

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



ریاضی عالی مهندسی

تالیف و تدوین:

دکتر امید رضائی فر، دکتر محمد ایمان خداکرمی

(اعضای هیأت علمی دانشگاه سمنان)

محتشم خان احمدی

(دانشجوی دکتری مهندسی عمران دانشگاه سمنان)

سرشناسه	رضایی فر، امید، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	ریاضی عالی مهندسی / مولفان امید رضایی فر، محمدایمان خداکرمی، محتشم خان احمدی
مشخصات نشر	سمنان: دانشگاه سمنان، انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۷۰۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-600-8424-90-1 وضعیت فهرست نویسی: فیا
موضوع	ریاضیات مهندسی -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	Engineering mathematics -- Study and teaching (Higher)
موضوع	ریاضیات مهندسی -- آزمون ها و تمرین ها (عالی)
موضوع	Engineering mathematics -- Examinations, questions, etc. (Higher)
موضوع	ریاضیات مهندسی -- مسائل، تمرین ها و غیره (عالی)
موضوع	Engineering mathematics -- Problems, exercises, etc. (Higher)
شناسه افزوده	خان احمدی، محتشم، ۱۳۶۹ - شناسه افزوده: خداکرمی، محمد ایمان، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	دانشگاه سمنان. انتشارات رده بندی کنگره: TA۳۲۲/۵
رده بندی دیوید	۶۲۰/۰۰۱۵۱۰۷۶ شماره کتابشناسی ملی: ۵۸۹۵۵۱۲



ریاضی عالی مهندسی

- تألیف و تدوین: دکتر امید رضایی فر، دکتر محمد ایمان خداکرمی - محتشم خان احمدی
- نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۳۹۸
- طرح جلد: اسماعیل شجاعی
- ناشر: انتشارات دانشگاه سمنان
- شمارگان: ۲۰۰ جلد
- قیمت: ۱۰۵/۰۰۰ تومان



شابک:

حق چاپ محفوظ و متعلق به انتشارات دانشگاه سمنان می باشد.

مراکز پخش: سمنان: روبروی پارک سوکان - پردیس شماره ۱ - انتشارات دانشگاه سمنان - تلفن: ۰۲۳۳۴۶۵۴۱۴۲ و ۰۲۳۳۱۵۳۲۲۷۰.

وب سایت: www.press.semnan.ac.ir

تهران: میدان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین - پلاک ۹ - تلفن: ۰۲۱۶۶۹۶۶۱۱۴ - انتشارات سیمای دانش

مقدمه

در جایگاه یک مهندس باید پذیرفت که طراحی از کارهای اصلی یک مهندس است و شرط لازم یک طراحی مهندسی، تحلیل مهندسی است. برای یک تحلیل مهندسی جنبه‌های مختلفی از جمله ساختمان و مطالعه‌ی موردی مدل‌ها، مدل‌سازی‌های نرم‌افزاری و آزمایشگاهی را می‌توان در نظر گرفت که در همه‌ی این تحلیل‌ها، بی‌شک ریاضیات به عنوان ابزاری قدرتمند در اختیار ما است و به کمک آن عوامل نامربوط حذف می‌شوند و متغیرهای اثرگذار یا اثرپذیر در مطالعه‌مان بایرجا می‌مانند. از روی رفتار این متغیرها است که یک تحلیل مهندسی صورت می‌گیرد با توجه به اهمیت اثرات نیروی‌های دینامیکی بر یک سازه‌ی مهندسی مانند نیروی زلزله، ضربه و ... مدل‌سازی این مسائل، تحت نیروهای واداشته به معادلاتی ختم می‌شوند که در آن تابعی یا تابعی مدیول است که در واقع، این توابع رفتار سازه‌ی ما تحت اثر این نیروها هستند و اغلب، مدل‌سازی‌های مهندسی به معادلاتی با مفهوم تغییرات آتی متغیر اثرپذیر یا اثرگذار ختم می‌شوند. در این کتاب سعی شده است که مفاهیم مربوط به معادلات دیفرانسیل و تکنیک‌های حل آن را با یک دید مهندسی ارائه کنیم و راه کارهایی که یک مهندس نیاز دارد تا بتواند به کمک آن مسائل، چیدگی‌های غیر ضروری خارج کند و به صورت زبان ریاضیاتی ساده نمایش دهد. این کتاب با این دیدگاه که در اغلب مسائل مطرح در مهندسی به دنبال طیف پاسخ‌های ارتعاشی یا تغییر شکل‌ها (اسکل‌پذیری) هستیم می‌تواند مورد استقبال دانشجویان رشته‌های مهندسی عمران (گرایش‌های سازه و زلزله) و مهندسی مکانیک و نیز دانشجویان مهندسی عمران معادلات دیفرانسیل و مخابراتی باشد. تلاش گردآورندگان بر آن بوده است که مجموعه‌ای از مفاهیم و روابط ریاضیاتی جمع‌آوری نمایند با اهمیت و جایگاه این شاخه‌ی مهم از علم را که حاصل تلاش‌های دانشمندان بزرگ در طول تاریخ بشر می‌باشد، به صورت کاربردی در مهندسی نشان دهند و به این نکته اشاره نمایند که ریاضیات نه تنها یک ابزار قدرتمند جهت تحلیل‌های مهندسی است بلکه مهم‌تر از این مفهوم، ریاضیات روشی سودمند برای یک تفکر مهندسی و به تبع آن یک قضاوت مهندسی در تحلیل‌ها می‌باشد.

