



اصول پرواز با هلیکوپتر (۱) (دانش هوانوردی)

مهندس جواد مولایی (استاد خلبان هلیکوپتر)
کارشناس ارشد مهندسی هوافضا

مهندس دومان صوفیانی (بزهشکر وزارت دفاع)
کارشناس ارشد مهندسی هوافضا

سرشناسه	مولایی، جواد، ۱۳۴۰ -
عنوان و نام پدیدآور	اصول پرواز با هلیکوپتر (۱) / جواد مولایی، دومان پوررجب صوفیانی.
مشخصات نشر	تهران: هوشمند تدبیر، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۳۰۴ ص: مصور (بخشی رنگی).
شابک	۱۵۰۰۰ ریال، ۳-۴-۹۳۷۵۹-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	هلیکوپترها
شناسه افزوده	پوررجب صوفیانی، دومان، ۱۳۶۴ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۲ الف ۶ / م ۷۱۶ / TL۷۱۶
رده بندی دیجی	۱۳۳۵۲/۶۲۹
شماره کتابشناسی ملی	۳۳۳۰۷۵۸

انتشارات هوشمند تدبیر

عنوان	اصول پرواز با هلیکوپتر (۱) (دانش هوانوردی)
مولفین	: جواد مولایی - دومان صوفیانی
ناشر	: هوشمند تدبیر
مدیر مسئول	: محمد قجر
مدیر تولید	: هادی کجانی حصار
گرافیک	: آتشیند
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۷۵۹-۴۰۳
چاپ اول	: ۱۳۹۲
تیراژ	: ۵۰۰ نسخه
طرح جلد	: هوشمند تدبیر
قیمت	: ۱۵۰۰۰۰ ریال

استاد علامه

نشانی: تهران - میدان انقلاب - ابتدای کارگر شمالی - انتهای کوچه رستم - پلاک ۲۰ - واحد ۷

تلفن: ۷۵ و ۶۶۴۷۹۶۵ فکس: ۳۰۱-۶۶۴۶۰۳۰۱

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول: از گذشته تا به حال

از گذشته تا به حال	۷
اولین ایده‌ها	۷
اولین پروازها	۱۶
اولین پیشرفت‌ها	۲۱
نزدیک شدن به هلیکوپترهای امروزی	۲۹
هلیکوپترهای واقعی	۳۵
ضمیمه فصل اول	۴۲

فصل دوم: آشنایی با هلیکوپتر

کلیات	۴۶
تفاوت هلیکوپتر با هواپیما	۴۷
پیکربندی هلیکوپتر	۴۷
بدنه هلیکوپتر	۴۸
ساختار بدنه	۴۹
ساختار پوسته تخم مرغی	۵۱
پوسته نیمه تخم مرغی	۵۱
مواد مرکب	۵۲
ملخ هلیکوپتر	۵۴
مواد سازنده ملخ اصلی	۵۵
سیستم‌های ملخ اصلی	۵۶
حرکت‌های پره	۵۷
انواع سیستم‌های ملخ اصلی	۵۸
سیستم ملخ مفصلی	۵۸
سیستم ملخ نیمه متغییر یا نیمه صلب	۵۸
سیستم ملخ ثابت یا صلب	۵۹
انواع مکانیزم ملخ اصلی	۶۰
انواع مکانیزم کنترل چرخش حول محور عمودی	۶۱
الف) ملخ دم متعارف	۶۱
ب) سیستم فنس‌ترون	۶۲
ب) سیستم بدون ملخ دم	۶۲
ت) سیستم کنترل با گشتاور تفاضلی	۶۴
ث) سیستم نوین X2	۶۴
ج) ایده‌های نوین، هلیکوپتر با بال X شکل	۶۵
ارابه فرود	۶۷
سیستم انتقال قدرت	۶۸
گیربکس اصلی	۶۹
سیستم تولید قدرت	۶۹
موتورهای پیستونی	۶۹
موتورهای توربوشتفت	۷۰
موتورهای راکتی	۷۰
خدماتی که هلیکوپتر انجام می‌دهد	۷۱

