

جلد اول

# طراحی سیست فته قلی کوینر

---

مترجمین

دکتر فرشید بزمی

(عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و فنون فناوری پالگرد)

مهندس احمد میرهاشمی

(فارغ التحصیل کارشناسی ارشد هوا فضا دانشگاه صنعتی شریف)

---



انتشارات همای علم

Homa Science Publishing  
www.homascience.com

نام کتاب : طراحی پیشرفته هلیکوپتر / جلد اول

ناشر : انتشارات همای علم

مترجم : احمد میرهاشمی

ویراستار فنی : شهریار عابدین نژاد

صفحه آرایی : هفت رنگ گرافیک (ندا نعمت زاد)

طرح روی جلد : هفت رنگ گرافیک (محسن پورحسین)

لینوگرافی : رایید گرافیک

نوبت چاپ : اول - بهار ۱۳۹۳

چاپ : جام طلایی

صحافی : کیمیا

مدیر فنی چاپ : محسن پورحسین

تیراژ : ۵۰۰ جلد

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-/-

شابک دوره : ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-/-

به سفارش شرکت پشتیبانی و  
نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنجا)

## فهرست

|       |                                                |
|-------|------------------------------------------------|
| ۴     | بیوگرافی                                       |
| ۵     | تقدیم                                          |
| ۱۳    | پیشگفتار مدیرعامل                              |
| ۱۵    | پیشگفتار مترجم                                 |
| فصل ۱ |                                                |
| ۱۷    | مقدمه                                          |
| فصل ۲ |                                                |
| ۲۳    | اثربخشی ماموریت                                |
| ۲۲    | ۱-۲ مقدمه                                      |
| ۲۳    | ۲-۲ نیازمندی‌های سیستم نظامی و اثربخشی ماموریت |
| ۲۴    | ۱-۲-۲ نیازمندی‌های سیستم نظامی                 |
| ۲۵    | ۱-۲-۲-۱ تحقیقات کاربردی (OR)                   |
| ۲۶    | ۱-۲-۲-۲ ملاحظات مربوط به بودجه                 |
| ۲۶    | ۲-۲-۲ چرخه طراحی                               |
| ۲۷    | ۳-۲-۲ رابطه اثربخشی-ماموریت                    |
| ۲۸    | ۱-۳-۲-۲ پارامترهای عملیاتی                     |
| ۲۹    | ۲-۳-۲-۲ پارامتر اقتصادی                        |
| ۳۰    | ۳-۲ تحلیل پارامتر عملیاتی                      |



- ۳۰ ..... ۱-۳-۲ آمادگی ماموریت
- ۳۰ ..... ۱-۱-۳-۲ قابلیت‌های ماموریت (MC)
- ۳۱ ..... ۲-۱-۳-۲ دسترس‌پذیری
- ۳۷ ..... ۲-۳-۲ قابلیت مقاومت در برابر دشمن
- ۳۹ ..... ۳-۳-۲ عملکرد
- ۳۹ ..... ۱-۳-۳-۲ نیازمندی‌های عملکرد
- ۴۲ ..... ۲-۳-۳-۲ اثربخشی عملکرد
- ۴۴ ..... ۴-۲ تحلیل اقتصادی
- ۴۴ ..... ۱-۴-۲ کلیات
- ۴۴ ..... ۲-۴-۲ المان‌های تحلیل اقتصادی
- ۴۴ ..... ۳-۴-۲ شکل‌های مختلف معیارها
- ۴۶ ..... ۴-۴-۱ تحلیل هزینه
- ۴۷ ..... ۱-۴-۱-۱ مدل‌های هزینه
- ۵۱ ..... ۴-۴-۲ تعیین هزینه
- ۵۷ ..... ۵-۴-۲ مدلسازی ساخت: ارائه یک مثال
- ۶۱ ..... ۵-۲ فهرست مراجع

## فصل سوم

- ۶۵ ..... عملکرد
- ۶۵ ..... ۱-۳ مقدمه
- ۶۶ ..... ۱-۱-۳ چگونگی کارکرد یک روتور
- ۶۸ ..... ۲-۱-۳ توان لازم برای پرواز مستقیم‌الخط
- ۶۹ ..... ۲-۳ آیرودینامیک
- ۶۹ ..... ۱-۲-۳ روش‌های تحلیلی پایه
- ۶۹ ..... ۱-۱-۲-۳ پرواز در جا
- ۹۳ ..... ۲-۱-۲-۳ پرواز روبه جلو
- ۱۰۹ ..... ۳-۱-۲-۳ تداخل روتور-پشت سر هم
- ۱۱۳ ..... ۴-۱-۲-۳ سطوح آیرودینامیکی ثابت
- ۱۱۴ ..... ۲-۲-۳ پیکربندی‌های مرکب
- ۱۱۴ ..... ۱-۲-۲-۳ قابلیت سرعت هلیکوپترها
- ۱۱۵ ..... ۲-۲-۲-۳ ملاحظات طراحی اولیه
- ۱۱۶ ..... ۳-۲-۲-۳ انتخاب پارامترهای پیکربندی



