

طراحی سازه‌های هوافضایی

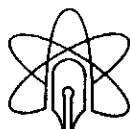
آشنایی با ماهواره‌بر و اصول بارگذاری آن

(جلد اول)

تألیف:

مهندس علی رحیمی

مهندس مرتضی رحیمی



انتشار ب یامهدی (عج)

وابسته به گروه صنایع یامهدی (عج)

سرشناسه: رحیمی، علی، ۱۳۴۸-

عنوان و نام پدیدآور: طراحی سازه‌های هوافضایی؛ آشنایی با ماهواره‌بر و اصول بارگذاری آن (جلد ۱) / تألیف: علی رحیمی - مرتضی رحیمی.
مشخصات ناشر: تهران: یامهدی (عج)، ۱۳۹۲.

مشخصات ظاهری: ج ۲ - ۱۶۱ ص. : مصور، جدول، نمودار.

ISBN: 978-964-7493-44-4

۱۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا.

یادداشت: کتابخانه

موضوع: پرتاب‌کننده‌های فضایی

موضوع: پرتاب‌کننده‌های فضایی - طرح و ساختمان

رده‌بندی کنگره: ۶۲۹/۴۷ ط ۴۱۳۹۱

رده‌بندی دیویی: ۶۲۹/۴۷

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۲۱-۸۷۰۳

انتشارات یامهدی (عج)

www.yamahdipub.ir

تلفن پخش: ۱۵-۶۶۵۶۶۵۱۰ (۰۲۶) انتشارات: ۲۲۹۷۵۳۲۷ (۰۲۱)

طراحی سازه‌های هوافضایی (جلد ۱)

آشنایی با ماهواره‌بر و اصول بارگذاری آن

تألیف: علی رحیمی - مرتضی رحیمی

چاپ و صحافی: حمزه‌ای

چاپ اول: بهار ۱۳۹۲

شمارگان: ۳۰۰ جلد

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق چاپ و نشر برای انتشارات یامهدی (عج) محفوظ است.

ISBN: 978-964-7493-44-4

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۴۹۳-۴۴-۴

به نام خدا

سخن ناشر

دستیابی به آسمان و تسخیر فضا از دیرباز یکی از آرزوهای بشر بوده است، امری که تاکنون گامهای بلندی در جهت رسیدن به آن برداشته شده است و زمینه ساز توسعه و فناوری برتر در صنایع هوافضا شده است. از جمله این فناوری‌های برتر می‌توان، به فناوری ساخت انواع ماهواره‌بر و ماهواره‌ها اشاره کرد. اهمیت این فناوری، در تاثیرگذاری آن بر کلیه زمینه‌های فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جوامع بشری می‌باشد. به همین منظور نیاز روزافزون صنایع هوافضایی به کارشناسان و مهندسان کاربردی و ایجاد گرایش‌های تخصصی و همچنین منابع علمی و فنی بیشتر نمایان می‌شود. بنابراین، مدیریت صحیح منابع علمی و توسعه‌ی آنها - به ویژه کتاب - را می‌توان از الویت‌های اینگونه صنایع جهت رسیدن به چنین اهدافی دانست. صنایع مرتبط با اینگونه فناوری‌ها در کشورمان در دهه‌ی اخیر توجه ویژه‌ای به این شاخه از علوم و فناوری نشان داده و برای سرعت بخشیدن به بهبود فرآیند طراحی و تولید این فناوری در داخل کشور سرمایه‌گذاری مناسبی نموده‌اند.

انتشارات یامهدی^(عج) وابسته به گروه صنایع یامهدی^(عج) که از صنایع پیشرفته کشور محسوب می‌شود، این کتاب را که حاصل این راهبرد بلندنگر است و چکیده تلاش و تجربیات دو تن از محققان این عرصه، آقایان علی رحیمی و مرتضی رحیمی می‌باشد به چاپ رسانده است. و امیدوار است که با اهدای این کتاب به جامعه‌ی علمی و مهندسی کشور، گامی شایسته برای توسعه‌ی این دانش و فناوری برداشته باشد.