عمده‌ی مطالب مجموعه‌ی حاضر در این کتاب از کتاب‌های ریاضی مهندسی، مشرفه تألیف اروین کرپزیک، ریاضی مهندسی پیشرفته تألیف آلن جفری و کتاب معادلات دیفرانسیل و کاربردها تألیف جورج بایسون می‌باشد. تدوین‌کنندگان این مجموعه ضمن استقبال از نقطه نظرها و پیشنهادهای سازنده از کلیه صاحب‌نظران، می‌خواهند بجا این مجموعه گامی هر چند کوچک در زمینه‌ی ارتقاء سطح دانش ریاضیات در بین رشته‌های مهندسی را داشته باشند. لازم به ذکر می‌باشد که این اثر نیز مانند بسیاری دیگر خالی از ایراد نمی‌باشد و لذا، از خواننده‌ی کتاب انتظار می‌رود که سیاهات و کاستی‌ها را در جهت بهبود کیفیت چاپ‌های آتی یادآوری نمایند.

در آخر گردآورندگان این مجموعه بر خود لازم می‌دانند که از معاونت پژوهشی دانشگاه سمنان، در جهت چاپ و انتشار کتاب همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

امید رضائی فر، محمد ایمان خداکرمی

محتشم خان احمدی

فهرست مطالب

فصل ۱

معادلات دیفرانسیل مرتبه‌ی اول

۱۱	۱-۱- مقدمه و تعاریف
۱۲	۱-۱-۱- معرفی معادلات با مشتق‌های جزئی
۱۳	۱-۱-۲- مرتبه و درجه معادلات دیفرانسیل معمولی
۱۳	۱-۱-۳- پاسخ‌های معادله‌ی دیفرانسیل مرتبه‌ی اول
۱۶	۱-۱-۴- مدل‌سازی کاربردهای فیزیکی و هندسی
۲۰	۱-۲- معادلات دیفرانسیل با ضرایب متغیر
۲۴	۱-۲-۱- مدل‌سازی، معادلات جدایی‌پذیر
۳۲	۱-۴- تحویل به شکل جدایی‌پذیر (معادلات دیفرانسیل همگن)
۳۵	۱-۵- معادلات دیفرانسیل کامل
۳۹	۱-۶- عامل‌های انتگرال‌گیری
۴۲	۱-۷- معادلات دیفرانسیل خطی (مرتبه‌ی اول)
۴۹	۱-۸- مدل‌سازی مدارهای الکتریکی
۵۵	۱-۹- خانواده‌های منحنی‌ها، مسیرهای قائم
۶۲	۱-۱۰- جواب‌های تقریبی (میدان‌های هادی، روش تکراری بیکارد)
۶۲	۱-۱۰-۱- روش‌های میدان‌های هادی
۶۳	۱-۱۰-۲- روش تکراری بیکارد
۶۳	۱-۱۱- وجود و یکنایی جواب‌ها

