



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



چکیده - در مقاله‌ی حاضر سکوی نیمه شناور ایران-البرز که برای استفاده در دریای مازندران طراحی شده و آماده بکار گیری است مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی این پژوهش بررسی امکان طراحی بهینه‌ی این سکو است به نحوی که بهترین و بیشترین سازگاری را با شرایط محیطی اعمال شده داشته باشد و پاسخ‌های سازه به این شرایط کاهش یابد و در نتیجه زمان ازکارمندی سکو کاسته شود. برای بهینه‌یابی پاسخ‌های سکو الگوریتم وراثتی (ژنتیک) بکار رفته و برای استفاده از الگوریتم وراثتی در بهینه‌سازی، از جعبه ابزار ویژه‌ی نرم‌افزار MATLAB نسخه ۷,۴ استفاده شده است. در این پژوهش برای نخستین بار در ایران از بسته‌ی نرم‌افزاری SESAM در تحلیل‌های هیدرودینامیکی استفاده شده است. در تحلیل سازه شرایط محیطی برای آمار حالات دریا در کوتاه مدت مدنظر قرار گرفته و سکو به صورت طیفی تحلیل شده است. نتایج تحلیل به صورت طیف پاسخ و مقادیر پاسخ حدی سکو در درجات آزادی آن است.

کلمات کلیدی: سکوی نیمه‌مستغرق (نیمه‌شناور)، پاسخ‌های هیدرودینامیکی، سکوی ایران-البرز، بهینه‌سازی، الگوریتم ژنتیک.

۱- پیش‌گفتار

گسترش روز افزون صنعت و به دنبال آن افزایش تقاضای انرژی‌های فسیلی از یک طرف و محدودیت منابع نفت و گاز در خشکی، ساحل و مناطق کم‌عمق از سوی دیگر، توجه‌ها را به سوی ذخایر نفتی در آب‌های عمیق جلب کرده و لزوم بهره‌برداری و استخراج نفت از آب‌های عمیق را بیش از پیش افزایش داده است. در ایران نیز، توجه هرچه بیشتر به منطقه‌ی دریایی مازندران از دیدگاه ملی ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. عوامل گوناگونی چون نیاز روزافزون به مواد هیدروکربنی در تولید و توسعه‌ی ملی، رقابت شدید منطقه‌ای در سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری از میادین نفت و گاز در شمال و اهمیت سیاسی، استراتژیک و بین‌المللی منطقه ضرورت و لزوم دخالت هرچه بیشتر و گسترده‌تر در این عرصه را دوچندان می‌کند. سکوهای نیمه‌شناور^۱ یکی از بهترین و مناسب‌ترین گزینه‌ها برای این منطقه در فعالیت‌های مختلف اکتشاف، حفاری، استخراج و تولید است که یک نمونه آن در حال بکارگیری در دریای مازندران است.

در سکوهای نیمه‌شناور، یک عرشه با سطح وسیع - که فضای لازم برای استقرار تجهیزات حفاری، اکتشاف، استخراج و اسکان خدمه و... را فراهم می‌کند - بر روی تعداد زیادی ستون‌های بزرگ قرار دارد. ستون‌ها ممکن است دارای بادبندهای افقی و یا مورب برای ایجاد مقاومت سازه‌ای و صلبیت کافی برای سکو باشند. ستون‌ها در قسمت تحتانی بر روی پانتون‌ها^۲ که سازه‌هایی چند بدنه هستند قرار می‌گیرند. این بدنه‌ها شناوری لازم را برای سازه تأمین می‌کنند. هر سکوی شناور شش درجه‌ی آزادی دارد و حرکت‌های بیش از حد سکو در درجات آزادی آن باعث آسیب ادوات حفاری و تولید، رایزرها، خطوط مهاری و صدمه رسیدن به پرسنل و ... شده و عملکرد عادی سکو مختل خواهد شد. در نتیجه جابجایی‌های سازه تاثیر مستقیمی بر کارایی و زمان از کارمندی سکوی فراساحل دارد. بنابراین ارائه‌ی یک طرح مناسب که بالاترین کیفیت سازگاری با محیط را دارا باشد به لحاظ اقتصادی و منافع آن، هدفی مناسب است.

پاسخ‌های عمودی شناور در درجات آزادی Roll, Heave و Pitch وابستگی مستقیم به هندسه سکو و ابعاد آن دارند و سیستم مهاربندی قادر به کنترل پاسخ‌های افقی شناور در درجات آزادی Surge, Sway و Yaw است [۱]. به عبارت دیگر برای کاهش پاسخ‌های عمودی شناور باید به تغییر هندسه و ابعاد سکو پرداخت و برای کاهش پاسخ‌های افقی طولی و عرضی آن باید به طراحی سیستم مهاربندی توجه نمود. بر این اساس در پژوهش حاضر سعی بر آن بوده است که طرح هندسی بهینه و مناسبی برای سکوی نیمه‌شناور ایران-البرز ارائه شود تا در شرایط گوناگون محیطی، پاسخ‌های حرکتی سکو کمینه باشند.

طراحی بهینه‌ی سازه‌ها عبارت است از تعیین متغیرهای طراحی سازه به گونه‌ای که هدف معین و دلخواهی را برآورده سازد. با این روش می‌توان بازه‌ی بیش‌تری از طرح‌ها را نسبت به روش سنتی - که طراح بر اساس تجربه و نمونه‌های پیشین و در یک روند سعی و خطا اقدام به طراحی می‌کند- بررسی کرد و در نتیجه علاوه بر آن که انتخاب نهایی مناسب‌تر و بهتر خواهد بود، هزینه‌ی تحلیل و طراحی نیز کاهش می‌یابد.

¹ Semi-Submersible

² Pontoon

در مقاله حاضر برای بهینه‌یابی پاسخ‌های سکو الگوریتم وراثتی (ژنتیک) بکار رفته و برای استفاده از الگوریتم وراثتی در بهینه‌سازی، از جعبه ابزار ویژه‌ی نرم‌افزار MATLAB نسخه ۷,۴ [۲] استفاده شده است. کلیدی محاسبات با یک دستگاه رایانه‌ی شخصی Pentium IV با پردازنده‌ی دو هسته‌ای 3.4 GHz و با حافظه 1Gb انجام شده است.

۲- مبانی تحلیل سکوه‌های شناور

شناخت نیروهای ناشی از پدیده‌های محیطی مانند امواج، باد و جریان‌های دریایی برای طراحی کلیدی سازه‌های فراساحل و به‌ویژه سکوه‌های شناور که اغلب پاسخ‌های دینامیکی پیچیده‌تری نسبت به سازه‌های ثابت دارند، مهم و ضروری است. پاسخ دینامیکی به امواج می‌تواند در فرکانس‌های موج و یا تحت تاثیر اثرات غیرخطی با فرکانس‌های بسیار بیش‌تر یا کم‌تر از فرکانس امواج رخ دهد. همچنین سکو به نیروهای پایدار و نیز نیروهای متغیر ناشی از باد پاسخ می‌دهد؛ لذا در طراحی یک سکوی شناور تعریف نیروهای محیطی دینامیکی یا متغیر با زمان و بارگذاری ناشی از آن‌ها اهمیت دارد. در مجموع برای برآورد میزان تاثیر نیروهای محیطی در حرکت یک سازه شناور و سیستم مهاربندی آن باید اندرکنش پدیده‌های دریایی و سازه را در دامنه‌های فرکانسی زیر بررسی کرد [۱].