در اینجا، از زحمات آقایان علی رحیمی و مرتضی رحیمی به خاطر تالیف این اثر ارزشمند و همچنین دست اندرکاران انتشارات یامهدی^(عج) به خاطر تلاش‌شان در چاپ و نشر این کتاب تشکر و قدردانی می‌نمایم.

گروه صنایع یامهدی^(عج)
مهندس نادر سیاوش

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱ / آشنایی با مفاهیم موشک‌های حامل

۱۴	۱-۱ مقدمه
۱۵	۲-۱ تبیین مأموریت
۱۵	۱-۲-۱ جرم بار مفید
۱۶	۲-۲-۱ ارتفاع مداری یا نقطه فرود
۱۶	۳-۲-۱ سایر پارامترها
۱۷	۳-۱ رده‌بندی موشک‌های حامل
۱۷	۱-۳-۱ دسته‌بندی بر اساس ارتفاع مداری
۱۸	۱-۳-۱-۱ مدارهای پایین
۲۰	۲-۳-۱-۱ مدارهای متوسط
۲۱	۳-۳-۱-۱ مدار زمین‌آهنگ
۲۴	۲-۳-۱ دسته‌بندی بر اساس مراحل پروازی
۲۷	۳-۳-۱ دسته‌بندی بر اساس نحوه اتصال مراحل موشک‌ها
۳۱	۴-۳-۱ دسته‌بندی بر اساس نوع سوخت
۳۲	۴-۱ معرفی بخش‌های اصلی سازه
۳۴	۱-۴-۱ فیرینگ
۳۵	۲-۴-۱ آداپتور
۳۷	۳-۴-۱ قفسه تجهیزات
۳۹	۴-۴-۱ مخازن
۴۰	۵-۴-۱ قفسه‌های میانی
۴۱	۶-۴-۱ قفسه موتور
۴۲	۷-۴-۱ سایر اجزا
۴۲	۱-۷-۴-۱ بوسترها
۴۳	۲-۷-۴-۱ موتورهای ترمزی

۴۳	۳-۷-۴-۱ موتورهای شتاب‌دهنده
۴۳	۴-۷-۴-۱ بالک‌های پایدارساز
۴۳	۵-۷-۴-۱ بالک‌های کنترلی

فصل ۲ / معرفی دوره‌های عمر

۴۶	۱-۲ تولید
۴۶	۲-۲ آماده سازی مجدد
۴۷	۳-۲ نگهداری
۴۸	۴-۲ جابجایی و حمل و نقل
۴۸	۵-۲ پیش از پرتاب
۴۹	۶-۲ پرتاب
۵۰	۷-۲ پرواز
۵۱	۸-۲ فضا
۵۱	۹-۲ ورود به جو
۵۲	۱۰-۲ پرواز درون جوی
۵۳	۱۱-۲ فرود
۵۴	۱۲-۲ شتاب‌گیری افقی
۵۴	۱۳-۲ شرایط اضطراری

فصل ۳ / میانی بارگذاری

۵۸	۱-۳ منشأ نیروهای اعمالی بر سازه
۵۹	۱-۳-۱ نیروی موتور
۶۰	۲-۱-۳ نیروی وزن موشک
۶۱	۳-۱-۳ نیروهای آیرودینامیکی
۶۲	۴-۱-۳ نیروهای کنترلی
۶۲	۵-۱-۳ نیروهای اینرسی
۶۳	۲-۳ دسته بندی بارهای اعمالی بر موشک
۶۳	۱-۳-۳ انواع بارها از دیدگاه زمان اعمال

