

بسم الله الرحمن الرحيم

تحلیل نشابهی در مسائل مقدارمرزی مهندسی با ویژه حرارت و سیالات

دکتر محمدرضا نظامی

عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

مهندس فرنود فریدونی

دانشجوی کارشناسی ارشد تبدیل انرژی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

سرشناسه	نظیف، حمیدرضا، ۱۳۵۰ -
عنوان و نام پدیدآور	تحلیل تشابهی در مسائل مقدار مرزی مهندسی به ویژه حرارت و / حمیدرضا نظیف، فرنود فریدونی.
مشخصات نشر	قزوین: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۲۷۱ص: مصور، جدول، نمودار؛ ۵/۱۴×۵/۲۱ س.م.
شابک	978-600-5024-36-4 :
وضعیت فهرست نویسی	فیا :
ادداشت	کتابنامه: ص. ۲۷۶ - ۲۸۹.
موضوع	مسأله‌های مقدار مرزی،
رصوع	مهندسی حرارت
موضوع	سیالات
موضوع	معادله‌های دیفرانسیل -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
شناسه افزوده	فریدونی، فرنود، ۱۳۷۱ -
شناسه افزوده	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
رده بندی کنگره	۳۷۹۵/۳۶-۳۹۴۳
رده بندی دیویی	۳۵۱۱ :

نام کتاب	تحلیل تشابهی در مسائل مقدار مرزی مهندسی به ویژه حرارت و سیالات
مؤلفان	دکتر حمیدرضا نظیف - مهندس فرود فریدونی
ناظر فنی چاپ	حمید کلهر
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۰۲۴-۳۶-۴ :
نوبت چاپ	اول :
قیمت	۱۱۰,۰۰۰ ریال :
شمارگان	۱۰۰۰ جلد :
ناشر	انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی «ره»
نشانی ناشر	قزوین، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی،
تلفن	۳۳۹۰۱۴۲۶ و ۰۲۸-۳۳۷۸۰۰۵۰ :

فهرست مطالب کتاب

۷.....	پیش گفتار
۹.....	مقدمه
۱۱.....	فصل اول - مثال‌هایی از تحلیل‌های تشابهی
۱۱.....	۰-۱ مقدمه
۱۱.....	۱-۱ حل معادله‌ی نفوذ
۱۶.....	۲-۱ حل معادله‌ی لایه مرزی برای جریان روی صفحه تخت
۱۹.....	۳-۱ خلاصه بر روی اصل
۲۱.....	فصل دوم - روش پارامتر آزاد
۲۱.....	۰-۲ مقدمه‌ای بر روش پارامتر آزاد
۲۳.....	۱-۲ کاربرد پارامتر آزاد در جریان لایه مرزی و بعدی
۳۴.....	۲-۲ تحلیل معادلات با روش پارامتر آزاد با داده متغیر وابسته
۴۸.....	۳-۲ ملاحظات پایانی
۵۱.....	فصل سوم - روش جدایی متغیرها
۵۱.....	۰-۳ مقدمه‌ای بر روش جدایی متغیرها
۵۳.....	۱-۳ جریان لایه مرزی
۶۱.....	۲-۳ هدایت گرمایی ناپایا در گوشه‌های قائمه‌ی نیمه بی‌نهایت
۷۱.....	۳-۲ ملاحظات کلی درباره‌ی روش جدایی متغیرها