الف- نیروهای پایدار^۳ که در یک زمان مشخص مقدار و جهت ثابتی دارند. مانند باد، جریان و نیروی ناشی موج^۴.

ب- نیروهای دوره‌ای با فرکانس کم^۵. این نیروهای مرتبه دوم که در مقایسه با نیروهای مرتبه اول کوچک‌ترند می‌توانند سکو را در دوره تناوب‌های طبیعی آن در درجات آزادی Surge، Sway و Yaw تحریک کنند. دوره‌ی تناوب این نیروها حدود ۱ تا ۳ دقیقه است و از آن‌جا که فرکانس این نیروها پایین‌تر از فرکانس موج است، به نیروهای با فرکانس پایین^۶ نیز شناخته می‌شوند.

ج- نیروهای با فرکانس موج^۷ که از نیروهای مرتبه اول بوده و از عوامل مهم در ایجاد نیرو در اعضای سکو و سامانه‌ی مهاربندی آن‌ها هستند. این نیروها که دامنه‌ی تناوبی بین ۵ تا ۲۰ ثانیه دارند سبب ایجاد حرکت در هر شش درجه آزادی سکو می‌شوند.

د- نیروهای مرتبه‌ی اول با فرکانس زیاد^۸ که می‌توانند سکو را در دوره‌ی تناوب آن در درجات آزادی Heave، Pitch و Roll تحریک کنند. دوره‌ی تناوب این نیروها بین ۱ تا ۵ ثانیه است.

۱-۲ نیروی ناشی از باد

باد یکی از عوامل محیطی مهم است که می‌تواند نیروهای قابل ملاحظه‌ای بر روی سازه‌های شناور ایجاد کرده و سبب جابجایی سکو در درجات آزادی Surge، Sway و Yaw شود. محاسبه‌ی دقیق نیروی ناشی از باد نیازمند آزمایش‌های تونل باد است. برای محاسبه‌ی نیروهای پایدار ناشی از باد روابط تجربی زیادی پیشنهاد شده است؛ از آن جمله می‌توان به رابطه‌ی زیر اشاره نمود [۳]:

$$F_w = C_w \sum (C_f C_d A) \cdot V_w^2 \quad (1)$$

که در این رابطه:

F_w : نیروی پایدار ناشی از باد.

C_h و C_s : به ترتیب ضریب شکل و ضریب ارتفاع (مقادیر این ضرایب در آیین‌نامه‌ها اشاره شده است [۳]).

V_w : سرعت باد (m/s).

A : سطح بادگیر (m^2).

C_w : ضریب ثابت = $0.62(Ns^2/m^4)$.

۲-۲ نیروی ناشی از جریان

در طراحی سکوه‌های شناور، معمولاً جریان‌ها را پایدار در نظر می‌گیرند. در محاسبه نیروهای ناشی از جریان فرض می‌شود سرعت جریان در بخش‌های مغروق سکو ثابت است. برای محاسبه‌ی نیروهای ناشی از جریان بر سازه‌های شناور روابط گوناگونی پیشنهاد شده است. نیروی پایدار جریان بر سازه‌های غیرکشتی‌سان می‌تواند از رابطه زیر بدست آید [۳]:

$$F_{cs} = C_{cs} (C_{dA} + C_{dA_f}) V_w^2 \quad (2)$$

³ Steady Forces

⁴ Wave Drift Forces

⁵ Slowly Varying Forces

⁶ Low Frequency Forces

⁷ Wave Frequency Forces

⁸ High Frequency Forces

در این رابطه:

C_d : ضریب پسا.

C_{ss} : ضریب نیروی جریان.

A_c : کل سطح بارگیر عناصر استوانه‌ای زیر سطح آب.

A_f : کل سطح بارگیر عناصر غیر استوانه‌ای زیر سطح آب.

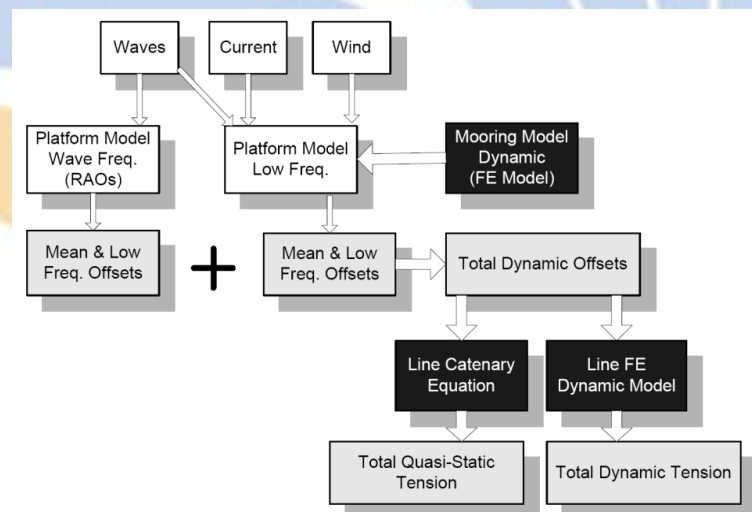
۲-۳ نیروی ناشی از موج

امواج دریایی که ماهیتی اتفاقی دارند و به صورت تناوبی و تکرارپذیر هستند، باعث ایجاد نیروهای بزرگی بر سازه‌های دریایی می‌شوند. اتفاقی بودن، تناوبی بودن و جهت‌های مختلف و انرژی‌های متفاوت امواج همگی سبب می‌شود تا برای امواج و اثرات آن بر روی سازه پیچیدگی‌های منحصر به فردی وجود داشته باشد. از سوی دیگر محاسبه‌ی نیروهای ناشی از موج به سبب تداخل و همراهی آن با بحث اندرکنش سازه و سیال می‌تواند بسیار پیچیده و مشکل‌گردد و اساساً بیش‌تر تئوری‌های دقیق تعیین این نیروها بر پایه تئوری‌های غیرخطی موج و نیز قبول تصادفی بودن امواج و شرایط محیطی دریاست و این فراگیری و عمومیت، موضوع را بیش از پیش مشکل می‌کند ولی بیش‌تر تئوری‌ها و روش‌هایی که در دسترس است، وابسته به مطالعات تحلیلی، تجربیات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌های میدانی بوده و در کنار هم نتایج دقیق و قابل اطمینانی در پیش‌بینی بارهای وارد بر سازه دور از ساحل می‌دهند. همین امر و نیز تنوع ابعاد سازه‌های دریایی سبب شده است تا تئوری‌های مختلفی برای محاسبه نیروهای حاصل از امواج ارائه شود.