۶۳	.....	۲-۲-۳	انواع بارها از دیدگاه منطقه اعمال بار
۶۳	.....	۳-۲-۳	دسته بندی نیروها از جهت نظم در اعمال بار
۶۴	.....	۳-۳	تحلیل بارهای اعمالی بر موشک
۶۴	.....	۱-۳-۳	معرفی ضریب بار
۶۶	.....	۲-۳-۳	ضرایب بار بر حسب پارامترهای مسیر
۶۷	.....	۳-۳-۳	ضرایب بار بر حسب سرعت اولیه فضایی
۶۸	.....	۴-۳-۳	محاسبه ضرایب بار در حالت‌های خاص
۶۸	.....	۵-۳-۳	ضرایب بار در مختصات بدنی
۶۹	.....	۶-۳-۳	رابطه بین ضریب بار و نیروهای اینرسی
۷۰	.....	۷-۳-۳	ضرایب بار در حالت مانور در صفحه پرواز
۷۹	.....	۸-۳-۳	ضریب بار هنگام پرواز در جو منشوش
۸۵	.....	۹-۳-۳	بارهای اعمالی بر وسیله هنگام استارت از تجهیزات پرتابی
۸۶	.....	۱۰-۳-۳	بارهای اعمالی بر وسیله به هنگام استارت از سیلو
۹۲	.....	۱۱-۳-۳	بارهای اعمالی بر وسیله پرده هنگام عملیات زمینی
۹۵	.....	۱۲-۳-۳	مقدار ضریب بار عرضی هنگام عمود سازی

فصل ۴ / بررسی تجربی ضریب بار

۱۰۴	.....	۱-۴	موشک در حال ایستاده روی سکو
۱۰۴	.....	۲-۴	سازه بر روی ریل‌های هادی
۱۰۴	.....	۳-۴	بررسی تغییرات ضریب بار در کاوشگر یک مرحله‌ای
۱۰۵	.....	۴-۴	تغییرات ضریب بار طولی در موشک واستوک
۱۰۶	.....	۵-۴	تغییرات ضریب بار طولی در موشک ساترن
۱۰۷	.....	۶-۴	تاثیر ضریب بار بالا بر کلیه تجهیزات
۱۰۸	.....	۷-۴	ضریب بار و رده‌بندی هواپیما
۱۰۸	.....	۱-۷-۴	هواپیما کلاس A
۱۰۹	.....	۲-۷-۴	هواپیما کلاس B
۱۰۹	.....	۳-۷-۴	هواپیما کلاس C

فصل ۵ / محاسبات بارگذاری

مقدمه	۱۱۲
۱-۵ حالت‌های بارگذاری	۱۱۲
۱-۱-۵ حالت‌های بارگذاری پروازی	۱۱۲
۱-۱-۱-۵ حداقل شتاب محوری	۱۱۳
۱-۱-۲-۵ حداکثر هد دینامیکی	۱۱۴
۱-۱-۳-۵ حداکثر نیروی آیرودینامیکی	۱۱۴
۱-۱-۴-۵ حداکثر شتاب محوری	۱۱۵
۱-۱-۵-۵ سایر مقاطع پرواز	۱۱۶
۲-۱-۵ بارگذاری زمینی	۱۱۷
۱-۲-۱-۵ جابجایی	۱۱۷
۲-۲-۱-۵ حمل و نقل	۱۱۷
۳-۲-۱-۵ عمودسازی	۱۱۸
۴-۲-۱-۵ حالت بارگذاری آماده پرتاب	۱۱۸
۲-۵ بارگذاری پروازی	۱۱۹
۱-۲-۵ ورودی‌های مورد نیاز	۱۲۰
۲-۲-۵ محاسبه بارهای اعمالی بر سازه	۱۲۴
۱-۲-۲-۵ بارگذاری در حالت ایستاده روی سکوی (V_c و V_z)	۱۲۴
۳-۲-۵ بارگذاری حداقل شتاب محوری (L)	۱۳۰
۴-۲-۵ بارگذاری حالت حداکثر هد دینامیکی (A) و حالت‌های مشابه	۱۳۷
۲-۴-۲-۵ نیروی برشی در حالت ماکزیمم هد دینامیکی	۱۴۷
۵-۲-۵ بارگذاری حداکثر شتاب محوری (B)	۱۵۰
۶-۲-۵ شناسایی حالت بارگذاری بحرانی جهت طراحی	۱۵۳
مراجع	۱۶۰

پیشگفتار

پرواز یکی از آرزوهای دیرین بشر و شاید جذاب ترین آنها بوده است. تلاش فراوان برای تحقق این رؤیا سبب ساخت ابزار گوناگون از گذشته تا بحال شده است. هواپیماهای کوچک ابتدایی تا هواپیماهای پهن پیکر پیشرفته امروز حاصل زحمات بشر در این عرصه بوده است.

