

بسم الله الرحمن الرحيم

معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی کاربردی

همراه با سری فوریه و مسائل مقدار مرزی

جلد دوم

تالیف :

ریچارد هیبرمن

ترجمه :

دکتر پرویز قدیمی

دانشیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس محمد فارسی

مهندس فرزاد صفرزاده ملکی

پاییز ۱۳۹۰

سرشناسه	هابرمن، ریچارد، -۱۹۲۵	Haberman, Richard.
عنوان و نام پدیدآور: معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی کاربردی همراه با سری فوری و مسائل مقدار مرزی / تألیف ریچارد هابرمن؛ ترجمه پرویز قدیمی، محمد فارسی، فرزاد صفرزاده ملکی.		
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مرکز نشر، ۱۳۹۰-	
مشخصات ظاهری: ج ۲		
شابک	دوره: ۴-۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۳۱-۱ ج ۱: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۲۹-۱ ج ۲: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۳۰-۷	
وضعیت فهرست نویسی: فیا.		
یادداشت	عنوان اصلی: Applied Partial Differential Equations : with Fourier Series and Boundary Value Problems, 4 th ed, 2004.	
یادداشت	واژه نامه	
یادداشت	کتابنامه	
یادداشت	نمایه	
موضوع	معادله های دیفرانسیل جزئی	
موضوع	سری فوری	
موضوع	مسئله های مقدار مرزی	
شناسه افزوده	قدیمی، پرویز، ۱۳۳۷-، مترجم	
شناسه افزوده	فارسی، محمد، ۱۳۶۲-، مترجم	
شناسه افزوده	صفرزاده ملکی، فرزاد، ۱۳۶۲-، مترجم	
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مرکز نشر.	
رده بندی کنگره	QA ۳۷۷ / ۵۲۴۶ ۱۳۹۰	
رده بندی دیویی	۵۱۵ / ۴۵۳	
شماره کتابشناسی ملی	۲۲۰۸۰۹۳	

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۸۹/۸/۴ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر به تصویب رسید.



کتابخانه دانشگاه صنعتی امیر کبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی کاربردی همراه با سری فوری و مسائل مقدار مرزی (جلد دوم)	
تألیف	ریچارد هابرمن	
ترجمه	پرویز قدیمی - محمد فارسی - فرزاد صفرزاده ملکی	
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)	
چاپ اول	پاییز ۱۳۹۰	
تیراژ	۵۰۰ نسخه	
قیمت	۲۶۰۰۰ تومان	تلفن مرکز پخش: ۶۶۴۹۸۸۶۸
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۳۰-۷	ISBN: 978-964-463-430-7
شابک دوره	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۳۱-۴	ISBN: 978-964-463-431-4

آدرس: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان پیرنگهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

فهرست

i	فهرست
xvii	پیشگفتار
۱	۱ معادله گرما
۱	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ استخراج معادله هدایت حرارتی در یک میله یک بعدی
۱۹	۳-۱ شرایط مرزی
۲۳	۴-۱ توزیع دمای تعادل
۲۳	۱-۴-۱ دمای تجویز شده
۲۶	۲-۴-۱ مرزهای عایق بندی شده
۳۲	۵-۱ استخراج معادله گرما در دو یا سه بعد
۵۵	۲ روش تفکیک متغیرها
۵۵	۱-۲ مقدمه
۵۶	۲-۲ خطی بودن
۶۰	۳-۲ معادله حرارت با دمای صفر در هر دو انتهای محدود
۶۰	۱-۳-۲ مقدمه

۶۱	تفکیک متغیرها	۲-۳-۲
۶۴	معادله وابسته به زمان	۳-۳-۲
۶۶	مسئله مقدار مرزی	۴-۳-۲
۷۶	پاسخ‌های ضربی و اصل جمع‌آثار	۵-۳-۲
۸۰	تعامل سینوسی‌ها	۶-۳-۲
۸۳	فرمول‌بندی، حل و تفسیر یک مثال	۷-۳-۲
۸۷	خلاصه	۸-۳-۲
۹۶	مثال‌های حل شده با معادله حرارت (دیگر مسائل مقدار مرزی)	۲-۲
۹۶	هدایت گرمایی در یک میله با دو انتهای عایق	۱-۴-۲
۱۰۲	هدایت گرمایی در یک حلقه دایروی نازک	۲-۴-۲
۱۰۹	خلاصه مسائل مقدار مرزی	۳-۴-۲
۱۱۲	معادله لاپلاس: پاسخ‌ها و ویژگی‌های کیفی	۵-۲
۱۱۲	معادله لاپلاس در درون یک مستطیل	۱-۵-۲
۱۱۹	معادله لاپلاس برای یک دیسک دایروی	۲-۵-۲
۱۲۵	جریان سیال گذرنده از یک سیلندر استوانه‌ای (نیروی لیفت یا بُرا)	۳-۵-۲
۱۲۹	خواص کیفی معادله لاپلاس	۴-۵-۲
۱۴۱	سری فوریه	۳
۱۴۱	مقدمه	۱-۳
۱۴۵	بیان تئوری همگرایی	۲-۳
۱۵۱	سری فوریه کسینوسی و سینوسی	۳-۳
۱۵۲	سری فوریه سینوسی	۱-۳-۳
۱۶۵	سری فوریه کسینوسی	۲-۳-۳