فصل سوم: آیرودینامیک مقدماتی

آیرودینامیک چیست؟	۷۴
نیروی‌های آیرودینامیکی	۷۴
ایرفویل	۷۶
خط وتر	۷۷
نیمساز	۷۷
انواع ایرفویل	۷۸
ایرفویل متقارن	۷۹
ایرفویل نامتقارن	۷۹
باد نسبی	۷۹
زاویه حمله	۸۰
مرکز فشار ایرفویل	۸۱
مرکز آیرودینامیکی ایرفویل	۸۲
پرده‌های ملخ هلیکوپتر	۸۲
صفحه چرخش	۸۵
زاویه گام	۸۵
محور چرخش	۸۶
پره پیشرو پره پسرو	۸۷
عوامل موثر در تولید نیروی برآ	۸۸
قوانین نیوتن و برآ	۸۹
قانون اول	۸۹
قانون سوم	۸۹
جریان القایی	۹۲
اثر کوندرا	۹۳
الگو فشار در ایرفویل متقارن و نامتقارن	۹۷
واماندگی	۹۸
لایه مرزی	۹۹
رابطه نیروی برآ	۱۰۱
تاب پره‌ای ملخ	۱۰۲
انواع تاب پره ملخ	۱۰۳
تاب هندسی	۱۰۳
تاب آیرودینامیکی	۱۰۳
گردابه نوک ملخ	۱۰۴
نیروی گریز از مرکز	۱۰۵
نیروی وزن	۱۰۷
حال سیستم ملخ هلیکوپتر می‌تواند از یکی از دو روش نیرو برآ را تولید کند:	۱۰۷
عامل بار	۱۰۷
بارگذاری پره	۱۰۹
جامدیت	۱۱۰
نیروی پسا	۱۱۰
پسای شکل	۱۱۱
پسای اصطحاکاک سطح	۱۱۲
پسای القایی	۱۱۳
پسای مزاحم	۱۱۴

۱۵۹	ب- اهرم تنظیم ارتفاع
۱۵۹	ب- اهرم تنظیم دور ملخ
۱۵۹	ت- بدالهای کنترل کننده حرکت جانی
۱۶۰	جگونگی انتقال فرامین از کنترل کننده‌ها به سیستم ملخ اصلی
	فصل پنجم: سیستم تولید قدرت و انتقال قدرت
۱۶۴	سیستم تولید قدرت
۱۶۴	مونور حرارتی
۱۶۵	مونور پیستونی
۱۶۶	عملکرد مونور پیستونی
۱۶۶	مونورهای چهار زمانه
۱۶۸	قسمت‌های اصلی یک مونور پیستونی
۱۶۸	سیلندر
۱۶۹	سر سیلندر (در پوش سیلندر)
۱۶۹	لقی بین سیلندر و سر سیلندر
۱۶۹	واشر سر سیلندر
۱۶۹	محفظه لنگ
۱۷۰	کارترل (با محفظه روغن)
۱۷۰	پیستون
۱۷۰	ساختمان پیستون
۱۷۱	شاتون (دسته پیستون)
۱۷۲	میل لنگ
۱۷۲	فلاویل (چرخ لنگر)
۱۷۳	سوپاپ
۱۷۴	میل سوپاپ (میل بادامک)
۱۷۴	راهشای سوپاپ (گیت سوپاپ)
۱۷۴	تفاوت مونورهای پیستونی در هلیکوپتر و خودرو
۱۷۵	سیستم‌های مونور پیستونی
۱۷۵	سیستم بهره‌زنی مگنتی
۱۷۷	کار کردن با سیستم جرکه زنی
۱۷۷	چک قبل از پرواز سیستم جرکه زنی
۱۷۷	مزایای سیستم مگنتی
۱۷۸	سیستم سوخت رسانی
۱۷۹	قطعات اساسی مدار سوخت رسانی
۱۷۹	کاربراتور و تزریق سوخت
۱۸۱	بخ‌زدگی کاربراتور
۱۸۲	توربوشارژر در مونور هلیکوپتر
۱۸۵	مونور دو زمانه
۱۸۶	توان وزنی چیست؟
	مونورهای دوزمانه داری سه مزیت بزرگ نسبت به
۱۸۶	مونورهای چهار زمانه هستند
۱۸۷	معایب مونورهای دو زمانه
۱۸۸	مونور توربوشفت
۱۹۰	قسمت‌های اصلی یک مونور توربوشفت
۱۹۱	ورودی هوا

