

اطراحی محاسباتی کشتی

میونگ لی رو-کیو یوایل لی

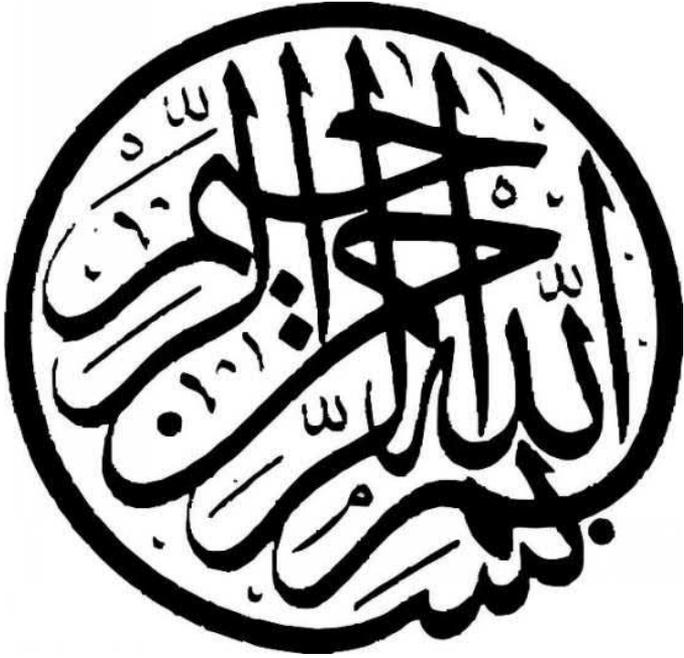


مترجمان :

مصطفی جعفرزاده خطیبانی

اعتمادالدین رابعی غلامی

سمیرا عبدالله



طراحی محاسباتی کشتی

مترجمان:

مهندس مصطفی جعفرزاده خطیبانی

مهندس اعتمادالدین رابعی غلامی

مهندس سمیرا عبدالله



سازمان انتشارات

۱۳۹۹

سرشناسه	: رو، میونگ-ایل Roh, Myung-II
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی محاسباتی کشتی / مولف میونگ لی رو، کیو یوایل لی؛ مترجمان مصطفی جعفرزاده خطیبانی، اعتمادالدین رابعی غلامی، سمیرا عبدالله.
مشخصات نشر	: ساری: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد مازندران، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۴۳۰ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	: ۸۵۰۰۰۰ ریال 2-731025-622-978 :
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Computational ship design, 2018.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۴۳۰.
موضوع	: کشتی‌ها -- طراحی -- داده‌پردازی
موضوع	: Naval architecture -- Data processing
موضوع	: کشتی‌سازی -- داده‌پردازی
موضوع	: Shipbuilding -- Data processing
شناسه افزوده	: لی، کیو-یوئل
شناسه افزوده	: Lee, Kyu-Yeul
شناسه افزوده	: جعفرزاده خطیبانی، مصطفی، ۱۳۵۸-
شناسه افزوده	: رابعی غلامی، اعتمادالدین، ۱۳۵۸-
شناسه افزوده	: عبدالله، سمیرا، ۱۳۶۸-
شناسه افزوده	: جهاد دانشگاهی. سازمان انتشارات. واحد مازندران
شناسه افزوده	: Press Organization Jahade Daneshgahi. Mazandaran Branch
رده بندی کنگره	: T۳۸۵
رده بندی دیویی	: ۶۲۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۳۵۷۲۳۳
وضعیت رکورد	: فیپا

طراحی محاسباتی کشتی

نویسندگان:میونگ لی رو ، کیو یوایل لی
مترجمان: مصطفی جعفرزاده خطیبانی ، اعتمادالدین رابعی غلامی، سمیرا عبدالله
ناشر: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مازندران
صفحه آرا: شهرام موسی پور
نوبت چاپ:اول - ۱۳۹۹
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۸۵۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۱۰-۲۵-۲



