

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مطالعات موردی در مکانیک سیالات با رویکرد بررسی حساسیت نسبت به متغیرهای حاکم

نوشته‌ی:

ام. کمال آتسمن

مترجم:

دکتر محمد مهدی نمازی

پاییز ۱۴۰۴

| | |
|-------------------------|---|
| سرشناسه | : آتسمن، ام. کمال Atesmen, M. Kemal |
| عنوان و نام پدیدآور | : مطالعات موردی در مکانیک سیالات با رویکرد بررسی حساسیت نسبت به متغیرهای حاکم/نوشته‌ی ام. کمال آتسمن؛ مترجم محمدمهدی نمازی. |
| مشخصات نشر | : تهران: سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، ۱۴۰۴. |
| مشخصات ظاهری | : ۲۸۲ ص |
| شابک | : ۹۷۸-۶۲۲-۴۹۲۵-۰۲-۲ |
| وضعیت فهرست نویسی | : فیبا |
| یادداشت | : عنوان اصلی: Case studies in fluid mechanics with sensitivities to governing variables, 2019. |
| یادداشت | : واژه‌نامه. |
| یادداشت | : کتابنامه: ص. [۲۴۹]. |
| موضوع | : سیالات -- مکانیک -- نمونه‌پژوهی Fluid mechanics -- Case studies |
| شناسه افزوده | : نمازی، محمدمهدی، ۱۳۶۷- مترجم |
| شناسه افزوده | : سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران |
| رده‌بندی کنگره | : ۳/TA۳۵۷ |
| رده‌بندی دیویی | : ۱۰۶/۶۲۰ |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۱۰۲۰۴۷۵۳ |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : فیبا |

سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران



مطالعات موردی در مکانیک سیالات با رویکرد بررسی حساسیت نسبت به متغیرهای حاکم

نویسنده: ام. کمال آتسمن

مترجم: دکتر محمدمهدی نمازی

ویراستار: لیلیا اوجاقلو

ناشر: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: پاییز ۱۴۰۴

شمارگان: ۵۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۹۲۵-۰۲-۲

ناظر چاپ و صحافی: شرکت پیشرو فناوری قائد

قیمت:

نشانی: احمدآباد مستوفی، بعد از میدان پارسا، خیابان انقلاب، خیابان شهید احسانی‌راد

صندوق پستی: ۱۱۵-۳۷۵۷۵

تمام حقوق مادی این اثر اعم از چاپ، تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و مانند این‌ها برای سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران محفوظ است.

پیش‌گفتار

من از کودکی مجذوب رشته‌های علوم حرارتی بودم. مشاهدات ساده‌ای مانند حرکت بادبادک در حال پرواز، بالا رفتن حباب‌های آب جوشان کتری، شناور ماندن برگ در سطح دریاچه، صرف نیروی لازم برای بیرون آوردن سس کچاپ از بطری و ...، مرا واداشت تا برای درک دانش پنهان در این پدیده‌ها و بسیاری دیگر از پدیده‌های طبیعی که توسط مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم کنترل می‌شوند، بیشتر تلاش کنم. در دانشگاه و در زندگی مهندسی واقعی، آموختم که دانستن معادلات حاکم در این پهنه وسیع علوم، مطالعه چگونگی استنتاج و یادگیری عمیق متغیرهای وابسته و مستقل آن‌ها، نقطه آغاز حل مسائل مهندسی است.

در روند حل مسائل مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم، استفاده از فرضیات صحیح در معادلات حاکم، بهره‌گیری از خواص ترموفیزیکی درست و اعمال نتایج تجربی مناسب در شرایط فیزیکی مختلف، امری حیاتی است. من با حل مسائل متنوع، در این زمینه‌ها تجربه خوبی کسب کردم. دریافتم که با وجود راهکارهای محاسباتی پرسرعت امروزی که برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی پیچیده، کوپل و غیرخطی در دسترس است، ما باید در استفاده از فرضیات در معادلات حاکم و شرایط مرزی آن‌ها، خواص ترموفیزیکی و بهره‌گیری از داده‌های تجربی، به قدر کافی آزموده باشیم.

در این کتاب، به آنالیز حساسیت در مسائل شناخته‌شده مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم که روزانه با آن‌ها مواجه‌ایم، خواهم پرداخت. آنالیز حساسیت متغیرهای وابسته به متغیرهای مستقل، درک متغیرهای مهمی را که در طول فرایند طراحی باید روی آن‌ها تمرکز شد و عدم قطعیتی که در نتایج شبیه‌سازی باید اندازه‌گیری کرد، برای یک مهندس فراهم می‌کند.

