Archive of SID

مروری بر بهینه سازی سکوهای دریایی

مهدی شفیعی فر ، استادیار بخش عمران ، دانشکده فنی ومهندسی ، دانشگاه تربیت مدرس ،تهران

shafiee@modares.as.ir

مهدی بزاز نوبری اصل ، کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی ، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

BazzazNobari@yahoo.com

چکیده :

طراحی بهینه سازه ها به منظور تعیین متغیر های طراحی با روشی معین به نحوی که تابع هدف حداقل گردد و همزمان تمام قیود بر قرار باشند مورد توجه طراحان سازه های دریایی می باشد. تابع هدف می تواند وزن ، قیمت، خستگی اعضا و میزان بهره وری در طول عمز مفید سازه باشد . قیود می توانند ناشی از محدودیت های مصالح ، محدودیت های مالی، مسائل اجرایی و ... باشند . فرآیند بهینه سازی سکوها نیازمند شناخت مناسبی از سکوها برای تعریف مناسب تابع هدف و قیدهای مناسب است یا بعبارت دیگر فرایند رابطه سازی می باشد. این قسمت از فرآیند مهم ترین بخش بهینه سازی است. بهینه کردن تابع بدست امده از قسمت قبل باید با کاراترین و کم هزینه ترین روش صورت گیرد. از آنجاکه بهینه ترین روش بهینه سازی وجود ندارد، انتخاب روش به نوع تابع هدف و قید ها و نیز به زمان و هزینه محاسباتی مد نظر بستگی دارد.

با توجه به حساسیت عملکرد و هزینه زیاد سکوهای دریایی تحقیقات فراوانی در مورد بهینه سازی آنها صورت گرفته است. این نوشتار مروری بر تحقیقات انجام گرفته در موضوع بهینه سازی سکوهای دریایی شامل توابع هدف مطرح و روشهای مختلف بهینه سازی دارد .

کلمات کلیدی : بهینه سازی ـ سکوهای دریایی ـ فراساحل

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

در طراحی سکوهای دریایی و یا سازه های مشابه روال معمول به این صورت است که طراحان بر اساس تجربه ، دانش و میزان خلاقیت خود، چندین طرح را به عنوان طرح اولیه انتخاب نموده و سپس با انجام محاسبات لازم و کنترل ها و برآورد هزینه، مناسب ترین طرح را انتخاب می کنندکه در این روش طراحی "طراحی سنتی" نامیده می شود . تعداد طرح های اولیه با هزینه و زمان محدود می شود که با توجه به این محدودیت ها، طرح نهایی لزوما بهترین طرح ممکن نمی باشد. برای فایق آمدن به این مشکل و رسیدن به طرح بهینه لازم است روش های بهینه سازی مورد استفاده قرار گیرند. در این مقاله طراحی اخیر تحت عنوان "طراحی بهینه" برای سکوهای دریایی مورد توجه قرار گرفته است.

در روش طراحی بهینه ، هدف آنست که بهترین طرح ممکن از بین گزینه های ممکن انتخاب گردد. این کار مستلزم تسلط در دو حیطه ی شناخت سکو ها (نیروها ی وارد، ضوابط توصیه نامه ها ،...) و بهینه سازی تابع یا توابع هدف می باشد. در بخش اول بیان مجهولات مساله (مثل وزن عضو ، مقطع اعضا و ...) بر حسب توابع ریاضی و میزان تقریب های به کار رفته در آن به "بصیرت" مهندس در این مساله بستگی دارد. در قسمت دوم انتخاب نوع روش بهینه سازی تابع(یا توابع) بدست آمده از قسمت اول به شناخت از سرعت و کارایی الگوریتم های گوناگون بستگی دارد .

در آغاز بهینه سازی یک سکو باید به سه سوال اساسی زیر پاسخ داد:

- چه نوع سکویی را بهینه سازیم؟
- چه پارامتری را بهینه سازیم؟
- به چه روشی بهینه سازی را انجام دهیم؟

پاسخ سوال های فوق بستگی کاملی به میزان زمان و بودجه ی در دسترس و همچنین هدف ما از بهینه سازی دارد. با توجه به آن که زمان و بودجه ی در دسترس معمولا محدود است، لذا نمی توان تمام روش های ممکن در بهینه سازی را برای حل هر مساله بکار برد . مرور بر بهینه سازی های صورت گرفته در حیطه سکوهای دریایی می تواند ما را در پاسخ گویی به سوالات فوق یاری دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

بـرای پاسـخ سوال اول و دوم به شناخت مناسبی از سکوهای دریایی نیاز داریم و برای پاسخ گویی به سوال سوم بایدبه دنبال آشنایی با روش های بهینه سازی متداول باشیم.

در ایـن نوشتارضـمن معرفـی اجمالـی روش هـای بهینه سازی توابع ریاضی ، کاربرد این روش ها در بهینه سازی سکو های دریایی ذکر می گردد و تحقیقات پیشین انجام شده در این زمینه ارایه می شود.

