

به نام خداوند جان و خرد



دانشگاه بوعلی سینا

روش های عددی کاربردی در مهندسی و علوم

APPLIED NUMERICAL METHODS IN ENGINEERING AND SCIENCES

قابل استفاده برای:

کلیه رشته های مهندسی و علوم در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری

تالیف:

دکتر غلامحسین مجذوبی

(دانشیار دانشکده مهندسی دانشگاه بوعلی سینا)

QA	مجدوبی، غلامحسین، ۱۳۳۶---
۲۹۷	روش های عددی کاربردی در مهندسی و علوم؛ با مقدماتی
۱۳۸۴	بر روش های اجزاء محدود، اجزای مرزی و بهینه سازی؛ قابل استفاده برای کلیه رشته های مهندسی و علوم در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری / تألیف غلامحسین مجدوبی. --- همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۴
۷۴۰ ص:	مصور، نمودار، شابک: ۹۶۴-۶۸۸۳-۹۷-۴-۰-۰
۱.	آنالیز عددی، الف. عنوان،
۵۱۹/۴	

عنوان:	روشهای عددی کاربردی در مهندسی و علوم
مؤلف:	دکتر غلامحسین مجدوبی
ناشر:	انتشارات دانشگاه بوعلی سینا
ویراستار ادبی	یوسف آرام
لینوگرافی:	روشن
چاپخانه:	روشن
نوبت چاپ:	اول
تیراژ:	۲۰۰۰
صفحه و قطع:	۷۴۰- وزیري
تاریخ انتشار:	تابستان ۱۳۸۴
قیمت:	۵۲۰۰۰ ریال
شماره کتاب:	۲۲۳
شابک:	۹۶۴-۶۸۸۳-۹۷-۴-۰-۰

کلیه حقوق برای انتشارات دانشگاه بوعلی سینا محفوظ است

مرکز فروش: همدان دانشگاه بوعلی سینا، اداره انتشارات تلفن: ۰۸۱۱-۸۲۷۴۴۲-۰۸۱۱-۸۲۷۷۰۷۲-۰۸۱۱

نماینده گی در تهران:

۱- موسسه کتابیران - میدان انقلاب - خیابان لیافی نژاد غربی (بعد از چهار راه کارگر)

۲- نوپردازان - میدان انقلاب، خیابان لیافی نژاد- بین فروردین و اردیبهشت پلاک ۲۰۶

تلفن: ۶۴۹۴۴۰۹-۶۴۱۱۱۷۳

فصل اول روش های محاسباتی و خطا

۱-۱ مقدمه.....	۱
۲-۱ منابع خطا.....	۴
۳-۱ خطای نسبی و خطای مطلق.....	۶
۴-۱ انتشار یا انباشت خطا.....	۸
۵-۱ نظریه بسط تیلور.....	۱۲
۱-۵-۱ بسط سری های تیلور برای توابع توانی.....	۲۰
۲-۵-۱ بسط سری های تیلور برای توابع مثلثاتی.....	۲۰
۳-۵-۱ بسط سری های تیلور برای توابع لگاریتمی.....	۲۱
۴-۵-۱ بسط سری های تیلور برای توابع معکوس مثلثاتی.....	۲۱
۶-۵-۱ بسط سری های تیلور برای توابع هیپربولیک.....	۲۱
۶-۱ سیستم اعداد دودویی.....	۲۲
۱-۶-۱ تبدیل دودویی - دهدهی.....	۲۴
۲-۶-۱ تبدیل دهدهی - دودویی.....	۲۵
۳-۶-۱ جمع دودویی.....	۲۶
۴-۶-۱ تفریق دودویی.....	۲۶
۵-۶-۱ ضرب دودویی.....	۲۸
۶-۶-۱ مبنای هشت تایی.....	۲۹
۷-۱ نمایش اعداد در کامپیوتر.....	۳۲
۱-۷-۱ نمایش اعداد صحیح در کامپیوتر.....	۳۴
۲-۷-۱ نمایش اعداد حقیقی با استفاده از اعداد ممیز شناور.....	۳۶
۳-۷-۱ نمایش دقت مضاعف اعداد در استاندارد IEEE.....	۴۶
۴-۷-۱ نرمالیزه کردن مانتیس.....	۴۷
۵-۷-۱ ثابت های ماشین.....	۴۸
۸-۱ خطای گرد کردن.....	۵۱
۹-۱ تقریب کسری.....	۵۶
۱۰-۱ حساسیت و ناپایداری.....	۵۷
۱۱-۱ همگرایی.....	۶۱
مراجع.....	۶۴
مسائل.....	۶۵

