجهه با بادهای غالب، خوردگی شدید اتفاق می افتد؛ در حالیکه در مناطق پناه داده شده و پشت به باد، خوردگی کمتر یا بدون خوردگی است.
- **شوری:** یکی از مهمترین عوامل خوردگی سازه های فلزی در مناطق دریایی کلرید موجود در آب دریا می باشد. محتوای کلرید موجود در آب دریا معمولاً در بازه بین ۳/۷٪ تا ۳/۹٪ می باشد، هرچه شوری آب بیشتر باشد، یون های کلرید سریع تر موفق به نفوذ به سطح فلزی سکو دریایی خواهند شد.

3 خطر تهدید کننده برای سکوهای دریایی



در گذشته برای ساخت سازه های دریایی از الوار استفاده می کردند اما این سازه های چوبی به دلیل نداشتن مقاومت و استحکام، مناسب نبودند. با گذشت زمان و پیشرفت در صنعت، برای ساخت سازه های دریایی مصالح مقاوم تر و مستحکم تر مانند بتن و فولاد به کار گرفته شد. با این وجود، [سکوهای دریایی](#) معمولاً در معرض خطرات و حوادثی هستند که باعث فرسایش و فروپاشی آنها می شود. بنابراین بررسی و شناخت عوامل مؤثر در شکست و فروپاشی سکوهای دریایی بسیار حائز اهمیت می باشد. از جمله خطراتی که مقاومت و ایمنی سکوهای دریایی را تهدید می کند، میتوان به سه گروه خطرات ناشی از ایمنی کم سکو، خطرات ناشی از حوادث غیر مترقبه و خطرات ناشی از خطا در زمان طراحی و ساخت سکو اشاره کرد.

خطر ناشی از ایمنی کم سکوی دریایی

این نوع خطرات به دلیل رعایت نکردن استانداردها و الزامات ایمنی به وجود می آید و باعث می شود ظرفیت مقاومت سکو در برابر نیروهای وارد بر آن کمتر از میزان مورد انتظار باشد.

خطر ناشی از حوادث غیرمترقبه

حوادث غیر مترقبه مانند طوفان شدید، آتش سوزی، انفجار، افتادن اجسام سنگین بر روی قسمت های سکو، برخورد کشتی ها با سکوها یا سقوط هلیکوپتر بر روی آن که خسارات مالی و جانی جبران ناپذیری برای سکوهای دریایی ایجاد می کنند.

خطر ناشی از خطا در زمان طراحی و ساخت سکوی دریایی

معمولاً اشتباهات فاحش انسانی و سازمانی در هنگام طراحی، ساخت، نصب و بهره برداری از سکو، خسارات متعددی را در پی خواهد داشت. این خطاها شامل خطا در طراحی، خطا در ساخت و خطا در بهره برداری می باشد.



5 عامل تشدید کننده شکست سکوهای دریایی

با توجه به تقسیم بندی خطرات، میتوان علت شکست سکوهای دریایی را دو عامل کاهش مقاومت سکو و افزایش نیروهای وارد بر آن در نظر گرفت.

کاهش مقاومت سکوهای دریایی: به طور کلی عواملی مانند محاسبات نادرست و استفاده از مصالح نامرغوب در مراحل طراحی و ساخت سکو، باعث کاهش مقاومت آن می شود. همچنین از دیگر عوامل مهم در کاهش مقاومت سکو میتوان به فرسایش، خوردگی، نشست بستر دریا و شرایط محیطی و اقلیمی اشاره کرد.

افزایش نیروهای وارد بر سکوهای دریایی: نیروهایی همچون نیروهای محیطی، نیروهای عملیاتی و نیروهای ناشی از حوادث بر سکوهای دریایی فشار وارد می کنند. اگر فشار ناشی از این نیروها از ظرفیت مقاومت سکو بیشتر باشد، باعث شکست و فروپاشی آن می شود. در ادامه انواع نیروهای هر گروه مشخص شده است.

نیروهای محیطی: نیروهای محیطی شامل نیروی ناشی از افزایش ارتفاع موج، افزایش سرعت جریان آب، رشد گیاه بر پایه سکو، وقوع پدیده ورتکس، زلزله و تغییرات آب و هوایی می شود. با وقوع ناگهانی این تغییرات، هم در مقیاس جهانی، هم در مقیاس منطقه ای به سکو آسیب می زند.

نیروهای عملیاتی: این نیروها زمانی به وجود می آید که تجهیزات و پرسنل بر روی سکو بیش از حد مجاز باشد. اضافه کردن تجهیزات و پرسنل اگر مطابق با استانداردهای ایمنی انجام نشود، خسارات جبران ناپذیری در پی خواهد داشت.

نیروهای ناشی از حوادث: این دسته از نیروها در اثر حوادث طبیعی و غیر طبیعی ایجاد می شوند. به عنوان مثال فشار ناشی از برخورد کشتی با سکو یا فشار ناشی برخورد توده های یخ با سکو. همچنین نیروی ناشی از انفجار، طوفان و زلزله می تواند بیش از ظرفیت مقاومت سکو باشد و باعث شکست آن شود.