۲. بهینه سازی توابع

۲،۱. تعاریف

بهیـنه سـازی عـبارت اسـت از رسیدن به بهترین نتیجه در مورد یک عملیات، در حالی که محدودیت های مشخصی برآورده شده باشد [۱] . برای این کار نیازمند تبدیل مساله به تعدادی عبارت ریاضی هستیم که این عمل" رابطـه سـازی" نامـیده مـی شود . مفهوم بهینه سازی ایجاب می کند که تابع یا توابعی وجود داشته باشد که حداقل نمـودن آن بیانگر بهبود و نزدیک شدن به هدف مورد نظر باشد که به آن "تابع هدف"[1] گفته می شود . می توان بیش از یـک تـابع هـدف داشـت که به آن "بهینه سازی چند معیاری" گفته می شود هرچند به ندرت از چند تابع استفاده مـیگردد ؛ زیرا بسیار حل پیچیده ای دارند [۱] . عواملی که در تعیین تابع هدف موثرهستند "پارامتر" نامیده میشوند. پارامـتر هـا مـی توانـند بـه دو نـوع ثابـت و متغیر تقسیم گردند .برای آن که بهینه سازی توابع هدف منجر به نتایج عجیـب و نامعقولـی نگردد، مقدارهای ممکن پارامتر ها و تابع را در هنگام محاسبه محدود می نمایند که به هر کدام از ایـن شـرط هـا "قـید" گفـته مـی شود . هنگامی که قیدی بر تعیین تابع هدف بی تاثیر باشد به آن قید "غیرفعال" گویـند و در صورت موثر بودن "قید فعال" گفته می شود . تشخیص آن که کدام قید ها می توانند بر تعیین تابع هدف تاثیرگذار باشند به مهارت محقق بستگی دارد. فضایی که در آن همه ی قیود رعایت شوند "محدوده عملی[2]" نامیده می شود. الگوی رایج برای بیان مسائل بهینه سازی به صورت زیر است:

متغیرهای $X = (x_1, x_2, ..., x_n)^T$ را پیداکن به شرطی که $f(X)$ حداقل شود.

x_i متغیرهای مساله می باشند. برای رعایت شرایط طراحی تعدادی قید هم وجود دارد:

$$h_i(x^{(0)}) = 0, j = 1,2,...,n \quad \text{و} \quad g_i(x^{(0)}) \geq 0, j = 1,2,...,m$$

1 Objective function

2 feasible area

www.SID.ir

Archive of SID

توجه شود که هرگاه بخواهیم $f(X)$ حداکثر شود ، کافی است $-(f(X))$ حداقل شود و نیازی به تغییر روابط نیست.

روش های بهینه سازی روش های مرحله ای هستند و اغلب فرآیندهای تکراری[3] دارند. به همین جهت روش های طراحی بهینه نیازمند محاسبات بیشتری نسبت به روش طراحی سنتی هستند. این موضوع لزوم استفاده از تقریب های مناسب را در محاسبه عباراتی که هزینه محاسباتی آنها زیاد می باشد مشخص می سازد.

۲،۲. تقسیم بندی روش های بهینه سازی

دسته بندی های گوناگونی برای روش های بهینه سازی وجود دارد. در یک دسته بندی روش های بهینه سازی به سه دسته ی زیر تقسیم می گردند:

- روش های برنامه ریزی ریاضی
- روش های ملاک بهینگی
- روش های تکاملی

در روش های بهینه سازی ریاضی تداخلی بین طراحی سازه و الگوریتم های بهینه سازی وجود ندارد. در روش های معیار بهینگی ایده ی اساسی آن است که چند معیار مشخص شوند که بهینه بودن طرح را مشخص می سازند. مزیت عمده ی روش معیار بهینگی در عدم وابستگی کارایی آنها به تعداد متغیرهای طراحی است. روش های تکاملی همانند روش وراثتی[4] و سرد شدن تدریجی از قواعد حاکم بر طبیعت الهام گرفته اند [۵] .

در دسته بندی دیگر روش های بهینه سازی توابع به دو نوع مقید و نامقید تقسیم می گردند. روش های مقید روش هایی هستند که قید ها را در هر گام جستجو در نظر می گیرند و روشهای نامقید تابع را بدون در نظر گرفتن قیدها بهینه می سازند. با وجود آن که مسائل مطرح در حوزه بهینه سازی سکوها همگی مقید هستند، اما تحقیقات زیادی با استفاده از روش های نامقید صورت گرفته است. این موضوع به دو دلیل ممکن است. اولا در محدوده هایی که هیچکدام از قید ها فعال نمی باشند مساله به بهینه سازی نامقید تبدیل می گردد . ثانیا با ترفند هایی روش های نامقید به مقید تبدیل می شوند.

3 interactive
4 Genetic Algorithm

www.SID.ir

Archive of SID

در تقسیم بندی دیگر روش های بهینه سازی به دو نوع "بهینه سازی محلی[5]" و "بهینه سازی کلی"(فراگیر)[6] تقسیم می گردند. معمولا روش های بهینه سازی محلی مانند "روش های برنامه ریزی خطی" سریع تر از روش های بهینه سازی فراگیر همانند "الگوریتم ژنتیک"[7] و "سرد شدن تدریجی شبیه سازی شده"[8] هستند [۴].

۳. معرفی سکوهای دریایی:

سکوهای دریایی به دو نوع کلی ثابت و شناور تقسیم می شوند. سکوهای ثابت برای حوزه های نفتی بسیار بزرگ و یا حوزه های نفتی واقع در آب های کم عمق حائز اهمیت می باشند. این نوع سکوها قدیمی ترین نوع سکو هستند. با توجه به آن که هزینه سکوهای ثابت با افزایش عمق به صورت نمایی افزایش می یابند ، برای استخراج نفت در دریاهای عمیق از طراحی های جدید تر مانند سکوهای شناور کششی و نیمه مغروق ها یا شناورهای استخراج نفت [9] استفاده می گردد تا هزینه ها کاهش یابد [۱] .

