



جلد اول

جراحی کنترل

مترجم:

دکتر خدایار جوادی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف

سرشناسه : جادالحق، محمد
 Gad-el-Hak, Mohamed
 عنوان و نام پدیدآور : کنترل جریان سیال / [مؤلف محمد جادالحق]؛ ترجمه خدایار جوادی؛
 ویراستار ادبی مرجان آذرچهر؛ ویراستار علمی امیر مردانی؛ به
 سفارش شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها).
 مشخصات نشر : تهران: همای علم، ۱۳۹۳.
 مشخصات ظاهری : ج۲: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : دوره: ۱-3-94515-600-978
 ج۱: 7-1-94515-600-978
 ج۲: 4-2-94515-600-978

وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : عنوان اصلی:
 Flow control: passive, active, and reactive flow management, 2000
 یادداشت : ج۲ (چاپ اول: ۱۳۹۳) (فیا).
 یادداشت : واژه نامه.
 موضوع : سیالات -- دینامیک
 هیدرولیک -- کنترل
 جواد، خدایار، ۱۳۵۴ - مترجم
 شناخته افزیده : شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران
 رده بندی کنگره : QC۱۵۱/ج۲ ک۹ ۱۳۹۳
 رده بندی یو پی : ۶۲۹/۸۰۲
 شماره کتابشناسی : ۲۳۴۹۱۸



انتشارات همای علم

Homia Science Publishing
 www.homascience.com

نام کتاب : کنترل جریان سیال / جلد اول
 ناشر : انتشارات همای علم
 مترجم : دکتر خدایار جوادی
 ویراستار ادبی : مرجان آذرچهر
 ویراستار علمی : دکتر امیر مردانی
 صفحه آرایی : هفت رنگ گرافیک (پریسا راستگو - محسن پورحسین)
 طرح روی جلد : هفت رنگ گرافیک (محسن پورحسین)
 لیتوگرافی : رایبید گرافیک
 نوبت چاپ : اول - تابستان ۱۳۹۳
 چاپ : جام طلایی
 صحافی : کیمیا
 ناظر فنی چاپ : محسن پورحسین
 تیراژ : ۵۰۰ جلد
 قیمت : ۱۰۰۰۰ ریال
 شابک : ۷-۱-۹۴۵۱۵-۶۰۰-۹۷۸
 شابک دوره : ۱-۳-۹۴۵۱۵-۶۰۰-۹۷۸

به سفارش شرکت پشتیبانی و
 نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها)

فهرست

پیشگفتار مدیر عامل ۱۳

پیشگفتار مترجم ۱۵

فصل ۱

مقدمه ۱۷

پیش درآمد ۱۷

۱-۱- کنترل جریان سیال چیست؟ ۱۸

۱-۲- پنج دوره از کنترل جریان سیال ۱۹

۱-۳- آیا این رشته به بالاترین درجه رسیده است؟ ۲۱

فصل ۲

معادلات کنترلی ۲۹

پیش درآمد ۲۹

۲-۱- معادلات بنیادین ۳۰

۲-۱-۱- بقای جرم ۳۱

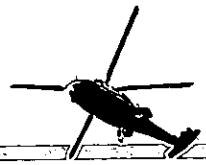
۲-۱-۲- قانون دوم نیوتن ۳۱

۲-۱-۳- بقای انرژی ۳۳

۲-۲- بستن معادلات ۳۴

۲-۳- تراکم پذیری ۳۷

۲-۴- معادلات حرکت در دیواره ۴۱



- ۴۲ ۵-۲ - جریانات آشفته
- ۴۴ ۶-۲ - معادله انتگرال Kármán

فصل ۳

- ۴۷ اصول متحدا سازی
- ۴۷ پیش درآمد
- ۴۷ ۱-۱ - اهداف کنترلی و ارتباط متقابل آنها
- ۵۰ ۲-۱ - طرح های طبقه بندی
- ۵۳ ۳-۱ - جریانات محدود به دیواره و برشی آزاد
- ۵۴ ۴-۳ - معادلات برای اعداد ماخ و رینولدز
- ۵۶ ۵-۳ - نابعدی های همرفتی و مطلق

فصل ۴

- ۵۷ ساختارهای منسجم
- ۵۷ پیش درآمد
- ۵۸ ۱-۴ - الگوهای در حال تغییر - سفتگی
- ۵۹ ۱-۱-۴ - تجسم
- ۶۰ ۲-۱-۴ - اصول اولیه
- ۶۱ ۳-۱-۴ - مشاهده آماری آشفتگی
- ۶۲ ۴-۱-۴ - ظهور ساختارهای منسجم
- ۶۳ ۵-۱-۴ - آخرین ابزار
- ۶۵ ۲-۴ - یک ساختار منسجم چیست؟
- ۶۶ ۳-۴ - جریانات برشی آزاد
- ۷۰ ۴-۴ - جریانات محدود به دیواره
- ۷۰ ۱-۴-۴ - بررسی اجمالی
- ۷۸ ۲-۴-۴ - مسائل مفتوح