این اثر، نسخه توسعه‌یافته نوشتاری است که در سال ۲۰۰۹ منتشر کردم، که البته در آن فقط مطالعات موردی در انتقال حرارت پوشش داده شد [۱].

در این متن طیف وسیعی از ۲۴ مسئله مکانیک سیالات کاربردی، انتقال حرارت و انتقال جرم بررسی شده است. رویکرد حل مسئله با قوانین اساسی مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم شروع می‌شود. این قوانین اساسی عبارت‌اند از: بقای ماده، بقای تکانه، بقای انرژی و قانون دوم ترمودینامیک. هر راه‌حل با ساده‌سازی مفروضات مهندسی آغاز شده و معادلات حاکم و متغیرهای وابسته و مستقل را شناسایی می‌کند. در برخی موارد که حل معادلات پایه امکان‌پذیر نیست، از مطالعات تجربی گذشته استفاده می‌شود. یکی دیگر از زمینه‌های مهم، تعیین خواص ترموفیزیکی مناسب سیال مورد بررسی است. سپس راه‌حل‌های معادلات حاکم در کنار مطالعات تجربی، به‌صورت گرافیکی ارائه شده است. این تحلیل‌ها به حساسیت‌های متغیرهای وابسته به متغیرهای مستقل در محدوده‌های موردنظر تعمیم داده می‌شوند. تحلیل‌های حساسیت، زمینه و دامنه متغیرهای مستقلی را که باید در طول فرایند طراحی مهندسی بر روی آن‌ها تمرکز شود، محدود می‌کند.

ام. کمال آتسمن

مقدمه مترجم

مهندسی مکانیک به‌عنوان یکی از شاخه‌های جذاب مهندسی، طیف وسیعی از مسائل کاربردی زندگی روزمره را پوشش می‌دهد که نه‌تنها مهندسان و محققان این حوزه در آزمایشگاه‌های تخصصی به تحلیل آن‌ها می‌پردازند، بلکه سایر افراد جامعه نیز خواسته یا ناخواسته با آن‌ها سروکار دارند. برای نمونه، فردی را متصور شوید که در معرض بادهای طوفانی قرار گرفته است. نیروهای وارد بر بدن این فرد، از نگاه یک مهندس مکانیک کاملاً قابل تحلیل است. ممکن است برای شما هم پیش آمده باشد که هنگام سوارشدن به هواپیما از خود بپرسید قرار است تا چه ارتفاعی و تحت چه شرایطی پرواز کنیم؟ یا مثلاً در حین استفاده از رایانه شخصی، متوجه مشکلی در سیستم خنک‌کنندگی آن شوید. یک مهندس مکانیک خود دست‌به‌کار می‌شود و یا حداقل با دانش کافی به سراغ حل مسائلی از این دست می‌رود. موارد مشابه در زندگی روزمره بسیار زیاد اتفاق می‌افتد. اما اجازه دهید کمی تخصصی‌تر به مسائل بنگریم. امروزه بالن‌های هواشناسی کاربرد وسیعی در علم هواشناسی پیدا کرده‌اند. یکی از ابتدایی‌ترین سؤال‌ها در این بخش می‌تواند این باشد که این بالن‌ها برای این که در ارتفاع مشخصی ایفای نقش کنند، لازم است تا چه اندازه از گاز پر شوند؟ یا جریان داخل یک محیط متخلخل چگونه تحلیل می‌شود؟ برای مطالعه رفتار جریان سیالات غیرنیوتنی چه مواردی را باید در نظر بگیریم؟ و مواردی این چنین.

خبر خوب! اگر مهندس مکانیک هستید یا دانشی حداقلی از پدیده‌های مکانیک سیالات دارید، با مطالعه این کتاب به پاسخ چنین سؤالاتی دست خواهید یافت.