فصل چهارم - مفاهیم نظریه گروه	۷۲
۰-۴ مقدمه‌ای بر روش‌های نظریه گروه	۷۳
۱-۴ مفاهیم گروه جبری	۷۴
۱-۱-۴ گروه‌های تبدیلات	۷۷
۲-۱ نامتغیرهای مطلق	۸۶
۳-۴ گروه‌های پیوسته تبدیلات و معادلات دیفرانسیل پاره‌ای	۹۰
۴-۴ کاربردهای نظریه گروه	۹۶
۵-۴ نتیجه‌گیری و مرور	۱۲۳
فصل پنجم - تحلیل ابعادی	۱۲۷
۰-۵ مفاهیمی از تحلیل ابعادی	۱۲۷
۱-۵ کاربردهای تحلیل ابعادی در یافتن راه‌حل‌های تشابهی	۱۲۹
۱-۱-۵ نفوذ گردابه‌ی خطی غوطه‌ور در سیال ماک	۱۲۹
۲-۱-۵ لایه مرزی آرام برای جریان یکنواخت روی صفحه	۱۳۳
۳-۱-۵ حرکت خود تشابهی گاز	۱۳۹
۲-۵ جواب‌های خود متشابه و تحلیل ابعادی	۱۴۰
۱-۲-۵ تحلیل ابعادی	۱۴۱
۲-۲-۵ تبدیل معادله‌ی دیفرانسیل پاره‌ای به معمولی	۱۴۱
۳-۵ تبدیلات بسطی	۱۴۵
۴-۵ حل تشابهی برای مسأله‌ی رایلی	۱۴۸

۱۴۹.....	۵-۴-۱ تحلیل ابعادی مسأله‌ی رایلی
۱۵۱.....	۵-۴-۲ تبدیلات بسطی
۱۵۳.....	۵-۵ ارزیابی و نتیجه کلی
۱۵۵.....	فصل ششم - موضوعات متفرقه
۱۵۵.....	۶-۰ مقدمه
۱۵۵.....	۶-۱ نقش دستگاه‌های مختصات در تحلیل‌های تشابهی
۱۶۳.....	۶-۲ برکات خطی جواب‌ها
۱۶۷.....	۶-۳ نتیجه کلی
۱۶۹.....	فصل هفتم - انتقال معادلات در دستگاه‌های مختصات مختلف
۱۶۹.....	۷-۱ انتقال معادلات در مختصات مستطی
۱۷۲.....	۷-۱-۱ مختصات کارتزین و تعریف عملگر نابلا
۱۷۵.....	۷-۱-۲ معادلات حرکت سیال در سیستم کارتزین
۱۸۳.....	۷-۱-۳ لاپلاس در مختصات کارتزین
۱۸۳.....	۷-۱-۴ محاسبه تلفات در معادله انرژی
۱۸۵.....	۷-۲-۱ مختصات استوانه‌ای (قطبی) و تعریف عملگر نابلا
۱۸۸.....	۷-۲-۲ گرادیان در مختصات استوانه‌ای
۱۸۹.....	۷-۲-۳ دیورژانس بردار در مختصات استوانه‌ای
۱۹۰.....	۷-۲-۴ کرل بردار
۱۹۲.....	۷-۲-۵ لاپلاس در مختصات قطبی (استوانه‌ای)
۱۹۴.....	۷-۲-۶ مشتق کامل بردار (نسبت به زمان)

۱۹۵.....	۷-۲-۷ استخراج معادلات حرکت سیال در مختصات قطبی
۱۹۶.....	۱-۷-۲-۷ محاسبه جمله مشتق در جهت شعاعی تنسور
۱۹۸.....	۲-۷-۲-۷ محاسبه جمله مشتق در جهت «تتا» تنسور تنش
۱۹۹.....	۳-۷-۲-۷ محاسبه جمله مشتق در جهت محوری تنش
۲۰۳.....	۸-۲-۷ معادلات حرکت سیال در مختصات قطبی
۲۰۵.....	۳- مختصات کروی و عملگر نابلا در آن
۲۰۷.....	۱-۳-۷ محاسبه دیورژانس و کرل در مختصات کروی
۲۱۰.....	۳-۱ محاسبه لاپلاس و گرادیان دیورژانس
۲۱۵.....	فصل هشتم تمرینات پایانی
۲۱۵.....	تمرینات حل شده
۲۳۹.....	تمرینات حل نشده
۲۵۷.....	منابع
۲۶۳.....	کتاب شناسی

