

روند تکامل طراحی جنگنده‌ها

بر اساس سلسله مقالاتی از:

پرفسور ری. ویتفورد

ترجمه و تدوین:

مهندس مهرداد مرادی

موسسه چاپ و انتشارات

دانشگاه امام حسین (ع)

مؤسسه چاپ و انتشارات
دانشگاه امام حسین(ع)

۲۱۹

سری علوم نظامی - ۱۸



• عنوان: روند تکامل طراحی جنگنده‌ها

• گردآوری و تدوین: مهندس مهرداد مرادی

• صفحه‌آرایی: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع) (مهرنوش قاسمی)

• طراحی جلد: مرکز چاپ سپاه

• لیتوگرافی، چاپ و صحافی: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)

• ناظر فنی چاپ: سیدمحمدباقر موسوی

• نوبت چاپ: اول (۱۳۸۴)

• شمارگان: ۱۷۰۰ نسخه

• نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه امام حسین(ع)، معاونت پژوهش، موسسه

چاپ و انتشارات، تلفن: ۷۷۳۱۳۸۳۳-۳۷ دورنگار: ۷۷۳۰۸۶۴۰ ص.پ. ۹۹۵-۱۶۷۶۵

• مراکز پخش: ۱- تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۱ موسسه چاپ و انتشارات

دانشگاه امام حسین(ع)، تلفن: ۸۸۸۳۹۲۹۷، دورنگار: ۸۸۸۳۹۲۹۸

۲- تهران، خیابان انقلاب اسلامی، رویروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۹۲، مجتمع فرهنگی

امام حسین(ع)، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۳ موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)،

تلفن و دورنگار: ۶۶۹۵۴۱۷۹

• کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس برای دانشگاه امام حسین(ع) محفوظ است.

مرادی، مهرداد، ۱۳۴۲ -، گردآورنده و مترجم

روند تکامل طراحی جنگنده‌ها براساس سلسله مقالاتی از پرفسور ری. ویتفورد / گردآوری و تدوین مهرداد مرادی. -

تهران: دانشگاه امام حسین(ع)، موسسه چاپ و انتشارات، ۱۳۸۴.

بیست، ۳۴۲ ص.: مصور(رنگی)، جدول، نمودار. - (دانشگاه امام حسین(ع) موسسه چاپ و انتشارات: ۲۱۹. سری

علوم نظامی: ۱۸)

ISBN: 964-452-215-X

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیفا.

۱. هواپیماهای نظامی -- طرح و ساختمان. الف. ویتفورد، ری. Whitford, Ray. ب. دانشگاه امام حسین(ع).

موسسه چاپ و انتشارات. ج. عنوان.

۶۲۳۷۴۶

UG ۱۲۴۰/م۴۹

۱۳۸۴

۸۴-۲۹۰۸۹م

کتابخانه ملی ایران

سخن ناشر

بسم الله الرحمن الرحيم

«يرفع الله الذين امنوا منكم والذين اوتوا العلم درجات»

خداوند مقام اهل ایمان و دانشمندان عالم را (در دو جهان) رفیع می گرداند.

(سوره مبارکه مجادله - آیه ۱۱)

تمامی ادیان الهی و در رأس آنها اسلام، انسان را موجودی کمال گرا می دانند. از نظر اسلام، انسان همواره در حال تکامل است و جهت گیری او به سمت کمال بی نهایت یعنی خداوند تبارک و تعالی است.

یکی از راه های کمال و تقرب به ذات اقدس الهی، علم و دانش است. علمی که - به تعبیر استاد شهید مطهری - زیبایی عقل است؛ علمی که انسان خداجو در آن نشانه های معبود را می جوید و می یابد و علمی که هر چه فزون تر می گردد، دارنده آن را به خدا نزدیک تر می کند.

هم از این روست که در نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران که شالوده و اساس حاکمیت در آن بر مبنای احکام اسلام است، توجه به علم و دانش و تحقیق و نشر در صدر مسائل قرار دارد.