۱۱۴	پسای کلی
۱۱۵	نیروی کشش
۱۱۶	نسب منطری
	فصل چهارم: آیرودینامیک پروازی
۱۱۸	کلیات
۱۱۸	پرواز ایستایی
۱۱۹	کشش جانی بدنه
۱۲۱	عمل آونگی
۱۲۲	انحراف زمین
۱۲۴	انحراف زیروسکوب
۱۲۵	پرواز انتقالی
۱۲۵	پرواز به جلو
۱۲۶	پرواز به عقب
۱۲۷	گردش در پرواز
۱۲۸	گردش استاندارد
۱۲۹	پرواز رو به جلو
۱۳۰	برای انتقالی
۱۳۱	تأثیر جریان عرضی
۱۳۲	برای نامتقارن
۱۳۴	روش‌های کنترل
۱۳۶	برای نامتقارن در ملخ دم
۱۳۷	واماندگی پره‌های پسر و
۱۳۷	جریان معکوس
۱۴۰	عواملی که می‌تواند باعث واماندگی پره‌های پسر و می‌شود:
۱۴۰	چگونه بدانیم که دچار واماندگی پره‌های پسر و شده‌ایم:
۱۴۰	چگونه خلبان واماندگی پره‌های پسر و را کنترل می‌کند:
۱۴۱	وضعیت حلقه‌های گردابی ملخ اصلی
۱۴۳	چگونه از گرفتار شدن در حلقه‌های گردابی جلوگیری کنیم:
۱۴۳	انر کوریولیس
۱۴۶	تشدید زمینی
۱۴۷	بدیده خود چرخشی ملخ اصلی
۱۴۹	خود چرخشی در پرواز عمودی
۱۵۰	ناحیه واماندگی
۱۵۰	ناحیه پیش برنده
۱۵۰	ناحیه رانده شده
۱۵۱	تأثیر کنترل دور ملخ در خود چرخشی
۱۵۳	خود چرخشی در پرواز رو به جلو
۱۵۴	دیگرام ارتفاع/سرعت
۱۵۵	فرامین پروازی
۱۵۵	حرکت سه بعدی بالگرد
۱۵۶	گام بره
۱۵۷	گام کلی
۱۵۷	گام موضعی
۱۵۸	فرامین پروازی
۱۵۸	الف- اهرم کنترل کننده وضعیت