۱۶۸	۳-۳-۳ معرفی $f(x)$ با سری سینوسی و کسینوسی	
۱۶۹	۴-۳-۳ بخش‌های زوج و فرد	
۱۷۲	۵-۳-۳ سری فوریه پیوسته	
۱۷۹	۴-۳ مشتق‌گیری جزء به جزء سری فوریه	
۱۹۶	۵-۳ انتگرال‌گیری جزء به جزء سری فوریه	
۲۰۲	۶-۳ شکل مختلط سری فوریه	
۲۰۷	۴ معادله موج: ریسمان‌ها و غشاهای مرتعش	
۲۰۷	۱-۴ مقدمه	
۲۰۸	۲-۴ استخراج معادلات یک ریسمان با ارتعاش قائم	
۲۱۳	۳-۴ شرایط مرزی	
۲۱۹	۴-۴ ریسمان‌های مرتعش با دو انتهای ثابت	
۲۲۹	۵-۴ غشای مرتعش	
۲۳۳	۶-۴ انعکاس و انکسار امواج الکترومغناطیس (نور) و آکوستیک (صوت)	
۲۳۴	۱-۶-۴ قانون انکسار اسنل	
۲۳۷	۲-۶-۴ چگالی (دامنه) امواج انعکاسی و انکساری	
۲۳۸	۳-۶-۴ انعکاس داخلی کلی	
۲۴۱	۵ مسائل مقدار ویژه استورم-لیوویل	
۲۴۱	۱-۵ مقدمه	
۲۴۲	۲-۵ مثال	
۲۴۲	۱-۲-۵ جریان حرارت در یک میله غیریکنواخت	
۲۴۵	۲-۲-۵ جریان حرارتی دورانی متقارن	
۲۴۸	۳-۵ مسائل مقدار ویژه استورم-لیوویل	
۲۴۸	۱-۳-۵ طبقه بندی کلی	

۲۴۹	۲-۳-۵	مسئله مقدار ویژه استورم - لیویل با قاعده (منظم)
۲۵۱	۳-۳-۵	شرح و مثال برای تئوری‌های ارائه شده
۲۶۱	۴-۵	مثال حل شده: جریان گرمایی در یک میله غیریکنواخت بدون منابع گرمایی
۲۶۸	۵-۵	عملگرهای خود الحاقی و مسائل مقدار ویژه استورم - لیویل
۲۹۲	۶-۵	خارج قسمت رایلی
۳۰۰	۷-۵	مثال حل شده: ارتعاش یک ریسمان غیریکنواخت
۳۰۴	۸-۵	شرایط مرزی نوع سوم
۳۲۵	۹-۵	مقادیر ویژه بزرگ (رفتار مجانبی)
۳۳۲	۱۰-۵	ویژگی‌های تقریبی
۳۴۱	۶	روش‌های عددی تفاضل محدود برای معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی
۳۴۱	۱-۶	مقدمه
۳۴۳	۲-۶	تفاضل محدود و سری‌های تیلور قطع داده شده
۳۵۲	۳-۶	معادله گرما
۳۵۲	۱-۳-۶	مقدمه
۳۵۲	۲-۳-۶	معادله دیفرانسیل مشتق جزئی
۳۵۶	۳-۳-۶	محاسبات
۳۶۰	۴-۳-۶	تحلیل پایداری فوریه - وان نویمان
۳۷۰	۵-۳-۶	تفکیک متغیرها برای معادلات تفاضل جزئی و پاسخ‌های تحلیلی معادلات تفاضل معمولی
۳۷۴	۶-۳-۶	نگارش ماتریسی
۳۸۰	۷-۳-۶	مسائل ناهمگن
۳۸۱	۸-۳-۶	روش‌های عددی دیگر