دانشگاه امام حسین (ع) نیز به عنوان مولود شجره طیبه سپاه پاسداران انقلاب اسلامی که خود برآمده از عمق ارزش های الهی و انقلابی است به عنوان تنها دانشگاه جامع علمی - نظامی کشور، پس از پایان افتخارآمیز حماسه هشت سال دفاع مقدس که خود عرصه ای کم نظیر برای نمایش لیاقت ها و توانمندی های علمی - پژوهشی نیروهای مخلص حزب اللهی بود، موضوع «جهاد علمی» و تلاش در

جهت رشد و شکوفایی هر چه بیشتر در زمینه‌های مختلف علمی را در سرلوحه فعالیت‌های خویش قرار داده است، هر چند از ابتدای تأسیس، این دانشگاه سعی وافر در ترویج و نشر علوم مختلف داشته و آثاری نیز عرضه نموده است که با استقبال اندیشمندان و پژوهشگران مواجه شده است.

هواپیمای جنگنده و فن‌آوری‌های دخیل در آن، همیشه باعث جلب توجه همگان بوده است. هرچه پرواز آن با سرعت بیشتری انجام گیرد توجه معطوف شده بدان نیز بیشتر می‌گردد.

تا به امروز، در ایران، اطلاعات کمی در مورد نحوه و کم و کیف طراحی قسمت‌های مختلف دخیل در یک جنگنده در دسترس عموم قرار داشته‌اند. به علاوه، اطلاعات بسیار کمی نیز در مورد روند تکامل فن‌آوری‌های دخیل در طراحی جنگنده‌ها وجود داشته است. اطلاعات و نشریات هوا - فضایی موجود بیشتر در سطح دانشگاهی بوده ولی در سطوح پایین‌تر تقریباً اطلاعات مفیدی در دسترس نمی‌باشد.

کتاب روند تکامل طراحی جنگنده‌ها براساس سلسله مقالاتی از پرفسور ری. ویتفورد تهیه گردیده است. این کتاب به مقوله‌های مختلف مطرح در طراحی یک جنگنده پرداخته و روند تکاملی فن‌آوری‌های دخیل را در ۱۰۰ سال گذشته بررسی نموده است. کتاب حاضر شامل مسائل آیرودینامیک، کنترل و پایداری پرواز، پیش‌ران، سازه، اویونیک، سیستم، پنهان‌کاری و تاکتیک می‌باشد.

امید است این کتاب مورد توجه و بهره‌برداری صاحب‌نظران، محققان و علاقه‌مندان قرار گرفته و با اعلام نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود، ما را در جهت ترویج و انتشار آثار مورد نیاز جامعه علمی کشور یاری فرمایند.

و من الله التوفیق

معاونت پژوهش دانشگاه امام حسین (ع)

هوایی بر علیه جمهوری اسلامی ایران، بررسی راهکارهای حمل مهمات به روش Conformal در جنگنده فانتوم F-4 بررسی راهکارهای عملی بر علیه تکنولوژی پنهان کاری راداری و بررسی بازار هواپیماهای جت آموزشی و مطالعات آینده نگرانه است.

فعالیت تحقیقاتی وی از سال ۱۳۷۷ الی ۱۳۷۹ در شرکت مهندسين مشاور هوایی وابسته به سازمان صنایع هوایی ادامه یافت. ماحصل این همکاری که متمرکز بر بررسی فضای احتمالی آینده و مطالعات آینده نگرانه است به صورت مقالات و کتاب به چاپ رسیده که عمده آنان عبارتند از:

- بررسی سیستم های نبرد هوایی آینده.

- جهان در سال ۲۰۲۵.

- سیری در سیاست های هوافضایی چند کشور.

