



دینامیک گازها

دکتر احسان روحی گل خطمی
عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآور:

مشخصات نشر:

مشخصات ظاهری:

فروست:

شابک:

روحی گل خطمی، احسان، ۱۳۶۱-

دینامیک گازها/ پدیدآورنده احسان روحی؛ ویراستار علمی سیدمحمد رضا مدرس رضوی.

مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات ۱۳۹۸.

۴۸۰ ص. مصور (بخشی رنگی)، جدول.

انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۷۲۹.

ISBN: 978-964-386-404-0

وضعیت فهرست نویسی:

یادداشت:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

شاسه افزوده:

شناسه افزوده:

رده بندی کنگر:

رده بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی:

فیبا.

کتابنامه: ص. [۴۷۵]. نمایه

گازها -- دینامیک -- راهنمای آموزشی (عالی)

Gas dynamics -- Study and teaching (Higher)

گازها -- دینامیک -- مسائل، تمرینها و غیره (عالی)

Gas dynamics-- Problems, exercises, etc.(Higher)

Gas dynamics

گازها -- دینامیک

مدرس رضوی، محمد رضا، ۱۳۲۶ - ویراستار

دانشگاه فردوسی مشهد.

QC ۱۶۸

۵۳۳/۲۰۷۶

۵ ۲۹۰

دینامیک گازها



انتشارات
۷۲۹

پدیدآورنده:

دکتر احسان روحی گل خطمی

ویراستار علمی:

دکتر سید محمد رضا مدرس رضوی

مشخصات:

وزیری، ۲۵۰ نسخه، چاپ اول، تابستان ۱۳۹۸

چاپ و صحافی:

چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

بها:

۵۵۰/۰۰۰ ریال

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد،

جنب سلف یاس تلفن: ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)

مؤسسه کتابسیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت،

شماره ۲۳۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵-۶۶۴۹۴۴۰۹ (۰۲۱)

مؤسسه دانشسیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری،

شماره ۱۴۲ تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰-۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

فهرست

پیشگفتار.....	۱۱
فصل ۱. معرفی جریان تراکم‌پذیر و مفاهیم پایه.....	۱۵
۱-۱ مفرم تراکم‌پذیری.....	۱۵
۲-۱ تعریف جریان تراکم‌پذیر.....	۱۶
۳-۱ رژیم‌های سیال.....	۲۰
۴-۱ مروری بر ترمودینامیک.....	۲۲
۴-۱-۱ گاز کامل.....	۲۳
۴-۱-۲ انرژی داخلی و آنتالپی.....	۲۴
۴-۱-۳ قانون اول ترمودینامیک.....	۲۵
۴-۱-۴ قانون دوم ترمودینامیک و آنتروپی.....	۲۵
۴-۱-۵ محاسبه تغییرات آنتروپی.....	۲۷
۴-۱-۶ روابط آیزنتروپیک.....	۲۷
تمرین‌های فصل اول.....	۲۹
فصل ۲. معادلات بقا برای جریان‌های غیرلزوج.....	۳۳
۲-۱ مقدمه.....	۳۳
۲-۲ معادله پیوستگی.....	۳۳
۲-۲-۱ بیان انتگرالی معادله پیوستگی.....	۳۳
۲-۲-۱ بیان دیفرانسیلی معادله پیوستگی.....	۳۵
۲-۳ معادله ممتم.....	۳۶
۲-۳-۱ بیان انتگرالی معادله ممتم.....	۳۶
۲-۳-۲ بیان دیفرانسیلی معادله ممتم.....	۳۷
۴-۲ معادله انرژی.....	۳۹
۴-۲-۱ بیان انتگرالی معادله انرژی.....	۳۹
۴-۲-۲ بیان دیفرانسیلی معادله انرژی.....	۴۱
۵-۲ مشتق اساسی.....	۴۲

۴۴	۶-۲ معادلات بقا بر حسب مشتق اساسی
۴۶	۷-۲ شکل برداری و برداری ماتریسی معادلات بقا
۴۸	تمرین های فصل دوم