۳۸۳	۹-۳-۶	انواع دیگر شرایط مرزی
۳۹۰	۴-۶	معادله حرارت دو بعدی
۳۹۴	۵-۶	معادله موج
۴۰۰	۶-۶	معادله لاپلاس
۴۱۱	۷-۶	روش اجزای محدود
۴۱۲	۱-۷-۶	تقریب نمایی با توابع نامتعامل (فرم ضعیف معادله دیفرانسیل مشتق جزئی)
۴۱۷	۲-۷-۶	ساده‌ترین اجزای محدود مثلثی
۴۲۵	۷	معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی با ابعاد بالاتر
۴۲۵	۱-۷	مقدمه
۴۲۶	۲-۷	تفکیک متغیر زمانی
۴۲۷	۱-۲-۷	غشای مرتعش به هر شکل
۴۲۹	۲-۲-۷	هدایت گرمایی: در هر ناحیه
۴۳۰	۳-۲-۷	خلاصه
۴۳۲	۳-۷	غشای مستطیلی مرتعش
۴۴۵	۴-۷	تعریف و اثبات تئوری‌هایی برای مسئله مقدار ویژه $\nabla^2 \phi + \lambda \phi = 0$
۴۵۳	۵-۷	فرمول گرین، عملگرهای خودالحاقی و مسائل مقدار ویژه چند بعدی
۴۶۱	۶-۷	خارج قسمت رایلی و معادله لاپلاس
۴۶۱	۱-۶-۷	خارج قسمت رایلی
۴۶۳	۲-۶-۷	معادله گرمای وابسته به زمان و معادله لاپلاس
۴۶۵	۷-۷	غشای دایروی مرتعش و توابع بسل
۴۶۵	۱-۷-۷	معرفی
۴۶۶	۲-۷-۷	تفکیک متغیرها

۴۶۸	مسائل مقدار ویژه (یک بعدی)	۳-۷-۷
۴۷۰	معادله دیفرانسیل بسل	۴-۷-۷
۴۷۱	نقاط تکین و معادله دیفرانسیل بسل	۵-۷-۷
۴۷۴	توابع بسل و ویژگی های مجانبی آنها (در نزدیکی $z = 0$)	۶-۷-۷
۴۷۶	مسئله مقدار مرزی شامل توابع بسل	۷-۷-۷
۴۷۸	مسئله مقدار اولیه برای یک غشای مرتعش دایروی	۸-۷-۷
۴۸۱	تقارن کروی	۹-۷-۷
۴۸۷	مطالب بیشتر در رابطه با توابع بسل	۸-۷
۴۸۷	ویژگی های کیفی توابع بسل	۱-۸-۷
۴۹۰	فرمول های مجانب برای مقادیر ویژه	۲-۸-۷
۴۹۱	صفه های توابع بسل و منحنی های گره ای	۳-۸-۷
۴۹۴	نمایش سری توابع بسل	۴-۸-۷
۵۰۰	معادله لاپلاس در یک سیلندر دایره ای	۹-۷
۵۰۰	مقدمه	۱-۹-۷
۵۰۲	تفکیک متغیرها	۲-۹-۷
۵۰۳	دمای صفر در وجوح جانبی و در پایین یا بالا	۳-۹-۷
۵۰۶	دمای صفر بر روی بالا و پایین	۴-۹-۷
۵۱۰	توابع بسل اصلاح شده	۵-۹-۷
۵۱۵	مسائل کروی و چند جمله ای های لژاندر	۱۰-۷
۵۱۵	مقدمه	۱-۱۰-۷
۵۱۶	تفکیک متغیرها و مسائل مقدار ویژه یک بعدی	۲-۱۰-۷
۵۱۹	توابع لژاندر مرتبط و چند جمله ای های لژاندر	۳-۱۰-۷

۵۲۳	۴-۱۰-۷ مسائل مقدار ویژه شعاعی	
۵۲۴	۵-۱۰-۷ پاسخ‌های ضربی، مودهای ارتعاش، و مسائل مقدار اولیه	
۵۲۵	۶-۱۰-۷ معادله لاپلاس درون یک حفره کروی	
۵۳۳	مسائل ناهمگن	۸
۵۳۳	۱-۸ مقدمه	
۵۳۳	۲-۸ جویان گرما با منابع گرمایی و شرایط مرزی ناهمگن	
۵۴۲	۳-۸ روش بسط تابع ویژه با شرایط مرزی همگن (سری‌های دیرانسیل‌پذیر از توابع ویژه)	
۵۵۰	۴-۸ روش بسط تابع ویژه با استفاده از رابطه گرین (با یا بدون شرایط مرزی همگن)	
۵۵۷	۵-۸ غشاهای با ارتعاش تحمیلی و تشدید	
۵۶۹	۶-۸ معادله پواسون	
۵۷۹	۹ تابع گرین برای مسائل مستقل از زمان	
۵۷۹	۱-۹ مقدمه	
۵۸۰	۲-۹ معادله گرمای یک بعدی	
۵۸۶	۳-۹ تابع گرین برای مسائل مقدار مرزی با معادلات دیرانسیل معمولی	
۵۸۶	۱-۳-۹ معادله حرارت حالت پایای یک‌بعدی	
۵۸۸	۲-۳-۹ روش تغییر پارامترها	
۵۹۲	۳-۳-۹ روش بسط توابع ویژه برای توابع گرین	
۵۹۴	۴-۳-۹ تابع دلتای دیراک و رابطه‌اش با توابع گرین	
۶۰۴	۵-۳-۹ شرایط مرزی ناهمگن	
۶۰۶	۶-۳-۹ خلاصه	