فصل ۵

- ۸۵ بررسی تاثیرات عدد رینولدز
- ۸۵ پیش درآمد
- ۸۶ ۱-۵ - آخرین معما



- ۵-۲- مسائل ۸۸
- ۵-۲-۱- جریانات میدانی در مقابل جریانات آزمایشگاهی ۸۸
- ۵-۲-۲- عدد رینولدز ۸۹
- ۵-۳-۱- منطقه لزج ۹۲
- ۵-۳-۲- منطقه تنش رینولدز ثابت ۹۴
- ۵-۳-۳- لایه بیرونی ۹۷
- ۵-۴- تائیس به با سایر جریانات برشی ۹۹
- ۵-۵- خطوط جریان ۱۰۴
- ۵-۵-۱- صعود و نزول قانون لگاریتمی ۱۰۴
- ۵-۵-۲- جابجایی ها برای منحنی لگاریتمی ۱۰۹
- ۵-۵-۳- حرکت محلی غیر واقعی ۱۱۲
- ۵-۵-۴- آیا تاکنون عدد بلیی حاصل شده است؟ ۱۱۳
- ۵-۶- آمارهای مرتب بالا ۱۱۴
- ۵-۶-۱- ریشه دوم میانگین، رینو، اانات سرعت ۱۱۶
- ۵-۶-۲- تنش رینولدز ۱۱۹
- ۵-۷- ساختارهای منسجم ۱۲۵
- ۵-۷-۱- دوره انفجار ۱۲۵
- ۵-۷-۲- عدد رینولدز بالا ۱۲۷
- ۵-۷-۳- ساختارهای کوچک در لایه بیرونی ۱۳۰
- ۵-۷-۴- ساختارهای درونی ۱۳۱
- ۵-۸- کنترل سیال ۱۳۳
- ۵-۸-۱- توضیحات مقدماتی ۱۳۳
- ۵-۸-۲- ریلته ها ۱۳۴
- ۵-۸-۳- واکنش بازایی ۱۳۵
- ۵-۸-۴- کنترل سیالات در عدد رینولدز بالا ۱۳۸
- ۵-۹- خلاصه ای از تاثیرات عدد رینولدز ۱۳۹

فصل ۶

- کنترل انتقال ۱۴۳
- پیش در آمد ۱۴۳
- ۶-۱- جریانات تنش برشی در مقابل جریانات محدود به دیواره ۱۴۳
- ۶-۲- راه های انتقال ۱۴۵



۱۴۸	۳-۶- تثوری پایداری خطی
۱۴۹	۳-۶-۱- Re بحرانی و انتقال (گذار)
۱۵۰	۴-۶- تعدیل کننده‌های پایداری
۱۵۲	۴-۶-۱- حرکت دیواره
۱۵۳	۴-۶-۲- مکش
۱۵۶	۴-۶-۳- شکل گیری
۱۵۷	۴-۶-۴- گرمایش و سرمایش دیواره
۱۶۰	۵- حذف موج

فصل ۷

۱۶۳	پوشش‌های سازگار
۱۶۳	پیش‌آمد
۱۶۴	۷-۱- مقدمه
۱۶۶	۷-۲- پوشش‌های سازگار تا سال ۱۹۸۵
۱۶۹	۷-۳- امواج سطح آزاد
۱۷۲	۷-۴- ناپایداری‌های سیستم
۱۷۴	۷-۵- مناقشه کرامر
۱۷۶	۷-۶- جریانهای گذرا از آرام به آشسته
۱۷۶	۷-۶-۱- تثوری پایداری خطی
۱۷۹	۷-۶-۲- بهینه سازی در پوشش
۱۸۶	۷-۶-۳- نمونه‌های عملی
۱۸۷	۷-۶-۴- راز دلفین
۱۸۹	۷-۷- جریانات محدود به دیواره در آشفستگی
۱۹۴	۷-۸- آینده
۱۹۷	۷-۹- سخنان فراق

ضمیمه

۱۹۹	واژه‌نامه
-----	-----------

پیشگفتار مدیر عامل

با نهایت تضرع و تواضع، استان کبریائی حضرت حق و با سپاس از الطاف بیکران خداوند سبحان و در راستای فرمایشات امام موسی و مهدی (علیهما السلام) در خصوص تولید علم، شرکت پشتیبانی، نو سازی و ساخت بالگردهای ایران (پنها) این توفیق را یافته است که با اراده مشترک برای رسیدن به مقاصد عالیه در خصوص تولید علم گامهای اساسی و برنامه ریزی بردارد. تولید علم و فناوری امروزه یکی از اساسی ترین شرط بقاء در جوامع مترقی و پویاست؛ مبنای تولید علم، نگاه هوشمندانه، مؤلفه تولید علم در کشورهای مختلف که ارتباط مستقیم و پیوسته‌ای با پیشرفت علمی و اقتصادی آنان دارد تحلیل کرد.