بر این اساس و با توجه به نوع و اندازه‌ی اعضای در انواع سکوهای ثابت و شناور گوناگون، روش‌های مختلفی در هیدرودینامیک دریا برای محاسبات بار و تحلیل‌های حرکتی ارائه شده است که مهم‌ترین آن‌ها رابطه‌ی موریسون^۹ و تئوری تفرق^{۱۰} هستند. (برای مطالعه بیش‌تر در زمینه‌ی تئوری‌های موجود به [۱] و [۴] مراجعه شود.)

۲-۴ تحلیل سکو

شکل (۱) روندی از چگونگی تحلیل یک سکوی شناور مهارشده را نشان می‌دهد.



شکل (۱): نمودار چگونگی تحلیل سکوهای شناور مهار شده

در تحلیل سکوهای شناور دریایی معادلات حرکت شناورها مستقل از نوع تحلیلی که بعداً روی آن‌ها انجام می‌شود در شکل اولیه‌ی خود کاملاً مشابه هستند و بعد از تصمیم‌گیری در مورد روش تحلیل باید به صورت خطی یا غیرخطی و مطابق با روش تحلیل تغییر شکل یابند. رابطه (۳) معادله‌ی حرکت سکوهای شناور را نشان می‌دهد [۵]:

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + C \frac{dx}{dt} + kx = F_{st} + F_{wf} + F_{ra} + F_m \quad (3)$$

⁹ Morison Equation

¹⁰ Diffraction-Radiation Theory

در این رابطه F ماتریس نیروهای خارجی (محرک) وارد بر سازه متشکل از $F_m, F_{sd}, F_{wf}, F_{st}$ است که به ترتیب نیروی استاتیکی، نیروهای موج مرتبه اول، رانشی و مهاربندی هستند، x بردار تغییر مکان، C ماتریس ضرایب میرایی و M ماتریس جرم است. در تشکیل ماتریس جرم، جرم همهی اعضای سازه‌ای و تجهیزات و ... و همچنین جرم افزوده‌ی ناشی از شتاب و حرکت نسبی سازه و سیال اطراف آن در نظر گرفته می‌شود. ماتریس میرایی نقش بسزایی در مستهلک کردن پاسخ‌های ارتعاشی و تعیین حالت تشدید سیستم دارد. میرایی‌های هیدرودینامیکی خطی (ناشی از انتشار امواج) و غیرخطی (ناشی از پسا) باید در محاسبه‌ی ماتریس میرایی منظور گردد [۱].

شرایط محیطی دریا و رفتار سازه در برابر آن‌ها، اغلب یک سری مولفه‌های غیرخطی نظیر میرایی در معادلات وارد می‌کند و لذا معادلات حرکتی جسم شناور در شکل اصلی، غیرخطی است. برای حل این معادلات غیرخطی فرض‌ها و روش‌های گوناگون وجود دارد. بر این اساس، روش‌های حل معادله‌ی ماتریسی تعادل دینامیکی رابطه‌ی (۳) به دو دسته‌ی کلی روش تحلیل در دامنه‌ی فرکانس^{۱۱} و روش تحلیل در دامنه‌ی زمان^{۱۲} تقسیم می‌شوند.

۳- بسته نرم افزاری SESAM

بسته نرم‌افزاری SESAM، محصول موسسه تحقیقات فن‌آوری دریایی نروژ^{۱۳}، یک مجموعه برنامه‌های کامپیوتری جامع و فراگیر برای تحلیل‌های سازه‌ای و هیدرودینامیکی است. این بسته نرم‌افزاری قابلیت انجام تحلیل‌های هیدرودینامیکی و سازه‌ای انواع سازه‌های دریایی فراساحل اعم از ثابت، شناور و کشتی‌ها را دارد. از آن‌جا که این بسته نرم‌افزاری گستره‌ی کاربرد وسیعی دارد، شامل نرم‌افزارهای بی‌شماری برای انجام تحلیل‌های مختلف است که هر کدام بخشی از نیازهای مرتبط با سازه‌های فراساحلی را فراهم می‌کند. در یک دسته‌بندی کلی می‌توان این بسته را شامل چهار مجموعه‌ی زیر دانست.

- مجموعه نرم‌افزارهای مدل‌سازی که به پیش‌پردازنده‌ها موسوم‌اند، شامل مدل‌سازهای قابی (مانند Jacket) و مدل‌سازهای با شکل عمومی.
- مجموعه نرم‌افزارهای بارگذاری و تحلیل هیدرودینامیکی.
- مجموعه برنامه‌های تحلیل‌های سازه‌ای شامل تحلیل‌های خطی، غیرخطی، تحلیل‌های خستگی، اندرکنش خاک-شمع-سازه، سیستم‌های مهاربندی و ...
- مجموعه نرم‌افزارهای استخراج و پردازش نتایج که به برنامه‌های پس‌پردازش شناخته می‌شوند و بسته به نوع تحلیل‌های صورت گرفته نوع آن متفاوت خواهد بود.

این نرم‌افزارها با یکدیگر از طریق فایل‌هایی در ارتباط هستند که در همه‌ی برنامه‌های SESAM به صورت فایل‌های ورودی قابل فراخوانی است. این فایل‌ها که به فایل‌های واسط^{۱۴} موسوم‌اند شامل تمامی اطلاعات مورد نیاز است. تعدادی از نرم‌افزارهای این بسته که در انجام این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱): مشخصات نرم‌افزارهای بکاررفته در این گزارش

Software	Version	Date
Manager [6]	Ver. 5.3 -01	
Prefem [7]	Ver. 7.1-03	31-Oct-2002
Presel [8]	Ver. 7.2-03	24-Sep-2002
Preframe [9]	Ver. 6.9-04	12-Jun-2002
Prewad	Ver. D6.2-07	6-Nov-2002
Wadam [10]	Ver. 7.2-04	7-Nov-2002
Postresp	Ver. 6.1-11	14-Oct-2002
Mimosa [11]	Ver. 5.6-02	3-Jul-2002

نرم‌افزارهای Prefem، Preframe و Presel در مدل‌سازی سکو بکار رفته و Prewad و WADAM به ترتیب برای معرفی شرایط محیطی و تحلیل هیدرودینامیکی سکو استفاده شده است. از Mimosa برای تحلیل سیستم مهاربندی و از Postresp برای پردازش و استخراج نتایج تحلیل استفاده شده است.

¹¹ Frequency Domain Analysis

¹² Time Domain Analysis

¹³ MARINTEK

¹⁴ User Interface Files

۴- تعریف مساله بهینه سازی

همان طور که پیشتر اشاره شد، در تحقیق حاضر هدف کمینه کردن پاسخ های سکوی نیمه شناور ایران-البرز است. در رسیدن به این هدف نیاز به حل یک مساله ی بهینه سازی است. در این بخش ابتدا به معرفی مساله ی بهینه سازی برای کاهش پاسخ های سکوی ایران-البرز که برای بهره برداری در آب های دریای مازندران طراحی شده است، پرداخته می شود. در ادامه تابع هدف، قید مساله، تابع شایستگی، برنامه ی توسعه یافته برای محاسبه ی پاسخ سکو و نیز روند اجرای الگوریتم بهینه یابی نیز تشریح خواهد شد.