۶۱۴	جایگزین فرد هولم و تعمیم توابع گرین	۴-۹
۶۱۴	مقدمه ۱-۴-۹	
۶۱۷	جایگزین فرد هولم ۲-۴-۹	
۶۲۰	توابع تعمیم یافته گرین ۳-۴-۹	
۶۳۱	تابع گرین برای معادله پواسون ۵-۹	
۶۳۱	مقدمه ۱-۵-۹	
۶۳۲	تابع دلتای دیراک چند بعدی و توابع گرین ۲-۵-۹	
۶۳۴	توابع گرین با استفاده از روش بسط تابع ویژه و جایگزین فرد هولم ۳-۵-۹	
۶۳۷	حل مستقیم توابع گرین (توابع ویژه یک بعدی) ۴-۵-۹	
۶۴۰	استفاده از تابع گرین برای مسائل با شرایط مرزی ناممکن ۵-۵-۹	
۶۴۲	تابع گرین در فضای نامتناهی ۶-۵-۹	
۶۴۶	توابع گرین برای نواحی محدود با استفاده از توابع گرین در فضای نامتناهی ۷-۵-۹	
۶۴۷	تابع گرین برای صفحه نیمه نامتناهی ($y > 0$) با استفاده از توابع گرین فضای نامتناهی روش تصاویر ۸-۵-۹	
۶۵۱	توابع گرین برای یک دایره؛ روش تصاویر ۹-۵-۹	
۶۶۳	مسائل مقدار ویژه آشفته ۶-۹	
۶۶۳	مقدمه ۱-۶-۹	
۶۶۳	مثال ریاضی ۲-۶-۹	
۶۶۵	غشای تقریباً دایروی مرتعش ۳-۶-۹	
۶۷۱	خلاصه ۷-۹	
۶۷۳	مسائل دامنه نامتناهی، پاسخ‌های تبدیل فوریه برای معادلات مشتق جزئی ۱۰	

۶۷۳	مقدمه	۱-۱۰
۶۷۴	معادله گرما بر روی دامنه نامتناهی	۲-۱۰
۶۷۹	جفت تبدیل فوریه	۳-۱۰
۶۷۹	۱-۳-۱۰ محرکی از مشخصات سری فوریه	
۶۸۱	۲-۳-۱۰ تبدیل فوریه	
۶۸۳	۳-۳-۱۰ معکوس تبدیل فوریه گوس	
۶۹۴	تبدیل فوریه و معادله گرما	۴-۱۰
۶۹۴	۱-۴-۱۰ معادله گرما	
۷۰۱	۲-۴-۱۰ تبدیل فوریه معادله گرما: تبدیلات مشتقات	
۷۰۴	۳-۴-۱۰ تئوری کانولوشن	
۷۰۷	۴-۴-۱۰ خلاصه‌ای از خواص تبدیل فوریه	
۷۱۱	تبدیلات سینوسی و کسینوسی فوریه: معادله گرما بر روی دامنه نیمه متناهی	۵-۱۰
۷۱۱	۱-۵-۱۰ مقدمه	
۷۱۱	۲-۵-۱۰ معادله گرما بر روی یک بازه نیمه متناهی I	
۷۱۳	۳-۵-۱۰ تبدیلات سینوسی و کسینوسی فوریه	
۷۱۶	۴-۵-۱۰ تبدیلات مشتقات	
۷۱۸	۵-۵-۱۰ معادله گرما بر روی دامنه نیمه متناهی II	
۷۲۰	۶-۵-۱۰ جداول تبدیل فوریه سینوسی و کسینوسی فوریه	
۷۲۶	۶-۱۰ مثال‌هایی با استفاده از تبدیلات	
۷۲۶	۱-۶-۱۰ معادله یک بعدی موج بر روی دامنه نامتناهی	
۷۲۹	۲-۶-۱۰ معادله لاپلاس در یک نوار نیمه متناهی	
۷۳۳	۳-۶-۱۰ معادله لاپلاس در نیم صفحه	
۷۳۸	۴-۶-۱۰ معادله لاپلاس در یک چهارم صفحه	

