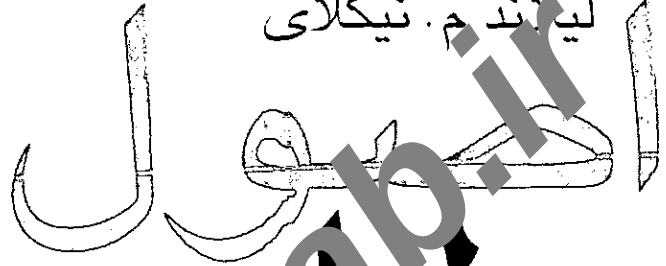




لیاند م. نیکلای



جلد اول

طراحی هواپیما

مترجم:

دکتر فرشید بزمی

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و فنون فناوری بالگرد

سرشناسه : نیکلای، لیلند مالکوم
(Nicolai, Leland M. (Leland Malcolm
عنوان و نام پدیدآور : اصول طراحی هواپیما / لیلند. نیکلای؛ مترجم فرشید بزمی؛ ویراستار
ادبی محسن پورحسین؛ ویراستار علمی حمید وفاخواه؛ به سفارش
شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها).
تهران: همای علم، ۱۳۹۳ -
مشخصات نشر :
ج.: مصور، جدول، نمودار.
مشخصات ظاهری :
شابک : دوره: ۳-۹-۹۴۵۱۵-۶۰۰-۹۷۸
ج. ۱: ۶-۸-۹۴۵۱۵-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیبا
یادداشت : عنوان اصلی: Fundamentals of aircraft and airship design, 2010.
موضوع : هواپیماها -- طرح و ساختمان -- تاریخ
موضوع : کشتی هوایی -- طرح و ساختمان -- تاریخ
موضوع : هوانوردی -- مصور
موضوع : کاریکتر، گرانت
شناسه افزوده : Carichner, Grant
شناسه افزوده : بزمی، فرشید، ۱۳۶۴ - مترجم
شناسه افزوده : شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران
رده بندی کنگ : ۶۱۳۹۳ الف ۶/ن ۲/۴۷۱/۲ TL
رده بندی دیویی : ۶۲۹/۱۳۴۱
شماره کتابشناسی : ۲۵۵۲۳



انتشارات همای علم

Homa Science Publishing
www.homascience.com

نام کتاب : اصول طراحی هواپیما / جلد اول
ناشر : انتشارات همای علم
مترجم : فرشید بزمی
ویراستار ادبی : محسن پورحسین
ویراستار علمی : حمید وفاخواه
صفحه آرای : هفت رنگ گرافیک (گلناز کاوسی)
طرح روی جلد : هفت رنگ گرافیک (محسن پورحسین)
لیتوگرافی : رایبد گرافیک
نوبت چاپ : اول - تابستان ۱۳۹۳
چاپ : جام طلایی
صحافی : کیمیا
مدیر فنی چاپ : محسن پورحسین
تیراژ : ۵۰۰ جلد
قیمت : ۱۶۴۰۰۰ ریال
شابک : ۶-۸-۹۴۵۱۵-۶۰۰-۹۷۸
شابک دوره : ۳-۹-۹۴۵۱۵-۶۰۰-۹۷۸

به سفارش شرکت پشتیبانی و
نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)

کتاب حاضر ترجمه‌ای است از:

Fundamentals of Aircraft and Airship Design

Leland M. Nicolai

Grant E. Carichner

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Nicolai, Leland M. (Leland Malcolm)

Fundamentals of aircraft and airship design / Leland M. Nicolai, Grant Carichner.

p. cm. — (AIAA educational series)

Rev. and expanded ed. of: Fundamentals of aircraft design / Leland M. Nicolai. 1975.

Includes bibliographical references and index.

ISBN 978-1-60086-751-4 (alk. paper)

I. Airplanes—Design and construction—History. 2. Airships—Design and construction—History. I. Carichner, Grant. II. Nicolai, Leland M. (Leland Malcolm). Fundamentals of aircraft design. III. Title.