آقای مهندس مهرداد مرادی سبزواری، در سال ۱۳۴۰ در تهران متولد شد. ایشان در پی موفقیت در آزمون اعزام دانشجو به خارج، در سال ۱۳۶۳ به کشور انگلستان اعزام گردید. وی در سال ۱۳۶۸ موفق به اخذ مدرک کارشناسی هوافضا (BSc) و در سال ۱۳۷۱ موفق به اخذ مدرک کارشناسی ارشد پژوهشی (MPhil) در رشته هوافضا از دانشگاه بث گردید. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندس مرادی در زمینه «رهاسازی مهمات از جنگنده در زاویه حمله بالا» بوده است. ایشان در بازگشت به ایران فعالیت در زمینه هوافضا را ادامه داده و تا سال ۱۳۷۷ در پژوهشکده هواپیمایی در گروه پرسپکتیو مشغول به فعالیت بوده است.

اهم پروژه های انجام شده توسط ایشان عبارتند از: بررسی و ایندکس سازی تهدیدات

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

پیشگفتار مترجم.....	(نوزده)
فصل اول: تعیین و تشخیص نیازهای عملیاتی.....	۱
تغییر وظایف جنگنده از آغاز تا کنون.....	۲
مسائل و مفاهیم سیستم تسلیحات.....	۸
مدت زمان توسعه و تکامل طرح.....	۹
نیازهای عملیاتی.....	۱۱
طراحی.....	۱۳
نیازهای در نظر گرفته شده در طراحی.....	۱۴
کشندگی.....	۱۴
قابلیت مانور.....	۱۴
کیفیت خوشدستی.....	۱۵

۱۵	شعاع عملیاتی
۱۶	قابلیت تداوم در عملیات
۱۶	میدان دید
۱۶	خفیه کاری
۱۸	قابلیت عملیات پیاپی
۱۸	هزینه‌ها و نمایش
۲۲	پی‌نوشت
۲۷	فصل دوم: آیرودینامیک
۲۸	قبل از جنگ جهانی اول
۲۸	جنگ اول جهانی
۲۸	ایرفویل (سطح مقطع بال)
۲۹	پیکربندی دو باله
۳۱	سال‌های بین دو جنگ
۳۲	وسائل افزایش برا (برافزا)
۳۴	افزایش کارایی آیرودینامیکی (کیفیت آیرودینامیکی)
۳۵	تداخل آیرودینامیکی بال و بدنه
۳۶	جریان هوایی لایه‌ای آرام (غیر متلاطم)
۳۸	جنگ دوم جهانی
۳۸	تولید بال پس‌گرد
۳۸	عصر جت
۴۰	ایرفویل
۴۲	بال دلتا شکل
۴۳	بال با هندسه متغیر
۴۶	تلاش برای دستیابی به قابلیت مانور بیشتر
۴۷	«برای گردابه‌ای
۴۹	پیکربندی دم جلو یا کانارد
۵۱	پی‌نوشت