۲۴۸	نشان دهنده‌های گردش	۱۹۳	چرخنده‌های جانبی
۲۵۲	نشان دهنده وضعیت	۱۹۵	کمپرسور
۲۵۵	نشان دهنده سمت زیرسکوپی	۱۹۵	کمپرسور گریز از مرکز
۲۵۶	مغناطیس و قطب‌نمای مغناطیسی	۱۹۶	کمپرسور محوری
	چه زمانی می‌بایست خلبان قطب‌نمای مغناطیسی را بازدید کند؟	۱۹۸	کمپرسور ترکیبی
۲۵۷		۱۹۹	سرج
۲۵۸	خطاهای قطب‌نمای مغناطیسی	۱۹۹	واماندگی کمپرسور
۲۵۹	تغییر تکنولوژی	۲۰۰	محفظه احتراق
۲۶۲	پرواز با آلات دقیق	۲۰۲	محفظه قوطی
۲۶۲	چک کردن آلات دقیق	۲۰۳	محفظه حلقوی
۲۶۵	تفسیر اطلاعات آلات دقیق	۲۰۴	محفظه‌های قوطی - حلقوی
۲۶۶	کنترل وسیله پرنده	۲۰۵	توربین
۲۶۶	کنترل وضعیت (Pitch)	۲۰۸	نازل‌های هادی
۲۶۶	کنترل وضعیت Bank	۲۰۸	سوخت‌پاش
۲۶۷	کنترل قدرت	۲۰۹	سیستم سوخت
۲۶۷	تراز یا تریم	۲۱۱	سیستم جرقه
۲۶۸	برخاست با آلات دقیق	۲۱۳	موتور راکتی
۲۷۲	صعود مستقیم	۲۱۴	مزایای سیستم راکتی نسبت به سیستم‌هایی معمولی
۲۷۳	یکتواخت سازی	۲۱۵	آشنایی با موتور راکتی
۲۷۶	پرواز مستقیم و افقی	۲۱۶	پیکر بندی اصلی موتورهای با سوخت مایع
۲۷۸	نزول مستقیم	۲۱۷	مخازن سوخت و اکسیدکننده
۲۷۸	یکتواخت سازی	۲۱۹	سوخت‌پاش
۲۷۹	گردش‌ها	۲۲۰	سیستم اشتعال در موتورهای راکت
۲۸۱	گردش با ارتفاع ثابت	۲۲۰	محفظه احتراق
۲۸۵	چرخش به سمت از پیش تعیین شده	۲۲۱	انواع موتور راکتی از لحاظ ترکیب سوخت
۲۸۵	خطاهای قطب‌نمای مغناطیسی	۲۲۳	سیستم انتقال قدرت
۲۸۶	گردش زمان بندی شده	۲۲۵	کلاچ
۲۸۷	گردش صعودی	۲۲۶	کلاچ تسمه‌ای
۲۸۸	گردش نزولی	۲۲۸	کلاچ گریز از مرکز
۲۹۰	وضعیت‌های غیر معمول	۲۲۸	گیربکس اصلی
	فصل هفتم: جستجو	۲۳۰	چرخ‌دنده سیارهای
۲۹۴	کلیات	۲۳۰	چرخ‌دنده مخروطی
۲۹۴	برنامه ریزی برای جستجو و نجات قبل از پرواز	۲۳۱	چرخ‌دنده حلزونی
۲۹۵	آمادگی برای پرواز	۲۳۲	واحد آزاد کننده
۲۹۵	در طول پرواز	۲۳۲	شفتهای دم
۲۹۵	الگوی مربعی		فصل هشتم: پرواز با آلات دقیق
۲۹۶	الگوی شعاعی	۲۳۶	کلیات
۲۹۷	الگوی شعاعی - موازی	۲۳۶	آلات دقیق پروازی
۲۹۸	الگوی شعاعی - برگشتی	۲۳۷	سیستم پینو استاتیک
۳۰۰	الگوی موازی	۲۳۹	سرعت‌نما
۳۰۰	الگوی مواز برای یک هلیکوپتر	۲۴۱	ارتفاع‌سنج
۳۰۰	الگوی موازی برای چند هلیکوپتر	۲۴۴	نشان دهنده سرعت عمودی (VSI)
۳۰۱	الگوی گردش‌های S	۲۴۵	سیستم زیرسکوپی
	منابع و مآخذ	۲۴۵	خواص زیرسکوپ
		۲۴۷	محرك‌های چرخش زیرسکوپ

مقدمه

جاذبه و رؤیای پرواز در همه انسان‌ها وجود دارد. تسلط بر پهنه هستی وقتی گستره زمین را زیر پای خود حس می‌کند. از گذشته تا بحال، پرواز آرزوی دیرینه انسان بوده، با سختی‌ها، خطرات و هزینه‌های زیاد، امروزه وسایل پرنده مختلفی در آسمان پرواز می‌کنند هلیکوپتر با توانایی‌های منحصربه‌فرد خدمات ویژه‌ای ارائه می‌دهد. البته کنترل و هدایت هلیکوپتر در فضای سه‌بعدی بسیار مشکل است و خلبانان هلیکوپترها باید از لحاظ فیزیکی و ذهنی سلامت کامل و شرایط خاصی داشته باشند آنان می‌بایست دوره‌های آموزشی زیادی طی کنند تا بتوانند مهارت کافی برای پرواز و هدایت آنرا کسب کنند.