اما خواسته‌های انسان همواره مرزهای محدودیت را درنوردیده و به همین دستاوردها بسنده نکرده است. نگاه به آسمان و علاقه به کندوکاو در فضای ماوراء آن سبب شد تا نیاز به حرکت در فضا و پژوهش در واقعیت‌های آن به موضوع تحقیقات گسترده دانشمندان و محققان تبدیل شود؛ تا جایی که امروزه بالاترین سطح تکنولوژی بشری را معطوف به خود نموده است.

در قرن گذشته این موضوع منحصر به کشورهای پیشرو در مرز دانش بود و کاربرد انحصاری تکنولوژی‌های فضایی، سایر کشورها را از پرداختن به این موضوع بازداشته بود. ولی در سال‌های اخیر با همه‌گیر شدن ارتباطات ماهواره‌ای و کاربرد های روزافزون تکنولوژی فضایی در سایر زمینه‌های اقتصادی، سیاسی و حتی فرهنگی و اجتماعی از یکسو و منافع تجاری کشورهای فضایی در ارائه خدمات به سایرین از سوی دیگر، سبب شده است تا قرار دادن ماهواره در مدار تنها منحصر به قدرتهای صنعتی نشود و سایر کشورها نیز نیازهای حال و آینده خود را در فضا جستجو نمایند در این راستا و همگام با سیاست استقلال طلبی میهن عزیزمان، دستیابی به فضا و پژوهش در دانشهای مورد نیاز گامی مهم به شمار می‌رود.

بنابر این نه تنها تحقیق در تکنولوژی ماهواره‌ها بلکه علوم مربوط به ماهواره‌برها نیز ارزشی غیر قابل انکار دارد. زیرا زنجیره تکنولوژیهای مورد نیاز در دستیابی به فضا با این حلقه تکمیل می‌شود و اهداف متعالی کشور محقق می‌گردد.

در این راستا و در جهت انتقال دانش موجود به محققان و دانشجویان علاقمند، این کتاب به طراحی سازه ماهواره‌برها پرداخته و در جلد اول بارگذاری این سازه‌ها مورد

بحث قرار گرفته است. زیرا اولین گام در طراحی سازه ماهواره‌برها شناسایی و محاسبه بارهای بحرانی وارده می‌باشد.

فرآیند بارگذاری مطابق آنچه بیان شده است، بدون اینکه طراح سازه را در دریایی از پارامترها (که در ابتدای طراحی مجهول هستند) دچار پیچیدگی و درماندگی کند، استخراج اطلاعات ضروری طراحی را میسر می‌نماید. ساده‌سازی‌های صورت گرفته - که بر اساس دانش عمیق و تجربه بی‌نظیر کشورهای پیشرو بوده‌است - سبب شده است تا ضمن رعایت اصول دانشی حاکم بر موضوع، اجرایی بودن روش با ساده‌ترین روابط ریاضی تضمین گردد.

مطابق کندوئو در متون و مراجع غربی و شرقی، مطالب ارائه‌شده در بخش‌های مختلف کتاب، مبتنی بر آخرین دستاوردها در این عرصه می‌باشد. لذا امید است مطالعه و بکارگیری مطالب آن موجب ارتقاء روز افزون سطح دانش در کشور گردد.

بدیهی است به رغم تلاش صورت گرفته در رفع کاستی‌ها، همچنان پیشنهادهای سازنده خوانندگان، کمک شایانی به بهبود مطالب و برطرف شدن نواقص احتمالی می‌نماید. خواهشمند است نظر و پیشنهادات خود را به نشانی پست الکترونیکی RAHIMI 1358@Gmail.com ارائه نماید.

علی رحیمی - مرتضی رحیمی

بهار ۱۳۹۲