TL671.2.N532 1975

629.132—dc22

2010012955



EDUCATION SERIES

Joseph A. Schetz

Editor-in-Chief

Published by

AMERICAN INSTITUTE OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS, INC.

1801 ALEXANDER BELL DRIVE, RESTON, VA 20191-4344

مسئولیت ترجمه مطالب فارسی به عهده مترجم است.

فرشید بزمی در حال حاضر عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و فنون فناوری بالگرد می‌باشد. وی پس از دریافت کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا از دانشگاه صنعتی شریف، در همان رشته دکتری خود را از دانشگاه علمی کاربردی آریزونا با بالاترین معدل اخذ نمود. سپس به عنوان بنیادین رشته مهندسی بالگرد در ایران به خدمت دانشگاه بالگردی در آمد. تألیف هفت عنوان کتاب تخصصی از جمله فعالیت‌های وی در این دوران می‌باشد. علاقمندی اصلی وی در زمینه طراحی بالگرد و طراحی موتورهای توربوشفت بالگردی است.



پیشگفتار مدیر عامل	۱۵
پیشگفتار مترجم	۱۷

فصل ۱

مقدمه	۱۹
۱-۱ علم هوانوردی - سرآغاز	۱۹
۲-۱ طراحی هواپیما - سازشی میان اصول و مصاد	۲۰
۱-۲-۱ هزینه در برابر عملکرد	۲۱
۲-۲-۱ عدم وجود پاسخ مشخص در طراحی	۲۳
۳-۱ ملاحظات کلی طراحی	۲۳
۱-۳-۱ ملاحظات مأموریت	۲۴
۲-۳-۱ ملاحظات مربوط به هزینه	۲۴
۳-۳-۱ ملاحظات تعمیر و نگهداری و پشتیبانی	۲۴
۴-۳-۱ ملاحظات مربوط به زمان بندی	۲۴
۵-۳-۱ الزامات طراحی از کجا ناشی می شوند؟	۲۵
۶-۳-۱ نیاز به بررسی ملاحظات	۳۲
۷-۳-۱ مزیت سنجی	۳۶
۴-۱ پرنده های بدون سرنشین	۳۷
۱-۴-۱ محدودیت های طراحی - کاربر انسانی	۳۸
۲-۴-۱ انجام مأموریت های پرخطر	۳۹
۳-۴-۱ حذف عملیات امداد و نجات	۴۰
۴-۴-۱ حذف عملیات امداد و نجات	۴۰



۴۳	۴-۱ مراحل طراحی هواپیما
۴۴	۱-۴-۱ مرحله‌ی طراحی مفهومی
۴۵	۲-۴-۱ مرحله‌ی طراحی اولیه
۴۵	۳-۴-۱ مرحله‌ی طراحی جزئی
۴۶	۵-۱ محدوده‌ی کار این کتاب

فصل ۲

۵۱	مروارید بر آیرودینامیک
۵۱	۱-۱ مقدمه
۵۴	۲-۱ نیروی
۵۵	۳-۲ لایه رزی پسای پوسته
۵۶	۴-۲ تئوری و طبع رفرمل غیرقابل تراکم
۵۹	۵-۲ تصحیحات داک بذر زیر صوت
۶۰	۶-۲ تصحیحات مربوط به ضخامت بودن بال
۶۲	۷-۲ تصحیح زاویه‌ی عقب گرد
۶۲	۸-۲ اثرات ترکیبی
۶۳	۹-۲ نیروی برآ و گشتاور غیر خطی
۶۵	۱۰-۲ آیرودینامیک زیرصوت کل هواپیما
۷۰	۱۱-۲ جریان گذر صوتی و اثرات آن
۷۲	۱۲-۲ نسبت ضخامت بال
۷۳	۱۳-۲ عقب گرد بال
۷۵	۱۴-۲ بال فوق بحرانی
۷۷	۱۵-۲ ترکیب بدنه و بال در پرواز گذر صوتی
۷۸	۱۶-۲ موج ماخ
۷۸	۱۷-۲ لبه حمله زیرصوت و مافوق صوت
۷۹	۱۸-۲ اصطکاک پوسته‌ای مافوق صوت
۸۰	۱۹-۲ نیروی برآی مافوق صوت و نیروی پسای موج
۸۲	۱۸-۲ تصحیح برای اثرات سه بعدی