سکوها از لحاظ جنس می توانند فلزی یا بتنی باشند . از لحاظ دیگر به دو نوع ثابت و قابل حرکت تقسیم می شوند. یکی از روش های دسته بندی سکوهای دریایی بر اساس عمق محل می باشد . بر این اساس سکوهای دریایی به ۹ گروه زیر تقسیم شده اند : [۴]

(۱) سکوی های حفاری جک آپ؛ (۲) سیستم های تولید شناور؛ (۳) سکوهای نیمه مغروق[10] ؛ (۴) سکوهای برجی؛ (۵) برج مفصلی ؛ (۶) سکوی حفاری کشتی سان ؛ (۷) سکوهای پایه کششی ؛ (۸) سکوهای شابلونی (فلزی ثابت)؛ (۹) سکوهای ثقلی (وزنی)

۴. طراحی بهینه ی سکوهای دریایی

برای بهینه سازی هر نوع سازه نیاز به پارامترهای اولیه می باشد. در مورد سکو ها بهتر آنست که از یک طرح اولیه سکو که در آن تمام قیدهای مورد نظر رعایت شده برای شروع بهینه سازی استفاده شود . آگاهی از تحقیقات پیشین صورت گرفته در این موضوع می تواند ما را در انتخاب مناسب تابع هدف و قیدها یاری دهد.

---

5 local optimization
6 global optimization
7 genetic algorithm
8 adaptive simulated annealing
9 tanker based floating production
10 semi submersible platform

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۱ تاریخچه بهینه سازی سکوهای دریایی

بهیـنه سازی انواع سکوهای دریایی با روشها و توابع هدف مختلف موضوع تحقیقات متعددی بوده است. در این رابطه بهیـنه سازی طراحی سکوهای ثابت فلزی، سکوهای نیمه مستغرق، سکوهای شناور و سکوهای پایه کششی با اهداف حداقـل نمـودن: حرکت ها ی سکو، زمان از کار افتادگی، وزن و هزینه مد نظر قرار گرفته است. تعدادی از تحقیقاتی که با موضوع بهینه سازی سکوهای دریایی انجام گرفته است در جدول (۱)آورده شده است.

جدول (۱) تحقیقات انجام گرفته در مورد بهینه سازی سکوی دریایی

محقق (محققین)	سال	نوع سکو	تابع هدف	توضیحات
Akagi & Ito	۱۹۸۴	نیمه مغروق	حرکت عمودی	با در نظر گرفتن اقطار و فواصل المان‌های مختلف (پنتون‌ها و ستون‌ها) به عنوان متغیرهای بهینه‌یابی، طیف پاسخ بهینه سکو را بدست آوردند و شرایط محیطی کوتاه مدت دریا را با طیف طرح ISSC شبیه سازی کردند[۱۸]
Dekeyuk, & Desedserts	۱۹۸۵	سکوهای ثابت فلزی(جاکت)	حداقل رساندن اثر نیروهای هیدرودینامیکی	در این مقاله به اثر خستگی بر سازه پرد اخته شده است. بهینه سازی شکل هندسی سازه با حداقل رساندن اثر نیروهای هیدرودینامیکی انجام گرفته است. یک تحلیل دینامیکی کامل در قلمرو زمانی و یا در قلمرو فرکانسی صورت می‌گیرد. به اثر باد، جریان و امواج توجه شده است. خواص خطی ماده با توجه به آن ساده سازی در تحلیل خستگی انجام شده است. این روش بر روی سازه جاکت ۳۵۰ متری آزمایش شد.[۸]
Statio	۱۹۹۱	شناور	توزیع بهینه جرم سازه در امتداد محور عمودی سازه	کار Chou را با در نظر گرفتن شرایط هندسی و پارامترهای ثابت فرض شده توسط وی ادامه داد. وی در تحقیق خود مقدار نیروی محرک در جهت عمودی را ملاک عمل قرار داده و نتایج خود را برای بارج و سکوی بررسی شده توسط Chou ، ارائه و مقایسه کرد. او نیروها را به فرض لاغر بودن اعضا دالمان‌ها و نیز صرف نظر کردن از اثرات لزجت به دست آورد [۱۶]
Kagemoto	۱۹۹۲	ستونهای استوانه شناور متوالی	نیروی افقی کل نیروی عمودی کل نیروی Drift متوسط	روش تابع پنالتی ، برای طول موج معلوم محیط ، در این روش اثرات «تفرق»، «انکسار» امواج در میان اعضاء و المان های سازه در نظر گرفته می‌شود. پارامترها شامل ابعاد و فواصل برای سیلندرهای استوانه‌ای متوالی در یک طول موج بوده است [۱۷]