فصل سوم: ثبات و پایداری پرواز ۵۳

پیش از جنگ اول جهانی ۵۴

جنگ جهانی اول ۵۵

سطوح فرمان ۵۸

بین دو جنگ ۵۹

واماندگی و فر چرخش ۵۹

جنگ دوم جهانی ۶۲

اثر تراکم پذیری هوا ۶۴

سیستم کنترل پرواز ۶۶

مکان دم افقی ۶۹

کنترل غلتش ۷۰

جفت شدگی اینرسیایی و یا کوپل اینرسی ۷۱

دو دمه ها ۷۵

دمچه زیر بدنه و یا باله ۷۶

سیستم پایدار کننده خودکار ۷۶

واماندگی و فر چرخش ۷۹

جلوگیری از فر چرخش ۸۲

قابلیت ابر - مانور ۸۴

پی نوشت ۸۸

فصل چهارم: پیشرانها ۹۱

پیش از جنگ اول جهانی ۹۲

جنگ جهانی اول ۹۲

بین دو جنگ ۹۸

ملخ با گام متغیر ۹۸

خنک سازی موتور ۱۰۰

اهمیت کاهش سطح بادگیر جلو ۱۰۳

سوپر چارجر ۱۰۵

انفجار درون موتور ۱۰۶

- ۱۰۷..... جنگ دوم جهانی
- ۱۰۸..... تکامل توربین گازی
- ۱۱۰..... ملخ در مقابله با جت
- ۱۱۲..... اولین موتورهای جت
- ۱۱۴..... انواع کمپرسور در موتورهای جت
- ۱۱۷..... سیستم پس سوز و سیستم تزریق آب
- ۱۱۹..... روند پیشرفت موتور جت
- ۱۲۱..... موتور چند محوره (چند اسپوله)
- ۱۲۴..... موتور توربو فن
- ۱۲۸..... ترکیب بال، بدنه و موتور
- ۱۳۲..... دهانه ورودی با هندسه متغیر مناسب رژیم سرعتی وسیع
- ۱۳۳..... تکامل نازل همگرا و واگرا با هندسه متغیر
- ۱۳۵..... اگزوزبرداری
- ۱۳۷..... موتور با سیکل متغیر (VCE)
- ۱۳۸..... آینده
- ۱۳۹..... پی نوشت
- ۱۴۱..... فصل پنجم: سازه
- ۱۴۲..... پیش از جنگ اول جهانی
- ۱۴۴..... جنگ اول جهانی
- ۱۴۵..... بین دو جنگ، ساخت هواپیمای فلزی با پوسته تنش بردار
- ۱۴۷..... طراحی سازه بال
- ۱۴۹..... روش تولید و ساخت
- ۱۵۰..... روندهای ساخت در سازه
- ۱۵۱..... جنگ دوم جهانی
- ۱۵۱..... طراحی سازه
- ۱۵۳..... اثر آیروداستیکی
- ۱۵۵..... عصر جت
- ۱۵۵..... کارایی سازه

۱۵۸	روش ساخت یکپارچه
۱۵۹	خستگی سازه
۱۶۲	صلبیت بیشتر در سازه
۱۶۴	مواد
۱۶۶	فولاد
۱۶۶	آلیاژهای آلومینیوم
۱۶۶	آلیاژ آلومینیوم / لیتیوم
۱۶۷	آلیاژ تیتانیوم
۱۶۸	مواد ترکیبی فیبر کربن (C.F.C)
۱۷۰	نتیجه گیری
۱۷۱	پی نوشت
۱۷۳	فصل ششم: اویونیک
۱۷۴	قبل از جنگ اول جهانی
۱۷۴	ارتباطات
۱۷۵	رادار
۱۷۶	جنگ دوم جهانی
۱۷۶	مخابرات
۱۷۷	رادار
۱۷۸	اساس کار رادار
۱۷۹	حداقل برد
۱۷۹	سیستم کنترل و رهگیری زمینی
۱۸۰	سیستم شناسایی دوست از دشمن
۱۸۰	تکامل رادار
۱۸۲	رادار با طول موج سانتی متری
۱۸۴	رادار رهگیر هوایی آلمان
۱۸۵	رادار رهگیر هوایی آمریکا
۱۸۸	جنگ الکترونیکی
۱۸۹	توان قفل کردن روی هدف

۱۹۰	سیستم هدایت آتش
۱۹۱	ارتباط دیتا
۱۹۳	رهگیری تمام خودکار
۱۹۵	رادارهای جدید
۱۹۵	رادار پالس - داپلر
۱۹۸	محاسبه برد
۲۰۰	رشد سیستم‌های اویونیک
۲۰۲	حساسه‌های الکتریکی - نوری
۲۰۴	حساسه و پادکار
۲۰۶	نمایشگر سربالای HUD
۲۰۸	نمایشگر چندمنظوره
۲۱۰	ارتباطات
۲۱۰	شناسایی دوست از دشمن
۲۱۲	سیستم ناوبری اینرسیایی
۲۱۳	سیستم جاپرو لیزری / نوری
۲۱۵	داده بر
۲۱۷	سامانه توزیع اطلاعات تاکتیکی مشترک
۲۱۹	پی‌نوشت

