



تئوری پی در مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم



احمد قائمی

(دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران)

الهام رشیدی

(کارشناسی ارشد - دانشگاه علم و صنعت ایران)



سرشناسه: یارین، ال. پی.
 Yarin, L. P.
 عنوان و نام پدیدآور: تئوری پی در مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم/ مولف
 ال پی یارین؛ ترجمه احد قائمی، الهام رشیدی.
 مشخصات نشر: کرج: جهاد دانشگاهی واحد استان البرز (خوارزمی)، انتشارات، ۱۴۰۰.
 مشخصات ظاهری: ۲۳۰ ص.
 شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۶۰۳-۲۵-۵
 وضعیت فهرست نویسی: فیا
 یادداشت: عنوان اصلی: Applications to Fluid Mechanics and Heat and Mass Transfer
 ۲۰۱۲.
 یادداشت: کتابنامه.
 موضوع: سیالات -- مکانیک
 Fluid mechanics
 گرما -- انتقال
 Heat -- Transmission
 جرم (فیزیک) -- انتقال
 Mass transfer
 شناسه افزوده: قائمی، احد، ۱۳۵۵ -، مترجم
 شناسه افزوده: رشیدی، الهام، ۱۳۶۶ -، مترجم
 شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی واحد استان البرز (خوارزمی)، انتشارات
 رده بندی کنگره: T۳۵۷
 رده بندی دیویی: ۵۳۲
 شماره کتابشناسی ملی: ۸۶۷۶۷۳۴



واحد استان البرز
 (خوارزمی)

تئوری پی در مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم

تالیف

ال پی یارین

ترجمه

احد قائمی / الهام رشیدی

ناشر: جهاد دانشگاهی واحد استان البرز (خوارزمی)

نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۴۰۰

شمارگان: ۳۰۰ نسخه

قیمت: ۹۰۰,۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۶۰۳-۲۵-۵

آدرس ناشر:

(۱) کرج، خیابان شهید بهشتی، دانشگاه خوارزمی، طبقه همکف ساختمان مرکزی، معاونت فرهنگی جهاد دانشگاهی واحد

استان البرز (خوارزمی)؛ تلفن: ۰۲۶-۳۴۵۰۵۱۵۱

(۲) تهران، خیابان طالقانی شرقی، بین بهار و شریعتی، جنب بانک سپه، پلاک ۵۲، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد استان البرز

(خوارزمی) تلفن: ۰۲۱-۷۷۵۰۳۸۲۴

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کسی تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

فهرست مطالب

پیشگفتار	۹
فصل اول : بررسی اجمالی و حیطه مطالعاتی کتاب	۱۱
فصل دوم : اصول آنالیز ابعادی	۱۳
۱-۲- نکات مقدماتی	۱۳
۲-۲- تعاریف بنیادی	۱۳
۱-۲-۲- پارامترهای ابعادی و بی بعد	۱۳
۲-۲-۲- اصل همگنی ابعادی	۱۹
۳-۲- بی بعد سازی معادلات حاکم	۲۵
۴-۲- گروه‌های بی بعد	۳۴
۱-۴-۲- ویژگی‌های گروه‌های بی بعد	۳۴
۲-۴-۲- مشابهت	۳۷
۵-۲- تئوری پی	۳۹
۱-۵-۲- نکات اصلی	۳۹
۲-۵-۲- انتخاب پارامترهای تابع	۴۴
مراجع	۵۹

فصل سوم : کاربرد تئوری پی در ایجاد خود تشابهی و تبدیل معادلات دیفرانسیل جزئی به

معمولی	۶۰
۳-۱- نکات کلی	۶۰
۳-۲- جریان بر روی یک دیوار مسطح (مسئله استوکس)	۶۷
۳-۳- لایه مرزی آرام بر روی یک صفحه مسطح (مسئله بلاسیوس)	۷۲
۴-۳- جت غوطه ور خطی که از یک لوله نازک منتشر می‌شود (مسئله لاندال)	۷۸
۵-۳- انتشار گردابی در سیال ویسکوز	۸۲
۶-۳- جریان آرام در نزدیکی یک دیسک دوار (مسئله وان کارمن)	۸۴
۷-۳- امواج موینگی پس از ضربه ضعیف یک شی کوچک بر روی یک لایه نازک مایع (مسئله یارین-وینز)	۸۸
۸-۳- انتشار جریان ویسکوز-گرانشی بر روی یک سطح افقی جامد (مسئله هوپر)	۹۱
۹-۳- لایه مرزی گرمایی بر روی دیواره مسطح (مسئله پولهایسن)	۹۵
۱۰-۳- لایه مرزی انتشار بر روی یک صفحه ی واکنش پذیر مسطح (مسئله لویچ)	۹۸
مسائل	۱۰۱
مراجع	۱۰۴