۷۴۲	۵-۶-۱۰ معادله گرما در یک صفحه (تبدیل فوریه دو بعدی)
۷۴۸	۶-۶-۱۰ جدول تبدیلات فوریه مضاعف
۷۵۵	۷-۱۰ تفرق و معکوس تفرق
۷۶۱	۱۱ توابع گرین برای معادلات موج و گرما
۷۶۱	۱-۱۱ مقدمه
۷۶۲	۲-۱۱ توابع گرین برای معادله موج
۷۶۲	۱-۲-۱۱ مقدمه
۷۶۳	۲-۲-۱۱ فرمول گرین
۷۶۶	۳-۲-۱۱ رابطه تقابل
۷۶۹	۴-۲-۱۱ استفاده از تابع گرین
۷۷۱	۵-۲-۱۱ تابع گرین برای معادله موج
۷۷۱	۶-۲-۱۱ معادله دیفرانسیل جایگزین برای تابع گرین
۷۷۲	۷-۲-۱۱ تابع گرین فضای نامتناهی برای معادله موج یک-بعدی و پاسخ دالامبر
۷۷۶	۸-۲-۱۱ تابع گرین فضای نامتناهی برای معادله سه بعدی موج (اصل هویجنز)
۷۷۸	۹-۲-۱۱ تابع گرین فضای متناهی دوبعدی
۷۷۹	۱۰-۲-۱۱ خلاصه
۷۸۴	۳-۱۱ توابع گرین برای معادله گرما
۷۸۴	۱-۳-۱۱ مقدمه
۷۸۵	۲-۳-۱۱ طبیعت غیر خودالحاقی معادله گرما
۷۸۷	۳-۳-۱۱ فرمول گرین
۷۸۸	۴-۳-۱۱ تابع الحاقی گرین

۷۸۹	۵-۳-۱۱	اصل تقابل
۷۹۰	۶-۳-۱۱	ارائه پاسخ با استفاده از توابع گرین
۷۹۳	۷-۳-۱۱	معادله دیفرانسیل جایگزین برای تابع گرین
۷۹۴	۸-۳-۱۱	تابع گرین فضای نامتناهی برای معادله انتشار
۷۹۵	۹-۳-۱۱	تابع گرین برای معادله گرما (دامنه نیمه‌متناهی)
۷۹۷	۱۰-۳-۱۱	تابع گرین برای معادله گرما (بر روی ناحیه متناهی)
۸۰۳	۱۲	روش مشخصات برای معادلات موج خطی و شبه خطی
۸۰۳	۱-۱۲	مقدمه
۸۰۵	۲-۱۲	مشخصات برای معادلات موج درجه اول
۸۰۵	۱-۲-۱۲	مقدمه
۸۰۶	۲-۲-۱۲	روش مشخصات برای معادلات مشتق جزئی مرتبه اول
۸۱۳	۳-۱۲	روش مشخصات برای معادله موج یک‌بعدی
۸۱۳	۱-۳-۱۲	پاسخ عمومی
۸۱۵	۲-۳-۱۲	مسئله مقدار مرزی (دامنه نامتناهی)
۸۲۱	۳-۳-۱۲	پاسخ دالامبر
۸۲۴	۴-۱۲	ریسمان نیمه‌متناهی و انعکاس
۸۳۲	۵-۱۲	روش مشخصات برای ریسمان مرتعش با طول ثابت
۸۳۷	۶-۱۲	روش مشخصات برای معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی شبه- خطی
۸۳۷	۱-۶-۱۲	روش مشخصات
۸۳۹	۲-۶-۱۲	جریان ترافیک
۸۴۲	۳-۶-۱۲	روش مشخصات ($Q = 0$)

۸۴۷	۴-۶-۱۲ موج شوک	
۸۶۶	۵-۶-۱۲ مثال شبه خطی	
۸۷۴	۷-۱۲ معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی غیرخطی مرتبه اول	
۸۷۴	۱-۷-۱۲ معادله ایکونال بدست آمده از معادله موج	
۸۷۶	۲-۷-۱۲ حل معادله ایکونال در محیط یکنواخت و امواج منعکس شده	
۸۸۰	۳-۷-۱۲ معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی غیرخطی درجه اول	
۸۸۳	۱۳ تبدیل لاپلاس برای حل معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی	
۸۸۳	۱-۱۳ مقدمه	
۸۸۴	۲-۱۳ خواص تبدیل لاپلاس	
۸۸۴	۱-۲-۱۳ مقدمه	
۸۸۶	۲-۲-۱۳ تکنیکی های تبدیل لاپلاس	
۸۹۲	۳-۲-۱۳ تبدیلات مشتقات	
۸۹۳	۴-۲-۱۳ تئوری کانولوشن	
۸۹۸	۳-۱۳ توابع گرین برای مسائل مقدار اولیه برای معادلات دیفرانسیل معمولی	
۹۰۱	۴-۱۳ یک مسئله سیگنال برای معادله موج	
۹۰۶	۵-۱۳ مسئله سیگنال برای یک ریسمان مرتعش با طول متناهی	
۹۱۱	۶-۱۳ معادله موج و تابع گرین آن	
۹۱۵	۷-۱۳ معکوس تبدیلات لاپلاس با استفاده از انتگرال های کانتوری در صفحه مختلط	
۹۲۲	۸-۱۳ حل معادله موج با استفاده از تبدیلات لاپلاس (با متغیرهای مختلط)	