فصل ۳

۸۷	روش‌های عملکرد هواپیما
----	------------------------



۸۷	۱-۳ مقدمه
۸۷	۲-۳ پرواز افقی و بدون شتاب
۹۱	۳-۳ نیروی پسای حداقل و L/D حداکثر
۹۳	۴-۳ تغییرات T_R با وزن، پیکربندی و ارتفاع
۹۵	۵-۳ مداومت پرواز یا پرواز انتظاری
۹۹	۶-۳ برد
۱۰۳	۷-۳ درازدن افقی با سرعت ثابت
۱۰۶	۸-۳ تخمین حالت انرژی (انرژی مانورپذیری)
۱۰۸	۹-۳ فایده مانور انرژی برای برآورد جنگ هوایی
۱۱۱	۱۰-۳ نرخ مصرف و وزن

فصل ۴

۱۱۵	محدوده پروازی عملیاتی هپیم
۱۱۵	۱-۴ محدوده پروازی
۱۱۵	۲-۴ فشار دینامیکی حداقل
۱۱۷	۳-۴ محدودیت تیروی جلوبرنده حداکثر
۱۱۸	۴-۴ فشار دینامیکی حداکثر
۱۱۹	۵-۴ حرارت آیرودینامیکی
۱۱۹	۶-۵-۱ گرم شدن نقطه سکون روی دماغه و لبه حمله برای بال‌ها عقب‌گرد
۱۲۲	۶-۴ غرش صوتی
۱۲۳	۷-۴ محدودیت‌های سر و صدا و آلودگی
۱۲۵	۸-۴ محدودیت‌های نیروی جلوبرنده
۱۲۶	۹-۴ مسیرهای بهینه

فصل ۵

۱۳۵	تخمین اولیه‌ی وزن در هنگام بلندشدن
۱۳۵	۱-۵ مقدمه
۱۳۵	۲-۵ تقسیم اولیه‌ی وزن
۱۳۸	۳-۵ تقسیم مرحله‌ای سوخت
۱۳۹	۵-۳-۱ مرحله ۱- روشن شدن موتور و بلند شدن
۱۳۹	۵-۳-۲ مرحله ۲- اوجگیری و شتاب‌گیری تا شرایط کروز



۱۴۰	۳-۳-۵ مرحله ۳- حرکت در شرایط کروز
۱۴۳	۴-۳-۵ مرحله ۴- شتابگیری تا سرعت بالا
۱۴۳	۵-۳-۵ مرحله ۵- نبرد
۱۴۳	۶-۳-۵ مرحله ۶- بازگشت در سرعت کروز
۱۴۴	۷-۳-۵ مرحله ۷- پرواز انتظاری
۱۴۴	۸-۳-۵ سوخت ذخیره و سوخت حبس شده
۱۴۵	۴- تعیین W_{T0}
۱۴۵	۵- مثال: جنگنده‌ی کامپوزیتی سبک پیشرفته
۱۴۶	۱-۵- وزن‌های ثابت
۱۴۶	۲-۵- سوخت (براساس مراحل شکل ۴-۵)
۱۴۹	۵-۵- تکراری W_{T0}
۱۵۰	۵-۵- سوخت با بار اضافی و شعاع بر W_{T0}
۱۵۱	۶-۵- هواپیماها با نسبت W_{T0} به بار اضافی غالب
۱۵۲	۶-۵- مثال: هواپیمای برای نسبت برد به بار اضافی زیاد

