

مبانی آنالیز عددی

اسمعیل بابلیان



انتشارات فاطمی
www.fatemi.ir

مبانی آنالیز عددی

مؤلف: اسمعیل بابلیان

ویراستار: بردیا حسام

ناشر: انتشارات فاطمی

چاپ اول، ۱۳۹۲

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۱۸-۷۵۶-۹

ISBN 978-964-318-756-9

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه قیمت: ۱۴۵۰۰ تومان

آماده‌سازی پیش از چاپ: واحد تولید انتشارات فاطمی

- مدیر تولید: فرید مصباحی

- طراح جلد: علی ابوالحسنی

- حروفچینی و صفحه‌بندی (TEX-پارسی): اعظم وکلی، زهره امینی

- نمونه‌خوان: مهدیه‌السادات عامل‌ابراهیمی

- نظارت بر چاپ: علی محمدپور

لیتوگرافی: نقش سبز

چاپ و صحافی: خاشع

کلیه حقوق برای انتشارات فاطمی محفوظ است. تکثیر، انتشار و ذخیره‌سازی تمام یا بخشی از این اثر به هر شکل (چاپی، الکترونیکی و...) و با هر هدف بدون مجوز از ناشر، غیرقانونی و قابل پیگرد است.

نشانی دفتر: تهران، میدان دکتر فاطمی، خیابان جویبار، خیابان میرهادی، شماره ۱۴

تلفن: ۸۸۹۴۵۵۴۵ (۲۰ خط) • www.fatemi.ir • info@fatemi.ir

نشانی فروشگاه: خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، تقاطع شهدای ژاندارمری

تلفن: ۶۶۹۶۱۷۲۸



بابلیان، اسمعیل، ۱۳۲۵-

مبانی آنالیز عددی / مؤلف اسمعیل بابلیان؛ ویراستار بردیا حسام. - تهران: فاطمی، ۱۳۹۲.

شش، ۲۶۵ص: مصور، جدول، نمودار.

ISBN 978-964-318-756-9

فیبا.

کتابنامه.

۱. آنالیز عددی -- راهنمای آموزشی (عالی). ۲. آنالیز عددی -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی).

۵۱۸/۰۷۶

۸م ۲۹۷/ QA

۱۳۹۲

۳۱۸۶۶۲۷

کتابخانه ملی ایران

فهرست

پیشگفتار

پنج

فصل ۱ خطاها

۱

۱-۱ منشأهای خطا

۱

۲-۱ نمایش اعداد

۳

۳-۱ بسط اعداد در مبنای ۲

۶

۴-۱ ارقام بامعنا

۱۵

۵-۱ انواع خطا

۱۸

۶-۱ ارقام بامعنای درست تقریب

۲۳

۷-۱ تولید و انتشار خطا

۲۹

۸-۱ پایداری عددی و مسائل خوش‌وضع

۳۹

۹-۱ خطای محاسبه توابع

۴۳

فصل ۲ حل عددی معادلات غیرخطی

۴۸

۱-۲ یک مسئله کاربردی

۴۸

۲-۲ تعیین تعداد و محل تقریبی ریشه‌های $f(x) = 0$

۵۰

۳-۲ تعیین ریشه‌ها با دقت مطلوب

۵۶

۴-۲ روش نیوتن

۸۱

۵-۲ تعیین ریشه‌های تکراری

۸۹

۶-۲ تعیین ریشه‌های معادلات چندجمله‌ای

۹۶

فصل ۳ حل عددی دستگاه معادلات خطی و غیرخطی

۱۰۴

۱-۳ دستگاه‌های بالامثلی

۱۰۵

۱۰۵	۲-۳ روش حذفی گاوس
۱۱۵	۳-۳ دستگاه‌های خاص
۱۲۲	۴-۳ نرم ماتریسی و وضع دستگاه
۱۳۰	۵-۳ تجزیه ماتریس
۱۴۴	۶-۳ حل دستگاه معادلات غیرخطی
۱۵۰	۷-۳ تعیین نقاط فرین (ماکسیمم یا مینیمم) تابع
۱۵۶	فصل ۴ درون‌یابی
۱۵۷	۱-۴ درون‌یابی
۱۵۹	۲-۴ درون‌یابی لاگرانژ
۱۶۳	۳-۴ درون‌یابی نوتن
۱۷۲	۴-۴ تفاضلات ستناهی و چندجمله‌ای درون‌یاب
۱۸۰	۵-۴ خطای چندجمله‌ای درون‌یاب
۱۸۶	۶-۴ برازش منحنی
۱۹۰	۷-۴ اسپلاین‌ها
۱۹۵	فصل ۵ مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی
۱۹۵	۱-۵ مشتق‌گیری عددی
۱۹۷	۲-۵ خطای مشتق‌های تقریبی
۱۹۹	۳-۵ مشتق توابع دو متغیره
۲۰۱	۴-۵ انتگرال‌گیری عددی
۲۱۰	۵-۵ قاعده سیمسون
۲۱۸	۶-۵ قاعده رامبرگ
۲۲۵	۷-۵ قواعد دقیق‌تر
۲۳۵	۸-۵ انتگرال‌گیری تطبیقی
۲۴۰	۹-۵ پایداری عددی فرمول‌های انتگرال‌گیری
۲۴۲	تمرین‌های تکمیلی
۲۵۷	راهنمایی و حل تمرین‌های تکمیلی منتخب
۲۶۴	منابع