۹۲۷	۱۴ امواج پراکنده شونده: تغییرات آرام، پایداری، غیرخطی بودن و روش‌های آشفتگی
۹۲۷	۱-۴۱ مقدمه
۹۳۰	۲-۱۴ امواج پراکنده شونده و سرعت گروهی
۹۳۰	۱-۲-۱۴ امواج گذرا و رابطه تفرق
۹۳۴	۲-۲-۱۴ سرعت گروهی I
۹۳۹	۳-۱۴ موج‌برها
۹۴۳	۱-۳-۱۴ پاسخ به چشمه‌های متناوب متمرکز با فرکانس ω_f
۹۴۴	۲-۳-۱۴ تابع گرین، اگر مود منتشر شود.
۹۴۶	۳-۳-۱۴ تابع گرین، اگر مود منتشر نشود.
۹۴۷	۴-۳-۱۴ ملاحظات طراحی
۹۴۹	۴-۱۴ فیبرهای نوری
۹۵۶	۵-۱۴ سرعت گروهی II و روش فاز ایستا
۹۵۶	۱-۵-۱۴ روش فاز ایستا
۹۶۰	۲-۵-۱۴ کاربرد برای امواج پراکنده شونده خطی
۹۶۶	۶-۱۴ امواج پراکنده شونده با تغییرات آرام سرعت گروهی و کاستیک‌ها)
۹۶۶	۱-۶-۱۴ تقریب پاسخ معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی پراکنده شونده
۹۷۰	۲-۶-۱۴ تشکیل کاستیک
۹۸۰	۷-۱۴ معادلات پوش موج (عدد موج متمرکز شده)
۹۸۳	۱-۷-۱۴ معادله شرودینگر
۹۸۵	۲-۷-۱۴ معادله خطی شده کورتوج - دو ورز

۹۸۹	۳-۷-۱۴	امواج پراکنده شونده غیرخطی: معادله کورتوج - دو ورز
۹۹۳	۴-۷-۱۴	سولیتون‌ها و معکوس تفرق
۹۹۷	۵-۷-۱۴	معادله غیرخطی شرودینگر
۱۰۰۵	۸-۱۴	پایداری و ناپایداری
۱۰۰۵	۱-۸-۱۴	خلاصه معادلات دیفرانسیل معمولی و تنوری انشعاب
۱۰۱۶	۲-۸-۱۴	مثال ابتدایی از تعادل پایدار برای معادله یک دیفرانسیل مشتق جزئی
۱۰۱۷	۳-۸-۱۴	تعادل ناپایدار معمول برای یک معادله دیفرانسیل مشتق جزئی و تشکیل الگو
۱۰۲۲	۴-۸-۱۴	مسائل بد فرم
۱۰۲۳	۵-۸-۱۴	امواج پراکنده شونده اندکی ناپایدار و معادله مختلط خطی شده <i>Ginzburg - Landau</i>
۱۰۲۷	۶-۸-۱۴	معادله غیرخطی مختلط <i>Ginzburg - Landau</i>
۱۰۳۸	۷-۸-۱۴	ناپایداری‌های امواج بلند
۱۰۴۰	۸-۸-۱۴	تشکیل الگو برای معادلات واکنشی-پخششی و ناپایداری تیورینگ
۱۰۵۰	۹-۱۴	روش‌های آشفتگی منفرد: مقیاس‌های چندگانه
۱۰۵۱	۱-۹-۱۴	معادلات دیفرانسیل معمولی
۱۰۵۶	۲-۹-۱۴	معادله دیفرانسیل معمولی: نوسانگر متغیر آرام
۱۰۶۱	۳-۹-۱۴	معادله دیفرانسیل مشتق جزئی اندکی ناپایدار بر روی دامنه مکانی ثابت
۱۰۶۴	۴-۹-۱۴	محیط متغیر آرام برای معادله موج

- ۱۴-۹-۵ امواج پراکنده‌شونده خطی متغیر آهسته (شامل
۱۰۶۸ اثرات غیر خطی ضعیف)
- ۱۴-۱۰ روش‌های آشفتگی متفرد: روش لایه‌های مرزی از بسط‌های
۱۰۷۶ مجانبی تطبیق یافته
- ۱۴-۱۰-۱ لایه مرزی در یک معادله دیفرانسیل معمولی
۱۰۷۶
- ۱۴-۱۰-۲ پراکندگی آلودگی با انتقال غالب
۱۰۸۴
- پیوست الف: حساب تغییرات
۱۰۹۵
- پیوست ب: بررسی کامل قضیه معکوس لاپلاس و استفاده از آن
۱۱۶۷
- برای حل معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی
- پیوست ج: نگاشت همدیس
۱۲۲۹
- پیوست د: پاسخ برخی از تمرین‌ها
۱۲۹۷
- پیوست ه: جداول و فرمول‌های مهم
۱۳۲۳
- منابع و مراجع
۱۳۲۷
- نمایه
۱۳۳۳
- واژه نامه
۱۳۴۱