فصل ۶

۱۵۷	تخمین بارگذاری بال در هنگام برخاست
۱۵۷	۱-۶ مقدمه
۱۵۸	۲-۶ برد (راندمان کروز)
۱۵۹	۳-۶ فرود آمدن و برخاست
۱۶۲	۴-۶ نبرد هوایی و شتابگیری
۱۶۵	۵-۶ ارتفاع بالا

فصل ۷

۱۶۷	انتخاب شکل تصویر از بالا و سطح مقطع ایرفویل
۱۶۷	۱-۷ مقدمه
۱۶۸	۲-۷ اثرات ایرفویل: نسبت ضخامت حداکثر
۱۷۳	۳-۷ اثرات ایرفویل: موقعیت ضخامت حداکثر
۱۷۴	۴-۷ اثرات ایرفویل: شکل لبه‌ی حمله
۱۷۶	۵-۷ اثرات ایرفویل: خمیدگی ایرفویل
۱۷۸	۶-۷ اثرات تصویر از بالا: آیرودینامیک



۱۸۱ ۷-۷ اثرات تصویر از بالا: سازه‌ها و حجم سوخت

۱۸۲ ۸-۷ هندسه‌ی متغیر

فصل ۸

۱۸۷ طراحی و تعیین اندازهی اولیه‌ی بدنه

۱۸۷ ۸-۱ تعیین اندازهی بدنه

۱۸۹ ۸-۲ نسبت لانگری بدنه

۱۹۴ ۸-۳ شکاف‌های بدنه

فصل ۹

۲۰۳ وسایل افزایش دهنده‌ی نیروی برآ

۲۰۳ ۹-۱ مقدمه

۲۰۴ ۹-۲ وسایل افزایش دهنده‌ی نیروی برآ - بالچه‌های لبه‌ی فرار

۲۰۵ ۹-۳ وسایل افزایش دهنده‌ی نیروی برآ - وسایل تأخیرانداز در جدایی جریان

۲۰۶ ۹-۳-۱ کنترل لبه‌ی مرزی

۲۰۶ ۹-۳-۲ شکاف‌های هوایی و شکاف‌های جفت

۲۰۷ ۹-۳-۳ بالچه‌های لبه‌ی حمله

۲۱۰ ۹-۴ روش‌های تعیین C_L زیر صوت حداکثر برای وسایل افزایش دهنده‌ی نیروی برآ

۲۲۰ ۹-۵ نیروی پسای زیر صوت، حاصل از تغییر زاویه‌ی بالچه

۲۲۲ ۹-۶ وسایل برآزای دارای محرک

فصل ۱۰

۲۳۱ تحلیل برخاست و فرود آمدن هواپیما

۲۳۱ ۱۰-۱ مقدمه

۲۳۲ ۱۰-۲ اثرات زمین

۲۳۵ ۱۰-۳ تحلیل برخاست

۲۳۶ ۱۰-۳-۱ فاصله‌ی طی شده روی زمین

۲۴۰ ۱۰-۳-۲ فاصله‌ی چرخش، S_R

۲۴۰ ۱۰-۳-۳ فاصله‌ی انتقالی، S_{TR}

۲۴۱ ۱۰-۳-۴ فاصله‌ی اوجگیری، S_{CL}



- ۲۴۱ ۱۰-۳-۵ مدت زمان برخاست
- ۲۴۲ ۱۰-۴-۴ تحلیل نشست
- ۲۴۲ ۱۰-۴-۱ فاصله‌ی طی شده در هوا، S_A
- ۲۴۳ ۱۰-۴-۲ فاصله‌ی دوران آزاد، S_{FR}
- ۲۴۳ ۱۰-۴-۳ فاصله‌ی ترمزگیری، S_B
- ۲۴۴ ۱۰-۵ وسائل متوقف کننده‌ی هواپیما
- ۲۴۷ ۱۰-۶ طول باند بحرانی (طول باند متعادل شده)

