

مبانی آنالیز عددی

با نرم افزار متلب

دکتر علی عی

دکتر سید محمد حسینی

ویراستار

دکتر غلامرضا حاجتی

سرشناسه	عبدی، علی، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور	مبانی آنالیز عددی یا نرم افزار متلب / علی عبدی، سیداحمد حسینی؛ ویراستار غلامرضا حاجتی.
مشخصات نشر	تبریز: دانشگاه تبریز؛ ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۳۸۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	انتشارات دانشگاه تبریز؛ ۶۶۶.
شابک	۱۵۵۰۰۰ ریال: ۵۳-۲-۷۲۰۴-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	متلب
موضوع	آنالیز عددی - داده پردازی
شناسه افزوده	حسینی، سیداحمد، ۱۳۶۱ -
شناسه افزوده	حاجتی، غلامرضا، ۱۳۵۲ -، ویراستار
شناسه افزوده	دانشگاه تبریز
رده بندی کنگره	۱۳۹۴ م ۲/ع ۲۹۷/ع QA
رده بندی دیویی	۵۱۸/۰۲۸۵۵۳۶:
شماره کتابشناسی ملی	۳۹۳۷۷۶۵:



انتشارات دانشگاه تبریز

مبانی آنالیز عددی

با نرم افزار متلب

تألیف:	دکتر علی عبدی - دکتر سیداحمد حسینی
ویراستاری:	دکتر غلامرضا حاجتی
ناشر و فروست:	انتشارات دانشگاه تبریز؛ ۶۶۶
تاریخ و نوبت چاپ:	۱۳۹۴ - اول
شمارگان:	۱۵۰۰ نسخه
شابک:	۵۳-۲-۷۲۰۴-۶۰۰-۹۷۸
قیمت:	۱۵۵۰۰۰/- ریال
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	انتشارات دانشگاه تبریز

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

نشانی: تبریز - بلوار ۲۹ بهمن - دانشگاه تبریز - تلفن: ۳۳۹۲۶۶۹ نمابر: ۳۳۴۲۵۶۲

پیشگفتار

در کل به دست آوردن جواب دقیق بسیاری از مسایل و مدل‌های ریاضی، اگر هم غیر ممکن نباشد، بسیار مشکل و پیچیده است. از این جهت، روش‌های عددی که جواب‌های تقریبی برای جواب این مسایل به دست می‌آورند از اهمیت فوق‌العاده ویژه‌ای برخوردارند که با استفاده بی‌سابقه امروزه از کامپیوتر، این اهمیت به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. با یادگیری روش‌های عددی، فرد قادر خواهد بود: (۱) مسایل ریاضی را با استفاده از کامپیوتر حل کند؛ (۲) از نرم‌افزارهای موجود برای روش‌های عددی، به‌درستی استفاده کند؛ (۳) برای حل مسایل ریاضی در کامپیوتر بنویسد. یادگیری روش‌های عددی نه تنها مهارت‌های کامپیوتری فرد افزایش می‌دهد بلکه موجب درک عمیقی از مفاهیم علمی می‌شود.

کتاب حاضر مشتمل بر روش‌های عددی در زمینه‌های مختلفی است که برای دانشجویان علوم و مهندسی بسیار مفید است. این کتاب اساساً به عنوان کتاب درسی برای دانشجویان دوره کارشناسی رشته‌های ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر در درس "مبانی آنالیز عددی" نوشته شده است و شامل تمامی سرفصل‌های این درس می‌باشد. همان‌طور که از عنوان این درس بر می‌آید، این درس مشتمل بر دو مفهوم، یعنی، مفهوم آنالیز (یا تحلیل) و مفهوم عددی است. مفهوم اول شامل فرمول‌بندی یک روش، تحلیل خطای متناظر با روش و بحث در مورد همگرایی و پایداری روش است. در حالی که، مفهوم دوم مشتمل بر ارائه الگوریتم برای محاسبه عددی و پیاده‌سازی الگوریتم برای حل عددی انواع مختلفی از مسایل است. در این کتاب تلاش شده است که تعادلی بین این دو مفهوم ایجاد شود و از هیچ کدام آنها غفلت نشود.