فصل ۲

معادلات دیفرانسیل خطی

۷۵	۲-۱- مقدمه و تعاریف
۷۵	۲-۲- معادلات دیفرانسیل خطی همگن مرتبه‌ی دوم
۷۸	۲-۳- معادلات دیفرانسیل همگن با ضرایب ثابت
۸۱	۲-۴- جواب عمومی و مسئله‌ی مقدار اولیه
۸۳	۲-۴-۱- روش کاهش مرتبه
۸۵	۲-۵- ریشه‌های حقیقی، مختلط و مضاعف معادله‌ی مشخصه
۹۱	۲-۶- عملگرهای دیفرانسیل
۹۳	۲-۷- مدل‌سازی نوسانات آزاد
۱۰۳	۲-۸- معادله‌ی دیفرانسیل اویلر-کوشی

معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه‌ی بالا

۱-۳-۱- مقدمه	۱۰۷
۲-۲- معادلات دیفرانسیل خطی همگن	۱۰۷
۱-۳-۲- معادله‌ی دیفرانسیل خطی همگن، قاعده‌ی برهم‌نهی جوابها	۱۰۷
۲-۳-۲- وابستگی و استقلال خطی جوابها	۱۰۸
۳-۲-۳- مسئله‌ی مقدار اولیه، وجودی و یکتایی	۱۰۹
۳-۳- معادلات دیفرانسیل خطی همگن مرتبه‌های بالاتر با ضرایب ثابت	۱۱۱
۳-۴- معادلات دیفرانسیل خطی ناهمگن	۱۱۴
۱-۳-۴- روش ضرایب نامعین	۱۱۵
۲-۳-۴- روش تغییر بارامترها	۱۱۸
۳-۴-۳- کاربرد معادلات خطی، تیر الاستیک	۱۲۰

فصل ۴

دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل

۱-۴- مقدمه و تعاریف	۱۲۵
۲-۴- دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل همبسته و ناهمبسته مرتبه‌ی اول	۱۲۸
۱-۴-۲- روش‌های جواب‌های یک دستگاه معادلات 2×2	۱۲۹
۲-۴-۲- وابستگی یا استقلال خطی جواب‌های یک دستگاه	۱۳۰
۳-۴-۲- دستگاه‌های 2×2 خطی همگن با ضرایب ثابت	۱۳۱
۴-۴-۲- دستگاه‌های خطی ناهمگن 2×2 با ضرایب ثابت	۱۳۶
۵-۴-۲- روش تغییر بارامترها	۱۳۷
۳-۴- دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل خطی و روش‌ها	۱۴۰
۱-۴-۳- شکل ماتریسی دستگاه‌های معادلات خطی همگن و حل ماتریسی	۱۴۰
۲-۴-۳- دستگاه‌های خطی ناهمگن	۱۴۱
۳-۴-۳- حل دستگاه معادلات خطی به کمک عملگر D	۱۴۳
۴-۴- معادلات دیفرانسیل و دستگاه‌های معادلاتی مرتبه‌ی اول	۱۴۷

فصل ۵

پاسخ معادلات دیفرانسیل به صورت سری

۱-۵- مقدمه	۱۵۱
۲-۵- روش سری توانی	۱۵۱
۳-۵- نظریه‌ی روش سری توانی	۱۵۵
۱-۵-۳- باره‌ی همگرایی، شعاع همگرایی	۱۵۶
۲-۵-۳- اعمال روی سری‌های توانی	۱۵۷
۴-۵- توابع تحلیلی، نقاط عادی و تکین و پاسخ‌ها در مجاورت این نقاط	۱۶۰
۱-۵-۴- توابع تحلیلی	۱۶۰
۲-۵-۴- نقاط عادی و نقاط تکین	۱۶۱
۵-۵- معادله‌ی دیفرانسیل لزاندر	۱۶۸