www.SID.ir

Archive of SID

Lothar Birk_ ;Günter F. Clauss	۱۹۹۴	سکوی شناور	حداقل سازی حرکت عمودی سکوی نیمه مغروق و کاهش نیروش تناوبی سکوی پایه کششی	بهینه سازی رفتار سازه های فراساحل اثر هیدرودینامیکی وارد بر سکوهای فراساحل را حداقل نموده است . از روش برنامه ریزی غیر خطی استفاده کرده است . بهینه سازی با استفاده از روش "جستجوی موازی"[۱۱] کنترل شده است.برای نشان دادن کارایی ، شکل بدنه سکوی نیمه مغروق با توجه به حداقل سازی دامنه ی حرکت عمودی[۱۲] آن بهینه شده است. همچنین شکل پایه های یک سکوی پایه کششی با تابع هدف کاهش نیروی تناوبی مهارهای سکو بهینه شده است .[۱۴]
Vasconello c	۱۹۹۶	سکوی پایه کششی	هندسه پایه ها	قطرهای المان‌های مختلف متغیرهای آزاد هستند. برای محاسبه مقدار نیروها از معادلات موریسون بهره برد. در نهایت با در نظر گرفتن شرایط محیطی مختلف دریا (به طور مجزا)و به صورت بلندمدت یک طرح بهینه TLP ارائه داد.[۱۹]
Chou	۱۹۹۷	شناور	توزیع بهینه جرم سازه در امتداد محور عمودی سازه	شرایط سازگاری با دریا را تحت طیف‌های مختلف بررسی کرده است. وی در انتها شکل بهینه‌ای برای یک شناور سطحی[۱۳] و نیز یک سکوی نیمه مغروق ۴ ستونی ارائه داده است.[۱۵]
M.Kleiber &a. Siemaszko& r. Stocki	1999	سکوی جاکت	حجم سکوی جاکت	در این بهینه سازی به جای عمل کاملا خودکار ، برای کاهش هزینه بهینه سازی امکان تاثیر و دخالت کاربر در روند بهینه سازی داده شده است .برنامه ی بکار رفته توانایی کنترل پایداری محلی و کلی اجزای خرپایی را دارد.از SQP برای بهینه سازی و از سیستم غیرخطی برای تحلیل استفاده می کند. الگوریتم به کاررفته از نوع طراحی بهینه بر پایه قابلیت احتمال[۱۴] است که در مقابل روش معین می باشد.[۲۰]برای نشان دادن روش فوق ، حجم (هزینه)یک سکوی جاکت بهینه شد .
Song & Wang	۲۰۰۲	سکوی فراساحل جاکت	مجموع وزن سازه	روش طراحی بهینه در راستای ضد زلزله بودن طراحی سکوی جاکت را ارایه داه اند. متغیرهای طراحی :ضخامت دیواره‌ها قطر میانگین اجزای سازه؛ محدودیت‌ها مثل مقاومت، پایداری، در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال سکوی فراساحلی نفتی BZ28-1 در ناحیه نفتی Bohai در چین محاسبه شده است. نتایج نشان داد که روش ارائه شده، ارزش زیادی در طراحی این نوع سکوها دارد.[۹]

11 tangent search method

12 heave

13 barge

14 Reliability-Based Design Optimization

www.SID.ir

Archive of SID

Yu-Pu, Song , Cheng, Wang	۲۰۰۳	سکوی فراساحل فلزی ثابت	هزینه	دربهینه سازی فقط کم ترین هزینه اولیه را ملاک قرار نداده و به کاهش بازدهی سکوهای فلزی به مرور زمان بر اثر خوردگی توجه کرده و رعایت قیود بعد از خوردگی را مورد توجه قرار داه است. از روش طراحی بهینه فازی استفاده نموده است. برای نشان دادن کارآیی روش سکوی مخزنی Bz28-1 را بهینه نموده است[۱۰]
Wang, X-G; Jia, M-Y; Zhou,J	۲۰۰۳	سکوی فلزی	وزن سکو	طراحی بهینه در برابرنیروی زلزله وارد بر سکوی فلزی به عنوان یک سازه فلزی انجام شده است.تابع هدف مجموع وزن سکو است و متغیر های طراحی ضخامت جداره و قطر المان های سکو هستند سختی۱۵ ، مقاومت۱۶ و پایداری اجزا را در بخش قیدها در نظر گرفته است .
Ma, Gu, & Li	۲۰۰۴	سکوی فراساحل جاکت	حداقل رساندن وزن سکو	متغیرهای طراحی عبارت‌اند از اندازه مقطع هر بخش، مختصات گره‌ها و شکل سازه . برنامه به طور همزمان شکل و اندازه متغیرها را بهینه می کند. نیروهای عمل کننده بر سازه مثل باد، جریان در طراحی منظور گردیده‌اند. قیود مورد استفاده در طراحی گوناگون‌هستند .مثل مقاومت، دوام، سختی و ... ؛از روش SLP استفاده شده است. نتایج این تحقیق بر ۳ نمونه مختلف آزمایش شده و منجر به کاهش هزینه طراحی آنها شده است. برای تحلیل، از یک بسته برنامه نویسی به نام JIFEX استفاده شده است از روش المان محدود برای این کار استفاده می‌کند. نمونه اولیه جهت مطالعه سکوی فراساحل CB11f در ناحیه نفتی Shengli چین می‌باشد. [۱۱]

15 stiffness
16 strength

www.SID.ir

Archive of SID

M. A.Brogan; K.S. Wasserman,	2004	سکوی پایه کششی	کاهش لرزش ناشی از جریان های گردابه ای[17]	برای تحلیل هیدرودینامیکی از برنامه ی VIVA به زبان MATLAB و برای تحلیل سازه ای از مدل اجزای محدود برنامه ی Abaqus[18] استفاده شده است. به تنش ها ،میزان نیروی شناوری ، توجه شده است. برای سکو تحلیل ریسک تحت بارهای وارده انجام گرفته است. [۱۲]
Birk & Clauss & Lee	2004	سکوی شناور	زمان از کارماندگی[19] و آسیب خستگی مهار ها	در این تحقیق با استفاده از سه روش روش بهینه سازی S.Q.P. و روش وراثتی اصلاح شده و روش A.S.A. دو نوع سکو بهینه شده است آسیب خستگی روی کابل های مهارکننده. در سکوی پایه کششی و میزان زمان از کارماندگی سکوی نیمه مستغرق بررسی شده است. نتایج بدست آمده ازهرکدام از سه روش بهینه سازی با هم مقایسه گردیده است.[۱۳]
Gokhan Yazici, Nicat, S.Mastan Zade	۲۰۰۵	سکوی وزنی بتنی	فرکانس مناسب برای زلزله	متغیرهای مورد توجه شکل بهینه ستون سکوی فراساحل وزنی ومیزان جرم آب پرشونده داخلی است .برای یافتن فرکانس طبیعی سازه با استفاده از جرم افزوده آب پرشونده داخلی از روش رایله انجام شده است. یک الگوریتم و برنامه کامپیوتری برای حل مساله فوق توسعه یافته‌اند. بالاخره یک مدل کوچک شده از سکوی وزنی ساخته و آزمایش شده تا صحت نتایج بدست آمده از حل عددی را تأیید کند.[۷]

در ایران نیزتعداد چند پژوهش در خصوص بهینه سازی سکوهای دریایی انجام گرفته است که برخی از آنها در جدول ۲ بطور خلاصه آورده شده اند.