فصل چهارم: نیروی کششی عمل کننده بر روی یک جسم در حال حرکت در سیال ویسکوز

۱۰۶	 نکات مقدماتی
۱۰۶	 ۴-۱- کشش عمل کننده بر یک صفحه مسطح
۱۱۰	 ۴-۲-۱- حرکت با سرعت ثابت
۱۱۰	 ۴-۲-۲- حرکت نوسانی یک صفحه موازی با خود
۱۱۲	 ۴-۳- نیروی کششی اعمال شده بر ذرات جامد
۱۱۳	 ۴-۳-۱- کشش اعمال شده توسط یک ذره کروی در اعداد رینولدز پائین، متوسط و بالا
۱۱۳	 ۴-۳-۲- تاثیر چرخش
۱۱۷	 ۴-۳-۳- اثر شتاب
۱۱۹	 ۴-۳-۴- تاثیر آشفتگی جریان آزاد
۱۲۰	 ۴-۳-۵- تاثیر اختلاف دمای سیال - ذره
۱۲۱	 ۴-۴- کشش ذرات نامنظم
۱۲۳	 ۵-۴- کشش ذرات قابل تغییر شکل
۱۲۵	 ۶-۴- کشش اجسامی که جزئی از آنها در مایع غوطه ور است
۱۲۸	 ۷-۴- سرعت نهایی ذرات کوچک کروی که در مایع ویسکوز قرار دارند (مسائل استوکس برای یک کره)
۱۳۰	 ۸-۴- ته نشینی
۱۳۴	 ۸-۴-۱- گروه‌های بدون بعد
۱۳۴	 ۸-۴-۲- سرعت نهایی دانه‌های سنگین
۱۳۶	 ۸-۴-۳- وضعیت بحرانی یک بستر سیال سازی شده
۱۳۷	 ۹-۴- لایه مایع نازک که بر روی صفحه‌ای که به طور عمودی در یک استخر پر از مایع ویسکوز خارج شده است رفته است (مسائل لاندو-لویچ پوشش عمیق)
۱۳۹	 مسائل
۱۴۲	 مراجع
۱۵۰	

فصل پنجم: جریان‌های آرام در کانالها و لوله‌ها

۱۵۲	 ۱-۵- نکات مقدماتی
۱۵۲	 ۲-۵- جریان در لوله‌های صاف با مقطع دایره‌ای
۱۵۶	 ۵-۲-۱- منطقه جریان ورودی
۱۵۶	 ۵-۲-۲- منطقه کاملاً توسعه یافته جریان‌های آرام در لوله‌های صاف
۱۵۹	 ۵-۲-۳- جریان‌های آرام و آشفته کاملاً توسعه یافته در لوله‌های ناهموار
۱۶۱	 ۵-۳- جریان در لوله‌ها و کانال‌های نامنظم
۱۶۳	 ۵-۴- جریان‌های میکروکانال
۱۶۴	 ۵-۵- جریان‌های غیر نیوتنی
۱۶۶	 ۵-۶- جریان در لوله‌های منحنی
۱۷۰	 ۵-۷- جریان‌های ناپایدار در لوله‌های صاف
۱۷۶	 مسائل
۱۸۰	 مراجع
۱۸۸	

فصل ششم: جریان‌های جت

۱۹۱	 ۱-۶- نکات مقدماتی
-----	-------------------------

۱۹۸	۲-۶- میدان دور جت‌های غوطه ور
۲۰۳	۳-۶- گروه‌های بدون بعد جریان‌های جت
۲۰۶	۴-۶- جت صفحه ای آرام غوطه ور
۲۰۹	۵-۶- شیار آرام یک جسم جامد پهن
۲۱۲	۶-۶- جت‌های دیواره برروی سطح مسطح و خمیده
۲۱۸	۷-۶- جت‌های شناور (پلوم ها)
۲۲۵	مسائل
۲۲۸	مراجع

فصل هفتم: انتقال حرارت و جرم ۲۳۰

۲۳۰	۱-۷- مقدمه
۲۳۱	۲-۷- انتقال حرارت و جرم رسانا
۲۳۱	۱-۲-۷- میدان دمای القاء شده بوسیله منبع گرمایی آنی مسطح
۲۳۳	۲-۲-۷- میدان دمای القاء شده بوسیله منبع گرمایی آنی نقطه ای
۲۳۴	۳-۲-۷- تحول تدریجی میدان دما در محیطی با انتشار گرمایی وابسته به دما (مسئله زلدویچ-کمانپینتس)
۲۳۸	۳-۷- انتقال گرما و جرم تحت شرایط همرفت اجباری
۲۳۸	۱-۳-۷- انتقال گرما از یک جسم داغ غوطه ور در جریان سیال
۲۴۴	۲-۳-۷- اثر چرخش ذره
۲۴۶	۳-۳-۷- تأثیر آشفتگی جریان آزاد
۲۴۹	۴-۳-۷- تأثیر اتلاف انرژی
۲۵۰	۵-۳-۷- تأثیر شیب سرعت
۲۵۲	۶-۳-۷- انتقال جرم به ذرات جامد و قطرات غوطه ور در جریان سیال
۲۵۵	۴-۷- انتقال گرما و جرم در جریان کانال و لوله
۲۵۵	۱-۴-۷- جریان کوات
۲۵۸	۲-۴-۷- منطقه ورودی یک لوله
۲۶۰	۳-۴-۷- جریان کاملاً توسعه یافته
۲۶۲	۵-۷- ویژگی‌های گرمایی جت‌های آرام
۲۶۶	۶-۷- گرما و انتقال جرم در همرفت طبیعی
۲۶۶	۱-۶-۷- انتقال حرارت از یک ذره کروی تحت شرایط همرفت طبیعی
۲۶۸	۲-۶-۷- انتقال گرما از ذره چرخان تحت شرایط همرفت مختلط
۲۷۰	۳-۶-۷- انتقال جرم از یک ذره کروی تحت شرایط فیزیکی طبیعی و همرفت مختلط
۲۷۲	۴-۶-۷- انتقال حرارت از یک دیوار گرم شده عمودی
۲۷۶	۵-۶-۷- انتقال جرم به یک صفحه واکنشی عمودی تحت شرایط همرفت طبیعی
۲۷۷	۷-۷- انتقال گرما از یک صفحه تخت در یک جریان یکنواخت، گازهای ویسکوز و پرسرعت
۲۸۴	۸-۷- انتقال حرارت مربوط به تغییر فاز
۲۸۴	۱-۸-۷- انتقال حرارت به علت میعان بخار اشباع شده بر روی دیوار عمودی
۲۸۷	۲-۸-۷- انجماد یک مایع خالص (مسئله استفان)
۲۹۱	مسائل
۲۹۷	مراجع