۱۷۰	۵-۵-۱- چندجمله‌ای‌های لزاندر
۱۷۳	۵-۶- معادله‌ی بسط توابع نوع اول
۱۷۵	۵-۶-۱- تابع گاما
۱۷۸	۵-۶-۲- تابع بسط مرتبه‌ی ۱، نوع اول و نوع دوم
۱۸۴	۵-۶-۳- ویژگی‌های توابع بسط
۱۸۸	۵-۷- معادله‌ی دیفرانسیل فوق هندسی گاوس
۱۹۳	۵-۸- معادله‌ی دیفرانسیل هرمیت
۱۹۴	۵-۸-۱- چندجمله‌ای‌های هرمیت

فصل ۶

نظریه‌ی نوسان و مسائل مقدار مرزی استورم-لیوویل

۱۹۵	۶-۱- مقدمه و مفاهیم
۲۰۰	۶-۲- قضیه‌ی بنیادی استورم
۲۰۳	۶-۳- مقادیر ویژه، توابع ویژه و مرتبه‌ی مرتعش
۲۱۰	۶-۴- مسائل منظم استورم-لیوویل

فصل ۷

تبدیلات لایلاس

۲۱۵	۷-۱- مقدمه و مفاهیم
۲۱۸	۷-۲- نظریه‌ی لایلاس
۲۲۱	۷-۳- کاربرد تبدیلات لایلاس در معادلات دیفرانسیل
۲۲۶	۷-۴- مشتق و انتگرال تبدیل لایلاس
۲۳۰	۷-۵- کانولوشن و مسئله‌ی مکانیکی آبل
۲۳۵	۷-۶- تبدیل لایلاس و مسائل مقدار مرزی در مهندسی عمران
۲۳۵	۷-۶-۱- تابع دلتای دیراک
۲۳۷	۷-۶-۲- خیز قائم تیر الاستیک

فصل ۸

معادلات دیفرانسیل غیرخطی

۲۴۱	۸-۱- دستگاه‌های خودگردان، صفحه‌ی فاز و پدیده‌های آن
۲۴۶	۸-۲- انواع نقاط بحرانی، پایداری
۲۵۳	۸-۳- نقاط بحرانی و پایداری در دستگاه‌های خطی
۲۶۲	۸-۴- بررسی پایداری با روش مستقیم لیاپونوف
۲۶۷	۸-۵- نقاط بحرانی ساده‌ی دستگاه‌های غیرخطی
۲۷۴	۸-۶- مکانیک غیرخطی و دستگاه‌های پایستار
۲۷۹	۸-۷- پاسخ‌های دوره‌ای قضیه‌ی پوانکاره - بندیکسون

فصل ۹

سری‌های فوریه

۲۸۹	۹-۱- مقدمه و تعاریف
۲۸۹	۹-۱-۱- تابع متناوب

۳۹۳	۹-۱-۲- تابع تکه‌ای هموار
۳۹۵	۹-۲- سری‌های فوریه
۳۹۵	۹-۲-۱- فرمول‌های اویلر برای تعیین ضرایب سری فوریه
۳۹۹	۹-۲-۲- همگرایی و مجموع سری‌های فوریه‌ی توابع
۳۰۲	۹-۳- توابع با دوره‌ی تناوب دلخواه
۳۰۵	۹-۴- سری فوریه‌ی توابع زوج و فرد، تبدیلات فوریه و کاربردها
۳۰۵	۹-۴-۱- توابع زوج، فرد و سری فوریه‌ی این توابع
۳۰۹	۹-۴-۲- تبدیلات فوریه‌ی محدود، حل معادلات دیفرانسیل جزئی
۳۱۴	۹-۵- بسط‌های نیم‌دائره‌ای
۳۱۷	۹-۶- فرم نمایی سری‌های فوریه
۳۲۰	۹-۷- سری‌های فوریه‌ی تابع دو متغیره
۳۲۳	۹-۸- مشتق سری و انتگرال‌گیری از جمله به جمله‌ی سری‌های فوریه
۳۲۷	۹-۹- مثال‌های حل شده از سری‌های فوریه