دیباچه

به دلیل پارامترهای بسیار زیاد نظیر نوع کاربری، نیروهای خارجی و روش‌های ساخت، از دیرباز فرآیند طراحی کشتی به صورت دستی انجام می‌پذیرفت. با توسعه تکنولوژی کامپیوتر، طراحی کشتی چه در حوزه آکادمیک و چه در حوزه صنعتی رشد روزافزونی یافته است. با اتخاذ روش‌های سیستماتیک و حرکت به سوی اتوماسیون، بسیاری از موانع موجود در این زمینه مرتفع گردیده‌اند. به عنوان یک رهیافت، در این کتاب روش‌های سیستماتیک و تئوری‌های مربوط به طراحی و عملکرد کشتی بر اساس روش‌های محاسباتی ارائه شده است؛ که منعکس کننده تجربیات نویسندگان آن در زمینه طراحی کشتی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه بوده و از طریق بازخوردهای دریافت شده از بسیاری از خبرگان در شرکت‌های کشتی‌سازی اصلاح شده است. توضیحات جامعی که در این کتاب در هر گام از فرآیند طراحی کشتی آمده است، یک روش سیستماتیک و یک راهنما برای طراحی کشتی به صورت آکادمیک، برای محققان، دانشجویان و سازندگان در واحدهای صنعتی را در زمینه‌های مختلفی فراهم آورده است که شامل مهندسی اقیانوس و مهندسی مکانیک می‌باشد. علاوه بر آن، برای کسانی که در زمینه طراحی کشتی‌های نو و بهبود کشتی‌های موجود فعالیت می‌کنند نیز ارزشمند خواهد بود. این کتاب شامل توضیح جزئیات مسائل، تئوری‌های مربوطه، روابط ریاضی، انتخاب الگوریتم‌ها و دیگر اطلاعات اساسی طراحی می‌باشد. جزئیات روش‌ها بر اساس مثال‌های واقعی ارائه شده است.

این کتاب با ۱۷ فصل و ضمائم آن، کلیه مراحل طراحی کشتی از توضیحات تفصیلی تئوری‌های طراحی تا پیشرفته‌ترین روش‌های طراحی محاسباتی را پوشش می‌دهد و شامل متدولوژی‌های سیستماتیک و راهنماهای مرتبط با طراحی کشتی برای پیشروان حال و آینده آکادمی‌ها و صنایع می‌باشد.

در فصل ۱ مقدمه‌ای از طراحی کشتی آورده شده است. الزامات اولیه و کارکردها، مفاهیم و مراحل طراحی کشتی بیان گردیده‌اند. فصل ۲ به تحلیل خواسته‌های مالک شناور که نقطه شروع فرآیند طراحی می‌باشد، می‌پردازد. فصل ۳ محدودیت‌های متفاوت طراحی کشتی از قبیل اقتصادی، فیزیکی و قوانین مربوطه را تشریح می‌کند. فصل ۴ روش‌های برآورد وزن سبک کشتی را ارایه می‌نماید. فصل ۵ به نحوه تخمین مقاومت و توان کشتی می‌پردازد. فصل ۶ شیوه انتخاب موتور اصلی بر اساس مقاومت و توان تخمین زده شده را بیان می‌دارد. در فصل ۷ چگونگی محاسبه ابعاد اصلی پروانه تشریح شده است. فصل ۸ نحوه تخمین ظرفیت انبارهای حمل بار را بیان می‌کند. فصل ۹ به معرفی کنوانسیون بین المللی خط شاهین و محاسبه حداقل مقدار فریبورد مجاز می‌پردازد. در فصل ۱۰ توضیح داده می‌شود که چگونه بر اساس نوع کشتی ابعاد اصلی آن برآورد می‌شود. فصل ۱۱

شامل توضیحاتی درباره شیوه طراحی فرم بدنه از قبیل تولید آن، تغییرات و ارزیابی عملکرد فرم بدنه می‌باشد. در فصل ۱۲ طراحی جانمایی عمومی کشتی از قبیل بخش‌های مختلف بدنه و ارزیابی پایداری کشتی تشریح گردیده است. فصل ۱۳ به معرفی ملاحظات طراحی سازه‌ای برای بارگذاری‌های مختلف و استحکام آن بر اساس قواعد یکپارچه سازه‌ای می‌پردازد. در فصل ۱۴ تجهیز بدنه کشتی، ماشین‌آلات، فضای زیست‌خدمه و سیستم‌های الکتریکی توضیح داده شده است. فصل ۱۵ به معرفی یک روش برای ارزیابی اقتصادی کشتی مشتمل بر کشتی‌سازی و هزینه‌های عملیاتی آن، نرخ حمل و فاکتور بهره‌وری عملیاتی، می‌پردازد. در فصل ۱۶ مثالی از چگونگی محاسبه ابعاد اصلی یک نفتکش خیلی بزرگ آمده است. در فصل ۱۷ مثال‌هایی از مدل‌های طراحی کشتی شامل فرم بدنه، تقسیم‌بندی و سازه بدنه آورده شده است.

همچنین در این کتاب به منظور کمک به خواننده جهت درک بهتر روش‌های بهینه‌سازی، ضاممی گنجانده شده است و نمونه‌هایی از طراحی بهینه کشتی آورده شده است.

بخش عمده کتاب بر اساس درس‌گفتارهای نویسندگان تدوین گردیده است که در طول دو دهه برای درس طراحی کشتی در دانشکده معماری دریایی و مهندسی اقیانوسی دانشگاه ملی کره بسط و توسعه داده شده است. درس‌گفتارها از وب‌سایت *OpenCourseWare* دانشگاه قابل دسترسی می‌باشند ([Http://ocw.snu.ac.kr](http://ocw.snu.ac.kr)). به منظور درک مطالب این کتاب لازم است خواننده دانش مقدماتی از دروس مکانیک سیالات، مقاومت مصالح، پایداری کشتی (یا محاسبات معماری کشتی) و روش‌های عددی داشته باشد که معمولاً در زمینه معماری کشتی و مهندسی اقیانوس در بسیاری از دانشکده‌ها به عنوان دروس پیشنیاز تدریس می‌گردند.