17 vortex
18 www.abaqus.co.uk
19 downtime

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تحقیقات انجام گرفته در مورد بهینه سازی سکوی دریایی در ایران

محققین	سال (ه.ش.)	نوع سکو	تابع هدف	توضیح
لطفی،ک ؛ سلاجقه،ع	۱۳۸۰	سکوی ثابت	حداقل نمودن وزن سازه	از روش ژنتیک اصلاح شده استفاده نموده است .این اصلاح با استفاده از روش بازپخت تدریجی فلزات[۲۰] اصلاح گردیده است .قیود تن طراحی محدود به تنش اعضا و سطح مقطع آنها می باشد.[۳]
عجمی،م؛ شفیعی،م	۱۳۸۲	شناور پایه کششی	حداقل رساندن نیروی هیدرودینامیکی وارد بر بدنه	از الگوریتم ژنتیک استفاده نموده است . نیروی کابل های مهاری منظور نشده است.[۴]
سلاجقه،ع؛ سلاجقه،ج؛ یزدانی،ر	۱۳۸۲	سکوی ثابت	حداقل رساندن نیروی هیدرودینامیکی وارد بر بدنه	از روش بازپخت مجدد فلزلت استفاده نموده است.برای برنامه نئیسی و تقریب ها از برنامه ی Matlab و برای تحلیل از نرم افزار۵،۴ ansys استفاده نموره است. با روش شبکه عصبی تابع بنیادی شعاعی۲۱ مقادیر تنش و تغییر مکان به طور تقریبی در هر چرخه طراحی محاسبه می شود[۲۲]
عوض دوانی، الف؛ بهزادی،م؛ رجبی،الف	۱۳۸۳	انواع سکو	حداقل رساندن آسیب خستگی	با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند خواص فیزیکی، وزن و جنس مصالح مصرفی، هندسه سازه مورد نظر و منظور نمودن پارامترهای وابسته به شرایط محیطی و زمان و انتخاب بهینه آنها عوامل مخربی چون خستگی را به حد چشمگیری کاهش داده است.[۲۳]
عجمی،م؛ شفیعی،م	۱۳۸۳	سکوی پایه کششی	حداقل رساندن نیروی هیدرودینامیکی وارد بر بدنه	با استفاده از الگوریتم بهینه سازی ژنتیک نیروی هیدرودینامیکی وارد بر سکوی شناور خزر را کاهش داده است.

8 Adaptive Simulated Annealing (A.S.A.)

21 Radial Basis Function

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۴ نکات بهینه سازی سکوها

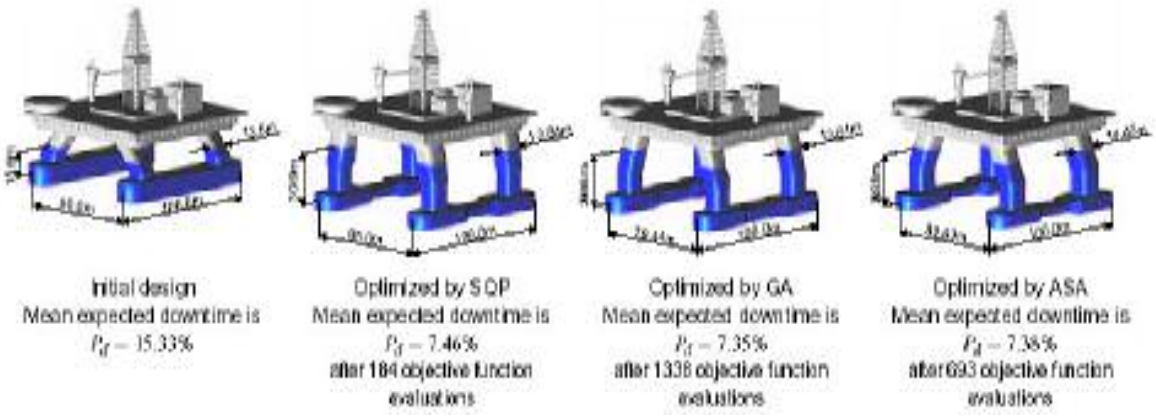
با توجه به پژوهش های منعکس شده در جدول (۱)، نکات زیر قابل بیان می باشد:

- همان گونه که در جدول مشاهده می شود، هزینه محبوب ترین تابع هدف نبوده است. این موضوع می تواند به دلایل زیر باشد :
  - پیچیدگی محاسبات هزینه سازه ی بزرگی نظیر سکوی دریایی که موجب تولید تابع هدف با تعداد پارامتر طراحی زیاد می گردد.
  - با توجه به تفاوت قیمت مصالح و ساخت و نگهداری سکوها در نقاط مختلف دنیا و در زمان های گوناگون ، انتخاب هزینه به عنوان تابع هدف موجب می شود تا نتایج عمومیت کم تری داشته باشند.
  - انتخاب تابع بعضی از توابع هدف دیگر- نظیر وزن - خود منجر به کاهش هزینه می گردد.
- در بیشتر تحقیقات صورت گرفته در زمینه بهینه سازی سکوها به جای چگونگی تقویت سازه برای مقابله با نیروهای وارده ، تلاش شده است تا مقدار نیروی وارد بر سازه کاهش یابد .
- محدوده زمانی مورد توجه در بهینه سازی می تواند "کوتاه مدت" یا دراز مدت باشد. در مورد کوتاه مدت تابع هدف و قیود تنها در زمان پس از ساخت سکو بررسی می گردند ، در صورتی که در بهینه سازی های درازمدت ("تمام عمر") به تاثیر عوامل موثر در تغییر تابع هدف در طول زمان پرداخته می شود. به طور مثال ممکن است بعد از بهینه سازی طرحی را پیشنهاد نماییم که قیدهای ما را در زمان کمی پس از ساخت سکو رعایت نماید اما پس از مدتی به دلیل تاثیر عواملی نظیر خوردگی و خستگی ، ضخامت مقاطع و مقاومت آنها کاهش یابد و مدت زمانی پس از ساخت سکو دیگر طرح ما قابل قبول نباشد یا در صورتی که تابع هدف ،هزینه ی تمام شده باشد با توجه به هزینه نگهداری مقاطع در برابر خوردگی محیط دریا طرح پیشنهادی بهینه در درازمدت از طرح اولیه بهتر نباشد .
- عملیات بهینه سازی سازه های بزرگی نظیر سکوهای دریایی که دارای پارامترهای طراحی زیادی هستند ممکن است ساعت ها و حتی روزها طول بکشد . بنابراین در مورد انتخاب پارامترهای طراحی و تعداد آنها باید بسیار احتیاط نمود . برای مثال در صورتی تابع هدف ما کاهش وزن سکوی ثابت باشد به جای آن که پارامترهای طراحی مربوط به تمام اعضا را در محاسبه ی تابع هدف وارد نماییم – که به شدت موجب حجیم شدن محاسبات می گردد . – می توان با دسته بندی مناسب المان ها و انتخاب تعدادی از اعضا از هر دسته ، حجم عملیات محاسباتی بهینه سازی را کاهش داد.[۲۰]

www.SID.ir

Archive of SID

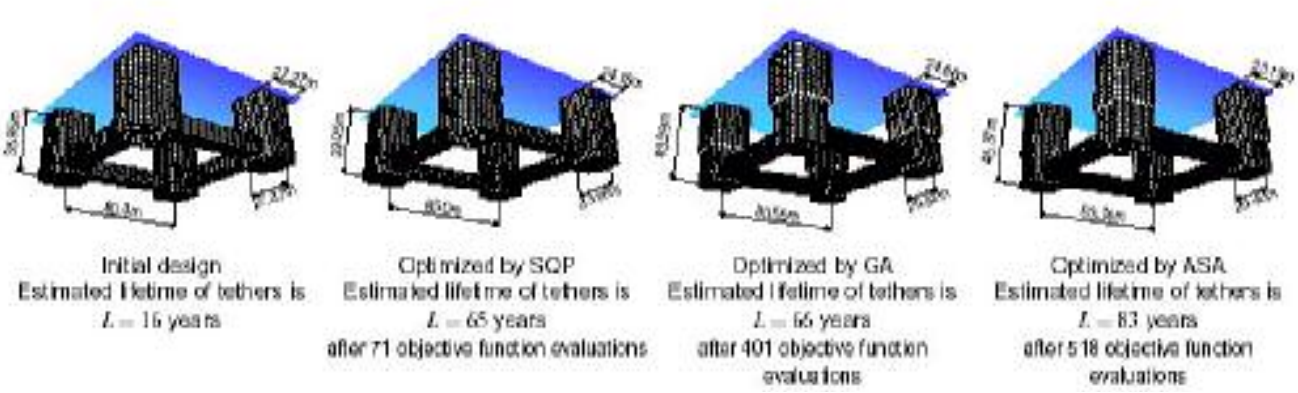
- گاهی دخالت کاربر در حین اجرای برنامه بهینه کننده موجب تسریع در فرایند بهینه سازی می گردد و یا نتایج بهتری را در بر دارد [۲۰] . مقایسه هزینه نیروی انسانی در مقابل هزینه زمان کارکرد بیشتر رایانه ها در فرآیند بهینه سازی ، اغلب ما را راغب می سازد تا از برنامه های تمام خودکار استفاده نماییم .
- برای تعیین تابع هدف نوع سکو بسیار مهم است . در مورد سکوهای شناور حتی اگر سازه در منطقه زلزله خیزی قرار داشته باشد با توجه به کم اهمیت بودن این نیرو در مقایسه با نیروهای هیدرودینامیکی وارده ، نیروی زلزله به عنوان تابع هدف انتخاب نمی گردد. در مقابل در سکوهای ثابت با توجه به جرم زیاد آن،کاهش اثر وزن ،نیروی زلزله ،فرکانس سازه و هزینه می تواند توجیه پذیری مناسبی داشته باشد.
- تصادفی بودن ماهیت روش های بهینه سازی تکاملی اغلب منجر به طولانی شدن محاسبات و در نتیجه هزینه و زمان صرف شده ی بیشتر نسبت به روش های برنامه ریزی ریاضی می گردد که ممکن است ما را در انتخاب این راه حل با تردید مواجه سازد [۴] . بر طبق نتایج تحقیقی که توسط Birk,L در سال ۲۰۰۴ صورت گرفته است[۱۳] و در شکل های (۱) و (۲) منعکس شده است ، تعداد گام های محاسباتی روش های بهینه سازی کلی معمولا بیشتر از روش های بهینه سازی محلی می باشد . بخصوص آن که سرعت نزدیک شدن به نقطه بهینه در هنگام نزدیک شدن به آن در این روش ها به شدت کند می گردد . یک راه حل پیشنهادی آن است که در مواردی که از روش های بهینه سازی فراگیر استفاده می کنیم ، در هنگامی که به نقطه ی بهینه نزدیک شده ایم و سرعت "همگرایی" کاهش می یابد ، بهینه سازی فراگیر را متوقف نموده و مقادیر فعلی بدست آمده را به عنوان پارامترهای اولیه برای بهینه سازی محلی استفاده نماییم. البته این کار مستلزم آن است کدهای محاسبه ی تابع هدف و قیدها به نحو مناسبی از بخش های دیگر برنامه مجزا شده باشد .