فصل دوم حل دستگاه معادلات خطی

۷۱.....	۱-۲ مقدمه.....
۷۶.....	۲-۲ روش پارتیشن بندی.....
۸۶.....	۳-۲ روش گوس - جردن.....
۹۱.....	۱-۳-۲ روش گوس جردن (به زبان فرترن).....
۹۳.....	۲-۳-۲ روش گوس جردن (زبان سی).....
۹۶.....	۴-۲ روش حذف گوس.....
۹۹.....	۵-۲ روش گرویت (تجزیه مثلثی فوقانی).....
۱۰۸.....	۶-۲ روش کلسکی.....
۱۱۶.....	۷-۲ روش پاتر.....
۱۲۲.....	۸-۲ روشهای تکراری (غیر مستقیم) یا ژاکوبی.....
۱۲۴.....	۹-۲ روش گوس - سایدل.....
۱۲۹.....	۱۰-۲ روش آسایش.....
۱۳۷.....	۱۱-۲ عدد حالت و خطاها.....
۱۳۹.....	۱-۱۱-۲ سیستم های بد حالت.....
۱۴۲.....	۲-۱۱-۲ اعداد بد حالت.....
۱۴۵.....	۳-۱۲-۲ نرم یک ماتریس.....
۱۴۷.....	مراجع.....
۱۴۸.....	مسائل.....

فصل سوم حل معادلات غیر خطی

۱۵۳.....	۱-۳ مقدمه.....
۱۵۴.....	۲-۳ روش نصف کردن فاصله ها.....
۱۵۷.....	۳-۳ درونیابی خطی.....
۱۵۷.....	۱-۳-۳ روش سکانت.....
۱۶۳.....	۲-۳-۳ درونیابی خطی.....
۱۶۶.....	۳-۳-۳ روش نیوتن.....
۱۷۰.....	۴-۳-۳ روش مولر.....
۱۸۱.....	۴-۳ تکرار با نقطه ثابت.....

۱۸۹.....	۵-۳ روش نیوتن برای چند جمله ای ها.....
۱۹۷.....	۶-۳ روش برستو برای ریشه های مختلط.....
۲۰۲.....	۷-۳ روش تفاوت کسری (آلگوریتم QD).....
۲۰۸.....	۸-۳ روش جذر گرافیکی.....
۲۱۲.....	۹-۳ روش لگونری.....
۲۱۶.....	۱۰-۳ ریشه های تکراری.....
۲۱۸.....	۱۱-۳ یافتن ریشه های چندگانه با استفاده از تابع مشتق.....
۲۲۰.....	۱۲-۳ نرخ همگرایی.....
۲۲۰.....	۱-۱۲-۳ روش نقطه ثابت.....
۲۲۲.....	۲-۱۲-۳ روش نیوتن.....
۲۲۳.....	۳-۱۲-۳ روش نیوتن با ریشه های چندگانه.....
۲۲۴.....	۴-۱۲-۳ روش نصف کردن فاصله.....
۲۲۵.....	۵-۱۲-۳ روش سکانت و برونیاپی خطی.....
۲۲۷.....	۱۳-۳ نرخ همگرایی در روش های مرتبه دو.....
۲۲۷.....	۱-۱۳-۳ روش مولر.....
۲۲۸.....	۲-۱۳-۳ روش نیوتن.....
۲۲۸.....	۱۴-۳ دستگاه معادلات غیر خطی.....
۲۲۹.....	۱-۱۴-۳ روش تکرار مستقیم.....
۲۳۰.....	۲-۱۴-۳ روش نیوتن رافسون.....
۲۳۷.....	۳-۱۴-۳ روش ماتریس مماسی.....
۲۳۸.....	۴-۱۴-۳ روش ماتریس اولیه.....
۲۴۰.....	۱۵-۳ روش تیلور برای حل دستگاه معادلات غیر خطی.....
۲۴۳.....	مراجع.....
۲۴۳.....	مسائل.....