۵۱	فصل ۳. تحلیل موج ضربه ای قائم
۵۱	۱-۳ استخراج رابطه سرعت صوت
۵۳	۲-۳ منبع صوتی ساکن
۵۴	۳-۳ منبع متحرک با شرایط صوت $a < \text{منبع } V$ (عدد ماخ 0.5)
۵۴	۴-۳ منبع متحرک سرعت صوت $a = \text{منبع } V$ (عدد ماخ 1)، شکستن دیوار صوتی
۵۵	۵-۳ منبع متحرک صوت $a > \text{منبع } V$ (عدد ماخ 2 - مافوق صوت)
۵۶	۶-۳ امواج ضربه ای
۵۷	۷-۳ موج ضربه ای قائم
۵۷	۱-۷-۳ استخراج روابط موج ضربه ای قائم
۶۳	۸-۳ تغییر آنتروپی بر اثر موج ضربه ای
۶۷	۹-۳ رابطه رنکین هوگونیو
۷۰	۱۰-۳ تغییرات آنتروپی بر اساس رابطه رنکین هوگونیو
۷۴	تمرین های فصل سوم

۷۹	فصل ۴. جریان یک بعدی با انتقال حرارت (جریان ریلی)
۷۹	۱-۴ مقدمه
۷۹	۲-۴ جریان یک بعدی با انتقال حرارت
۸۰	۳-۴ معادلات بقا
۸۱	۴-۴ محاسبه نسبت خواص جریان بر حسب عدد ماخ
۸۴	۵-۴ فلوچارت حل مسائل جریان ریلی
۹۰	۶-۴ بررسی حالت های مختلف انتقال گرما به جریان ریلی
۹۷	تمرین های فصل چهارم

۹۹	فصل ۵. جریان یک بعدی با اصطکاک (جریان فانو)
۹۹	۱-۵ مقدمه
۹۹	۲-۵ جریان یک بعدی با اصطکاک
۹۹	۳-۵ معادلات بقا
۱۰۱	۴-۵ معادله منتم بر حسب عدد ماخ
۱۰۴	۵-۵ روش تحلیل جریان فانو

۱۰۴.....	۶-۵ روش حل مسائل جریان با اصطکاک (فانو).....
۱۰۶.....	۷-۵ فلوجارت حل مسائل جریان فانو.....
۱۰۶.....	۸-۵ تأثیر اصطکاک بر خواص جریان فانو.....
۱۰۸.....	۹-۵ منحنی فانو.....
۱۱۱.....	۱۰-۵ جریان فانو با طول بیشتر از طول خفگی ($4fLD > 4fL^*D$).....
۱۱۹.....	تمرین‌های فصل پنجم.....
۱۲۱.....	فصل ۶. امواج ضربه‌ای مایل و امواج انبساطی.....
۱۲۱.....	۱-۶ مقدمه.....
۱۲۴.....	۲-۶ تحلیل موج ضربه‌ای مایل.....
۱۲۴.....	۱-۲-۶ دلف پیوستگی.....
۱۲۵.....	۲-۲-۶ معادله موج.....
۱۲۶.....	۳-۲-۶ معادله انرژی.....
۱۲۸.....	۳-۶ محاسبه رابطه β, θ, M
۱۳۰.....	۱-۳-۶ نکات مربوط به نمودار $\theta-M$
۱۳۴.....	۴-۶ موج ضربه‌ای انعکاسی از دیواره.....
۱۳۴.....	۵-۶ برخورد امواج ضربه‌ای از خانواده‌ها.....
۱۳۶.....	۶-۶ برخورد امواج ضربه‌ای هم‌نوع.....
۱۳۷.....	۷-۶ موج ضربه‌ای جداشده در یک نوک پخ.....
۱۳۸.....	۸-۶ امواج انبساطی پراشل - مایر.....
۱۳۹.....	۱-۸-۶ نحوه یافتن عدد ماخ پایین دست موج انبساطی ($M2$).....
۱۴۴.....	۹-۶ صفحه هدوگراف نمودار موج ضربه‌ای قطبی، نمودار فشار - انحراف و انعکاس امواج ضربه‌ای.....
۱۴۴.....	۱-۹-۶ صفحه هدوگراف.....
۱۴۷.....	۲-۹-۶ روابط تحلیلی نمودار موج ضربه‌ای قطبی.....
۱۴۸.....	۳-۹-۶ نمودار فشار - انحراف.....
۱۵۱.....	۴-۹-۶ انعکاس امواج ضربه‌ای.....
۱۵۳.....	۵-۹-۶ انعکاس منظم با جریان پایین دست مافوق صوت.....
۱۵۳.....	۶-۹-۶ انعکاس منظم با جریان پایین دست مادون صوت.....
۱۵۴.....	۷-۹-۶ انعکاس ماخ (انعکاس نامنظم).....
۱۵۴.....	۸-۹-۶ انعکاس ماخ با جریان پایین دست مادون صوت.....
۱۵۵.....	۱۰-۹-۶ انعکاس ماخ با موج ضربه‌ای منعکس شده روبه جلو.....
۱۵۵.....	۱۱-۹-۶ انعکاس ماخ منعکس شده.....
۱۵۶.....	۱۲-۹-۶ انعکاس و نیومن.....