فصل ۱۰

انتگرال‌های فوریه

۳۴۲	۱۰-۱- مقدمه و مفاهیم
۳۴۷	۱۰-۱-۱- انتگرال‌های کسینوسی و سینوسی فوریه
۳۴۷	۱۰-۱-۲- محاسبه‌ی انتگرال‌ها
۳۴۹	۱۰-۲- تبدیل فوریه‌ی کسینوسی و تبدیل فوریه‌ی سینوسی
۳۵۰	۱۰-۲-۱- تبدیل فوریه‌ی کسینوسی
۳۵۰	۱۰-۲-۲- تبدیل فوریه‌ی سینوسی
۳۵۱	۱۰-۲-۳- خطی بودن تبدیلات فوریه‌ی انتگرالی توابع
۳۵۳	۱۰-۳- تبدیل فوریه
۳۵۳	۱۰-۳-۱- شکل مختلط انتگرال فوریه
۳۵۴	۱۰-۳-۲- تبدیل فوریه
۳۵۷	۱۰-۳-۳- بی‌چسب توابع

فصل ۱۱

معادلات دیفرانسیل جزئی مرتبه‌ی اول

۳۶۰	۱۱-۱- مقدمه
۳۶۰	۱۱-۲- معادلات دیفرانسیل جزئی خطی
۳۶۶	۱۱-۳- معادلات دیفرانسیل جزئی شبه خطی (لاگرانژی)
۳۶۸	۱۱-۳-۱- حل معادلات جزئی لاگرانژی
۳۷۲	۱۱-۴- معادلات دیفرانسیل جزئی غیرخطی

فصل ۱۲

معادلات دیفرانسیل جزئی خطی و مسائل مقدار مرزی - مقدار اولیه

۳۷۶	۱۲-۱- مقدمه
۳۷۶	۱۲-۲- معادلات دیفرانسیل خطی همگن در میدان‌های کران‌دار

۳۷۷	۱-۲-۱۲- اصل همایش پاسخ‌های معادلات
۳۷۸	۲-۲-۱۲- تار مرتعش، معادله‌ی موج یک بعدی
۳۸۰	۲-۲-۱۲- رویه‌ی مرتعش، معادله‌ی موج دو بعدی
۳۸۲	۲-۲-۱۲- امواج جابه‌جایی در مواد الاستیک
۳۸۴	۲-۲-۱۲- انتقال حرارت
۳۸۵	۲-۲-۱۲- معادله‌ی لاپلاس درون مستطیل
۳۸۶	۲-۲-۱۲- تیر مرتعش
۳۸۷	۲-۲-۱۲- انتقال حرارت سه بعدی
۳۸۸	۲-۲-۱۲- روش حل جداسازی
۳۹۳	۲-۲-۱۲- معادله‌ی لاپلاس در مختصات قطبی، مسائل دیریکله، انتگرال بواسن
۳۹۸	۲-۲-۱۲- معادله‌ی لاپلاس سه بعدی
۳۹۹	۲-۲-۱۲- دلفی، لاپلاس در مختصات کروی
۴۰۳	۲-۲-۱۲- معادلات دیفرانسیل خطی ناهمگن در میدان‌های کران‌دار
۴۰۳	۲-۲-۱۲- معادله‌ی موج یک بعدی ناهمگن
۴۰۸	۲-۲-۱۲- استفاده از تبدیلات فوریه در حل معادلات جزئی ناهمگن
۴۰۹	۲-۲-۱۲- استفاده از تبدیلات لاپلاس در حل معادلات دیفرانسیل جزئی
۴۱۱	۲-۲-۱۲- معادله‌ی بواسن
۴۱۲	۲-۲-۱۲- روش حساب تغییراتی
۴۱۸	۲-۲-۱۲- معادلات دیفرانسیل جزئی در میدان‌های بی‌کران
۴۱۸	۲-۲-۱۲- معادله‌ی موج یک بعدی همگن در میدان‌های بی‌کران
۴۱۹	۲-۲-۱۲- معادله‌ی موج یک بعدی ناهمگن در میدان‌های بی‌کران
۴۲۰	۲-۲-۱۲- استفاده از تبدیلات فوریه‌ی انتگرالی
۴۲۰	۲-۲-۱۲- معادلات دیفرانسیل جزئی خطی مرتبه‌ی دوم دو متغیره با ضرایب متغیر
۴۲۴	۲-۲-۱۲- معادلات دیفرانسیل جزئی خطی مرتبه‌ی دوم دو متغیره با ضرایب ثابت