Myung-II Roh
Kyu-Yeul Lee

یادداشت مترجمان

امروزه کلیه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نگاه ویژه به حمل و نقل دریایی و صنایع دریایی خویش دارند. حمل و نقل دریایی نافذه این کشورها در تجارت جهانی به حساب می آید و قدرت تصاحب سهم حداکثری از بازار تجارت جهانی در گرو ناوگان حمل و نقل دریایی قوی آن کشور است. برای تقویت ناوگان های عظیم حمل و نقل دریایی، نیاز به صنایع دریایی پویا و متناسب با نیاز آن ناوگان می باشد. بنابراین از این حیث، کشورهایی ناوگان تجارت دریایی قوی خواهند داشت که صناعی همچون کشتی سازی، تعمیرات کشتی، خدمات دریایی، ساخت سکوه های دریایی و ... در آنها قوی، پویا و به روز باشد.

در میان گرایش های مختلف صنایع دریایی، صنعت کشتی سازی از جایگاه مهم و ویژه ای برخوردار است و می توان این صنعت را تامین کننده اساسی ناوگان های حمل و نقل دریایی دانست. برای داشتن صنعت کشتی سازی قوی علاوه بر عوامل مهمی همچون مدیریت کارا، زنجیره تامین پیوسته و قابل انطباق با معیارهای متغیر روز، نگاه حمایتی دولت ها برای رونق صنعت و ایجاد زیرساخت های مناسب، ایجاد دانش فنی و پرورش متخصصان آشنا به علوم روز این صنعت بی گمان اساسی ترین بخش این زنجیره است. در این بین توجه به تولید علم، مستندسازی از طریق نگارش و ترجمه کتب تخصصی یکی از بهترین و موثرترین روش های تحقق این مهم می باشد.

در کشور ما، تاکنون به ترجمه و تالیف کتب تخصصی دریایی نگاه جدی نشده و بسیاری از کتب ترجمه یا تالیفی در این خصوص یا مربوط به دهه های قبل بوده و یا از حیث تعداد نسبت به کتب چاپ شده در جهان بسیار کم و ناچیز می باشد. علی الخصوص در زمینه طراحی کشتی، تنها کتاب طراحی کشتی آقای دکتر سیف که مربوط به حداقل ۲۰ سال پیش می باشد در کشور گردآوری و چاپ شده است و اخیراً کتاب طراحی کاربردی کشتی آقای دکتر خدمتی نیز ترجمه کتاب *Ship Design and Performance for Masters and Mates* و از کتب کاربردی در این زمینه می باشد. لذا در بخش طراحی کشتی ترجمه یا تالیف کتب کاربردی امری ضروری و الزامی است.

کتاب حاضر که حاصل تالیف آقایان میونگ لی رو و کیویوایل است در میان کلیه کتاب های طراحی که تاکنون چاپ شده اند دارای مزیت بزرگ کاربردی بودن است و دلیل عمده آن تجارب بسیار زیاد مولفین در صنایع دریایی و تدریس کاربردی این درس در دانشگاه می باشد. دلیل عمده ترجمه این کتاب توسط مترجمین نیز همین نکته است. همچنین با توجه به اینکه کتب طراحی با رویکرد تئوری و پرداختن به بخش های اولیه طراحی در خصوص انتخاب ابعاد اصلی کشتی با استفاده از داده های آماری، توسط مولفین فراوانی همچون پاپانیکلائو، بارراس، برترام، اشنیکلود و غیره چاپ شده است، در این کتاب به این بخش ها توجهی نشده است و بیشتر تمرکز کتاب بر بخش هایی از

طراحی که در کتب دیگر به آنها اشاره ناچیز شده، صورت گرفته است. بخش‌هایی همچون انتخاب موتور، طراحی پروانه، طراحی خطوط بدنه، تهیه جانمایی عمومی که نقاط قوت این کتاب به حساب می‌آید. بنابراین برای درک بهتر و کاربردی‌تر این کتاب توصیه می‌گردد که ابتدا کتب نظری طراحی همچون کتاب طراحی کشتی آقای پاپانیکلانو مطالعه و سپس برای فهم بهتر این کتاب کاربردی استفاده گردد.

در ترجمه این کتاب با توجه به نیاز توسعه دایره واژگان تخصصی دریایی، مترجمان با استفاده از تجارب صنعتی و دانشگاهی خویش سعی در ارائه ترجمه صحیح واژگان تخصصی و در برخی موارد واژه‌سازی به زبان فارسی نموده‌اند و در قسمت‌هایی که بیم عدم فهم واژه وجود داشت در پاورقی همان صفحه واژه مربوطه توضیح داده شده است.