فصل چهارم میانیاپی و برازش منحنی

۲۵۷.....	۱-۴ مقدمه.....
۲۵۸.....	۲-۴ روش های میان یابی.....
۲۵۹.....	۳-۴ روش چند جمله ای های لاگرانژ.....
۲۶۲.....	۴-۴ روش نویل.....
۲۶۴.....	۵-۴ تفاضل های تقسیم شده یا چند جمله ای های نیو تون.....

۲۷۵.....	۴-۶ میانپایی با اسپلین های مرتبه.....
۲۹۲.....	۴-۷ میانپایی با منحنی های بزیو.....
۳۰۱.....	۴-۸ میانپایی با منحنی های اسپلین B.....
۳۱۵.....	۴-۹ تقریب سازی تابع.....
۳۱۵.....	۴-۹-۱ مقدمه.....
۳۲۰.....	۴-۹-۲ سری های فوریه برای توابع غیر تناوبی.....
۳۲۴.....	۴-۹-۳ چند جمله ای های چبی شو.....
۳۲۷.....	۴-۹-۴ سری های چبی شو.....
۳۲۹.....	۴-۹-۵ سریهای توانی.....
۳۳۳.....	۴-۱۰ برازش منحنی.....
۳۳۳.....	۴-۱۰-۱ روش حداقل مجذورات.....
۳۳۶.....	۴-۱۰-۲ داده های غیر خطی.....
۳۴۵.....	مراجع.....
۳۴۶.....	مسایل برای حل.....

فصل پنجم انتگرال گیری عددی

۳۵۳.....	۵-۱ مقدمه.....
۳۵۵.....	۵-۲ روش نیوتن - کوتس.....
۳۵۹.....	۵-۳ روش دوزنقه ای.....
۳۶۱.....	۵-۴ روش رامبرگ.....
۳۶۸.....	۵-۵ روش سیمپسون.....
۳۷۰.....	۵-۶ روش ۱/۲ سیمپسون.....
۳۷۱.....	۵-۷ قاعده مرکب ۳/۸ سیمپسون.....
۳۷۲.....	۵-۸ انتگرال گیری عددی با استفاده از توابع وزن.....
۳۷۳.....	۵-۹ انتگرال گیری گوس.....
۳۹۲.....	۵-۹-۱ روش انتگرال گیری گوس - کرونروو.....
۳۹۴.....	۵-۱۰ انتگرال با حدود بینهایت و نیمه بینهایت.....
۳۹۵.....	۵-۱۰-۱ روش برش.....
۳۹۶.....	۵-۱۰-۲ قاعده دوزنقه ای برای حدود بینهایت.....
۳۹۸.....	۵-۱۰-۳ قاعده تانزانت هیپربولیک.....
۴۰۰.....	۵-۱۱ انتگرال گیری انطباقی.....

۴۰۸.....	۱۲-۵ روش لوباتو
۴۱۱.....	۱۳-۵ روش مونت کارلو.....
۴۱۴.....	مراجع.....
۴۱۴.....	مسائل.....