فصل هشتم: آشفتگی ۲۹۹

پیشگفتار

این کتاب به تئوری پی باکینگهام و کاربردهای آن در پدیده‌های مختلف طبیعت و مهندسی پرداخته است. بر روی مشخصه انتقال حرارت و جرم در اجسام جامد و در جریان‌های آرام و آشفته مایعات و گازها تأکید شده است. این انتخاب تصادفی نیست بلکه به واسطه الزامات تکنولوژی مدرن دیکته شده است و بخش اعظم مهم مربوط به انتقال حرارت و کشش که در اجسام جامد در حال حرکت در سیالات ویسکوز رخ می‌دهد را در بر می‌گیرد. این مسائل، ارزیابی حیطه‌های گرما در محیط‌هایی با ضریب پخش گرمایی ثابت و وابسته به دما، انتقال حرارت و جرم دو لایه‌های مرزی، جریان‌های درون لوله و جت و نیز فرآیندهای حرارتی را در محیط‌های واکنشی رخ می‌دهند را شامل می‌شود. در تمام این موارد از رویکرد یکسانی برای پاسخگویی به مسائل پیچیده ترموهیدرودینامیکی مربوطه استفاده شده است. این رویکرد بر مبنای کاربرد مستقیم تئوری بی در تجزیه و تحلیل دو نوع مسئله است. مسائلی که فرمول ریاضی دقیقی را می‌پذیرند و مسائلی که چنین فرمول‌های دقیقی برای آن‌ها در دسترس نیست. برای دسته اول مسائل توجه ما بر روی استقرار خود تشابهی متمرکز می‌گردد که با استفاده از تئوری بی، معادلات دیفرانسیل جزئی حاکم را به معادلات دیفرانسیل معمولی تبدیل می‌کند. در حالیکه برای دسته دوم مسائل، تئوری بی برای آشکار ساختن مجموعه‌ای از گروه‌های بدون بعد حاکم مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتخاب مسائل تا حدی ذهنی است اما امکان ارزیابی دامنه کاربردهای احتمالی تئوری بی و ویژگی‌های مشخصه فرآیندهای پیچیده ترموهیدرودینامیکی در محیط‌های پیوسته، را فراهم می‌سازد.

این کتاب در نه فصل تنظیم شده است که به مبانی آنالیز ابعادی، کاربرد تئوری بی برای یافتن خود تشابه‌ها و تبدیل معادلات دیفرانسیل جزئی به معادلات دیفرانسیل معمولی می‌پردازند. سپس موضوعات به هم وابسته‌ای چون نیروی کششی، جریان آرام در کانال‌ها،

لوله‌ها و جت به طور مفصل پوشش داده می‌شود. این بحث همچنین شامل انتقال حرارت و جرم در همرفت طبیعی، اجباری و مختلط و در موقعیت‌هایی با تغییر فاز و واکنش‌های شیمیایی را نیز شامل می‌شود. همچنین برخی از مسائل مربوط به نظریه آشفتگی، در چارچوب تتوری پی نیز پوشش داده شده است. علاوه بر شرح عمیق تتوری بنیادی و مسائل کلی، در پایان هر فصل تعدادی از مثال‌های حل شده مسائل مرتبط با کاربرد تتوری پی در سولات مختلف هیدرودینامیک و انتقال جرم و حرارت ارائه شده است که می‌تواند برای دانشجویان مهندسی و فیزیک جالب و راهگشا باشد.

این کتاب برای دانشمندان و مهندسين علاقمند به مسائل هیدرودینامیکی و انتقال جرم و گرما در نظر گرفته شده است. همچنین این کتاب می‌تواند برای فارغ التحصیلان رشته‌های مهندسی شیمی، مکانیک و راه و ساختمان و فیزیک کاربردی مفید باشد.

احمد قائمی

تقدیر و تشکر

www.ketab.ir