۴-۱- متغیرهای مساله

بردار متغیرهای مساله شامل مشخصات اساسی سیستم است و می تواند در خلال عملیات بهینه سازی در جهت بهبود طرح تغییر کند. عوامل زیادی از جمله شرایط محیطی، عمق آب خور، فاصله ی آزاد، شکل و ابعاد پانتون ها، شکل و ابعاد ستون ها، نوع و موقعیت لنگرها، مقاومت خطوط مهاری، شکل بستر و ... در پاسخ های سکوی نیمه شناور تاثیر عمده دارند [۱۱ و ۱۲].

میدان های جریان و موج تولید شده به دلیل اندرکنش سیال- بدنه ی شناور و در نتیجه مشخصات هیدرودینامیکی سیستم، رابطه مستقیمی با بدنه ی خیس شناور دارد و هر گونه تغییری در مشخصات هیدرودینامیکی مانند ضرایب جرم افزوده و یا میزان میرایی، پاسخ های سکو را تحت تاثیر قرار می دهد [۱۳]. بنابراین شکل هندسی بدنه ی خیس بر میزان پاسخ ها تاثیر گذار است [۱۲ و ۱۴].

بر این اساس در پژوهش حاضر متغیرهای مساله ی بهینه یابی عبارتند از: هندسه و ابعاد و اندازه های سکوی نیمه شناور شامل طول، عرض، ارتفاع، نوع دماغه ی پانتون ها و نیز زاویه ی قرارگیری شناور نسبت به شرایط محیطی، که در مجموع ۱۳ متغیر خواهند بود. جدول (۲) این گروه از متغیرها به همراه شرح هریک و نیز بازه های تغییر آن ها را نشان می دهد. بازه های تغییر ابعاد هندسی بر اساس محدوده ی ابعاد سکوهای نوع GVA انتخاب شده است [۱۵].

جدول (۲): متغیرهای شکل هندسی و سیستم مهاربندی سکوی نیمه شناور

ردیف	متغیر	شرح	بازه
۱	X ₁	طول سراسری سکو	80-100 m
۲	X ₂	عرض سراسری سکو	70-90 m
۳	X ₃	ارتفاع ستون خیس	20-40 m
۴	X ₄	عرض پانتون	15-20 m
۵	X ₅	ارتفاع پانتون	6-9 m
۶	X ₆	طول ستون در بخش میانی آن	6-12 m
۷	X ₇	طول مقطع انتقالی در ستون	1-2 m
۸	X ₈	طول مقطع انتقالی در پانتون	1-2 m
۹	X ₉	نوع و شکل مقطع بخش انتهایی پانتون که انتخاب شده از بین ۵ مقطع متداول	1-5
۱۰	X ₁₀	ضریب کوچک تر از واحد برای تعیین قطر در بخش میانی ستون	0.7-1
۱۱	X ₁₁	ضریب کوچک تر از واحد برای تعیین قطر در بخش میانی پانتون	0.7-1
۱۲	X ₁₂	ضریب کوچک تر از واحد برای تعیین محل اتصال بادبندی ها از کف بالای پانتون	0.3-0.8
۱۳	X ₁₃	زاویه ی استقرار شناور	0-360 Deg.

علاوه بر این متغیرها، پارامترهای ثابت زیر نیز در نظر گرفته شده اند:

Air Gap = 10 m
 Operating Displacement = 29000 tonnes
 Height of Deck = 8 m

۴-۲ تابع هدف

تابع هدف به عنوان مرکز ثقل یک روند کمینه سازی به شمار می رود و طراحی بهینه ی هر سیستم سازه ای نیازمند انتخاب معیاری مناسب و منطقی است. در بسیاری از مسائل مهندسی از جمله تحقیق حاضر، نمی توان بطور واضح و صریح تابع هدف را به صورت تابعی از پارامترها و متغیرهای مساله نوشت. در نتیجه تابع هدف شامل یک مدل ریاضی کلی است که نیازمند یک روند محاسباتی چند مرحله ای و تکراری خواهد بود.

از آن جا که سکوهای نیمه شناور دارای شش درجه‌ی آزادی هستند، کمینه کردن پاسخ‌های سازه نوعی کمینه‌سازی چند هدفی^{۱۵} خواهد بود. ساده‌ترین روش برای بیان ریاضی تابع هدف در این گونه موارد جمع تابع‌ها به صورت وزن دار و بر حسب اهمیت‌شان است [۱۶]. به این ترتیب روند طراحی محدود به استفاده از یک درجه آزادی نخواهد بود و می‌توان هر ترکیب جبری از مقادیر دامنه‌ی پاسخ را به عنوان معیار طراحی انتخاب نمود. در این پژوهش برای دستیابی به بهترین سازگاری با شرایط محیطی در طراحی بهینه‌ی سکوی نیمه شناور ایران-البرز، نمایش پاسخ سازه به شکل رابطه‌ی (۴) به عنوان رفتار سکو انتخاب شده و در محاسبه‌ی آن از بسته‌ی نرم‌افزاری SESAM استفاده شده است. این انتخاب به این دلیل صورت گرفته است که درجه‌ی آزادی *heave* در عملیات‌های مختلف سکوهای دریایی شناور از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است [۱]. در تحلیل سازه شرایط محیطی برای آمار حالات دریا در کوتاه مدت مدنظر قرار گرفته و سکو به صورت طیفی تحلیل شده است. نتایج تحلیل به صورت طیف پاسخ و مقادیر پاسخ حدی سکو در درجات آزادی آن است. رابطه‌ی (۴) تابع هدف تعریف شده برای حل مساله را نشان می‌دهد. در مساله‌ی حاضر تنها قید در نظر گرفته شده، کنترل وزن جایجایی^{۱۶} سکو است که در الزامات طراحی از سوی کارفرما توصیه می‌شود. رابطه (۵) نمایش این قید را نشان می‌دهد.

$$\Delta(x) = \sum_{i=1}^m a_i \delta_i(x) \quad (4)$$

$$x_{jmin} \leq x_j \leq x_{jmax} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{Subjected to: } h_{adv} - t \leq h(x) \leq h_{adv} + t \quad (5)$$

در این رابطه:

$\delta(x)$ پاسخ حدی سکو در درجه‌ی آزادی *Heave*.

m تعداد شرایط محیطی اعمال شده بر سکو،

a_i نسبت وقوع هر یک از شرایط محیطی،

X بردار متغیرهای بهینه‌یابی،

n تعداد متغیرهای مساله،

$h(x)$ مقدار وزن جایجایی سکوی نیمه شناور (متریک تن)،

h_{adv} مقدار مجاز وزن جایجایی سکوی نیمه شناور اعلام شده از سوی کارفرما،

t میزان رواداری مجاز است.