۱۵۶	۶-۱۰ تحلیل آیرودینامیکی جریان مافوق صوت
۱۵۶	۶-۱۰-۱ بررسی وضعیت توزیع فشار در سطوح بالا و پایین بک ایرفویل
۱۵۷	۶-۱۰-۲ معرفی نیروهای آیرودینامیکی
۱۵۹	۶-۱۰-۳ محاسبه نیروی وارد بر ایرفویل های مافوق صوت
۱۷۳	۶-۱۱ محاسبه تقریبی محل قرارگیری موج ضربه ای جدا شده
۱۷۹	تمرین های فصل هشتم

۱۹۱	فصل ۷. جریان شبه یک بعدی در شیپورهای همگرا - واگرا
۱۹۱	۷-۱ روابط حاکم جریان شبه یک بعدی
۱۹۲	۷-۲ استخراج معادلات بقا برای جریان شبه یک بعدی
۱۹۲	۷-۲-۱ بقای جرم
۱۹۵	۷-۲-۲ بقای انرژی
۱۹۸	۷-۳ معادلات شبه یک بعدی در پایانه شکل بقائی یا دیورژانسی
۱۹۹	۷-۴ معادلات حاکم در شکل دیوانسی
۲۰۰	۷-۵ جریان آیزنتروپیک گاز کامل در شیپور
۲۰۱	۷-۵-۱ رابطه عدد ماخ - سطح مقطع در شیپور ها: همگرا - واگرای آیزنتروپیک
۲۰۴	۷-۶ فیزیک جریان در شیپورهای همگرا - واگرا
۲۰۴	۷-۶-۱ تاریخچه
۲۰۴	۷-۶-۲ حالت های مختلف جریان در یک شیپور همگرا - واگرا
۲۱۰	۷-۷ توزیع فشار در شیپور
۲۱۱	۷-۸ تعیین مکان تشکیل موج ضربه ای در شیپور
۲۱۴	۷-۸-۱ شرایط وقوع موج ضربه ای در مقطع خروجی شیپور
۲۱۴	۷-۹ تونل باد مافوق صوت
۲۱۷	۷-۱۰ روش های آشکارسازی موج ضربه ای در جریان مافوق صوت
۲۲۰	تمرین های فصل هفتم

۲۲۳	فصل ۸. حرکت امواج ناپایا
۲۲۳	۸-۱ موج ضربه ای متحرک
۲۲۵	۸-۲ روش تغییر مکان ناظر
۲۲۶	۸-۳ استخراج روابط موج ضربه ای متحرک
۲۳۲	۸-۴ انتشار موج ضربه ای در محیط متحرک
۲۴۱	۸-۵ روابط موج ضربه ای متحرک در شرایط حدی موج بسیار قوی
۲۴۲	۸-۶ روابط موج ضربه ای متحرک در شرایط حدی موج بسیار ضعیف