فصل ۱۳

حساب تغییرات

۴۲۷	۱-۱۳- مقدمه
۴۲۹	۲-۱۳- معادله‌ی دیفرانسیل اولی‌ر برای تابع اکسترمال
۴۲۸	۳-۱۳- مسائل هم‌بیرامونی
۴۳۸	۱-۳-۳- شرایط لاگرانژی
۴۳۹	۲-۳-۳- شرایط جانبی انتگرالی
۴۴۳	۳-۳-۳- شرایط جانبی متناهی
۴۴۶	۴-۱۳- اصل همیلتون و نتایج آن
۴۴۶	۱-۴-۱۳- اصل همیلتون
۴۴۹	۲-۴-۱۳- معادلات لاگرانژ
۴۵۱	۳-۴-۱۳- مسائل تغییراتی در مورد انتگرال‌های دوگانه

آنالیز مختلط

۴۵۵	۱۴-۱- مقدمه
۴۵۵	۱۴-۲- اعداد مختلط
۴۵۶	۱۴-۲-۱- تساوی اعداد مختلط
۴۵۶	۱۴-۲-۲- جمع و ضرب اعداد مختلط
۴۵۷	۱۴-۲-۳- مزدوج اعداد مختلط
۴۵۸	۱۴-۲-۴- نمایش قطبی اعداد مختلط
۴۶۱	۱۴-۲-۵- نامساوی مثلثی
۴۶۲	۱۴-۲-۶- تقسیم اعداد مختلط در مختصات قطبی
۴۶۴	۱۴-۲-۷- توان صحیح اعداد مختلط، فرمول دموآور
۴۶۵	۱۴-۲-۸- ریشه های عدد مختلط
۴۷۰	۱۴-۳- منحنی ها و نواحی در صفحه مختلط
۴۷۰	۱۴-۳-۱- دایره ها و قرص ها
۴۷۲	۱۴-۳-۲- نیم صفحه ها
۴۷۲	۱۴-۳-۳- مفاهیم مربوط به مجمرها در صفحه مختلط
۴۷۴	۱۴-۴- حد و مشتق گیری از توابع مختلط
۴۷۴	۱۴-۴-۱- تابع مختلط
۴۷۵	۱۴-۴-۲- حد و پیوستگی
۴۷۶	۱۴-۴-۳- مشتق
۴۷۸	۱۴-۴-۴- توابع تحلیلی
۴۸۰	۱۴-۵- معادلات کوشی-ریمان
۴۸۴	۱۴-۵-۱- معادله ی لاپلاس، توابع همساز
۴۸۷	۱۴-۶- تابع نمایی مختلط
۴۸۹	۱۴-۷- توابع مثلثاتی، توابع هایپربولیک
۴۸۹	۱۴-۷-۱- توابع مثلثاتی مختلط
۴۹۲	۱۴-۷-۲- توابع هایپربولیک مختلط
۴۹۳	۱۴-۸- لگاریتم و توان عمومی
۴۹۳	۱۴-۸-۱- لگاریتم طبیعی مختلط
۴۹۵	۱۴-۸-۲- توان عمومی مختلط
۴۹۷	۱۴-۹- نگاشت
۴۹۸	۱۴-۹-۱- نگاشت با توابع خاص
۵۰۱	۱۴-۹-۲- نگاشت همدیس
۵۰۳	۱۴-۹-۳- تبدیلات کسری خطی