۳-۴ تابع شایستگی

شایستگی کیفیتی است که نشان‌دهنده‌ی کارایی اعضای هر نسل از الگوریتم وراثتی برای انتخاب و بازتولید و ایجاد نسل بعدی بوده و از اصل بقای شایسته‌ترین عضو الهام گرفته شده است [۱۶]. یعنی عضوی که پاسخ شایستگی آن بالاتر است، شانس بیش‌تری برای انتخاب شدن در مراحل بعدی دارد.

با اعمال قیدهای رابطه‌ی (۵) یک مساله‌ی بهینه‌سازی مقید خواهیم داشت. برای کنترل قیدهای مسایل بهینه‌یابی روش‌های مختلفی مانند روش حذف، تعمیر، اصلاح عمل‌گر، جریمه و ... وجود دارد [۱۷]. در این تحقیق از روش جریمه کردن پاسخ‌های غیرعملی^{۱۷} برای اعمال قید مساله استفاده شده است. به ازای ارضا نشدن قید مورد نظر، تابع جریمه که به صورت زیر تعریف شده است، در تابع هدف ضرب می‌شود.

$$P_i = 1 \quad \text{if } h_{adv} - t \leq h(x) \leq h_{adv} + t$$

$$p_i = 0.4 \quad \text{if } \begin{cases} h(x) > h_{adv} + t \\ \text{or} \\ h(x) < h_{adv} - t \end{cases} \quad (6)$$

به منظور سادگی در اعمال تابع جریمه و نیز درک به‌تر مقادیر شایستگی و مقایسه‌ی راحت‌تر نسبی شایستگی اعضا، تابع شایستگی به نحوی تنظیم شده است که مقادیر آن بین ۰ و ۱ باشد.

$$f_i(x) = 1 - \left(\frac{\Delta_{max} - \Delta_i}{\Delta_{max} - \Delta_{min}} * p_i \right) \quad (7)$$

در این رابطه:

Δ_i مقدار تابع هدف طبق رابطه (۴)،

Δ_{max} مقدار بیشینه تابع هدف در هر نسل از الگوریتم وراثتی،

¹⁵ Multi-objective

¹⁶ Mass of Displacement Volume

¹⁷ Infeasible

Δ_{min} مقدار کمینه تابع هدف در هر نسل از الگوریتم وراثتی، و $f(x)$ تابع شایستگی است.

به این ترتیب کمینه‌سازی تابع هدف به کمینه‌سازی تابع شایستگی تبدیل می‌شود و بهترین عضو که دارای کم‌ترین مقدار در رابطه‌ی (۷) است متناظر با طرح سکوی نیمه‌شناور مهارشده‌ای است که پاسخ‌های بهینه‌ای دارد.

۴-۴ محاسبه‌ی پاسخ‌های سکو

پس از تعیین شدن متغیرها، باید مدل سکوی نیمه‌شناور برای تحلیل و یافتن پاسخ‌ها آماده شود. به این منظور ابتدا باید فایل‌های ورودی^{۱۸} مورد نیاز نرم‌افزار SESAM تهیه گردد. برای رسیدن به این هدف با زبان برنامه‌نویسی MTALAB برنامه‌هایی تهیه شده است تا با دریافت متغیرهای طراحی - که رمزگشایی شده‌اند - فایل‌های ورودی مورد نیاز برای SESAM به صورت خودکار ساخته شوند. این فایل‌ها عبارتند از: فایل‌های ورودی مدل‌سازی در Prefem، Preframe و prenel، فایل دستورات اجرایی و مشخصات محیطی در Prewad، فایل مشخصات سیستم مهاربندی و شرایط محیطی در Mimosa. برای محاسبه‌ی پاسخ‌های سکوی نیمه‌شناور از تحلیل دینامیکی در دامنه‌ی فرکانس بهره گرفته شده است.

پس از آماده شدن فایل‌های مورد نیاز، باید هر کدام از این فایل‌ها در نرم‌افزارهای مربوطه فراخوانی و اجرا شود. در نهایت و پس از انجام تحلیل‌ها باید فایل‌های خروجی که حاوی نتایج حاصل از تحلیل است، فراخوانی شده و پاسخ‌های مورد نیاز از آن استخراج شود. تمامی این مراحل - شامل تهیه و ساخت و نیز فراخوانی فایل‌های ورودی و اجرای هر کدام و نیز خواندن و استخراج نتایج - به طور خودکار و با استفاده از برنامه‌ی تهیه شده با زبان برنامه‌نویسی MATLAB انجام می‌گیرد.

۴-۵ روند اجرای الگوریتم

گام‌های اساسی محاسباتی الگوریتم وراثتی مورد استفاده در پروژه‌ی حاضر را می‌توان به صورت زیر بیان کرد.

۱- شروع: تعیین پارامترهای اولیه الگوریتم مانند: جمعیت اولیه، احتمال پیوند و جهش، تعداد فرزندان نخبه، معیارهای توقف و ...
۲- رده بندی

- ایجاد تصادفی جمعیت اولیه (به صورت رشته‌های دودویی)؛
- رمزگشایی جمعیت اولیه؛
- محاسبه‌ی پاسخ‌های سکو (بر اساس توضیحات بخش پیش)؛
- تعیین مقدار تابع شایستگی هر عضو جمعیت بر اساس رابطه‌ی (۷) و بر اساس مقادیر حاصل از خروجی SESAM.

۳- بازتولید و ایجاد نسل جدید

- انتخاب فرزندان نخبه؛
- انتخاب والدین بر اساس روش مسابقه برای بازتولید؛
- اعمال عمل‌گرهای پیوند و جهش.

تعدادی از کروموزم‌ها برای تولید در نسل بعدی و بر اساس مقدار شایستگی‌شان باید به عنوان والدین انتخاب شوند. در این پژوهش از روش مسابقه^{۱۹}، استفاده می‌شود. زیرا این روش ضمن اینکه از به وجود آمدن بیش از حد اعضای نامطلوب و نیز همگرایی زودرس الگوریتم جلوگیری می‌کند، احتمال گرفتار شدن حول بهینه‌های محلی را نیز کاهش می‌دهد [۱۶]. در حل مساله‌ی حاضر از عمل‌گر پیوند^{۲۰} یک‌نقطه‌ای استفاده شده است.

۴- جایگزینی

- جایگزینی کروموزم‌های جدید با کروموزم‌های نسل موجود.

۵- ارزیابی

- رمزگشایی کروموزم‌های جدید؛
- محاسبه‌ی پاسخ‌های سکو؛
- محاسبه‌ی مقدار شایستگی جمعیت جدید بر اساس رابطه‌ی (۷).

۶- کنترل معیارهای همگرایی

¹⁸ Input Files

¹⁹ Tournament

²⁰ Cross Over

- ادامه‌ی برنامه در گام ۷ در صورت ارضا شدن معیارهای همگرایی یا بازگرداندن کنترل برنامه به گام ۳ در صورت ارضا نشدن معیارها.
- ۷- گزارش شایسته‌ترین عضو.
- ۸- پایان.