شکل ۱- مقایسه سه روش مختلف بهینه سازی که برای کاهش زمان ازکارماندگی سکوی نیمه مغروق واحد اعمال شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقایسه سه روش مختلف بهینه سازی که برای افزایش طول عمرسکوی نیمه مغروق واحد اعمال شده است.

- در محاسبات عددی مساله خطای محاسباتی ممکن است دقت بهینه سازی را تحت تاثیر قرار دهد . مقادیر پارامترها ممکن است تفاوت های بسیار زیادی از لحاظ دقت و مرتبه داشته باشند . یک راه مناسب آنست که با استفاده از بدون بعد ساختن پارامترها یا نرمال سازی آنها اختلاف زیاد مقدارها را کاهش داد [۱] .
- خیلی از الگوریتم های بهینه سازی محلی، مشکلاتی در مواجهه با متغیرهای گسسته آزاد – مثل تعداد ستون ها - دارند . آسان تر است که این نوع بهینه سازی را با الگوریتم های بهینه سازی کلی (مثل ژنتیک) یا الگوریتم های تصادفی[۲۲] انجام دهیم .الگوریتم ژنتیک برای متغیرهای بااعشار زیاد مناسب نمی باشد [۱] .
- بعد از پایان بهینه سازی ، تست "حساسیت سنجی" صورت می گیرد . تست حساسیت سنجی میزان و چگونگی تاثیر پارامترهای طراحی بر تابع هدف را نشان می دهد. محاسبه حساسیت پاسخ سازه ها به تغییرات متغیرهای طراحی ، غالبا هزینه ی اصلی محاسباتی فرایند بهینه سازی را تشکیل می دهد.[۲۳] در صورتی که تاثیر پارامتری بر تابع هدف ناچیز باشد می توان آن را حذف نمود و همچنین در صورتی که میزان تاثیر پارامتری بر تابع هدف بسیار بالا باشد آنگاه در مورد میزان تقریب های بکاررفته در مورد محاسبه و کنترل پارامتر مورد نظر در بخش قیدها تجدید نظر صورت می گیرد .

22 Stochastic

www.SID.ir

Archive of SID

می توان از نتایج فرایند بهینه سازی در اصلاح آیین نامه و توصیه نامه های موجود در زمینه سکوها استفاده کرد .

❖ **در انتخاب روش های بهینه سازی نکات زیر می تواند سودمند باشد:**

- برای کارهای کوچک ، از استراتژی بهینه سازی محلی استفاده کنید . [۱۳]
- الگوریتم های بهینه سازی تکاملی در نزدیکی نقطه بهینه ، کندتر هستند .SQP در هنگام نزدیک شدن به نقطه بهینه ، با سرعت بیشتری به آن نزدیک می شود؛ برای همین در الگوریتم ژنتیک ، لازم نیست برای افزایش دقت جواب خیلی تلاش کنیم ؛ بلکه می توان از نتایج تقریبی آن ، استفاده کرده وبا استراتژی های بهینه سازی محلی (مثل SQP) ، آنها را بهبود بخشید. [۱۳]
- سرعت شکست الگوریتم ژنتیک در پیدا کردن نقطه بهینه ،به طور معنی داری در مقایسه با (ASA) سریع تر است .[۱۳]

۵ جمع بندی:

- برای بهینه سازی سکوهای دریایی روش های گوناگونی مورد استفاده قرار گرفته است . آگاهی از آنها و مرور بر این تحقیقات ، تا حد زیادی می تواند پژوهشگران را در تحقیقات آتی یاری دهد.
- معیار خوبی الگوریتم‌ها به کاهش تعداد گام ها و سرعت رسیدن به حالت بهینه می باشد [۱۳] .
- برای تمام‌حالت، یک الگوریتم بهینه‌سازی خاص منحصر بفرد ، بهترین الگوریتم نمی باشد؛ یعنی بهینه‌ترین الگوریتم بهینه سازی وجود ندارد.[۱۳]
- یک راه مناسب برای غلبه بر مشکلات و افزایش سرعت روند بهینه‌سازی، انتخاب‌نقاط شروع مناسب‌تر می باشد بدون آنکه در الگوریتم تغییری بدهیم.
- طیف وسیعی از تابع های هدف در بهینه سازی سکوهای دریایی بکار گرفته شده است . شرایط محیطی و دوره ی زمانی که در بهینه سازی مورد توجه قرار گرفته و قیدها گوناگون می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۶ مراجع:

۱. مبانی بهینه سازی سازه ها ؛ آر.تی.هفتکه و زد. گوردال؛ ترجمه محمد حسین ابوالبشری ؛ انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ؛ ۱۳۸۲

۲. سکوهای دریایی ؛ ویلیام گراف ؛ ترجمه علی اکبر گل افشانی ، سهیل مهری ؛ سازمان چاپخانه و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ؛۱۳۷۶

۳. طرح بهینه پایه سکوهای ثابت دریایی با روش اصلاح شده وراثتی ؛ کوروش لطفی ؛ به راهنمایی دکتر عیسی سلاجقه ؛ پایان نامه کارشناسی ارشد ؛ دانشگاه شهید باهنر کرمان ؛ دانشکده فنی و مهندسی ؛۱۳۸۰