با توجه به نیاز کشور به توسعه صنایع دریایی و اهمیت توسعه نهضت چاپ و نشر کتب تخصصی در این زمینه، امید است این کتاب کمک ناچیزی در فهم بهتر رویه طراحی کشتی و آرایه‌کننده راهکارهای کاربردی در این زمینه باشد. در انتها از کلیه عزیزانی که این کتاب را مطالعه می‌نمایند در خواست می‌گردد تا نقاط ضعف در ترجمه و ایرادات احتمالی را به مترجمان یادآوری نمایند تا در تکمیل ترجمه بهتر ما را یاری رسانند.

اعتمادالدین رابعی غلامی

مصطفی جعفرزاده خطیبانی

سمیرا عبدالله.

فهرست مطالب

21	فصل 1. مقدمه
21	1-1 کلیات
21	1-2 الزامات اولیه و عملکرد یک کشتی
22	1-3 تعاریف و اصطلاحات اولیه کشتی
22	1-3-1 ابعاد اصلی
25	1-3-2 اجزای کشتی
30	1-3-3 وزن و حجم
30	1-3-4 سرعت و قدرت
31	1-4 مراحل طراحی
37	فصل 2. بررسی نیازهای مالک شناور
37	2-1 کلیات
37	2-2 نیازهای مالک شناور
38	2-3 بررسی کشتی‌های مرجع
38	2-4 مرور مقررات و آیین‌نامه‌ها
39	2-4-1 سازمان جهانی دریانوردی (IMO)
40	2-4-2 موسسات رده‌بندی
40	2-4-3 متصدی اجرای قوانین
43	فصل 3. محدودیت‌های طراحی
43	3-1 کلیات
43	3-2 محدودیت فیزیکی
45	3-3 محدودیت‌های اقتصادی

45.....	معادله حجم.....	۳-۳-۱
45.....	سرعت عملیاتی و مصرف سوخت روزانه.....	۳-۳-۲
46.....	محدودیت‌های مقررات.....	۳-۴
46.....	فریبرد موردنیاز.....	۳-۴-۱
46.....	پایداری موردنیاز.....	۳-۴-۲
47.....	راهنمای محاسباتی.....	۳-۵
47.....	معادله وزن.....	۳-۵-۱
48.....	معادله حجم.....	۳-۵-۲
48.....	فریبرد مورد نیاز.....	۳-۵-۳
49.....	پایداری مورد نیاز.....	۳-۵-۴

فصل 4. تخمین وزن سبک شناور

51.....	کلیات.....	۴-۱
51.....	روش 1: استفاده از وزن سبک کشتی مرجع.....	۴-۲
52.....	روش 2: استفاده از نسبت وزن مرده به وزن کلی کشتی.....	۴-۳
52.....	روش 3: استفاده از طول، عرض و ارتفاع.....	۴-۴
53.....	روش 4: تقسیم‌بندی وزن سبک به وزن سازه‌ای، ملحقات و ماشین‌آلات.....	۴-۵
53.....	وزن سازه‌ای (W_s).....	۴-۵-۱
54.....	وزن تجهیزات (W_o).....	۴-۵-۲
54.....	وزن ماشین‌آلات (W_m).....	۴-۵-۳
57.....	وزن سبک.....	۴-۵-۴
57.....	راهنمای محاسباتی.....	۴-۶
57.....	روش 1.....	۴-۶-۱
57.....	روش 2.....	۴-۶-۲
58.....	روش 3.....	۴-۶-۳
58.....	روش 4.....	۴-۶-۴

فصل 5. برآورد مقاومت و توان

61.....	کلیات.....	۵-۱
61.....	مقاومت کشتی.....	۵-۲

64.....	روش‌های برآورد مقاومت.....	۵-۳
64.....	برآورد مقاومت با روش هولتروپ و مانن.....	۵-۴
65.....	مقاومت اصطکاکای (R_F).....	۵-۴-۱
66.....	مقاومت ضمامم و ملحقات (R_{APP}).....	۵-۴-۲
67.....	مقاومت موج (R_W).....	۵-۴-۳
69.....	مقاومت فشاری افزوده ناشی از حبایی سینه (R_B).....	۵-۴-۴
.....	مقاومت فشاری افزوده ناشی از پاشنه تخت مغروق کشتی (R_{TR}).....	۵-۴-۵
70.....	
70.....	مقاومت همبستگی کشتی-مدل (R_A).....	۵-۴-۶
71.....	مقاومت کل (R_T).....	۵-۴-۷
71.....	برآورد ضرایب رانش.....	۵-۵
71.....	راندمان رانش (η_D).....	۵-۵-۱
72.....	بازدهی پروانه در آب آزاد (η_O).....	۵-۵-۲
72.....	راندمان بدنه (η_H).....	۵-۵-۳
73.....	راندمان چرخشی نسبی (η_R).....	۵-۵-۴
74.....	ضریب کسری ویک (w).....	۵-۵-۵
76.....	ضریب کاهش تراست (t).....	۵-۵-۶
76.....	برآورد توان.....	۵-۶
76.....	توان موثر (EHP).....	۵-۶-۱
77.....	توان تراست (THP).....	۵-۶-۲
77.....	توان تحویل داده شده (DHP).....	۵-۶-۳
77.....	توان شافت (SHP).....	۵-۶-۴
77.....	توان موتور (BHP).....	۵-۶-۵
78.....	توان پیوسته نرمال (NCR).....	۵-۶-۶
78.....	توان پیوسته ماکزیمم (MCR).....	۵-۶-۷
79.....	راهنمای محاسباتی.....	۵-۷
79.....	روش برآورد مقاومت.....	۵-۷-۱
80.....	روش برآورد ضرایب رانش.....	۵-۷-۲
80.....	روش برآورد توان.....	۵-۷-۳