۵- تعیین طرح هندسی بهینه سکوی نیمه‌شناور ایران-البرز

در این بخش ابتدا به معرفی مشخصات هندسی سکوی ایران-البرز و شرایط محیطی دریای مازندران اشاره می‌شود. سپس نتایج حاصل از بهینه‌سازی آن ارائه می‌گردد.

۱-۵ مشخصات سکوی ایران-البرز و شرایط محیطی دریای مازندران

مشخصات هندسی این سکو و مهاربندی آن - که از نوع سکوهای GVA است- بر اساس داده‌های شرکت صدرا در جدول (۳) آمده است. سکو در عمق ۱۰۰۰ متری مستقر است و تجهیزات مهاربندی پیش‌بینی شده روی این سکو شامل ۸ خط مهاربندی است.

جدول (۳): مشخصات هندسه و مهاربندی سکوی ایران-البرز

Shape Dimensions		Mooring Characteristics	
Length over all	98.60 m	8 x Chain:	
Beam over all	78.80 m	Length	2000 m
Height to main deck	36.50 m	Diameter	76 mm
Height of deck box	8.0 m	Breaking Load	5400 KN
Main deck (L x B)	70.00 x 57.50 m	8 x Anchors:	
columns' diameter	12.9 m	Weight	20 tonnes
Height of pontoons	7.5 m	4 x Mooring winches:	
Breadth of pontoons	18.68 m	Holding Capacity	5400 KN
Height of Columns	21 m		
Air Gap	10.0 m		
Operating displacement	29693 tonnes		
Transit draft	7.2 m		
Operating draft	20.5 m		
Survival draft	16.2 m		

آمار مشخصات محیطی دریای مازندران که بر اساس اطلاعات موجود در شرکت صدرا گردآوری شده است به صورت جدول (۴) قابل ارائه است. طیف منطبق بر شرایط دریای مازندران، طیف JONSWAP با $\gamma=1.05$ برای محاسبه‌ی پاسخ‌ها در نظر گرفته شده است. همچنین طیف باد API برای تخمین پاسخ‌های ناشی از نیروهای باد بکار رفته است.

جدول (۴): شرایط محیطی دریای مازندران وارد بر سکوی نیمه‌شناور

No.	Direction Relative North	Occurrence Ratio (%)	Hs (m)	Tz (s)	Wind Speed (m/s)	Current Speed (m/s)
1	0	24	7	9.4	22	0.86
2	45	14	6.8	8.5	20.5	0.80
3	90	13	6.2	8.3	19.6	0.77
4	135	7	5.4	7.2	17	0.67
5	180	6.8	4.9	6.7	15.5	0.61
6	225	8	5.5	7.3	17.3	0.68
7	270	9.8	5.9	8	18.7	0.73
8	315	17.7	6.7	9	21	0.82

بر اساس این جدول، سکوی نیمه‌شناور در معرض یک دسته از شرایط محیطی قرار گرفته است که با روش هم‌راستایی^{۲۱} با یکدیگر ترکیب شده‌اند. یعنی موج، باد و جریان دریایی به صوت هم‌زمان در هر یک از جهتها به سازه اثر می‌کند. نسبت‌های وقوع موجود در این جدول

²¹ Collinear

بیان گر میزان اهمیت هر جهت از حالت‌های دریایی نسبت به سایر جهت‌ها از نظر احتمال وقوع است. در نهایت نتایج پاسخ های سکو با در نظر گرفتن درصد وقوع هر جهت - به صورت وزن دار- با یکدیگر جمع می شوند. در واقع در این روش برای هر یک از جهت‌ها، یک موج، باد و جریان با درصد وقوع مشخص به صورت نماینده انتخاب شده است. ارتفاع و پریود موج و نیز سرعت باد و جریان دریایی انتخاب شده بیان گر بیشترین موج و باد و جریان رخ داده در آن جهت بر اساس آمار دریا در طول یک سال است.

۲-۵ نتایج اجرای الگوریتم

پارامترهای اولیه برای اجرای الگوریتم به شرح زیر انتخاب شده اند:

- تعداد جمعیت: در مساله‌ی حاضر تعداد جمعیت در هر نسل برابر ۴۰ در نظر گرفته شده است.
 - احتمال پیوند: احتمال عمل گر پیوند برابر ۸۵٪ انتخاب شده است.
 - احتمال جهش: احتمال عمل گر جهش ۱٪ در نظر گرفته شده است.
 - فرزندان شایسته: تعداد فرزندان نخبه برابر ۱۵٪ جمعیت هر نسل انتخاب شده است.
 - معیارهای همگرایی: تعداد نسل‌هایی که الگوریتم اجرا می‌کند برابر ۱۰۰ نسل انتخاب شده است؛ اگر پس از تعداد ۵ نسل تغییر مقدار بهترین برازندگی برابر یا کم‌تر از مقدار ۰.۰۱ شود، الگوریتم متوقف می‌شود.
- پس از اجرای الگوریتم با گذشت زمانی حدود ۱۰۲ ساعت نتایج آن بدست آمده است. مشخصات طرح‌های اولیه و نهایی در جدول‌ها و شکل‌های زیر ارائه شده است. جدول (۵) مقدار نهایی تمامی متغیرهای بهینه‌سازی حاصل از اجرای الگوریتم را نشان می‌دهد.

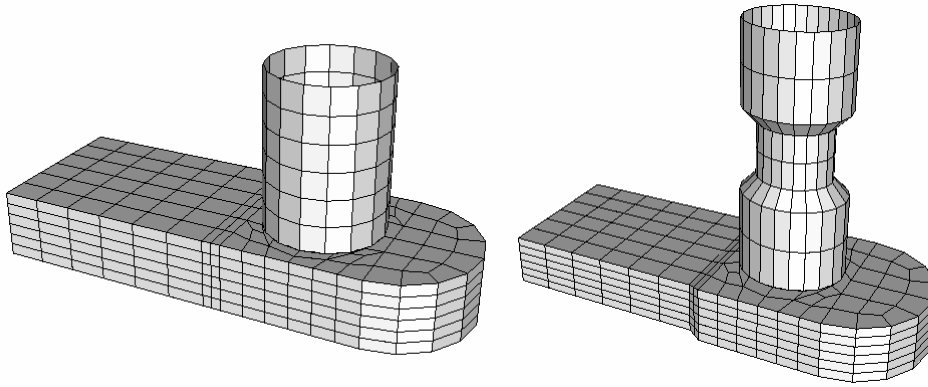
جدول (۵): مقادیر متغیرهای نهایی طرح بهینه

Variables	Descriptions	Dim.
1	Over_Length (m)	99.018
2	Over_Width (m)	89.722
3	Col_Height (m)	29.094
4	Pontoon_Width (m)	18.87
5	Pontoon_Height (m)	6.704
6	MidCol_Height (m)	6.277
7	Inter_Height (m)	1.83
8	InterP_Length (m)	1.61
9	HeadCount	1
10	Coef1	0.705
11	Coef2	0.904
12	Coef3	0.515
13	Head_Ang (Deg)	13.35

بر اساس مقادیر متغیرهای حاصل از اجرای الگوریتم بهینه‌یابی، مشخصات هندسی سکوی ایران-البرز پس از بهینه‌سازی در مقایسه با طرح اولیه‌ی آن در جدول (۶) ارائه شده است. شکل (۲) نیز مدل سکو را پیش از بهینه‌سازی و و پس از آن نشان می‌دهد.