به نام خدا

پیشگفتار

درس‌های ریاضی عمومی، معادلات دیفرانسیل، آنالیز، جبر خطی و ... در مورد وجود اشیاء ریاضی نظیر ریشه‌های یک معادله، جواب یک معادله دیفرانسیل، وجود انتگرال معین یک تابع، جواب یک دستگاه معادلات خطی یا غیرخطی و ... بحث می‌کنند. در این درس‌ها، کمتر به تعیین مقدار ریشه‌های معادله، مقدار جواب معادله دیفرانسیل در یک نقطه معلوم، مقدار انتگرال معین، یا جواب عددی دستگاه معادلات پرداخته می‌شود.

برای به دست آوردن جواب‌های عددی مسائل مذکور باید روش‌هایی طراحی و اجرا شوند، و آنالیز عددی به توصیف، تحلیل و طراحی روش‌هایی می‌پردازد که جواب‌های عددی مسائل ریاضی را به دست می‌دهند. بدیهی است که برای تعیین جواب (های) هر مسئله لازم است راه حل یا الگوریتمی برای رسیدن به جواب طراحی شود. اجرای روش‌های عددی مراحل متعدد دارد و هر مرحله، معمولاً، شامل انجام عملیات بسیار است که لزوم استفاده از یک ابزار محاسباتی، نظیر ماشین حساب علمی یا کامپیوتر را ایجاد می‌کند. آنالیز عددی بحث تازه‌ای نیست. بابلی‌ها و مصریان در این زمینه پیشتاز بوده‌اند. اما، پیشرفت این موضوع مرهون تلاش دانشمندانی چون نیوتن، اویلر، لاگرانژ، گاوس و بسل بوده است.

با تغییر نام درس (چهار واحدی) آنالیز عددی ۱ به مبانی آنالیز عددی سه واحدی، و تغییر سرفصل‌ها، کتاب حاضر تدوین شد. این کتاب شامل پنج فصل است. فصل اول خطاها، فصل دوم حل $f(x) = 0$ ، فصل سوم حل دستگاه معادلات، فصل چهارم درون‌یابی، فصل پنجم مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی. در انتهای کتاب تمرین‌های تکمیلی ارائه شده که شامل برخی مسائل مطرح شده در المپیادهای ریاضی است. برخی از این تمرین‌ها حل شده‌اند، برخی راهنمای حل دارند و جواب تعدادی از آنها نیز ارائه شده است.

از جناب آقای ایرج ضرغام، مدیر محترم انتشارات فاطمی، که با جدیت تمام بنده را جهت تألیف این کتاب تشویق و ترغیب نمودند، و اگر پیگیری‌های ایشان نبود کار به اتمام نمی‌رسید تشکر فراوان دارم.

از آقای بردیا حسام، ویراستار محترم کتاب، که انصافاً در ساده‌سازی شماره بخش‌ها، قضیه‌ها و فرمول‌ها و همچنین رسامی تصاویر کتاب زحمات زیادی کشیدند و تدوین کتاب را متحول نمودند تشکر می‌نمایم.

از خانم‌ها اعظم توکلی و زهره امینی که زحمت حروفچینی و صفحه‌آرایی متن و فرمول‌های بسیار زیاد ریاضی را متحمل شدند و همچنین خانم مهدیه‌السادات عامل ابراهیمی که زحمت نمونه‌خوانی کتاب را کشیدند سپاسگزارم.

از خوانندگان این کتاب تقاضا می‌شود نظرات و پیشنهادات خود را به ناشر ارسال نمایند تا در چاپ‌های بعدی مورد بررسی قرار گیرد.

اسمعیل یابلیان

عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی

مهرماه ۱۳۹۲