فصل 6. انتخاب موتور اصلی 83

83	کلیات	۶-۱
83	مشخصات موتور دیزل	۶-۲
83	سرعت و توان موتور	۶-۳
84	نمودار طرح موتور	۶-۴
86	انتخاب موتور اصلی	۶-۵
88	تخمین مصرف سوخت روزانه	۶-۶
89	تخمین ظرفیت سوخت	۶-۷
90	راهنمای محاسباتی	۶-۸
90	انتخاب موتور اصلی	۶-۸-۱
90	تخمین مصرف سوخت روزانه	۶-۸-۲
91	تخمین ظرفیت سوخت	۶-۸-۳

فصل 7. تعیین ابعاد اصلی پروانه 93

93	کلیات	۷-۱
93	ابعاد اصلی پروانه	۷-۲
94	قطر پروانه (D_p)	۷-۲-۱
94	گام پروانه (P_i)	۷-۲-۲
95	نسبت سطح گسترش یافته (A_E/A_0)	۷-۲-۳
96	تعداد پره‌ها (z)	۷-۲-۴
97	سرعت پروانه	۷-۲-۵
98	ضرایب بی‌بعد در طراحی پروانه	۷-۳
98	ضریب پیشروی (J)	۷-۳-۱
99	ضریب تراست (K_T)	۷-۳-۲
100	ضریب گشتاور (K_Q)	۷-۳-۳
100	راندمان پروانه در آب آزاد (η_0)	۷-۳-۴
103	تعیین ابعاد اصلی پروانه	۷-۴
103	مرحله 1: تعیین قطر پروانه	۷-۴-۱
	مرحله 2: تعیین توان، سرعت موتور و گام پروانه برای حداکثر کردن	۷-۴-۲
104		η_0

مرحله 3: تعیین ابعاد اصلی بهینه پروانه و حداکثر سرعت کشتی ۷-۴-۳

109

مرحله 4: تعیین سرعت و توان موتور با استفاده از ابعاد اصلی تعیین شده برای پروانه ۷-۴-۴

116.....