اگرچه این کتاب برای درس مبانی آنالیز عددی تهیه شده است، با حذف قسمت‌های مربوط به آنالیز و تحلیل روش‌های عددی و اضافه کردن مباحث مربوط به حل عددی معادلات دیفرانسیل، به گونه‌ای که برای تدریس هفته‌ای دو ساعت امکان‌پذیر باشد، می‌توان از آن برای درس محاسبات عددی رشته‌های فنی-مهندسی نیز استفاده کرد.

از آنجایی که مفاهیم عددی با پیاده‌سازی در کامپیوتر بهتر و بیشتر تفهیم می‌گردد، برنامه‌های متلب اکثر روش‌های معرفی شده در کتاب، در پایان هر فصل مربوطه ارائه شده است. همچنین فایل‌های

<http://asatid.tabrizu.ac.ir/fa/pages/download.aspx?aa.abdi>

قابل دانلود است.

اگرچه این کتاب با صرف وقت و دقت زیاد تهیه و تدوین گردیده و تلاش شده که عاری از اشتباه باشد، با این حال نویسندگان این اثر متواضعانه پذیرای انتقادات و پیشنهادهای سازنده و مفید صاحب نظران این عرصه، اساتید گرانقدر و دانشجویان عزیز می‌باشند.

نویسندگان کتاب - تشکر عمیق خود را نسبت به استاد بزرگوار دکتر میرکمال میرنیا، هیأت علمی بازتألیف، شگاه تبریز، به خاطر نظرات و پیشنهادهای سازنده ایشان روی نسخه اولیه و دکتر غلامرضا حاجتی، عضو هیأت علمی گروه ریاضی کاربردی دانشگاه تبریز، به خاطر ویراستاری این اثر که با نهایت دقت و صرف وقت زیاد معذرت می‌فرمودند، ابراز می‌دارند. همچنین از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تبریز و کارشناسان این حوزه، خدمت‌رسان عزیزان خدوم انتشارات دانشگاه تبریز که مقدمات چاپ این کتاب را فراهم آوردند، سپاسگزاریم.

دکتر علی عبدی

گروه ریاضی کاربردی - دانشکده علوم ریاضی - دانشگاه تبریز

دکتر سید احمد حسینی

گروه ریاضی - دانشکده علوم - دانشگاه گلستان

شهریور ماه ۱۳۹۴

فهرست مطالب

ب	بیشگفتار
۱	۱ خطاها
۱	۱.۱ مقدمه
۱۱	۲.۱ نمایش اعداد
۱۶	۳.۱ دقت محاسبات و خطاها
۱۹	۴.۱ ترمیم خطا
۲۵	۵.۱ انتشار خطا
۲۵	۱.۵.۱ مثال‌هایی ساده از انتشار خطا
۲۹	۲.۵.۱ انتشار خطا در محاسبات توابع
۳۳	۶.۱ حساسیت مسئله
۳۵	۷.۱ پیمایش روش‌های عددی
۳۹	۸.۱ فصل
۴۱	۲ حل عددی دستگاه معادلات خطی
۴۱	۱.۲ مقدمه