پیش گفتار

با استعانت از خدای تبارک و تعالی اقدام به ترجمه و تألیف این مجموعه از مطالب مربوط به ریاضیات مهندسی پیشرفته نمودیم و شکر پروردگار عالمیان که در کف حمایت آقا امام زمان عجل... قادر به اتمام آن شدیم. این کتاب، جدای از ترجمه ۱۴ فصل کتاب "معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی کاربردی - با سری فوریه و مسائل مقدار مرزی" توسط آقای پروفسور ریچارد هیبرمن، حاصل تجربه بیش از ده سال تدریس ریاضیات مهندسی و کاربردی توسط اینجانب در دانشگاه دوک آمریکا و دانشگاه صنعتی امیرکبیر و برآیند مهارت و دانستنی وافر علمی و پژوهشی ممتد همکاران ارجمندم جناب آقایان مهندس محمد فارسی و مهندس فرزاد صفرزاده ملکی می باشد. سه فصل در بخش ضمایم توسط مترجمین تألیف و اضافه گردیده به امید اینکه مفاد درسی مندرج در سیلابس وزارت علوم در رابطه با درس "ریاضیات مهندسی پیشرفته" بطور کامل پوشش داده شود.

کتاب حاضر، ریاضیات مهندسی پیشرفته را بطور کل و حل معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی در حوزه های مهندسی و علوم فیزیکی با روشهای مختلف را بطور اخص مورد بررسی قرار می دهد. این کتاب برای دروس با عناوینی شامل سری فوریه، توابع متعامد یا مسائل مقدار مرزی مناسب بوده و همچنین می تواند در مباحثی بر توابع گرین،

روش‌های تبدیل، کاربرد نگاشت همدیس، حساب تغییرات و روش‌های ریاضی در علوم فیزیکی، مورد استفاده قرار گرفته شود.

در این کتاب، مدل ساده (جریان حرارت، ریسمان مرتعش، پوسته‌ها) مورد تأکید قرار گرفته است. معادلات با دقت بسیار، از اصول فیزیکی که بسیاری از مفاهیم ریاضی را شامل می‌شود، فرمول بندی شده‌اند. اثبات تئوری‌ها (در صورت وجود) بر پایه مثال-های نشان داده شده، بعد از توضیحات ارائه شده است. پاسخ برخی از تمرین‌ها در ادامه آورده شده است. عناوین استاندارد نظیر روش تفکیک متغیرها، سری فوریه یا توابع متعامد و تبدیل‌های فوریه یا توابع متعامد با جزئیات قابل توجه ارائه شده است. روش‌های عددی تفاضل محدود برای معادلات دیفرانسیل جزئی با ژرفایی قابل توجه به دقت آورده شده است. ارائه‌ای مختصری از روش المان محدود نیز فراهم گردیده است.

همچنین، این کتاب ارائه‌ای وسیعی از روش مشخصه برای جریان رفت و آمدی، ارائه می‌نماید. مسائل ناهمگن شامل توابع گرین برای لاپلاس، حرارت و معادلات موج با دقت بسیار معرفی شده‌اند. تعداد زیادی از عناوین شامل دیفرانسیل و انتگرال سری فوریه، مقادیر ویژه استورم لیوویل و چند بعدی خارج قسمت رابلی، توابع بسل برای یک غشای دایروی مرتعش و چند جمله‌ای لژاندر برای مسائل کروی در این کتاب آمده است. برخی از مفاهیم انتخابی پیشرفته نیز در این کتاب منظور شده است (بطور مثال بسط مجانبی، مقادیر ویژه بزرگ، محاسبه فرکانس‌های آشفته با استفاده از پیشنهاد فردهلم، شرایط پایداری برای روش تفاضل محدود و تفرق مستقیم و معکوس). کاربردها شامل لیفت و درگ مرتبط با جریان سیال گذرنده از یک سیلندر دایروی، قانون اسنل انکسار برای امواج صوت و نور، استخراج معادله ایکونال از معادله موج و فیبر نوری مختصراً توضیح داده شده است.

سه فصل مندرج در بخش ضعائم بطور ویژه‌ای به تشریح حساب تغییرات، قضیه معکوس تبدیل لاپلاس و نگاشت همدیس پرداخته و کاربرد این روش‌ها را در حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای با مثال‌های متعدد مورد تحلیل قرار می‌دهد.