فصل ششم حل معادلات دیفرانسیل معمولی

۴۲۱.....	۱-۶ مقدمه.....
۴۲۳.....	۲-۶ معادلات دیفرانسیل مقدار اولیه.....
۴۲۴.....	۳-۶ روش های یک گامی.....
۴۲۴.....	۱-۳-۶ روش تیلور.....
۴۲۷.....	۲-۳-۶ روش اویلر.....
۴۳۰.....	۳-۳-۶ روش اویلر اصلاح شده یا روش پیش گو- تصحیح کننده.....
۴۳۴.....	۴-۳-۶ روش رانگ-کوتا.....
۴۳۹.....	۵-۳-۶ روش رانگ-کوتا-فلبرگ.....
۴۴۱.....	۶-۳-۶ روش رانگ-کوتا - مرسون.....
۴۴۳.....	۴-۶ روش های چند گامی.....
۴۴۴.....	۱-۴-۶ روش آدامز.....
۴۴۸.....	۲-۴-۶ روش میلن.....
۴۵۷.....	۳-۴-۶ روش آدامز-مولتن.....
۴۵۸.....	۴-۴-۶ روش هامینگ و گیر.....
۴۶۰.....	۵-۶ روش های چند مقداری.....
۴۶۶.....	۶-۶ سیستم معادلات و معادلات مرتبه بالاتر.....
۴۶۷.....	۱-۶-۶ روش سری های تیلور.....
۴۶۸.....	۲-۶-۶ روش پیشگو -تصحیح کننده اویلر.....
۴۶۹.....	۳-۶-۶ روش رانگ-کوتا-فلبرگ.....
۴۷۷.....	۷-۶ مسائل مقدار مرزی.....
۴۷۷.....	۸-۶ روش های باقیمانده های وزنی.....
۴۷۹.....	۱-۸-۶ روش انطباق نقطه ای.....
۴۸۱.....	۲-۸-۶ روش انطباق زیر ناحیه ای.....
۴۸۴.....	۳-۸-۶ روش حداقل مجزورات.....
۴۸۶.....	۴-۸-۶ روش گالرکین.....

۴۸۸.....	۹-۶ روش چند جمله‌ای‌های چبی شو.....
۴۹۴.....	۱۰-۶ روش شلیک
۴۹۸.....	۱۱-۶ روش حساب تغییری.....
۵۰۱.....	۱-۱۱-۶ معادله اویلر-لاگرانژ
۵۰۵.....	۲-۱۱-۶ حالت‌های مختلف معادله اویلر لاگرانژ
۵۱۱.....	۱۲-۶ روش تفاضل‌های محدود
۵۲۰.....	مراجع
۵۲۲.....	مسائل برای حل

فصل هفتم حل معادلات دیفرانسیل پاره ای

۵۲۹.....	۱-۷ مقدمه.....
۵۳۴.....	۲-۷ حل معادلات دیفرانسیل پاره ای بیضوی.....
۵۳۴.....	۱-۲-۷ روش تفاضل‌های محدود.....
۵۳۹.....	۲-۲-۷ شبکه‌های قطبی.....
۵۴۲.....	۳-۲-۷ حل معادله لاپلاس.....
۵۴۸.....	۴-۲-۷ حل معادله پواسون.....
۵۵۰.....	۵-۲-۷ شرائط مرزی دیفرانسیلی.....
۵۶۵.....	۶-۲-۷ روش تکراری برای حل معادلات تفاضل محدود
۵۶۹.....	۷-۲-۷ نواحی بی قاعده و شبکه‌های غیر مستطیلی.....
۵۷۴.....	۸-۲-۷ روش A.D.I.....
۵۸۲.....	۳-۷ معادلات دیفرانسیل جرنی سهموی.....
۵۸۲.....	۱-۳-۷ روش صریح.....
۵۹۴.....	۲-۳-۷ روش کرانک - نیکلسون.....
۵۹۸.....	۳-۳-۷ روش تنا.....
۶۰۳.....	۴-۳-۷ مسائل سهموی دو و سه بعدی.....
۶۰۹.....	۴-۷ معادله دیفرانسیل هذلولی.....
۶۱۰.....	۱-۴-۷ حل معادله موج با استفاده از روش تفاضل محدود.....
۶۱۵.....	۲-۴-۷ روش مشخصه.....
۶۲۶.....	۳-۴-۷ معادله موج در فضای دو بعدی.....
۶۳۰.....	مراجع.....
۶۳۲.....	مسائل.....