۵۰۶	۱۴-۹-۴- تبدیلات کسری خطی خاص
۵۱۰	۱۴-۹-۵- نگاشت با دیگر توابع
۵۱۴	۱۴-۹-۶- سطوح ریمان
۵۲۰	۱۴-۱۰- انتگرال‌های مختلط
۵۲۰	۱۴-۱۰-۱- انتگرال روی خط در صفحه مختلط
۵۲۳	۱۴-۱۰-۲- دو روش انتگرال‌گیری
۵۲۷	۱۴-۱۰-۳- قضیه انتگرال کوشی
۵۳۴	۱۴-۱۰-۴- وجود انتگرال نامعین
۵۳۵	۱۴-۱۰-۵- فرمول انتگرال کوشی
۵۳۹	۱۴-۱۰-۶- مشتق‌های تابع تحلیلی
۵۴۸	۱۴-۱۱- کاربردهای آلیز مختلط در نظریه پتانسیل
۵۴۸	۱۴-۱۱-۱- میدان‌های الکترواستاتیک
۵۵۱	۱۴-۱۱-۲- کاربرد نگاشت هم‌بسته
۵۵۵	۱۴-۱۱-۳- مسائل گرایی
۵۵۸	۱۴-۱۱-۴- جریان سیال
۵۶۲	۱۴-۱۱-۵- انتگرال پوانس
۵۶۵	۱۴-۱۱-۶- خواص عمومی توابع همبسته

فصل ۱۵

سری توانی، سری تیلور، سری لوران و حساب ماتریس

۵۷۷	۱۵-۱- مقدمه
۵۷۷	۱۵-۲- دنباله‌ها، سری‌ها و آزمون‌های همگرایی
۵۷۷	۱۵-۲-۱- دنباله‌ها، همگرایی و واگرایی
۵۷۹	۱۵-۲-۲- سری‌ها، همگرایی و واگرایی
۵۸۱	۱۵-۲-۳- آزمون‌های همگرایی و واگرایی سری‌ها
۵۸۶	۱۵-۳- سری‌های توانی
۵۸۶	۱۵-۳-۱- همگرایی سری‌های توانی
۵۸۷	۱۵-۳-۲- شعاع همگرایی سری‌های توانی
۵۸۹	۱۵-۳-۳- بسط سری توانی توابع
۵۹۰	۱۵-۳-۴- جمع، تفریق و ضرب جمله به جمله سری‌های توانی
۵۹۰	۱۵-۳-۵- مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری جمله به جمله سری‌های توانی
۵۹۴	۱۵-۴- سری تیلور، سری مک‌لارین
۵۹۷	۱۵-۴-۱- سری تیلور برخی توابع مهم
۶۰۳	۱۵-۵- همگرایی یکنواخت
۶۰۴	۱۵-۵-۱- سری یکنوا همگرا
۶۰۵	۱۵-۵-۲- خواص سری‌های همگرای یکنوا

۶۰۹	 ۱۵-۵-۳- آزمون M و ابرشتراس برای همگرایی یکنواخت
۶۱۳	 ۱۵-۶- سری لوران
۶۱۵	 ۱۵-۶-۱- سری لوران، دیگر روش‌ها
۶۲۰	 ۱۵-۷- انتگرال گیری به روش مانده‌ها
۶۲۰	 ۱۵-۷-۱- نقاط تکین و صفرها
۶۲۲	 ۱۵-۷-۲- حساب مانده‌ها
۶۲۳	 ۱۵-۷-۳- قضیه مانده‌ها
۶۲۶	 ۱۵-۷-۴- انتگرال‌های توابع گویای سینوسی و کسینوسی
۶۲۷	 ۱۵-۷-۵- انتگرال‌های ناسره‌ی توابع گویا
۶۳۰	 ۱۵-۷-۶- انتگرال‌های فوریه
۶۳۳	 مراجع
۶۳۵	 پیوست‌ها
۶۹۹	 فهرست نمایه