شرکت پنها با تجربه‌ای بیش از ۴۵ سال در زمینه‌های بسیار درخشان و منحصر بفرد به عنوان اصلی ترین و مهم ترین قطب بالگردی با رشدی منظمی در خصوص صنعت پیچیده بالگرد از آغاز برنامه تا تحولی عظیم و جهشی در حد بسیار عالی منشاء خدمات است. در جامعه اسلامی بویژه در دوران دفاع مقدس بوده است. امروز پنها با راهبرد نوآورانه و قوی با سرمایه انسانی 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، عنوان یک ارزش مورد قبول، همه کارکنان در یک رویکرد مناسب اقدام به انتقال تجربه‌ای چندین ساله علمی و فنی 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... نزدیک دوست مآجور خواهد بود. امید است این گام هرچند کوتاه آغازی مبارک برای رسیدن به اهداف عالیه و تحولی عظیم در صنعت پیچیده بالگرد و قدمی در راستای تولید علم و بومی سازی 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



پیشگفتار مترجم

پیشرفت بشر در زمینه‌های مختلف دانش و فناوری بقدری شگرف بوده است که چهره دنیای امروزی را بکلی تغییر داده است. طوریکه قابل قیاس به چهره یکصد سال قبل نیست. این تغییر ناگهانی چهره زندگی بشر، بدون قدرت بدیسه و قدرت ایجاد ارتباط و آموزش هم نوع خود می‌باشد. این تغییرات با چنان سرعتی به پیش می‌روند که گویی چهره دیروز با امروز نیز متفاوت هست. عصر برهم گذاری و هم افزایی دانش و اطلاعات ایجاد شده تا دانش‌های بین رشته‌ای شکل گیرد و دنیایی جدید از مرز مشترک بین دانش‌ها آفریده شود. این موضوع همچنان ادامه دارد بطوری که دنیای چند سال آینده برای ما کاملاً ناشناخته خواهد بود.

موضوع کنترل جریان اگرچه از دیرباز همزمان با شروع عصر تمدن و ترک غارنشینی انسان‌ها در کنترل و هدایت مسیر سیلاب‌ها شکل گرفت اما این موضوعات بسیار جدید و نوظهور در دانش پیشرفته بشری است و جایگاه خود را بخوبی در بین پژوهشگران و دانشوران باز کرده است. کنترل جریان به معنای ترفندی که میدان جریان رفتار دلخواه و مورد نیاز ما را دنبال کند کاربرد بسیار فراوانی در حیطه‌های مختلف صنعت و فناوری دارد و سالیانه می‌تواند میلیون‌ها دلار صرفه جویی اقتصادی به همراه داشته باشد ضمن اینکه نگاهی به حفظ محیط زیست و راه‌های مسائل امروز بشر است نیز دارد. در این درس دانشجویان و پژوهشگران می‌آموزند که چگونه دانش را با دقت خود را در بهینه سازی یک طرح موجود و یا آفرینش یک مسئله جدید بکار گیرند. این کتاب جزئی مطالبی است که جدیدترین روشی‌های کنترل جریان به صوت فعال، غیر فعال، هوشمند و یا تعاملی را در بر می‌گیرد. البته نباید مدعی شد که روش‌های کنترل جریان منحصر محدود می‌شود به مطالب ارائه شده در این درس. چرا که تغییر و تحولی که در علوم و شاخه‌های دیگر فناوری شکل می‌گیرد به شدت می‌تواند موضوعات و روش‌های کنترل جریان را نیز تحت تاثیر قرار دهند. بروز فناوری‌های نوظهور مانند بیو-نانو تکنولوژی، فناوری‌های MEMS فناوری‌های میکرو-فلوئیدیک، فناوری‌های علوم سطح، مهندسی پزشکی، روش‌های برنامه نویسی نوین، شبکه‌های عصبی و شبکه‌های هوشمند و غیره.. همگی به نوعی درگیر با مباحث کنترل جریان می‌باشند.