۲۴۴	۷-۸ خطی سازی معادلات اوپلر (استخراج معادله موج از معادله اوپلر).....
۲۴۹	۸-۸ مسئله ریمان برای معادله دینامیک گاز خطی شده.....
۲۵۵	۹-۸ امواج آیزنروویک با دامنه محدود.....
۲۵۸	۱۰-۸ مقایسه امواج با دامنه محدود و امواج ضعیف.....
۲۵۸	۱۱-۸ نحوه ایجاد موج ضربه ای.....
۲۵۹	۱۲-۸ موج انبساطی.....
۲۶۲	۱-۱۲-۸ محاسبه سرعت جریان و سرعت صوت داخل موج انبساطی متمرکز.....
۲۶۶	۱۳-۸ مسئله لوله ضربه.....
۲۷۴	۱-۱۳-۸ ر. از امواج در لوله ضربه.....
۲۷۶	۱۴-۸ امواج انبساط بر خورد کننده و منعکس شده.....
۲۸۰	۱۵-۸ موج عرری منعکس شده.....
۲۸۳	۱۶-۸ رسم نمودارهای P_0 و P_1 برای موج عمودی منعکس شده.....
۲۸۴	۱۷-۸ برهم کنش امواج.....
۲۸۴	۱-۱۷-۸ بازگشت یک موج ضربه ای پس از برخورد با دیواره ساکن.....
۲۸۵	۲-۱۷-۸ برخورد دو موج ضربه ای به ردت رودررو.....
۲۸۶	۳-۱۷-۸ سبقت یک موج ضربه ای از موج ضربه ای دیگر.....
۲۸۷	۴-۱۷-۸ انعکاس موج ضربه ای از سطح تماس.....
۲۸۹	۵-۱۷-۸ برهم کنش موج ضربه ای بازگشتی با موج ضربه ای با سطح تماس.....
۲۹۰	۶-۱۷-۸ انعکاس موج ضربه ای و انبساطی از مرز ردت رودررو.....
۲۹۱	۷-۱۷-۸ برخورد موج ضربه ای و موج انبساطی از خانواده حالف.....
۲۹۲	۸-۱۷-۸ برخورد رودرروی دو موج انبساطی.....
۲۹۳	تمرین های فصل هشتم.....
۳۰۳	فصل ۹. معادله دینامیک گاز و جریان خطی شده.....
۳۰۳	۱-۹ مقدمه.....
۳۰۳	۲-۹ معادله اصلی دینامیک گاز.....
۳۰۵	۳-۹ جریان خطی شده.....
۳۰۵	۱-۳-۹ مقدمه.....
۳۰۶	۲-۳-۹ جریان پتانسیل خطی شده.....
۳۰۹	۳-۳-۹ محاسبه ضریب فشار با کمک خطی سازی.....
۳۱۱	۴-۳-۹ جریان مادون صوت خطی شده.....
۳۲۰	۵-۳-۹ روابط اصلاحی تراکم پذیری.....
۳۲۴	۶-۳-۹ جریان مافوق صوت خطی شده.....

۳۲۵	۹-۳-۷ ضریب فشار خطی شده.....
۳۳۲	۹-۴ محاسبه نیروی برآ در جریان مافوق صوت خطی شده.....
۳۳۶	۹-۵ محاسبه نیروی پسا.....
۳۴۵	۹-۶ محاسبه مرکز فشار در جریان مافوق صوت.....
۳۵۱	۹-۷ محاسبه عدد ماخ بحرانی.....
۳۵۳	۹-۸ بال پس رونده.....
۳۶۰	۹-۹ رفتار جریان روی ایرفویل در اعداد ماخ مختلف.....
۳۶۲	۹-۱۰ ایرفویل های فوق بحرانی.....
۳۶۴	تمرین های فصل نهم.....

۳۷۱	فصل ۱۰. جریان حول مخروط
۳۷۱	۱۰-۱ مقدمه.....
۳۷۳	۱۰-۲ جنبه های فیزیکی جریان مخروطی.....
۳۷۴	۱۰-۳ مقایسه مخروط و گوه.....
۳۷۶	۱۰-۴ استخراج رابطه تیلور - مک کویا.....
۳۷۹	۱۰-۵ روند حل معادلات تیلور - مک کویل.....
۳۸۱	تمرین های فصل دهم.....