۴. بهینه سازی هیدرودینامیکی فرم هندسی بدنه سکوهای نیمه مغروق به روش وراثتی اصلاح شده ؛ مهدی عجمی ؛ پایان نامه کارشناسی ارشد ؛ دانشگاه تربیت مدرس ؛ دانشکده فنی و مهندسی ؛۱۳۸۲

۵. بهینه سازی طراحی موج شکن های مرکب کیسونی ؛ سید امیر دوازده امامی ؛ پایان نامه کارشناسی ارشد ؛ دانشگاه تربیت مدرس تهران ؛ دانشکده فنی و مهندسی ؛ ۱۳۸۳

6. Dynamic Optimization Design For Jacket Platforms Under Earthquakes. ;Wang؛ X-G; Jia؛ M-Y; Zhou؛ J ;Ocean Engineering/Haiyang Gongcheng. Vol. 21؛ No. 2؛ Pp. 16-19. Apr.-June 2003

7. Dynamic Behavior And Optimization Of Offshore Gravity Platforms ; Nicat S. Mastanzade And Gökhan Yazici ;Journal Of Offshore Mechanics And Arctic Engineering ؛ May 2005 ؛ Volume 127؛ Issue 2؛ Pp. 130-134

8. Optimization Of Deepwater Steel Structures. ;Des Deserts ؛ L; Deleuil؛ G ؛ Seventeenth Annual Offshore Technology Conference. 1985 Proceedings ؛ 1985؛ Vol. 1؛ Pp. 403-412؛ Proc. Offshore Technol. Conf ; 1985

9. Full-Life Cycle Optimization Model Of The Offshore Jacket Platform. ,Song؛ Y; Wang؛ L ;Isope-2002: Twelfth (2002) International Offshore And Polar Engineering Conference; Kyushu; Japan; 26-31 May 2002. Pp. 82-86. 2002

10. Fuzzy Optimization Design Of Offshore Jacket Platform With Consideration Of Corrosion ,Yu-Pu؛ Song; Li-Cheng؛ Wang ,Isope-2003: Thirteenth (2003) International Offshore And Polar Engineering Conference; Honolulu؛ Hi; Usa; 25-30 May 2003. Pp. 88-92. 2003

11. Layout Optimization Of Offshore Platform Structures Considering Design Rules. ,Ma؛ H; Liu؛ S; Gu؛ Y; Li؛ X ؛ Jisuan Lixue Xuebao (Chin. J. Comput. Mech.) (China). Vol. 21؛ No. 1؛ Pp. 38-44؛ 87. Jan.-Feb. 2004

12. Tension Leg Platform Design Optimization For Vortex Induced Vibration, M.A. Brogan؛ Massachusetts Institute Of Technology; K. S. Wasserman؛ Mit ;77 Massachusetts Avenue; Cambridge؛ Ma 02139-4307;۲۰۰۴

www.SID.ir

Archive of SID

13. Practical Application Of Global Optimization To The Design Of Offshore Structures; Lothar Birk_ ;Gunther F. Clauss; June Y. Lee; Proceedings Of Omae04؛23rd International Conference On Offshore Mechanics And Arctic Engineering؛June 20-25؛ 2004؛ Vancouver؛ British Columbia؛ Canada;

14. Optimizing The Motion Behavior Of Offshore Structures; Lothar Birk_ ;Günter F. Clauss ;International Conference Of Offshore Structures ; Massachusetts Institute Of Technology؛Cambridge;July 12 -15;1994

15. F.S Chou, "A Minimization "Seheme For The Motions And Forces Of An Ocean Platform In Random Seas". SNAME Transactions, 85: 32-50, 1977

16. K. Saito "An Optimization Method For The Motion And Forces Of An Ocean Structure In Waves." Technical Report 91 / 3, Lnstitute Of Naval Architechture And Ocean Engineering, Technical University Of Berlin., Berlin, Germany, Febrary

17. H. Kagemoto, "Minimization Of Wave Forces On An Orray Of Floating Bodies", Applied Ocean Research, 14 (2): 83- 92, 1992

18. S. Akagi And K. Ito, "Optimal Design Of Semisubmersible Form By Minimizing Its Motion In Random Sea. "Journal Of Mechanisms, Transmission, And Automation In Design, Transaction Of Asme, 106: 23- 30, March 1984

19. J. M Vasconcellos. "On Approach To Tlp Preliminary Design Using Optimization Techniques", In Proc Of Int. Conf. On Offshore Mechanics And Arctic Engineering (Omae' 96), Volume I, Pages 457-466, Florence, Italy, 1996 Asme

20. M. Kleiber, A. Siemaszko, R. Stocki, Interactive stability-oriented reliability-based design optimization, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 168 (1-4) (1999) pp. 243-253.

۲۱. شفیعی فر، مهدی و عجمی، مهدی ارائهٔ بهترین و مناسبترین گزینهٔ طراحیِ ممکن برای سکوی نیمه مغروق خزر با استفاده از اعمال الگوریتم ژنتیک بر پارامترهای هیدرودینامیکی فرم هندسی بدنهٔ آن، ششمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی، ۱۳۸۳، تهران .

۲۲. سلاجقه، عیسی و سلاجقه، جواد یزدانی ، رضا ؛ "طرح بهینه پایه سکوهای ثابت دریایی با روش بازپخت فلزات و استفاده از محاسبات تقریبی تحت اثر نیروهای دینامیکی لحظه به لحظه" ، چهارمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله،۱۳۸۲ ،تهران ،

۲۳. عوض دوانی، اردوان و بهزادی ، مهرزاد و رجبی، ایرج، "بهینه سازی سکوهای دریایی با در نظر گرفتن اثر خستگی" ، ششمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی،۱۳۸۳ ، تهران

www.SID.ir