این شعار «۹۵ درصد دانش و ۵ درصد تکنیک پرواز» همیشه برای خلبانان اهمیت دانش پروازی را یادآوری می‌کند. کسب دانش و مهارت لازم در سایه یک آموزش اصولی، تضمین کننده پرواز ایمن با یک خلبان خوب است که این امر در مراکز آموزشی به شدت پیگیری می‌شود. قرار گرفتن در راه فراگیری پرواز، یعنی تسلیم تغییرات تدریجی در رفتار و تفکر، برای تبدیل شدن به انسانی جدید است. علم و دانش بهترین وسیله برای سفر کردن در این راه می‌باشد.

سال‌های زیادی از ورود هلیکوپتر به ایران می‌گذرد و اولین مرکز آموزش هلیکوپتری در اصفهان بنا شد، مرکز آموزش شهید وطن‌پور منطق با استانداردهای روز جهانی با تجهیزات و اساتید نخبه تاکنون بعنوان بهترین مرکز آموزشی در خاورمیانه شناخته می‌شود. با توجه به اینکه بسیاری از منابع آموزشی به زبان انگلیسی می‌باشد وجود یک مرجع آموزشی فارسی احساس می‌گردد. تدوین و تالیف یک منبع معتبر علمی در خصوص اصول پروازی با هلیکوپتر شامل کلیه مفاهیم و سرفصل‌های اصلی در خصوص هلیکوپتر برای مهندسين هوافضا، و مراکز پروازی می‌تواند خلاء موجود در منابع فارسی مهندسی هوافضا را تا حدی کاهش داده و بعنوان یک مرجع پژوهشی مورد استفاده قرار گیرد.

مجموعه حاضر با استناد به منابع معتبر و بروز پروازی به زبان ساده حاصل چندین دوره تدریس آموزشی در کلاس‌های پروازی است. طبقه‌بندی، دسته‌بندی مطالب و سرفصل‌ها با توجه به نیازها و روش‌های نوین در جهت بهروری بهتر را شامل می‌شود. مجموعه کتاب‌هایی با عنوان «اصول پرواز هلیکوپتر» در چندین جلد منتشر خواهد شد. کتاب حاضر اولین جلد از این مجموعه می‌باشد که با عنوان «دانش هوانوردی» به زبانی ساده، روان و قابل فهم اصول اولیه

پرواز هلیکوپتر را که می‌بایست کلیه مهندسان هوافضا و خلبانان نسبت به آن آگاهی داشته باشند بیان می‌کند. این کتاب بعنوان یکی از منابع مهم آزمون‌های هلیکوپتری به مباحثی از قبیل: روند تکامل هلیکوپتر، آیرودینامیک پروازی، سیستم تولید قدرت و سیستم انتقال قدرت، آلات دقیق و پرواز با آلات دقیق و جستجو برای نجات می‌پردازد.

«اولین شرط پرواز دل‌کندن از زمین است» ... در اینجا لازم است از کلیه اساتید، این آسمانی‌ها که هنر پرواز را به ما آموختند، سپاسگزاری نموده و در نهایت از حمایت و راهنمایی جناب آقای دکتر رضا مظفرنیا ریاست دانشگاه صنعتی مالک اشتر، دکتر غلامرضا هاشم‌زاده و دکتر محمدمهدی حیدری کمال تشکر و قدردانی را بنماییم.

با توجه به اینکه کتاب حاضر ممکن است در برخی زمینه‌ها با تواقص و کاستی‌هایی همراه باشد، از این رو فروتنانه از همه‌ی پیشنهادات و نظرات متخصصین به پست الکترونیکی jackmowl@aol.com در جهت هرچه بهتر شدن کتاب در ویرایش‌های آتی و جلد‌های دیگر استقبال می‌شود.

چوادر مولایی - دومان صوفیانی

پاییز ۱۳۹۲