مبحث کنترل در بین اساتید، دانشجویان و دانش پژوهان اگرچه به صورت موردی مورد بررسی قرار گرفته است ولی این موضوع تاکنون به صورت منسجم و پیوسته مد نظر قرار نگرفته است. البته باید خاطر نشان کرد که این موضوع به صورت منسجم بجز در معدود دانشگاهایی در دنیا در بقیه دانشگاه‌ها نیز بدان پرداخته نمی‌شود. لذا برآن شدیم تا معرفی این موضوع در سطح دانشگاهیان، پژوهشگران و علاقمندان به علم و صنعت به معرفی آن بپردازیم.

موضوعات این درس به رشد خلاقیت و ایده‌پروری برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و پژوهشگران و علاقمندان به موضوع روش‌های کنترل جریان کمک شایقی می‌کند. موضوعات ارائه شده در مبحث کاملاً بین رشته‌ای است و در بازه وسیعی از دانش و فناوری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. از مخاطبان اصلی این کتاب به آن دسته از دانشجویان و پژوهشگران و صنعت‌گرانی که در رشته‌های مهندسی هوافضا، مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، مهندسی عمران، مهندسی سیستم‌های انرژی، مهندسی بیو-نانو تکنولوژی، فیزیک‌دانان و هر آنچه که مربوط به مبحث دینامیک سیالات، ماسال، ارت می‌باشد می‌توان اشاره کرد.

البته باید خاطر نشان کرد که در بکارگیری مباحث کنترل جریان داشتن درک درستی از رفتار سیال بسیار حائز اهمیت است. ما باید یک هدف کنترلی خاص را مد نظر قرار داد و برای آن ارائه راهکار کنترلی مناسب داد. البته اگر برای یک هدف کنترلی خاص تمهیدات و جوانب لازم در نظر گرفته نشود می‌تواند باعث بروز اثرات مخربی در قسمت‌های مختلف دیگر گردد. به هر صورت هر آنچه که مسیر حرکت جریان قرار می‌گیرد می‌تواند اثرات جانبی دیگری نیز داشته باشد. لذا بکارگیری روش‌های کنترل جریان از ظرافت خاص برخوردار بوده و نیازمند به داشتن بینش عمیقی نسبت به پیرامون مسئله مورد نظر می‌باشد.

در پایان در تمامی خوانندگان عزیز این کتاب تقاضای مجدد بآوردیم و شکیبایی خاص خود هر نوع انتقاد و نظری که در جهت بهبود یافتن و بروز شدن مطالب این کتاب می‌شود در اختیار اینجانب قرار دهد. از آنجا که این کتاب ویرایش اول آن می‌باشد طبیعی است که اشکالات نگارشی و یا جمله بندی متعددی داشته باشد، لذا در جهت رفع این نواقص هر نویسنده یا دانشجو به شدت مورد استقبال قرار می‌گیرد.

نویسنده و ناشر

هیئت علمی دانشکده صنعتی شریف

دانشکده هوافضا

کتاب حاضر ترجمه‌ای است از:

Flow Control

PASSIVE, ACTIVE, AND REACTIVE FLOW MANAGEMENT

MOHAMED GAD-EL-HAK

University of Notre Dame

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo

Cambridge University Press

The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU, UK

Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York

www.cambridge.org

Information on this title: www.cambridge.org/9780521770064

© Gad-el-Hak 2000

First published 2000

This digitally printed first paperback version 2006

Gad-el-Hak, M.

Flow control: passive, active, and reactive flow management / Mohamed Gad-el-Hak.

p. cm.

Includes bibliographical references and index.

ISBN 0-521-77006-8 (hb)

1. Fluid dynamics. 2. Hydraulic control. I. Title.

QC22.3.G32 2000

69.842 – dc21

99-052941

ISBN-13 978-0-521-77006-4 hardback

ISBN-10 0-521-77006-8 hardback

ISBN-13 978-0-521-03671-9 paperback

ISBN-10 0-521-03671-2 paperback



CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

مسئولیت ترجمه مطالب به فارسی بر عهده مترجم است.

خدایار جوادی در حال حاضر استاد دانشکده مهندسی هوافضای دانشگاه صنعتی شریف است. وی پس از فارغ التحصیلی از این دانشگاه در سال ۱۳۸۶ در رشته مهندسی هوافضا گرایش آیرودینامیک به انستیتو ماکس پلانک رفت. در سال ۱۳۸۹ به عضویت هیئت علمی پژوهشگاه هوافضا، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، درآمد و سپس در سال ۱۳۹۲ همکاری خود با دانشگاه صنعتی را شروع کرد. علاقمندی اصلی وی در زمینه کنترل جریان، انتقال حرارت و جریان های میکروفلوئیدیک با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی و حفظ محیط زیستی سالم می باشد.