فصل هفتم: پنهان کاری ۲۲۱

۲۲۲	مقدمه
۲۲۴	کنترل علائم راداری
۲۲۴	منابع ایجاد کننده و افزایشده سطح مقطع راداری
۲۲۶	روش‌های شکل‌دهی جهت کاهش سطح مقطع راداری
۲۲۷	خلاصه‌ای از روش‌های کاهش RCS
۲۳۱	کنترل علائم وجودی مادون قرمز
۲۳۳	منابع تولید علائم وجودی مادون قرمز
۲۳۴	روش‌های کاهش تشعشعات مادون قرمز
۲۳۴	معایب کنترل علائم وجودی

۲۳۷	تأثیرات منفی در کارایی پرواز
۲۳۹	مسأله حجم بالا
۲۴۰	مسأله افزایش وزن
۲۴۱	مسائل ساخت و تولید
۲۴۱	مسائل تعمیر و نگهداری
۲۴۲	مواد جاذب امواج راداری
۲۴۵	استفاده از مواد ترکیبی فیبر کربنی
۲۴۵	آینده
۲۴۷	نتیجه‌گیری
۲۴۹	پی‌نوشت
۲۵۱	فصل هشتم: سیستم‌ها
۲۵۲	سیستم‌ها
۲۵۳	مخازن سوخت
۲۵۷	استفاده از مخزن سوخت خارجی / اضافی
۲۵۸	سوخت‌رسانی هوایی
۲۵۹	سیستم اطفاء حریق و جلوگیری از انفجار
۲۶۱	ارابه فرود
۲۶۱	پیش از جنگ اول جهانی
۲۶۲	جنگ اول جهانی
۲۶۳	در فاصله بین دو جنگ
۲۶۳	ترمز چرخ
۲۶۴	سیستم چرخ جمع شونده
۲۶۵	چرخ عقب و یا چرخ جلو
۲۶۶	محل و نحوه قرارگیری ارابه فرود
۲۶۸	نشست و برخاست از ناو هواپیمابر
۲۷۰	کنترل لغزش و ترمز
۲۷۱	لاستیک
۲۷۲	کینماتیک

۲۷۳	سیستم هیدرولیک
۲۷۳	بین دو جنگ ۱۹۱۶-۱۹۳۹
۲۷۴	عصر جت
۲۷۵	روغن هیدرولیک
۲۷۶	سیستم الکتریکی
۲۷۶	جنگ اول جهانی
۲۷۷	جنگ دوم جهانی
۲۷۷	عصر جت
۲۷۸	هواپیمای تمام الکتریکی
۲۷۹	سیستم نیروی ثانویه
۲۸۲	سیستم مولد نیروی اضطراری
۲۸۴	جمع‌بندی
۲۸۵	فصل نهم: تسلیحات و تاکتیک‌ها
۲۸۶	جنگ اول جهانی
۲۸۶	تسلیحات
۲۸۸	قابلیت شلیک به جلو
۲۹۰	سیستم هدف‌گیری
۲۹۰	تاکتیک
۲۹۱	پرواز گروهی
۲۹۳	بین دو جنگ جهانی
۲۹۵	تهدید
۲۹۵	انتخاب سلاح
۲۹۷	توپ
۲۹۸	جنگ دوم جهانی
۲۹۹	مهمات
۲۹۹	هماهنگ‌سازی توپ و مسلسل
۳۰۱	سیستم هدف‌گیری
۳۰۲	سایت هدف‌گیری ژيروسکوپی