۲.۲	حل دستگاه معادلات خطی مثلثی	۴۲
۳.۲	دستگاه‌های معادلات	۴۴
۴.۲	روش حذفی گاوس (GEM) برای حل دستگاه‌های خطی	۴۵
۱.۴.۲	تعداد اعداد حسابی برای حل دستگاه معادلات خطی با GEM	۴۷
۵.۲	محورگیری	۴۹
۱.۵.۲	محورگیری ستونی ماکزیمال یا محورگیری جزئی	۵۱
۲.۵.۲	محورگیری جزئی مقیاس شده	۵۴
۳.۱.۲	محورگیری کامل	۵۷
۶.۲	تجزیه LU	۵۹
۱.۶.۲	روش اوردن تجزیه LU	۶۰
۲.۶.۲	FEA به عنوان یک تجزیه	۶۵
۳.۶.۲	ماتریس حایه سخت	۷۰
۷.۲	تجزیه چونسکی	۷۳
۱.۷.۲	تعداد اعداد حسابی برای حل دستگاه معادلات خطی با الگوریتم چونسکی	
۷۶	برای ماتریس اکیدا معین مثبت	
۸.۲	فرم‌های برداری و ماتریسی	۷۸
۹.۲	حالت دستگاه معادلات خطی	۸۶
۱.۹.۲	اختلال در بردار سمت راست b	۸۹
۲.۹.۲	اختلال در درایه‌های ماتریس A	۹۱
۳.۹.۲	اختلال در درایه‌های بردار b و درایه‌های ماتریس A	۹۲
۱۰.۲	برنامه‌های منتخب	۹۳
۱.۱۰.۲	پیاده‌سازی الگوریتم جایگزینی پسرو	۹۳
۲.۱۰.۲	پیاده‌سازی الگوریتم جایگزینی پیشرو	۹۴
۳.۱۰.۲	پیاده‌سازی الگوریتم GEM با محورگیری جزئی	۹۵
۴.۱۰.۲	پیاده‌سازی الگوریتم تجزیه دولیتل	۹۷
۵.۱۰.۲	پیاده‌سازی الگوریتم تجزیه کروت	۹۸
۶.۱۰.۲	پیاده‌سازی الگوریتم تجزیه چونسکی	۹۹
۱۱.۲	مسائل	۱۰۲

۳ حل عددی معادلات و دستگاه معادلات غیرخطی

۱.۳	مقدیمه	۱۰۷
۲.۳	چند مساله کاربردی از معادلات غیرخطی	۱۰۸

۱۱۰	روش تفصیل	۳.۳
۱۱۴	روش - پدیدگی	۴.۳
۱۱۶	روش فکر ساده (تفکر ساده)	۵.۳
۱۳۰	روش Δ - تکنیک	۶.۳
۱۳۴	روش یونان - روشون	۷.۳
۱۴۶	روش داری	۸.۳
۱۴۹	مستزهای تعدلات جری	۹.۳
۱۵۲	دستگاه تعدلات غیر حقیقی	۱۰.۳
۱۶۱	کتاب سوری تنظیم	۱۱.۳
۱۶۴	پیدمانی مشب	۱۲.۳
۱۶۵	۱.۱۲.۳ روش تفصیل	
۱۶۷	۲.۱۲.۳ داده سوری روش پایه جایی	
۱۶۸	۳.۱۲.۳ پیدمانی روش یونان	
۱۷۰	۴.۱۲.۳ پیدمانی روش یونان دستگاه تعدلات غیر حقیقی	
۱۷۲	۱۳.۳ مسی	

۴ درونیایی و تقریب نواع

۱۷۷	مقدمه	۱.۴
۱۷۸	جدا مساهه کاربرد یی و تقریب نواع و داده ها	۲.۴
۱۷۹	جدا جمله ای درونیایی	۳.۴
۱۸۰	روش تعین نریب ناعم	۴.۴
۱۸۳	۱.۴.۴ بحث پیداری	
۱۸۴	۵.۴ جدا جمله ای درونیایی لاگاری	
۱۹۲	۱.۵.۴ بحث پیداری	
۱۹۳	۶.۴ خطای جدا جمله ای درونیایی	
۱۹۸	۷.۴ جدا جمله ای درونیایی یونان و تفاضلات تقسیم شده	
۲۰۰	۱.۱.۴ بحث پیداری	
۲۰۰	۲.۷.۴ تفاضلات تقسیم شده یونان	
۲۰۸	۳.۷.۴ جدا جمله ای درونیایی یونان بر حسب تفاضلات مشایی	
۲۱۲	۸.۴ روش همدمانی جدا جمله ای درونیایی	
۲۱۴	۱.۱.۴ کدینه سازی خطای جدا جمله ای درونیایی	
۲۲۱	۹.۴ درونیایی لاگاری فکر تکنیکی	