جدول (۶): نتایج طراحی بهینه و مقایسه‌ی آن با طرح اولیه برای ابعاد اصلی شکل هندسی

	Ordinary Design	Optimized Design
Length over all	98.60 m	99.00 m
Beam over all	78.80 m	89.70 m
columns' diameter	12.9 m (6.45x 6.45)	6.22 x 5.30 m
Height of pontoons	7.5 m	6.7 m
Breadth of pontoons	18.68 m	18.90 m
Height of Columns	21 m	29 m
Vessel Design	0°	15°



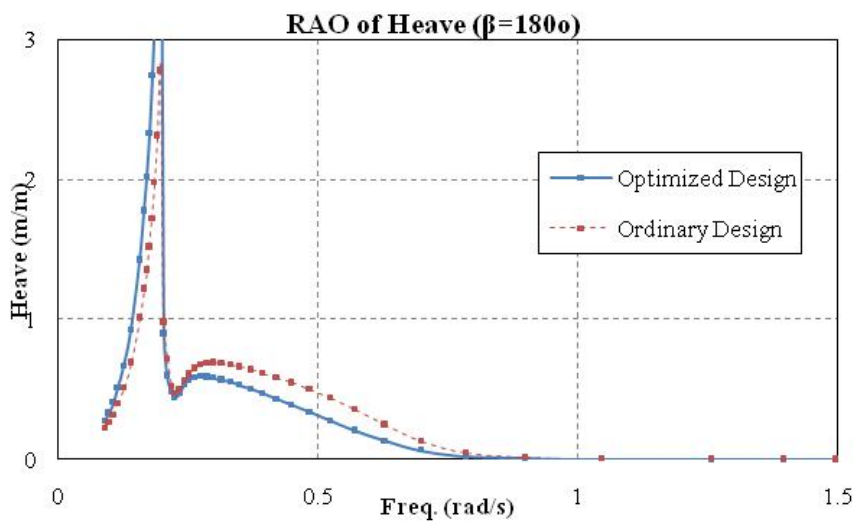
شکل (۲): شکل هندسی مدل سکوی نیمه شناور (سمت راست: طرح بهینه شده، سمت چپ: طرح اولیه)

جدول (۷) مقادیر پاسخهای درجهی آزادی Heave را پیش از بهینه سازی و پس از آن در هر جهت از شرایط محیطی نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می شود، استفاده از الگوریتم وراثتی سبب کاهش مقدار پاسخهای Heave شده است.

جدول (۷): مقدار پاسخ Heave در هر جهت از شرایط محیطی (مقایسه طرح اولیه و طرح بهینه شده)

Environmental Condition Dir. (deg)	Heave (m)	
	Ordinary Design	Optimized Design
0	1.849	0.442
45	0.879	0.274
90	0.577	0.181
135	0.701	0.07
180	0.213	0.147
225	0.512	0.299
270	0.917	0.329
315	1.197	0.69

در شکل (۳) نیز نمودار عملگرهای دامنه پاسخ^{۲۲} در درجهی آزادی Heave برای دو طرح اولیه و طرح نهایی ارائه شده است. این نمودار کاهش پاسخ در درجهی آزادی عمودی را بخوبی نشان می دهد.



شکل (۳): عملگر دامنه پاسخ در درجه آزادی Heave (مقایسه طرح اولیه و طرح نهایی)

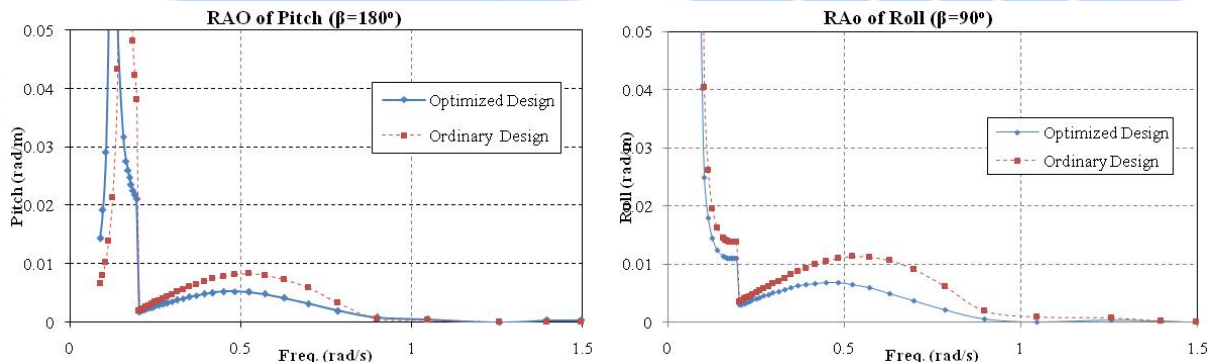
²² Response Amplitude Operator (RAO)

همان‌طور که اشاره شد در رابطه‌ی ریاضی تابع هدف، فقط به پاسخ در درجه‌ی آزادی قائم (Heave) توجه شده بود و روند بهینه‌یابی در راستای کاهش این پاسخ انجام شده است. جدول (۷) جابجایی‌های شناور برای درجات آزادی افقی را به ازای شرایط محیطی در جهت‌های مختلف در طرح اولیه و طرح نهایی نشان می‌دهد.

جدول (۷): حداکثر جابجایی‌های افقی سکوی نیمه‌شناور (مقایسه طرح اولیه و طرح نهایی)

Environmental Condition Dir. (deg)	Surge (m)		Sway (m)	
	Ordinary Design	Optimized Design	Ordinary Design	Optimized Design
0	15.729	10.038	17.080	12.582
45	1.176	1.158	28.402	18.275
90	8.668	6.241	11.904	9.827
135	18.901	14.723	0.531	1.559
180	7.958	7.901	12.040	10.909
225	2.803	1.137	27.635	25.695
270	19.322	14.596	16.077	11.784
315	22.643	17.971	4.763	4.298

همان‌گونه که در جدول فوق مشاهده می‌شود، هرچند هدف اصلی در روند بهینه‌یابی کاهش پاسخ عمودی سکوی بوده است، جابجایی‌های سکوی در درجات افقی Surge و Sway نیز پس از بهینه‌سازی نسبت به طرح اولیه به طور محسوسی کاهش یافته است و این امر سبب افزایش کارایی سکوی و در نتیجه کاهش زمان از کارمندی آن می‌شود. مقایسه‌ی پاسخ‌های RAO در درجات آزادی Roll و Pitch در طرح بهینه‌شده و مقایسه‌ی آن با پاسخ‌های طرح اولیه نیز نشان از بهبود و کاهش مقدار پاسخ‌ها در این درجات آزادی دارد. شکل (۳) پاسخ‌های RAO در درجات آزادی Pitch و Roll را نشان می‌دهند.