خطا در طراحی	در نظر نگرفتن نیروهای مهم و مؤلفه‌های آن در نظر نگرفتن حالت‌های شکست سکو محاسبات اشتباه در مورد ضخامت قسمت‌های سکو در حین طراحی نامشخص بودن مصالح مورد استفاده و مراحل ساخت سکو
خطا در ساخت	از دست دادن تعادل ساخت سکو انحراف از مشخصات مصالح بازرسی ناکافی
خطا در بهره‌برداری	مشکلاتی که در هنگام کار بر روی سکو به وجود می‌آیند (مانند خوردگی، افتادن اشیاء، آتش‌سوزی و انفجار) روش‌های نامناسب برای نگهداری و حفاظت از سکو (مانند خوردگی، خستگی) بازرسی ناکافی و نامناسب

نکات طلایی در مقاوم سازی سکوه‌های دریایی

به منظور تشخیص نیاز سکو به مقاوم سازی، سکوه‌های دریایی مطابق با شرایط آیین نامه و طی مراحل زیر ارزیابی می‌شوند:

- انتخاب سکوی دریایی
- طبقه بندی سکوها
- ارزیابی وضعیت
- بررسی پایه طراحی
- بررسی آنالیز
- ملاحظات سبک سازی

در صورتی که سکو استانداردهای ایمنی را در ارزیابی نداشته و به اندازه ای خراب نباشد که استفاده از آن متوقف شود،

مقاوم سازی انجام می‌شود. مقاوم سازی سکوه‌های دریایی شامل چهار بخش می‌باشد:

- افزایش استحکام و مقاومت همه قسمت های سکو
- افزایش توان پایه ها، ستون ها و شمع ها برای مقاومت بیشتر در برابر نیروها
- افزایش ظرفیت مقاومت سکو در برابر کنش خاک و نیروهای جانبی حاصل از تغییرات اقلیمی
- افزایش توان سکو برای تحمل سازه های وزنی

با به کارگیری روش های متعددی مانند کاهش وزن، افزایش سختی و مقاومت، تغییر کاربری، حذف نامنظمی ها می توان به افزایش مقاومت سکوهای دریایی و موارد فوق الذکر دست یافت. همچنین در شرایط ضروری برای مقاوم سازی سکوها میتوان بخش هایی از آن را تعویض یا با افزودن قسمت های اضافه تقویت کرد؛ اگر چه این روش باعث به وجود آمدن عدم تقارن در سکو می شود و بسیار سخت و پرهزینه است. سیستم اتلاف انرژی یکی دیگر از روش های تقویت و مقاوم سازی می باشد.

در این روش از سیستم های مختلفی مانند میراگرهای ویسکوز و میراگرهای اصطکاکی و میراگرهای ویسکو الاستیک به کار گرفته می شود. روش استفاده از سیستم های اتلاف انرژی یکی از مناسب ترین و مقرون به صرفه ترین روش ها در مقاوم سازی سکوهای دریایی می باشد؛ به دلیل اینکه این روش با صرف هزینه کمتر مشکلات ساختاری مانند عدم تقارن در سکو ایجاد نمی کند. هدف از انجام مقاوم سازی، افزایش طول عمر سکوهای کار کرده و همچنین افزایش ظرفیت مقاومت سکوها در برابر نیروهای وارد بر آن است. علاوه بر این با مقاوم سازی سکو و بهبود ساختار آن میتوان مشکلات و نقایصی که در زمان بهره برداری اولیه سکو وجود داشت، برطرف کرد. در نهایت توان سکو را در برابر نیروهای ناشی از افزودن تجهیزات و پرسنل بر روی عرشه افزایش داده و همچنین می توان با مقاوم سازی سکو، کاربرد آن را تغییر داد.

جمع بندی

سکوهای دریایی از جمله ساختارهای بزرگ می باشند که در مناطق دریایی به منظور کاوش و استخراج مواد نفتی و دیگر عملیات صنعتی ساخته می شوند. با توجه به شرایط محیطی و کاربری سکوهای دریایی به دو گروه ثابت و شناور تقسیم می شوند. عوامل مؤثر در افزایش خوردگی سکوها شامل رطوبت نسبی، دما، سرعت باد و شوری می شود. علاوه بر

این، سکوهای دریایی در معرض خطرانی هستند که باعث فرسایش و فروپاشی آن ها می شود. این خطرات شامل خطرات ناشی از ایمنی کم سکو، خطرات ناشی از حوادث غیرمترقبه و خطرات ناشی از خطا در زمان طراحی و ساخت سکو می شود. همچنین عوامل مؤثر در شکست سکوهای دریایی را میتوان کاهش مقاومت سکو و افزایش نیروهای وارد بر آن در نظر گرفت. قبل از شروع مقاوم سازی، لازم است برای تشخیص نیاز سکو به مقاوم سازی، آن را مطابق با شرایط و استانداردها ارزیابی کنیم و سپس با توجه به نتایج به دست آمده سکو را تقویت و تعمیر کنیم.