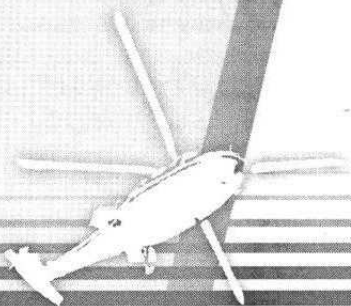
|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۱۲۳ | ۴-۲-۲-۳ عملکرد هلیکوپتر مرکب              |
| ۱۲۹ | ۲-۳-۳ تست تونل باد                        |
| ۱۲۹ | ۲-۳-۱-۳ اهداف                             |
| ۱۲۹ | ۲-۳-۲-۳ حمایت و پشتیبانی یک پروژه         |
| ۱۳۳ | ۲-۳-۳-۳ ملاحظات مدل طراحی                 |
| ۱۳۸ | ۴-۳-۲-۳ روند انجام تست                    |
| ۱۳۸ | ۵-۳-۲-۳ کاهش اطلاعات                      |
| ۱۴۰ | ۶-۳-۲-۳ سایر تست‌های مرتبط                |
| ۱۴۲ | ۳-۳ پیش‌رانش                              |
| ۱۴۲ | ۱-۳-۳ بررسی سیستم پیش‌رانش                |
| ۱۴۲ | ۱-۱-۳-۳ روش‌های پیش‌رانش                  |
| ۱۴۳ | ۲-۱-۳-۳ مش‌صه‌های موتور توربین گاز        |
| ۱۴۷ | ۳-۱-۳-۳ تحلیل فرایند                      |
| ۱۵۳ | ۴-۱-۳-۳ تحلیل سیکل ااز جزئی               |
| ۱۵۶ | ۵-۱-۳-۳ سیستم‌های عکس‌نگاری               |
| ۱۵۹ | ۲-۳-۳ مشخصات موتور و انتخاب               |
| ۱۵۹ | ۱-۲-۳-۳ ملاحظات کلی                       |
| ۱۶۰ | ۱-۱-۲-۳-۳ موتورهای توربین گاز             |
| ۱۶۴ | ۲-۲-۳-۳ انتخاب نقطه طراحی پارامترهای سیکل |
| ۱۶۸ | ۳-۲-۳-۳ سیستم کنترل                       |
| ۱۷۱ | ۳-۳-۳ تحلیل روتور و ملخ                   |
| ۱۷۱ | ۱-۳-۳-۳ پیکربندی روتور                    |
| ۱۷۹ | ۴-۱-۳-۳ المان‌های حرکت روتور              |
| ۱۹۰ | ۲-۳-۳-۳ انتخاب ملخ                        |
| ۲۰۹ | ۴-۳-۳ دیگر دستگاه‌های جلوبرنده            |
| ۲۱۰ | ۱-۴-۳-۳ پیش‌رانش ملخ                      |
| ۲۱۱ | ۲-۴-۳-۳ جلوبردگی ملخ پوشش داده شده        |
| ۲۱۷ | ۳-۴-۳-۳ پیش‌رانش توربوچفت و توربو فن      |
| ۲۲۰ | ۴-۴-۳-۳ سیستم‌های تقویتی                  |
| ۲۲۲ | ۴-۳ مطالعه طراحی اولیه هلیکوپتر           |
| ۲۲۲ | ۱-۴-۳ تحلیل پارامتریک                     |
| ۲۲۴ | ۱-۱-۴-۳ بهینه‌سازی در طراحی هلیکوپتر      |