فصل ۱۱

- ۲۵۱ تخمین آوردن یک دانه و بال
- ۲۵۱ ۱۱-۱ شیب منحنی نیروی برآی خطی
- ۲۵۲ ۱۱-۱-۱ محدودیت در صوت
- ۲۵۲ ۱۱-۱-۲ محدوده‌ی مافوق صوت
- ۲۵۳ ۱۱-۱-۳ محدوده‌ی جبهه صوت
- ۲۵۳ ۱۱-۱-۴ ضریب C_{La} برای تریب دانه و بال
- ۲۵۶ ۱۱-۲ نیروی پسای حاصل از
- ۲۵۷ ۱۱-۲-۱ ناحیه‌ی زیر صوت
- ۲۶۰ ۱۱-۲-۲ ناحیه‌ی مافوق صوت
- ۲۶۲ ۱۱-۲-۳ ناحیه‌ی گذر صوت
- ۲۶۲ ۱۱-۳-۱ ضریب نیروی پسای برآ صفر
- ۲۶۲ ۱۱-۳-۱-۱ زیر صوت
- ۲۶۳ ۱۱-۳-۲ بال - گذر صوت
- ۲۶۷ ۱۱-۳-۳ ضریب بال در حالت مافوق صوت
- ۲۷۱ ۱۱-۳-۴ ضریب بدنه در حالت زیر صوت
- ۲۷۲ ۱۱-۳-۵ ضریب بدنه در حالت گذر صوتی
- ۲۷۳ ۱۱-۳-۶ ضریب بدنه در حالت مافوق صوت
- ۲۷۴ ۱۱-۳-۷ نیروی پسای متفرقه
- ۲۷۵ ۱۱-۳-۸ ضریب بال - بدنه

فصل ۱۲

- ۲۸۳ تعیین ابعاد اولیه‌ی دم عمودی و افقی



- ۲۸۳ ۱-۱۲ دم عمودی
- ۲۸۴ ۲-۱۲ دم افقی (بایدارکننده عقبی)
- ۲۸۵ ۳-۱۲ دم افقی (کانارد)
- ۲۸۶ ۴-۱۲ بدون وجود دم
- ۲۸۷ ۱۲-۵ آیرودینامیک ترکیبی کل هواپیما

فصل ۱۳

- ۲۸۹ نیروی پیوسته - بدنه در حالت گذر صوتی و مافوق صوت

فصل ۱۴

- ۲۹۵ مبانی موتور توربینی
- ۲۹۵ ۱-۱۴ مقدمه
- ۲۹۵ ۲-۱۴ کارکرد موتور ترکیبی
- ۲۹۹ ۳-۱۴ عوامل مؤثر بر نیروی جلوبند و مصرف ویژه سوخت جلوبرنده
- ۳۰۵ ۴-۱۴ اطلاعات موتور

فصل ۱۵

- ۳۱۹ تعیین ابعاد موتور توربینی
- ۳۱۹ ۱-۱۵ مقدمه
- ۳۲۰ ۲-۱۵ مقیاس گذاری موتور توربینی
- ۳۲۱ ۳-۱۵ تعیین ابعاد موتور برای راندها
- ۳۲۳ ۵-۱۵ قابلیت ملانور انرژی (جنگ هوا به هوا)
- ۳۲۴ ۵-۱۵ تعیین ابعاد موتور برای شتاب گیری
- ۳۲۶ ۶-۱۵ تعیین ابعاد موتور برای بلند شدن
- ۳۲۶ ۷-۱۵ مثالی از دشواری ها در تعیین ابعاد موتور