مرحله 5: تولید منحنی‌های سرعت - توان..... ۷-۴-۵

۷-۵. رابطه بین سرعت، قطر و راندمان پروانه..... 120

۷-۶. راهنمای محاسباتی..... 120

۷-۶-۱. مرحله 1..... 120

۷-۶-۲. مرحله 2..... 121

۷-۶-۳. مرحله 3..... 122

۷-۶-۴. مرحله 4..... 123

۷-۶-۵. مرحله 5..... 123

فصل 8. تخمین ظرفیت انبار کالا 125

۸-۱. کلیات..... 125

۸-۲. روش 1: استفاده از طول، عرض و ارتفاع..... 125

۸-۳. روش 2: با استفاده از طول انبار کالا، عرض و ارتفاع..... 125

۸-۴. راهنمای محاسباتی..... 126

۸-۴-۱. روش 1..... 126

۸-۴-۲. روش 2..... 127

فصل 9. محاسبه فریبرد 129

۹-۱. کلیات..... 129

۹-۲. فریبرد..... 129

۹-۳. عرشه فریبرد و طول فریبرد..... 132

۹-۳-۱. عرشه فریبرد..... 132

۹-۳-۲. طول فریبرد..... 132

۹-۴. محاسبه فریبرد مورد نیاز توسط کنوانسیون بین‌المللی خط بار..... 133

۹-۴-۱. دسته‌بندی انواع کشتی‌ها..... 135

۹-۴-۲. محاسبه فریبرد جدولی (فریبرد اولیه)..... 135

143.....	افزایش فریبرد برای ضریب بلوکی	۹-۴-۳
143.....	تصحیح ناشی از ارتفاع کشتی.....	۹-۴-۴
144.....	اصلاح فریبرد بر اساس موقعیت خط عرشه.....	۹-۴-۵
144.....	کاهش فریبرد بر اساس روسازه و ترانک.....	۹-۴-۶
148.....	کاهش فریبرد به دلیل روسازه و ترانک.....	۹-۴-۷
148.....	اصلاح فریبرد به دلیل شیب طولی عرشه.....	۹-۴-۸
154.....	افزایش فریبرد به دلیل حداقل ارتفاع سینه.....	۹-۴-۹
155.....	افزایش فریبرد به دلیل شناوری ذخیره.....	۹-۴-۱۰
156.....	محاسبه حداقل فریبرد.....	۹-۴-۱۱
157.....	بررسی الزامات فریبرد.....	۹-۵
158.....	علامت خط شاهین بار.....	۹-۶
159.....	راهنمای محاسباتی.....	۹-۷
159.....	محاسبه فریبرد مورد نیاز.....	۹-۷-۱
160.....	بررسی الزامات فریبرد.....	۹-۷-۲

فصل 10. تعیین ابعاد اصلی

161.....	کلیات.....	۱۰-۱
161.....	معادله وزن.....	۱۰-۲
162.....	معادله حجم.....	۱۰-۳
162.....	فریبرد مورد نیاز.....	۱۰-۴
163.....	انواع کشتی‌ها با در نظر گرفتن دانسیته بار.....	۱۰-۵
164.....	مراحل تعیین ابعاد اصلی کشتی.....	۱۰-۶
164.....	۱-۶-۱۰. روند تعیین ابعاد اصلی برای کشتی وزنی.....	۱۰-۶-۱
165.....	۲-۶-۱۰. مراحل تعیین ابعاد اصلی کشتی حجمی.....	۱۰-۶-۲
165.....	راهنمای محاسباتی.....	۱۰-۷

فصل 11. طراحی فرم بدنه

169.....	کلیات.....	۱۱-۱
170.....	تولید فرم بدنه.....	۱۱-۲
171.....	۱-۲-۱۱. منحنی‌های اولیه.....	۱۱-۲-۱

173.....	منحنی‌های ثانویه	۱۱-۲-۲
177.....	تولید اسکلت‌بندی فرم بدنه	۱۱-۲-۳
179.....	ضرایب فرم بدنه	۱۱-۲-۴
184.....	تغییر فرم بدنه	۱۱-۳
185.....	روش تغییر ابعادی	۱۱-۳-۱
188.....	روش تغییر CP	۱۱-۳-۲
196.....	فیرینگ خطوط بدنه کشتی	۱۱-۴
196.....	اصلاح منحنی‌های فرم بدنه	۱۱-۴-۱
196.....	ارزیابی کیفیت فرم بدنه	۱۱-۴-۲
198.....	ارزیابی عملکرد فرم بدنه	۱۱-۵
198.....	عملکرد پایداری	۱۱-۵-۱
200.....	عملکرد مقاومت و پیشرانش	۱۱-۵-۲
204.....	قابلیت مانورپذیری	۱۱-۵-۳
208.....	تولید نقشه‌ی خطوط بدنه و پوسته‌ی بدنه	۱۱-۶
208.....	نقشه‌ی خطوط بدنه	۱۱-۶-۱
210.....	سطوح فرم بدنه	۱۱-۶-۲
211.....	طراحی ضمامن کشتی	۱۱-۷
213.....	راهنمای محاسباتی	۱۱-۸

فصل 12. طراحی جانمایی عمومی

215.....	کلیات	۱۲-۱
216.....	انواع مختلف تانکرها	۱۲-۲
216.....	قوانین و آیین‌نامه‌های مخصوص تانکرها	۱۲-۳
217.....	مقررات برای ساختمان دو جداره‌ی بدنه	۱۲-۳-۱
218.....	محدودیت‌های اندازه‌ی مخازن نفت	۱۲-۳-۲
220.....	نصب مخازن شستشوی نفت	۱۲-۳-۳
221.....	نصب مخازن بالاست آب دریا مجزا	۱۲-۳-۴
221.....	حفاظت از مخازن سوخت	۱۲-۳-۵
222.....	چیدمان انبارهای کالا	۱۲-۴
223.....	بالک‌هد ضد نفوذ آب (دیواره‌های آب‌بند)	۱۲-۴-۱