- تاکتیک‌ها..... ۳۰۴
- جنگنده اسکورت با برد بلند..... ۳۰۸
- عصر جت، تجربه جنگ کره..... ۳۱۰
- مقایسه هواپیماها..... ۳۱۲
- تسلیمات..... ۳۱۴
- مسائل مربوط به جنگنده ۲ برابر سرعت صوت..... ۳۱۶
- انرژی - قابلیت مانور..... ۳۱۹
- استفاده از موشک هوا به هوا..... ۳۲۰
- موشک‌های هدایت شونده..... ۳۲۲
- سیستم کنترل ردگیری موج..... ۳۲۲
- سیستم هدایت راداری نیمه فعال..... ۳۲۴
- سیستم هدایت مادون قرمز..... ۳۲۴
- تجربیات جنگ ویتنام..... ۳۲۶
- سیستم الکترونیکی دفاع از خود..... ۳۳۰
- اشکالات موشک هوا به هوا اولیه..... ۳۳۱
- بازگشت توپ به جمع تسلیحات هوا به هوا..... ۳۳۲
- سیستم هوتاس..... ۳۳۳
- سیستم هدف‌گیری تسلیحات..... ۳۳۴
- تکامل موشک‌های هوا به هوا..... ۳۳۵
- نبرد هوایی در فراسوی دید..... ۳۳۸
- اهمال آمریکاییان در مورد نبرد هوایی نزدیک..... ۳۳۹

پیشگفتار مترجم

امروزه، صنعت هوا - فضا جزء صنایع کلیدی بوده و طبیعت دو منظوره‌ای را دارا است. از یک سو توان کاربردی بازرگانی آن و از سوی دیگر کاربردی نظامی باعث گشته‌اند که این صنعت به انحصار دچار و منافع اقتصادی / دفاعی حاصل از آن تنها به چند کشور پیشرفته عموماً غربی منحصر گردد. اگرچه این قدرت‌ها در فرآیند انحصاری سازی صنعت هوا - فضا بسیار با قدرت و تدبیر عمل کرده‌اند ولی باید اذعان داشت کشورهای دیگر در ناکامی‌های خود مقصر بوده‌اند.

یکی از مسائل اساسی در عدم گسترش صنعت هوا - فضا در سایر نقاط جهان و از جمله در کشور ما، نبود بستر فرهنگی این صنعت می‌باشد. به عنوان یک قانون کلی دانش‌آموزان ما تا مقطع دانشگاه برخورد بسیار سطحی با فیزیک پرواز داشته و دسترسی به اطلاعات بسیار کمی در مورد روند تکامل صنعت هوا - فضا در طول تاریخ آن دارند. تداوم این مسأله در سطح دانشگاه نیز باعث کندی جذب اطلاعات توسط دانشجویان گشته و امکان به کارگیری عملی یافته‌های علمی را پایین می‌آورد.

هدف از ارائه این کتاب ارائه اطلاعات فنی - تاریخی در جهت ایجاد بستر فرهنگی توسعه صنعت هوا - فضا است. باشد که در امر توسعه کشور ما هم قدمی هرچند کوچک برداشته باشیم.

این کتاب مجموعه مقالاتی ۱۴ قسمتی از پرفسور ری ویتفورد می‌باشد که از سال ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۸ در مجله معتبر Air International به چاپ رسید. ترجمه و تألیف این کتاب حدوداً سه سال به طول انجامید. منابع دیگر به کار رفته در تألیف این کتاب، سایت‌های مختلف اینترنت بوده‌اند که عموماً از آنان جهت تهیه عکس با کیفیت بالا استفاده شده است.

در راه تهیه این کتاب عزیزان بسیاری به طور مستقیم و غیر مستقیم کمک اینجانب بودند که بجاست از تمامی این عزیزان تشکر گردد. لازم است از حمایت‌های بی‌دریغ خانواده‌ام و آقایان: مهندس سلطان محمد، مهندس صادق‌پور، مهندس شاهینی، مهندس اسدی و نیز از معاونت محترم پژوهش دانشگاه امام حسین (ع) و مؤسسه چاپ و انتشارات آن دانشگاه که زحمت ارزیابی، تصویب و چاپ و انتشار این کتاب را تقبل نموده‌اند قدردانی نمایم.

مهرداد مرادی

پاییز ۱۳۸۴