۳۸۹	پیوست ها
۳۹۰	پیوست اول: جدول ایزنتروپیک.....
۳۹۳	پیوست دوم: جدول موج ضربه ای قائم.....
۴۰۵	پیوست سوم: جدول جریان ریلی.....
۴۲۸	پیوست چهارم: جدول جریان فانو.....
۴۵۱	پیوست پنجم: نمودار ماخ - تا - بتا.....
۴۵۳	پیوست ششم: جدول پرائتل - مایر.....
۴۶۳	پیوست هفتم: کد فرترن برای محاسبه زاویه لغزش بعد از برخورد دو موج از خانواده های متفاوت.....
۴۶۶	پیوست هشتم: کد MATLAB برای محاسبه موقعیت موج ضربه ای در شیوره همگرا - واگرا.....
۴۶۷	پیوست نهم: اثبات معادله کروکو.....
۴۷۱	پیوست دهم: کد جریان مخروطی.....
۴۷۵	مراجع
۴۷۶	نمایه

پیشگفتار

دینامیک گازها به بررسی و تحلیل جریان‌های تراکم‌پذیر می‌پردازد. استخراج معادلات حاکم و تحلیل رفتار جریان‌ها، داخلی همراه با تغییر سطح، اصطکاک و انتقال حرارت نیز در این مبحث بررسی می‌شود. همچنین تمرکز دینامیک گازها بر جریان‌هایی است که انتقال اطلاعات در آن‌ها به وسیله امواج صورت می‌گیرد؛ به عبارت دیگر، پدیده‌هایی که در آن‌ها امواج ضربه‌ای و انبساطی روی می‌دهد. واحد درس دینامیک گازها در کنار درس نزدیک به خود مانند دینامیک گازهای ناپایا، آیرودینامیک ۲ و آیرودینامیک مافوق صوت، واحدهای درسی مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی برای دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مکانیک و مهندسی هوافضا است. از این میان، درس دینامیک گازها عمدتاً بر جریان‌های تراکم‌پذیر داخلی متمرکز است، اما آیرودینامیک ۲ و آیرودینامیک مافوق صوت بیشتر به جریان تراکم‌ناپذیر خارجی می‌پردازند.

با توجه به قدمت مبحث جریان تراکم‌پذیر، کتاب‌های متعددی در این زمینه به رشته تحریر درآمده است و معمولاً اصل یا ترجمه این مراجع در دوره‌های پیشگامی داخل کشور برای تدریس استفاده می‌شود. آنچه مؤلف این کتاب را به تدوین کتابی در این زمینه تشویق کرد، کم‌وکاستی‌هایی بود که در مراجع معتبر برای تدریس سرفصل‌های مدون شورای عالی انقلاب فرهنگی در دانشگاه‌های کشور مشاهده می‌شد. از معروف‌ترین مراجع دینامیک گازها می‌توان به کتاب جریان تراکم‌پذیر اثر مدرن اثر اندرسون^۱، دینامیک گازها اثر جان و کیت^۲ و مبانی دینامیک گازها تألیف زوکر و بیبلارز^۳ اشاره کرد. کتاب اول، اثر اندرسون، با تمام مزایای غیرقابل انکارش، از جمله سادگی بیان و توضیحات کافی، چند ضعف دارد:

- عدم تناسب حجم کتاب با مدت زمان یک نیمسال تحصیلی. از این رو، استادان معمولاً بخش‌هایی از فصول منتخب آن را تدریس می‌کنند.

- با وجود ویژگی اول، کتاب در مباحثی مانند جریان‌های داخلی (ریلی و فانو)، حرکت امواج ناپایا و تحلیل نیرویی در جریان مافوق صوت، چندان کافی نیست و متمرکز بر نکات پایه است.

1. Anderson
2. John & Keith
3. Zucker & Biblarz

- مسائل پایانی هر فصل و حتی مثال‌های حل‌شده آن نسبتاً ساده و یکنواخت است و برای تمرین‌های کلاسی و سؤالات امتحانی کافی نیست.

مرجع دوم، کتاب جیمز جان، تا حدودی در ضعف‌های ۱ و ۲ با مرجع نخست مشترک است؛ از طرفی مباحث آن در زمینه حرکت امواج ناپایا، اگرچه از کتاب پیشین بیشتر است، ولی همچنان کامل نیست. در مرجع سوم، کتاب زوکر، هم بحث حرکت امواج ناپایا وجود ندارد. در یک بیان کلی، سابقه حدود یک دهه تحقیق، آموزش و تدریس درس دینامیک گازها، مؤلف را به این نتیجه رساند که تدوین یک مرجع فارسی مناسب که مباحث اساسی دینامیک گازها را با نگارشی خلاصه و روان، به همراه مثال‌ها و تمرین‌های مناسب آن کرده باشد، می‌تواند به فرایند آموزش این دانش در رشته‌های مهندسی مکانیک و هوافضا در کشور کمک زیادی کند. نکته اخیر همان هدفی است که کتاب حاضر برای دستیابی به آن نگاشته شده است.