جذابیت پدیده‌های مکانیک سیالاتی محدود به مثال‌های فوق نمی‌شود. از طرفی بر کسی پوشیده نیست که امکان بررسی تمامی مسائل در قالب مثال‌های محدود وجود ندارد. به‌همین دلیل، زیرشاخه‌های مختلف در علوم مهندسی تعریف می‌شوند که مکانیک سیالات نیز از این تقسیم‌بندی مبرا نیست. از طرفی، پیچیدگی مسائل

مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم نیازمند رویکردی منسجم و سازماندهی شده در رویارویی با مسائل است؛ بنابراین، مهندسان باید رویکرد مواجهه با مسائل را آموزش دیده باشند. در گام نخست شناخت پدیده‌های فیزیکی ضروری است. همچنین فرضیات اساسی در هر مسئله نیز نقشی کلیدی ایفا می‌کنند و روند حل را روشن‌تر می‌سازند. در بسیاری از مسائل مهندسی، ساده‌سازی فرضیات و معادلات امری بدیهی است که نگرشی جامع بر آنچه در مسئله رخ می‌دهد را فراهم می‌کند. این نگرش معمولاً از طریق تجربه و رویارویی با مسائل متنوع و درنهایت با بهره‌گیری از ششم مهندسی به دست می‌آید. نکته قابل توجه، بررسی جامع اثر پارامترهای تأثیرگذار بر نتایج است. این مرحله تحت عنوان آنالیز یا تحلیل حساسیت نسبت به متغیرهای مستقل حاکم مطرح است.

کتاب حاضر سعی دارد تا با ارائه مسائل متنوع مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم، تمامی مراحل ذکر شده را پوشش دهد و به حل نظام‌مند موارد کاربردی بپردازد. به بیان دیگر، این کتاب شیوه صحیح نگرش به مسئله را به محققان و مهندسان آموزش می‌دهد. نحوه شناخت پدیده‌ها و ساده‌سازی فرضیات و همچنین تحلیل اثر متغیرها بر نتایج، موضوعاتی هستند که بسیاری از کتب مهندسی از آن غافل مانده‌اند. نوشتار حاضر، این خلأ را در قالب مسائل کاربردی به نحوی ارزشمند پوشش داده است. این کتاب شامل مثال‌های مناسبی از منظر آموزشی است و می‌توان از آن برای بالابردن سطح نگرش مهندسی در رویارویی با مسائل کاربردی بهره برد.

دکتر محمدمهدی نمازی

شهریورماه ۱۴۰۱

فهرست مطالب

| | |
|-----|---|
| V | پیش‌گفتار |
| VII | مقدمه مترجم |
| ۱ | فصل اول: تخلیه سیال از یک مخزن |
| ۱۳ | فصل دوم: بالارفتن یک بالن هواشناسی |
| ۲۵ | فصل سوم: پایداری مخروط شناور در آب |
| ۳۳ | فصل چهارم: نیروی پسای باد بر بدن یک انسان |
| ۴۳ | فصل پنجم: جریان خزشی حول یک کره |
| ۵۵ | فصل ششم: دبی سنج نوع ونتوری |
| ۶۳ | فصل هفتم: شکل سطح سیال در مخزن استوانه‌ای چرخان |
| ۷۵ | فصل هشتم: بین شناور روی سطح مایع |
| ۸۳ | فصل نهم: قطرات کوچک باران |
| ۹۱ | فصل دهم: برد یک هواپیما |
| ۹۹ | فصل یازدهم: طراحی ساعت آبی |
| ۱۱۱ | فصل دوازدهم: توربین آبی زیر سد |
| ۱۲۱ | فصل سیزدهم: جداسازی ذرات با استفاده از نیروی گریز از مرکز |
| ۱۳۳ | فصل چهاردهم: کاربراتور ساده |
| ۱۴۵ | فصل پانزدهم: جریان گاز ایده‌ال در نازل‌ها و دیفیوزرها |
| ۱۵۵ | فصل شانزدهم: جریان آرام در یک لوله |
| ۱۶۳ | فصل هفدهم: تأمین آب یک کارخانه از دریاچه |
| ۱۷۱ | فصل هجدهم: جریان هوا یا آب موردنیاز برای خنک‌کردن مدار الکترونیکی |
| ۱۸۵ | فصل نوزدهم: انتقال جرم جابه‌جایی از طریق سطح تماس هوا-آب |
| ۱۹۳ | فصل بیستم: گرمایش یک اتاق با انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد |



| | |
|--|-----|
| فصل بیست و یکم: جریان آرام داخل مواد متخلخل | ۲۰۳ |
| فصل بیست و دوم: چگالش روی سطح یک صفحه عمودی در رژیم جریان آرام..... | ۲۱۵ |
| فصل بیست و سوم: جریان سیال غیرنیوتنی در یک لوله..... | ۲۲۷ |
| فصل بیست و چهارم: بالارفتن حباب در داخل ماء الشعیر (جریان دو فاز)..... | ۲۴۱ |
| مراجع | ۲۴۹ |
| واژه نامه | ۲۵۱ |