www.ketab.ir



پیشگفتار مدیر عامل

با نهایت تضرع و تضرع، استان کبریائی حضرت حق و با سپاس از الطاف بیکران خداوند سبحان و در اساسی فرمایشات مقام معظم رهبری در خصوص تولید علم، شرکت پشتیبانی، نوسازی و توسعه هلیکوپترهای ایران (پنها) این توفیق را یافته است که با اراده مشترک برای رفاه و معافیت عالیه در خصوص تولید علم گامهای اساسی و با برنامه‌ای بردارد. تولید علم در صورتی که امروزه یکی از اساسی‌ترین شرط بقا در جوامع مترقی و پویاست؛ می‌توان در یک نگاه استندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته‌ای با میراث‌های ارزشمند و بومی آنان دارد تحلیل کرد. شرکت پنها با تجربه‌ای بیش از ۴۰ سال و با کارکنانی بسیار درخشان و منحصر بفرد به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین قطب هلیکوپترها با رشدی منطقی در خصوص صنعت پیچیده هلیکوپتر از آغاز برنامه تا تحولی عظیم و جهشی در حد بسیار عالی منشاء 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 متخصص 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 باقی‌مانده و صالحات برای این عزیزان و همه دست‌اندرکاران باشد. انشاء... نزد حضرت دوست مأجور 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 خواهد کرد.

مدیر عامل پنها
محمد احمدآبادی

www.ketab.ir



پیشگفتار مترجم

این کتاب بر روی دانشجویان سال سوم و چهارم لیسانس، دانشجویان فوق لیسانس و مهندسان نوشته شده است که در آن مرحله‌ی طراحی مفهومی به طور جامع برای هواپیماهای غیر نظامی و نظامی، در دو به طور مساوی، بررسی شده است. کتاب حاضر، طراحی مفهومی را از دیدگاهی اولیه‌ی طرح تا تصمیمگیری در مورد تکرار دوباره‌ی مراحل طراحی شامل همیشه کتاب را میتوان از جهتی کامل دانست، زیرا خواننده نیازی ندارد که برای به دست آوردن اطلاعات اضافی به منبع دیگری مراجعه نماید.

ساختار کتاب به گونه‌ای است که خواننده در هر فصل یک سیکل طراحی مفهومی می‌گذراند. همچنین، کتاب را می‌توان مرجعی مناسب برای مهندسان دانست که در آن روشهای مدرن در آیرودینامیک، سیستم‌های پیشرانش، سوخت، انتخاب مواد، پایداری، کنترل و هزینه‌های لازم در مدت عمر هواپیما ارائه شده است. مدیران فنی نیز میتوانند از این کتاب برای درک و ارزیابی بهتر پارامترهای اساسی و اثرات طراحی هواپیما و تأثیر متقابل آنها بر یکدیگر استفاده کنند.

روند اصلی کتاب، بیان آن است که فرآیند طراحی هواپیما، ترکیبی از کارهای اصول مهندسی در جهت هدف کلی طراحی میباشد. در یک طرح قوی باید آیرودینامیک، پیشرانش، کنترل پرواز، مواد سازه، الکترونیک هواپیما و زیر سیستمها به گونه‌ای یکدیگر آمیخته شوند که تأثیر کل طرح، بیش از تأثیر اجزای آن به طور جداگانه باشد. این مطلب در سراسر ۲۵ فصل این کتاب، مورد تأکید قرار گرفته است.

کتاب، بر مسئولیت طراح هواپیما در مورد طراحی براساس پایین بودن هزینه و کم بودن آلودگی محیط به عنوان یک طراحی برای بشر تأکید میکند. رهنمودهایی برای طراحی براساس کم بودن هزینه در مدت عمر هواپیما و کاهش در مصرف سوخت ارائه شده‌اند. فصل ۲۴، هزینه‌های لازم در مدت عمر هواپیما و روش تخمین این هزینه‌ها را مورد بحث قرار میدهد.



در فصل مربوط به انتخاب مواد، سیستمهای معمول فلزی و سیستم جدید و پیشرفته‌ی مواد کمپوزیت و مواد ارزان قیمت ساخته شده مانند فایبرگلاس، پلاستیک ABS و چوب، مورد بحث قرار گرفته‌اند. فصل مربوط به تخمین وزن هواپیما، فصل کاملی است که در آن روشهای تخمین وزن اجزاء برای هواپیمای دارای عملکرد بالا و پایین ساخته شده از فلزات و مواد کامپوزیت پیشرفته، بررسی شده‌اند.

www.ketab.ir