کتاب حاضر در ۱۰ فصل تدوین و نگاشته شده است که تمامی مباحث بنیادی دینامیک گازها در آن لحاظ شود. مباحث کتاب با تعریف تراکم پذیری و مروری بر ترمودینامیک پایه و استخراج معادلات بقا در فصل‌های اول و دوم آغاز می‌شود. در فصل‌های سوم تا ششم، مباحث امواج ضربه‌ای قائم، جریان‌های ریلی و فانو، امواج ضربه‌ای مایل و امواج آب‌سی به همراه تحلیل نیرویی جریان مافوق صوت بر روی ایرفویل‌ها ارائه می‌شود. تحلیل جریان شبه‌یک‌بعدی در شیپورها در فصل هفتم آورده شده است. فصل هشتم، دینامیک گاز ناپایا و حرکت امواج یک‌بعدی و برهم‌کنش امواج ناپایا را به تفصیل بررسی می‌کند. فصول نهم و دهم نیز به ترتیب به بررسی و استخراج معادله خطی دینامیک گاز و روابط حاصل از تئوری خطی برای تحلیل ایرفویل‌ها و جریان‌های مخروطی می‌پردازد.

در تدوین این کتاب، علاوه بر یادداشت‌های شخصی مؤلف، از مراجع معتبر (به ویژه کتاب‌های اندرسون و زوکر - بیلارز) و جزوه‌های درسی دینامیک گاز دانشگاه‌های معتبر جهان، دانشگاه استنفورد، MIT، پردو، مؤسسه فناوری کالیفرنیا و میشیگان) استفاده شده است. برای دریافت بخشی از این جزوه‌ها با استادان با سابقه دانشگاه‌های مذکور، از جمله برم ون لیر، تماس خصوصی گرفته شد و پس از دریافت، بخش‌هایی از آن جزوه‌ها در تدوین کتاب استفاده شد.

از مزایای تألیف حاضر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ارائه مطالب به زبان ساده و روان و تأکید بر استفاده از معادله‌های فارسی رایج کلمات فنی
- افزودن و کاستن‌های متناسب در متن با هدف گویاتر شدن مطالب

- استخراج کامل، ذکر جزئیات و ساده‌سازی معادلات

- تهیه فلوچارت‌هایی جهت حل مسائل (این کار در مراجع متداول دینامیک گازها کمتر گزارش شده است).

- ارائه کدهای عددی جهت حل مسائل منتخب - که شامل معادلات غیرخطی و یا فرایند سعی و خطا هستند - در پیوست کتاب علاوه بر نکات ذکر شده، همراه با کتاب یک نرم‌افزار اندرویدی عرضه شده که جایگزین جداول دینامیک گاز است. این نرم‌افزار برای حل مسائل، داده‌های عددی را با دقتی مناسب ارائه می‌دهد. سعی شده است مسائل نمونه و تمرین‌های بسیار متنوع و کاملی در متن و در پایان هر فصل گنجانده شود. به‌طوری که دانشجویان علاوه بر آشنایی کامل با مسائل هر فصل، نیازی به مراجعه به سایر مراجع جهت ارائه تمرین و انتخاب نمونه سؤالات امتحانی نداشته باشند. پیش‌نویس اولیه کتاب در ۷۰ صفحه در بهار ۱۳۹۱ تدوین شد، اما آنچه امروز در حدود ۵۰۰ صفحه در برابر خوانندگان است، حاصل بیش از ۶ سال فعالیت مداوم و به‌روزرسانی نسخه‌های مقدماتی است؛ به گونه‌ای که فصول مختلف کتاب بارها در کلاس‌های مختلف تدریس و براساس بازخورد دانشجویان، بازنویسی و اصلاح شده است. علاوه بر دوره‌های حضوری، پیش‌نویس کتاب در سه دوره آموزش مجازی (آموزش از راه دور) درس دینامیک گازها نیز تدریس و با استقبال روبه‌رو شد.