- 223..... فاصله فریم‌بندی ۱۲-۴-۲
- 224..... ارتفاع کف دوجداره ۱۲-۴-۳
- 224..... عرض مخزن کناری ۱۲-۴-۴
- 225..... کافردام ۱۲-۴-۵
- 225..... مخزن کنجی یا هاپر تانک ۱۲-۴-۶
- 226..... منیغولدهای بار ۱۲-۴-۷
- 226..... فرود هلیکوپتر و علامت وینچینگ ۱۲-۴-۸
- 227..... جانمایی قسمت سینه ۱۲-۵
- 227..... طول قسمت سینه ۱۲-۵-۱
- 228..... ارتفاع قسمت سینه ۱۲-۵-۲
- 229..... جانمایی کمپارتمنت‌ها و مخازن سازه‌ای در قسمت سینه ۱۲-۵-۳
- 230..... جانمایی موتورخانه ۱۲-۶
- 230..... طول موتورخانه ۱۲-۶-۱
- 232..... ارتفاع موتورخانه ۱۲-۶-۲
- 233..... جانمایی مخازن سازه‌ای موتورخانه ۱۲-۶-۳
- 236..... جانمایی اتاق‌ها در موتورخانه ۱۲-۶-۴
- 237..... جانمایی قسمت پاشنه ۱۲-۷
- 237..... طول قسمت پاشنه ۱۲-۷-۱
- 238..... ارتفاع قسمت پاشنه ۱۲-۷-۲
- 238..... چیدمان مخازن سازه‌ای و اتاق‌ها در قسمت پاشنه ۱۲-۷-۳
- 239..... ارزیابی پایداری ۱۲-۸
- 240..... محاسبه ظرفیت کمپارتمنت‌ها ۱۲-۸-۱
- 240..... پایداری در حالت سالم ۱۲-۸-۲
- 247..... پایداری صدمه دیده ۱۲-۹
- 251..... تولید نقشه‌ی جانمایی عمومی ۱۲-۱۰
- 252..... راهنمای محاسباتی ۱۲-۱۱
- 255 فصل 13. طراحی سازه‌ای بدنه
- 255..... کلیات ۱۳-۱
- 256..... ساختمان بدنه ۱۳-۱-۱

257.....	ابعاد اصلی برای طراحی سازه‌ای بدنه.....	۱۳-۱-۲
258.....	مواد و متریکال استفاده شده در کشتی.....	۱۳-۱-۳
259.....	ضخامت.....	۱۳-۱-۴
260.....	فرایند طراحی سازه‌ای بدنه.....	۱۳-۱-۵
260.....	بارهای طراحی.....	۱۳-۲
260.....	کلیات.....	۱۳-۲-۱
263.....	انواع بارگذاری دینامیکی.....	۱۳-۲-۲
265.....	شتابها و حرکات کشتی.....	۱۳-۲-۳
269.....	بارگذاری استحکام طولی بدنه.....	۱۳-۲-۴
275.....	بارهای خارجی.....	۱۳-۲-۵
277.....	بارهای داخلی.....	۱۳-۲-۶
280.....	سناریوهای بارهای طراحی.....	۱۳-۲-۷
281.....	استحکام طولی بدنه.....	۱۳-۳
281.....	ارزیابی استحکام خمشی بدنه.....	۱۳-۳-۱
284.....	ارزیابی استحکام برشی بدنه.....	۱۳-۳-۲
285.....	محاسبات استحکام محلی بدنه.....	۱۳-۴
286.....	بارهای شرکت کننده در محاسبات استحکام محلی بدنه.....	۱۳-۴-۱
287.....	ضخامت‌های حداقل.....	۱۳-۴-۲
289.....	ورق‌ها.....	۱۳-۴-۳
291.....	تقویت کننده‌ها.....	۱۳-۴-۴
294.....	استحکام کمانشی.....	۱۳-۵
294.....	کلیات.....	۱۳-۵-۱
294.....	ضریب بهره‌برداری کمانش.....	۱۳-۵-۲
295.....	الزامات باریکی.....	۱۳-۵-۳
296.....	ظرفیت کمانش.....	۱۳-۵-۴
299.....	معیارهای کمانش.....	۱۳-۵-۵
300.....	استحکام خستگی.....	۱۳-۶
300.....	کلیات.....	۱۳-۶-۱
300.....	تنش خستگی.....	۱۳-۶-۲
301.....	ارزیابی استحکام خستگی.....	۱۳-۶-۳

- 304..... تایید طراحی سازه‌ای بدنه..... ۱۳-۷
- 305..... تحلیل سازه‌ای انبار کالا..... ۱۳-۷-۱
- 305..... آنالیز سازه‌ای محلی..... ۱۳-۷-۲
- 306..... آنالیز استحکام خستگی..... ۱۳-۷-۳
- 307..... آنالیز کلی سازه..... ۱۳-۷-۴
- 309..... تولید نقشه‌ها و مدل سازه‌ای بدنه..... ۱۳-۸
- 310..... راهنمای محاسباتی..... ۱۳-۹