|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۲۲۷ | ۳-۴-۱-۲ تحلیل پارامتریک برای روابط پایه     |
| ۲۴۷ | ۳-۴-۱-۳ روش‌های انتخاب پیکربندی             |
| ۲۵۴ | ۳-۴-۲ عملکرد ماموریت                        |
| ۲۵۶ | ۳-۴-۲-۱ سقف پرواز درجا                      |
| ۲۶۰ | ۳-۴-۲-۲ ظرفیت حمل بار                       |
| ۲۶۳ | ۳-۴-۲-۳ پروفیل ماموریت                      |
| ۲۷۴ | ۳-۴-۲-۴ برد                                 |
| ۲۹۳ | ۳-۴-۲-۵ مداومت پروازی                       |
| ۲۹۸ | ۳-۴-۲-۶ نرخ صعود، حداکثر و عمودی            |
| ۳۱۱ | ۳-۴-۲-۷ برخاست و فرود                       |
| ۳۲۶ | ۳-۴-۱ محدودیت‌های سرعت سیر - ارتفاع         |
| ۳۲۶ | ۳-۴-۱-۱ کلیات                               |
| ۳۲۷ | ۳-۴-۱-۲ تعاریف                              |
| ۳۲۹ | ۳-۴-۱-۳ محدودیت‌های توان                    |
| ۳۳۰ | ۳-۴-۱-۴ محدودیت‌های سازه‌ای                 |
| ۳۳۲ | ۳-۴-۱-۵ محدودیت‌های پایداری                 |
| ۳۳۲ | ۳-۴-۱-۶ قابلیت مانور کنترل پذیری            |
| ۳۳۶ | ۳-۵-۳ ملاحظات ویژه                          |
| ۳۳۶ | ۳-۵-۱ مشخصات چرخش خودکار                    |
| ۳۳۶ | ۳-۵-۱-۱ مکانیزم پایه برای چرخش خودکار       |
| ۳۳۸ | ۳-۵-۱-۲ ورودی به چرخش خودکار                |
| ۳۴۰ | ۳-۵-۱-۳ محاسبه نرخ نزول در چرخش خودکار      |
| ۳۴۴ | ۳-۵-۱-۴ مسافت گلاید                         |
| ۳۴۶ | ۳-۵-۱-۵ Flare                               |
| ۳۴۹ | ۳-۵-۱-۶ منحنی ارتفاع سرعت                   |
| ۳۵۴ | ۳-۵-۲ عملکرد در هنگام مانور                 |
| ۳۵۵ | ۳-۵-۲-۱ توان مورد نیاز در پرواز شتاب‌دار    |
| ۳۵۵ | ۳-۵-۲-۲ تغییر حالت‌های انرژی                |
| ۳۵۶ | ۳-۵-۲-۳ قابلیت شتاب‌گیری عمودی              |
| ۳۵۹ | ۳-۵-۲-۴ اثرات بال‌ها                        |
| ۳۶۳ | ۳-۵-۳ شرایط موتور (های) خاموش / غیر عملیاتی |
| ۳۶۳ | ۳-۵-۳-۱ چرخش خودکار                         |



- ۳۶۳ ..... ۲-۳-۵-۳ عملکرد با یک موتور خراب (OEI)
- ۳۶۴ ..... ۳-۳-۵-۳ برد و مداومت پروازی OEI
- ۳۶۸ ..... ۴-۳-۵-۳ برخاست و فرود
- ۳۸۲ ..... ۵-۳-۵-۳ مشخصه‌های تریم پرنده



## پیشگفتار مدیر عامل

با نهایت تضرع و توسل به کبرئاتی حضرت حق و با سپاس از الطاف بیکران خداوند سبحان و در راستای غرر مشاات مقام معظم رهبری در خصوص تولید علم، شرکت پشتیبانی، نوسازی و ساخت هلیکوپترهای ایران (پنها) این توفیق را یافته است که با اراده مشترک برای رسیدن به مآصد عالیه در خصوص تولید علم گامهای اساسی و با برنامه‌ای بردارد. تولید علم و فناوری امری است که یکی از اساسی‌ترین شرط بقاء در جوامع مترقی و پویاست؛ می‌توان در یک نگاه هوشمندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته‌ای با میزان رشد و پویایی آنان دارد تحلیل کرد.

شرکت پنها با تجربه‌ای بیش از ۴۰ سال و با کارنامه‌ای بسیار درخشان و منحصر بفرد به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین قطب هلیکوپتری با رشدی منطقی در خصوص صنعت پیچیده هلیکوپتر از آغاز برنامه تا تحولی عظیم و جهشی در حد بسیار عالی منشأ خدمات ارزنده‌ای در جامعه اسلامی بویژه در دوران دفاع مقدس بوده است. امروز پنها با راهبرد نوآورانه و قوی با تکیه بر نیروهای مخلص و متعهد و کارآمد بخش عمده‌ی ارزش‌های یک صنعت با فناوری بالا را از آن خود کرده است. لذا با توجه به ویژگی‌های فرهنگی حاکم بر پنها مبنی بر خدمت به نظام و حفظ دستاوردهای آن به عنوان یک ارزش مورد قبول، همه کارکنان در یک رویکرد مناسب اقدام به انتقال تجربه‌ای چندین ساله کاری و علمی خود در قالب کتاب‌های علمی و تخصصی که حاصل تلاش همکاران صدیق پنها می‌باشد را نموده است و امید است جزو باقیات و صالحات برای این عزیزان و همه دست‌اندرکاران باشد. انشاء... نزد حضرت دوست مآجور خواهد بود. امید است این گام هرچند کوتاه آغازی مبارک برای رسیدن به اهداف عالیه و تحولی عظیم در صنعت پیچیده هلیکوپتر و قدمی در راستای تولید



علم و بومی‌سازی که این مهم صرفاً در اختیار معدود کشورهاست، باشد. قطعاً دریافت انتقادات و پیشنهادات از صاحبان اندیشه و علم کمک شایانی به سرعت بخشیدن به جایگاه برتر و متعارف ایران اسلامی اهداء خواهد کرد.

مدیر عامل پن‌ها  
محمد احمدآبادی

www.ketab.ir