در تنظیم کتاب سعی بر این بوده است که نماند از دانشجوین مقطع کارشناسی درس دینامیک گازها برطرف شود. چنان که مطالب آن در سطحی است که آن را برای تدریس در مقاطع تحصیلات تکمیلی به عنوان مرجع درس دینامیک گازهای پیشرفته، مناسب کرده است. به عنوان مثال، مباحث انتهایی فصل سوم (روابط رنکین-هوگونیو)، فصل‌های چهارم و پنجم (جرم و انرژی و ریلی در شرایط اصطکاک و حرارت بیش از مقدار نیاز برای خفگی)، فصل ششم (نمودار مایع-گاز برای سیالهای قطبی، هیدروگراف، تحلیل پیچیده نیروهای وارد بر ایرفویل‌ها) برای تدریس در درس دینامیک گازهای پیشرفته مناسب است. فصل هشتم کتاب برای تدریس در درس دینامیک گازهای ناپایا (و دینامیک گاز ۲) مفید است و به جرئت می‌توان گفت هیچ مرجع زبان اصلی را نمی‌توان یافت که تمامی مطالب تدوین شده در این فصل را ارائه کرده باشد. فصل‌های اول تا سوم، و ششم تا هشتم کتاب منطبق بر سرفصل‌های دروس آیرودینامیک ۲ و آیرودینامیک مافوق صوت است. فصل دهم که با تشریح الگوریتم حل جریان مخروطی، ذکر مثال و ارائه دو کد عددی تکمیل شده فصل مشابه در کتاب اندرسون است و برای درس آیرودینامیک مافوق صوت مناسب می‌باشد. با توجه به مطالب پیش گفته، این کتاب برای دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته‌های مهندسی مکانیک، مهندسی هوافضا و همچنین مهندسی شیمی به عنوان مرجع درسی قابل استفاده خواهد بود.

در پایان مؤلف لازم می‌داند که از استادان دوران تحصیل خود، به‌ویژه استادان گروه‌های آیرودینامیک و پیرانش دانشکدهٔ هوافضای دانشگاه صنعتی شریف، سپاسگزار باشد؛ چون با قدرت بیان و آموزش مناسب خود، عامل اصلی علاقهٔ مؤلف به گرایش سیالات و شکل‌گیری شخصیت علمی وی شدند. همچنین نویسنده از دانشجویان گران‌قدر واحدهای درسی دینامیک گاز، دینامیک گاز پیشرفته ۱ و ۲ و آیرودینامیک مافوق صوت، به‌ویژه جناب آقای مهندس علی لطفیان و سرکار خانم صفا اسماعیلی که ویراستاری نسخه‌های اخیر کتاب را برعهده داشتند و آقای مهندس سید علی سعادت‌تی که در چند سال گذشته در تهیهٔ این کتاب، از تایپ و تدوین فصول گرفته تا اشکال‌یابی، تهیهٔ شکل‌ها و روان کردن متن، زحمات بسیاری را متحمل شدند نیز سپاسگزار است. تدوین کتاب حاضر بدون زحمات این عزیزان و دیگر دانشجویان این جانب میسر نبود. همچنین مراتب سپاس فراوان خود را به جناب آقای دکتر محمدرضا مدرس رضوی، استاد اسکسوت گروه مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد، تقدیم می‌کند که ویراستاری علمی کتاب را برعهده گرفتند و با صرف وقت فراوان و دقت شایسته، پیش‌نویس کتاب را مطالعه کردند و در بهبود متن دایمی کتاب به‌هم قابل توجهی داشتند. همچنین از جناب مهندس احسان مشعل‌دار آستانه که در ویرایش و بالاسازی و بازنویسی جملات تمامی فصول این کتاب زحمات زیادی متحمل شدند بی‌نهایت سپاسگزارم. در نهایت از تمامی خوانندگان عزیز درخواست می‌شود هرگونه پیشنهاد، انتقاد و ایرادهای احتمالی را در راستای بهبود بهتر شدن اثر حاضر و لحاظ کردن آن‌ها در چاپ‌های بعدی کتاب به رایانامهٔ مؤلف به آدرس e.roohi@um.ac.ir ارسال نمایند.

۱- سان روحی گل‌ختمی

اشیا گروه مهندسی مکانیک

دانشگاه فردوسی مشهد، تابستان ۱۳۹۸