پیش نیازهای این کتاب برای استفاده کنندگان ریاضیات و معادلات دیفرانسیل مقدماتی معمول است (این موارد اغلب در صورت لزوم یادآوری شده‌اند)

برای دانشجویان مبتدی مواد درسی پایه برای یک دوره معمول، شامل بیشتر فصول ۱ تا ۵ و فصل ۷ می‌باشد. این مفاهیم معمولاً با اندکی از سایر فصول تکمیل خواهد شد، زیرا که اغلب، فصول ۶ تا ۱۳ تنها به فصول ۱ تا ۵ وابسته هستند. این کتاب قابلیت تغییر برای تدریس توسط اساتید را دارا می‌باشد.

فصل ۱۱ درباره توابع گرین برای معادله حرارت یک استثناء بوده و نیازمند مطالعه فصول ۹ و ۱۰ می‌باشد.

فصل ۱۴ پیشرفته تر بوده، امواج پراکنده خطی و غیر خطی، پایداری و روش‌های آشفتگی را بحث می‌کند این فصل برای دانشجویان قوی دوره لیسانس، جامع و در دسترس می‌باشد. سرعت گروهی و معادلات پوش برای امواج پراکنده خطی که کاربردهای شامل کاستیک و نگین کمان دارند، مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. امواج آشفته غیر خطی شاما ارائه مقدمه‌ای از سولیتون‌ها برای معادله موج غیرخطی ضعیف طولانی کورتوگ-دوریز و معادله پوش ضعیف غیرخطی مورد بحث قرار گرفته است. به‌علاوه پدیده ناپایداری و انشعاب برای معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی و نیز روش‌های آشفتگی بحث گردیده است (چند مقیاسی و مسائل لایه مرزی). در فصل ۱۴، تلاش شده است تا اهمیت مطالعه همزمان معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی در زمینه مسائل فیزیکی نشان داده شود.

در بخش (الف) ضmann، مجموعه موضوعات بسیار مهم حساب تغییرات همزمان با نمونه‌هایی از کاربردهای بیشمار آن آورده شده است. در همین راستا و بر اساس مفاهیم حساب تغییرات، روش‌های تقریبی ریتز و کانتارویچ مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند و مثال‌های متعددی از مثال‌های یک بعدی و دو بعدی آنها ارائه می‌گردد.

در بعضی از فصول قبل، هنگام حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای برای بازه‌های نیمه متناهی و نامتناهی از تبدیلات لاپلاس استفاده شده ولی پاسخ‌های انتگرالی در پایان کار قابل حل نبوده و رها گردیدند.

در بخش (ب) ضmann، ضمن یادآوری بسیاری از مفاهیم و قضایای مربوطه به توابع مختلط و انتگرال‌های آن، روش باقی مانده بطور مشروح تشریح گردیده و مثال‌های فراوانی برای کاربرد آن در ارزیابی انتگرال‌های معکوس تبدیل لاپلاس ارائه گردیده‌اند. بخش (ج) ضmann، به معرفی و بررسی انواع نگاشت‌ها و بطور اخص نگاشت همدیس تخصیص داده شده است. بر اساس این مفاهیم و قضایا، مثال‌های کاربردی فراوانی از نگاشت همدیس برای حل معادلات لاپلاس چه از نوع دیریکله و چه از نوع نویمان ارائه گردیده است. مضافاً اینکه، استفاده از فرمول انتگرالی پواسون برای حل معادلات لاپلاس در نیم صفحه بالایی و درون دایره بطور مشروح توصیف گردیده و مثال‌های کاربردی فراوانی آورده شده است.

در نهایت، جای امیدواری است که این کتاب خواننده را قادر سازد تا از مطالعه رابطه بین ریاضیات و علوم فیزیکی استفاده لازم را برده و از لذت کافی بهره‌مند باشد. مترجمان به نحو شایسته‌ای از کمک‌های بی‌دریغ و خستگی ناپذیر بسیاری از دوستان گرامی و عزیز که در به ثمر رساندن این کتاب نهایت همکاری را مبذول داشته قدردانی نموده و بطور اخص از آقایان مهندس محمد امین فیضی چکاب و آرشام رئیسی نژاد تشکر ویژه‌ای بعمل می‌آورند. همچنین فرصت را مغتنم شمرده از مسئولان محترم انتشارات دانشگاه امیرکبیر به ویژه جناب آقایان مهندس بهنام، مهندس اکبرزاده و سرکارخانم ملکی که از آغاز تا انتها ما را یاری نمودند سپاسگزاری نموده و یاد و خاطره مرحوم جناب آقای دکتر اسفندیاری را گرامی می‌داریم.

تابستان ۱۳۹۰

پرویز قدیمی، دانشیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر

محمد فارسی

فرزام صفرزاده ملکی