شکل (۳): مقایسه‌ی پاسخ RAO در درجه آزادی Pitch و Roll (مقایسه طرح اولیه و نهایی)

۶- جمع بندی و نتیجه‌گیری

این مقاله در زمینه‌ی چگونگی و مراحل بهینه‌سازی سکوی نیمه‌شناور ایران-البرز بحث نموده است. فرآیند بهینه‌سازی به صورت خودکار و با استفاده از روش تکاملی الگوریتم ژنتیک و به منظور سازگاری بیشتر سازه با شرایط محیطی و کمینه‌سازی پاسخ‌های شناور انجام شده است. نمونه‌ی ارابه‌شده بیان‌گر توانایی و قابلیت بالای این فرآیند در بهینه‌سازی این نوع سکوهاست. در این نمونه، معیار و ملاک بهینه‌سازی که کاهش پاسخ‌های شناور در برابر محیطی اعمال شده است، بخوبی با ایجاد تغییر در شکل هندسی بدنه بهبود یافته و کمینه شده است. مشخصات شکل هندسی سکوها و نیز جهت قرارگیری شناور، ابتدا با در نظر گرفتن بازه‌ی مناسب، گزینش می‌شوند. سپس مراحل مختلف مدل‌سازی سکوی توسط برنامه‌های نوشته شده، بدون دخالت طراح و به صورت خودکار با حداکثر قابلیت انعطاف‌پذیری انجام می‌شود. کل روند کار می‌تواند در بدنه‌ی الگوریتم ژنتیک جای گرفته و بدون دخالت طراح ادامه یابد تا در نهایت مساله‌ی اصلی - که کمینه‌سازی پاسخ‌های شناور و دستیابی به بهترین شرایط سازگاری با محیط است - حل شود. قابلیت کار با انواع نظریه‌های موج و امکان بکارگیری روش‌های گوناگون محاسبه‌ی نیروی موج به سبب استفاده از بسته‌ی نرم‌افزاری جامع SESAM، بر جامعیت این پژوهش افزوده است. همچنین در بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه‌ی بهینه‌سازی سکوها شناور، تنها نیروهای ناشی از موج مدنظر بوده‌اند؛ در صورتی که در تحقیق حاضر

کلیه‌ی شرایط محیطی تاثیرگذار بر پاسخ سکوه‌های شناور یعنی موج، باد و جریان دریایی لحاظ شده‌اند. همچنین در تحقیقات گذشته، طراحی بهینه‌ی سکوی نیمه‌شناور بدون در نظرگیری سیستم مهاربندی آن صورت گرفته است.

فهرست مراجع

- [1] Barltrop, N. D. P., "Floating Structures: a guide for design and analysis", Volume one, Oilfield Publications Limited (OPL), Ledbury, England, 2003.
- [2] The Mathworks, "Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox User's Guide", MATLAB 7.4.0 (R2007a), Online guidance, Jan. 2007, (http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/gads/gads_tb.pdf).
- [3] API, "Recommended Practice for Design and Analysis of Stationkeeping Systems of Floating Structures", API Recommended Practice RP-2SK, American Petroleum Institute (API), USA, 1977.
- [4] Chakrabarti, S. K., "Hydrodynamics of offshore Structures", Springer Verlag, Southampton, 1987.
- [5] Barltrop, N. D. P., "Floating Structures: a guide for design and analysis", Volume two, Oilfield Publications Limited (OPL), Ledbury, England, 2003.
- [6] DET NORSKE VERITAS, "SESAM user's manual -Manager, Managing SESAM Programs and Files", Norway, DNV Software Report No.: 95-7017 / Revision 2, Oct. 2002.
- [7] DET NORSKE VERITAS, "SESAM user's manual -Prefem, Preprocessor for Generation of Finite Element Models", Norway, DNV Software Report No.: 95-7014 / Revision 1, March 2001.
- [8] DET NORSKE VERITAS, "SESAM user's manual -Presel, Preprocessor for Assembling Superelements", Norway, DNV Software Report No.: 82-6113 / Revision 7, March 2000.
- [9] DET NORSKE VERITAS, "SESAM user's manual -Preframe, Preprocessor for Generation of Frame Structures", Norway, DNV Software Report No.: 94-7096 / Revision 3, Sept. 2002.
- [10] DET NORSKE VERITAS, "SESAM user's manual -WADAM, Wave Analysis by Diffraction and Morison Theory", Norway, DNV Software Report No.: 94-7100 / Revision 2, Nov. 2002.
- [11] Lie, H., Mo, K., Kaasen, K. E., "MIMOSA - User's Documentation, Version 5.6", Norway, MARINTEK, Software Report No.: 516413-00441322 / P, April 2002.
- [۱۲] گل‌پور، ح، شفیعی‌فر، م، "بررسی میزان تاثیر مشخصات هندسه سکوه‌های نیمه‌شناور در رفتار حرکتی آنها"، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران اردیبهشت ۱۳۸۷.
- [13] Birk, L., Claus, G. F., "Automated Hull Optimization of Offshore Structures Based on Rational Seakeeping Criteria", in Proc. of 11th ISOPE, Stavanger, 2001.
- [۱۴] عجمی، م، "بهینه‌سازی هیدرودینامیکی فرم هندسی بدنه سکوه‌های نیمه‌مغروق با استفاده از الگوریتم ژنتیک و کاربرد آن"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۲.
- [15] Gulf Publishing Company, "World Oil's Marin Drilling Rigs 2002/2003", Dec. 2002.
- [16] Gen, M., Cheng, R., "Genetic algorithms and engineering optimization", New York, John Wiley & Sons, 2000.
- [17] Goldberg, D. E., "Genetic algorithm in search, optimization and Machine learning", Addison Wesley, MA, 1989.

ICOPMAS

Investigating the Iran-Alborz Semi-Submersible Platform to Minimize the Motor Response Using Genetic Algorithm

H. Gulpour

M. Shafieefar

Abstract

This research aims to assess Iran-Alborz semi-submersible platform which is designed for operation in the Caspian Sea and is ready to be operated. The main objective of this study is to evaluate the feasibility of the designing the platform so that the best and most compatible environmental conditions is achieved and the structure response be minimized to such conditions in order that suspension time of operability of structure is reduced. For the purpose of optimization of platform responses, Genetic Algorithm (GA) is applied which, in turn, needs to use toolbox of special software SESAM 7. This study, for the first time in Iran, makes use of the software package, MATLAB- version 4. Structural analysis takes into consideration the environmental conditions of sea state data in short-term. Also, the platform is analyzed on the basis of spectrum. Analysis results are stated in the form of response spectrum.

Keywords: *Iran-Alborz semi-submersible platform, Caspian Sea, design, SESAM*