فصل 14. طراحی تجهیزات و ماشین‌آلات 313

- 313..... کلیات..... ۱۴-۱
- 313..... تجهیزات بدنه..... ۱۴-۲
- 314..... تجهیزات لنگراندازی..... ۱۴-۲-۱
- 315..... تجهیزات مهار..... ۱۴-۲-۲
- 317..... تجهیزات جابه‌جایی بار..... ۱۴-۲-۳
- 319..... تجهیزات آشنشانی و نجات غریق..... ۱۴-۲-۴
- 321..... تجهیزات انتقال راهنمای کشتی..... ۱۴-۲-۵
- 322..... عدد تجهیزات..... ۱۴-۲-۶
- 330..... تجهیزات ماشین‌آلات..... ۱۴-۳
- 330..... تجهیزات موتورخانه..... ۱۴-۳-۱
- 337..... طراحی لوله‌کشی..... ۱۴-۳-۲
- 338..... تجهیزات روسازه..... ۱۴-۴
- 338..... طراحی روسازه..... ۱۴-۴-۱
- 339..... روسازه کوچک..... ۱۴-۴-۲
- 340..... دودکش..... ۱۴-۴-۳
- 341..... الزامات مربوط به میدان دید..... ۱۴-۴-۴
- 344..... تجهیزات الکتریکی..... ۱۴-۵
- 344..... سیستم قدرت..... ۱۴-۵-۱
- 345..... سیستم کنترل..... ۱۴-۵-۲
- 346..... سیستم‌های ارتباطی و ناوبری..... ۱۴-۵-۳
- 347..... سیستم روشنایی..... ۱۴-۵-۴

- 347.....سیستم هشدار و شناسایی آتش.....۱۴-۵-۵
 348.....تولید نقشه‌های P&ID و WD.....۱۴-۶
 349.....راهنمای محاسباتی.....۱۴-۷

351 فصل 15. ارزیابی اقتصادی

- 351.....کلیات.....۱۵-۱
 351.....تخمین هزینه‌ی کشتی‌سازی.....۱۵-۲
 352.....۱-۲-۱. قیمت مواد.....۱۵-۲-۱
 353.....۲-۲. هزینه‌ی کار.....۱۵-۲-۲
 354.....۳-۲. هزینه عمومی.....۱۵-۲-۳
 354.....۴-۲. هزینه‌ی ساخت کشتی.....۱۵-۲-۴
 355.....تخمین هزینه‌ی عملیات.....۱۵-۳
 355.....۱-۳. هزینه‌ی دریانوردی.....۱۵-۳-۱
 357.....۲-۳. هزینه‌های ثابت زمان.....۱۵-۳-۲
 358.....۳-۳. هزینه عملیات.....۱۵-۳-۳
 359.....تخمین هزینه‌ی حمل کالا (RFR).....۱۵-۴
 360.....تخمین فاکتور سود عملیاتی (OPF).....۱۵-۵
 362.....راهنمای محاسباتی.....۱۵-۶
 362.....۱-۶. تخمین هزینه‌ی ساخت کشتی.....۱۵-۶-۱
 362.....۲-۶. تخمین هزینه‌ی عملیاتی.....۱۵-۶-۲
 363.....۳-۶. تخمین RFR.....۱۵-۶-۳
 363.....۴-۶. تخمین POF.....۱۵-۶-۴

365 فصل 16. مثالی از تعیین ابعاد اصلی

- 365.....کلیات.....۱۶-۱
 365.....نیازهای مالک کشتی.....۱۶-۲
 365.....تعیین ابعاد اصلی کشتی.....۱۶-۳
 371.....۱-۳. معادله‌ی وزن.....۱۶-۳-۱
 374.....۲-۳. معادله‌ی حجم.....۱۶-۳-۲
 375.....۳-۳. فریبرد موردنیاز.....۱۶-۳-۳

382	پیش‌بینی مقاومت و توان	۱۶-۴
382	پیش‌بینی مقاومت با روش هولتروپ و مانن	۱۶-۴-۱
390	تعیین ضرایب پیش‌رانش	۱۶-۴-۲
390	پیش‌بینی توان	۱۶-۴-۳
391	انتخاب موتور اصلی	۱۶-۵
391	انتخاب مدل موتور اصلی	۱۶-۵-۱
392	تخمین سرعت موتور	۱۶-۵-۲
393	تخمین مصرف سوخت روزانه (DFOC)	۱۶-۵-۳
393	تعیین ابعاد اصلی پروانه	۱۶-۶
393	تعریف مساله برای مرحله‌ی 3	۱۶-۶-۱
394	استفاده از معادله‌ی گشتاور	۱۶-۶-۲
395	بررسی معادله‌ی نیروی تراست	۱۶-۶-۳
395	بررسی معیار بدون کاویتاسیون	۱۶-۶-۴
396	ابعاد اصلی پروانه	۱۶-۶-۵
396	محاسبه‌ی عدد تجهیزات	۱۶-۷
397	بررسی طول غیر قابل دید	۱۶-۸
398	خلاصه‌ی ابعاد اصلی کشتی	۱۶-۹

فصل 17. مثالهایی از مدل طراحی کشتی

403	کلیات	۱۷-۱
403	مثالهایی از مدل فرم بدنه	۱۷-۲
406	مثالی از مدل کمپارتمنت	۱۷-۳
406	مثالی از مدل سازه‌ای بدنه	۱۷-۴