۲۲۶	۱۰.۴ درونیایی با توابع اسپلاین
۲۲۷	۱.۱۰.۴ اسپلاین خطی درونیاب
۲۲۹	۲.۱۰.۴ اسپلاین درجه دو درونیاب
۲۳۱	۳.۱۰.۴ اسپلاین مکعبی درونیاب
۲۴۰	۱۱.۴ درونیایی معکوس
۲۴۲	۱۲.۴ درونیاب دو بعدی
۲۴۳	۱۳.۴ تقسیم کمترین مربعات گسسته
۲۴۸	۱۴.۴ برنامه‌های متلب
۲۴۹	۱.۱۴.۴ محاسبه اعداد حالت ماتریس وندرموند V_n و ماتریس مثلثی B_n
۲۵۰	۲.۱۴.۴ پیاده‌سازی الگوریتم چندجمله‌ای درونیاب لاگرانژ
۲۵۱	۳.۱۴.۴ پیاده‌سازی الگوریتم چندجمله‌ای درونیاب نیوتن
۲۵۲	۴.۱۴.۴ پیاده‌سازی الگوریتم چندجمله‌ای درونیاب لاگرانژ گرانیگاهی
۲۵۳	۵.۱۴.۴ پیاده‌سازی الگوریتم اسپلاین مکعبی طبیعی درونیاب
۲۵۶	۱۵.۴ مسایل

۵ مشتق‌گیری عددی

۲۵۹	۱.۵ مقدمه
۲۶۰	۲.۵ مساله‌ای کاربردی از مشتق‌گیری عددی
۲۶۰	۳.۵ روش‌های مبتنی بر تفاضلات متناهی
۲۶۴	۴.۵ روش‌های مبتنی بر درونیایی
۲۷۱	۵.۵ روش برونیایی ریچاردسن
۲۷۵	۶.۵ فرمول‌های تقریبی برای مشتقات مرتبه بالاتر
۲۷۷	۷.۵ روش‌های مبتنی بر ضرایب نامعین
۲۸۰	۸.۵ انتخاب طول گام بهینه
۲۸۲	۹.۵ برنامه متلب
۲۸۵	۱۰.۵ مسایل

۶ انتگرال‌گیری عددی

۲۸۷	۱.۶ مقدمه
۲۸۷	۲.۶ مسایلی کاربردی از انتگرال‌گیری عددی
۲۸۸	۳.۶ روش‌های انتگرال‌گیری مبتنی بر درونیایی
۳۰۵	۴.۶ انتگرال‌گیری عددی مرکب

۳۱۹	پایداری روش های نیوتن- کاتس	۵.۶
۳۲۰	روش انتگرال گیری تطبیقی	۶.۶
۳۲۵	روش انتگرال گیری رامبرگ	۷.۶
۳۲۹	روش انتگرال گیری گاوسی	۸.۶
۳۳۷	برنامه های متلب	۹.۶
	پیاده سازی الگوریتم به دست آوردن وزن های انتگرال گیری فرمول های نیوتن-	۱۰.۶
۳۳۷	کاتس بسته	
	پیاده سازی الگوریتم به دست آوردن وزن های انتگرال گیری فرمول های نیوتن-	۲۰.۶
۳۳۸	کاتس باز	
	پیاده سازی نسخه مرکب روش های دوزنقه ای، سیمپسون، نقطه میانی و	۳۰.۶
۳۳۹	روش رامبرگ	
۳۴۱	پیاده سازی نسخه مرکب روش گاوس-لژاندر m -نقطه ای	۲۰.۶
۳۴۳	پیاده سازی روش گاوس-لاگر m -نقطه ای	۵۰.۶
۳۴۶	مسائل	۱۰.۶

۳۵۰	مراجع
۳۵۵	واژه نامه فارسی به انگلیسی
۳۵۹	واژه نامه انگلیسی به فارسی
۳۶۳	نمایه