پیشگفتار

امروزه، کسب آشنائی با روش های عددی به عنوان ابزاری قوی در دست طراحان و پژوهشگران امری اجتناب ناپذیر است؛ زیرا این روش ها بویژه روش هایی چون روش اجزای محدود، روش اجزای مرزی، بهینه سازی اساس بسیاری از پژوهش ها و طراحی ها را تشکیل می دهند. خوشبختانه، با ظهور کامپیوتر های دیجیتالی با قابلیت های شگفت انگیز از حیث حافظه و سرعت پردازش زمینه استفاده از روش ها عددی برای محققین بویژه در رشته های مهندسی و علوم بیش از پیش و به طرز فزاینده ای فراهم گردیده است. کتاب های بسیاری در زمینه محاسبات عددی تا کنون منتشر گردیده است که هر یک به نوبه خود دارای ارزش فراوان بوده و مورد استفاده دانشجویان قرار می گیرد. تلاش در جهت نشر کتاب حاضر به دو دلیل صورت گرفته است: (۱) ارائه یک کتاب محاسبات عددی به زبان فارسی تا نیاز کسانی را که آشنائی کمی با زبان های خارجی دارند، مرتفع سازند، و (۲) نشر کتابی تقریباً جامع در زمینه محاسبات عددی که دربرگیرنده کلیه روش های مرسوم و کاربردی باشد.

در این راستا، کتاب حاضر همراه با کتاب دیگری، تحت عنوان "روش های عددی پیشرفته"، به گونه ای طراحی گردیده اند که بتوانند زمینه آشنائی دانشجویان در کلیه مقاطع تحصیلی از کارشناسی تا دکتری را با روش های محاسباتی کاربردی فراهم سازد. در این کتاب، روش های متداول و مرسوم محاسبات عددی در زمینه های مختلف از قبیل خطاهای محاسباتی (فصل اول)، حل دستگاه معادلات خطی (فصل دوم) و غیر خطی (فصل سوم)، میانبایی و برازش منحنی (فصل چهارم)، انتگرال گیری (فصل پنجم)، معادلات دیفرانسیل معمولی (فصل ششم) و معادلات دیفرانسیل پاره ای (فصل هفتم) به صورت جامع مورد بحث قرار گرفته اند. مباحث پیشرفته از قبیل روش اجزای محدود، روش اجزای مرزی، بهینه سازی و مسایل مقدار ویژه، در کتاب "روش های عددی پیشرفته" که مکمل همین کتاب می باشد، ارائه گردیده اند.

نگارنده، تالیف این کتاب را قدمی هرچند کوچک در راه خدمت به عرصه علمی کشور می داند و امیدوار است مورد رضایت خوانندگان محترم بویژه دانشجویان عزیز واقع گردد. اگرچه سعی فراوان مبذول گشته تا کتاب عاری از اشتباهات تایپی و یا محاسباتی باشد، لیکن با توجه به حجم بالای محاسبات هنوز امکان وجود هر نوع اشتباه در این کتاب را نمی توان نادیده گرفت. لذا از خوانندگان محترم صمیمانه تقاضا دارد در صورت برخورد با هر گونه اشتباه مراتب را به مؤلف و یا ناشر اطلاع دهند. ضمناً، از هرگونه پیشنهاد سازنده برای ارتقای سطح کیفی کتاب در چاپ های بعدی استقبال می گردد.

غلامحسین مجذوبی

مرداد ۱۳۸۴