در سال‌های حدود ۱۵۰۰ میلادی داوینچی معادلات جریان لزج سیال یک بعدی تراکم‌ناپذیر را مطرح نمود. قرن هفدهم حرکت سیال عمدتاً توسط توریچلی، ماریوت مطالعه شد و در نهایت معادلات توسط ایساک نیوتن به شکل آن روز طرح ریزی گردیدند. قرن هجدهم این معادلات برای حالت‌هایی خاص از سیال مانند سیال ایده‌آل توسط اویلر، برنولی و لاپلاس مطالعه شد. در قرن نوزدهم معادلات حاکم توسط نویر، استوکس، پواسون و نانت بررسی گردید و معادلات با شکل کنونی اولین بار توسط استوکس با تعریف لزجت سیال در معادلات استفاده شد. در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم تلاش‌های فراوان توسط دانشمندانی همچون رینولدز، رایلی، پراندال و کارمان برای حل این معادلات برای اهداف فنی مهندسی صورت گرفت.

قرن بیستم تکنیک‌ها و ابزارهای مختلف برای شناخت و درک بهتر رفتار جریان سیال و انتقال حرارت به کار گرفته شد به علت غیر خطی بودن معادلات دیفرانسیل پاره‌ای حاکم بر جریان سیال و انتقال حرارت و به تبع آن دشوار بودن حل آنها، همواره سعی در تقلیل معادلات و زشتی آنها به شکل معادلات دیفرانسیل معمولی بوده است. از اهم این روش‌ها تکنیک تشابهی است. جریان سیال روی سطح تخت، داخل کانال متخلخل، جریان لزج و انتقال حرارت اطراف نقطه سکون در برخورد جت سیال با دیوار، جریان حول دایره چرخان، جریان گوشه‌ها و بسیاری از مسائل دیگر از جمله مثال‌های کلاسیکی است که همگی با روش تشابهی (هم شکلی) تقلیل می‌یابند.

در این کتاب سعی شده است تا با ارائه مثال‌های مناسب و متنوع روش‌هایی که پارامتر تشابهی از آنها استخراج می‌شود، تبیین و تشریح گردند. از جمله این

روش‌ها پارامتر آزاد، جدایی متغیرها، نظریه گروه‌ها و روش ابعادی است که در این کتاب نقاط ضعف و قوت هر یک بیان شده است. لذا نگاه به این روش کاملاً تحلیل گرانه بوده و پارامتر تشابهی به عنوان متغیر انتقالی صرفاً تعریف نشده، بلکه با قدم‌هایی که با خواننده برداشته می‌شود اصول استخراج آن تبیین می‌گردند. برای پرهیز از دغدغه خوانندگان که اصولاً ممکن است مانعی برای یک بهتر و با فراغ بال این روش گردد، معادلات حرکت سیال و انتقال حرارت و همچنین نحوه استخراج آنها برای سیال نیوتنی از مختصات کارتزین به استوانه‌ای (قابی) برای اجزای کامل نگارش و تشریح شده است. لذا خواننده قادر خواهد بود تا با استفاده از روش ارائه شده، معادلات حاکم را به هر مختصاتی برده و به تحلیل پیوندد. در بیان نیز مسائل جالبی مطرح شده تا خواننده توانمندی خود و روش تشابهی را در کاربرد آن را به صراحت ببیند. لازم به ذکر است که روش تشابهی با وجود روش‌های نوین، حل عددی دینامیک جریان سیال و انتقال حرارت، مورد استقبال رسوب، محققین بزرگی در دنیا می‌باشد؛ لذا مقالات و تحقیقات نوینی در این زمینه همچنان صورت می‌گیرد. با توجه به این که در این زمینه در کشور ما و به‌ویژه در رابطه با مسائل حرارت سیالاتی کمبود و ضعف نوشته‌ای جامع احساس می‌شد؛ اقدام به تألیف و گردآوری این کتاب صورت گرفت. لذا این کتاب می‌تواند پتانسیل خوبی برای تحقیق و پژوهش دانشگاهیان، دانشجویان و محققین محترم فراهم سازد.

دکتر حمیدرضا نظیف

عضو هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

مهندس فرنود فریدونی

دانشجوی کارشناسی ارشد تبدیل انرژی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی