

۱۴۰۳۷۸۴



حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی

نویسندگان:

کندال اتعینسن، و، نمین هان، دیوید استیوارت

مترجم:

دکتر الهام نوبری

عضو هیأت علمی دانشگاه علم و فناوری مازندران



انتشارات کلک زرین

ناشر برگزیده‌ی بیستمین دوره‌ی کتاب سال دانشجویی

سرشناسه	: اتکینسون، کندل ای. Atkinson, Kendall E.
عنوان و نام پدیدآور	: حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی / نویسندگان کندال اتکینسون، ویتمین هان، دیوید استیوارت؛ مترجم الهام نوبری.
مشخصات نشر	: تهران: کلک زرین، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۳۳۶ ص؛ مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-5388-72-5
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Numerical solution of ordinary differential equations, c2009.
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۳۲۳] - ۳۲۷.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: معادله‌های دیفرانسیل - حل عددی
شناسه افزوده	: هان، ویتمین، ۱۹۶۳ م.
شناسه افزوده	: Han, Weimin
شناسه افزوده	: استوارت، دیوید، ۱۹۶۱ م.
شناسه افزوده	: Stewart, David
شناسه افزوده	: نوبری، الهام، ۱۳۵۴، مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۴ ح ۸ الف/۲ Q۸۳۷۲
رده‌بندی دیوید	: ۵۱۸
شماره کتاب‌شناسی	: ۴۱۴ ۴۱۷

حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی

ناشر: انتشارات کلک زرین

نویسندگان: کندال اتکینسون، ویتمین هان، دیوید استیوارت

مترجم: دکتر الهام نوبری

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۵

قیمت: ۲۵۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۳۸۸-۷۲-۵

انتشارات کلک زرین www.kzp.ir

تهران: میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین خیابان روان مهر و لبافی‌نژاد،

پن‌بست سرود، پلاک ۱۰ طبقه اول، واحد ۴، ۰۲۱)۶۶۴۸۶۱۴۸ (۰۹۱۳۷۱۷۶۸۳۶-

مقدمه مترجم

در سال‌های اخیر با تغییر دروس کارشناسی ریاضی، حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی به دروس انتخابی دانشجویان اضافه شده است. تا پیش از این تغییر، این درس مختص دانشجویان دوره تحصیلات تکمیلی بود و به همین جهت منابع فارسی مرتبط با این موضوع یا وجود ندارد یا بسیار اندک است. از همین روی بر آن شدم تا کتاب حاضر را که منبع مناسبی برای این درس می‌تواند باشد ترجمه کنم. در این کتاب، برنامه‌های متلب برای اغلب روش‌های عددی ارائه شده است، این برنامه‌ها با آنچه که در تارنمای اشاره‌شده در پیشگفتار آمده تفاوت‌های اندکی دارد که مترجم همین کتاب مرجع این برنامه‌ها قرار داده است.

بدون شک این ترجمه خالی از اشکال نیست لذا از خوانندگان محترمی که لطف نموده و ایرادات احتمالی ترجمه را به این جانب بیاورند کمال امتنان و تشکر را دارم. از انتشارات کلک زرین برای چاپ این کتاب قدردانی می‌نمایم.

الهام نویری

عضو هیأت علمی دانشگاه علم و فناوری مازندران

زمستان ۱۳۹۴

پیشگفتار

این کتاب نسخه کامل‌تر مجموعه یادداشتهایی برای درس معادلات دیفرانسیل معمولی است که به دانشجویان سال‌های پایانی کارشناسی یا دانشجویان سال اول تحصیلات تکمیلی در رشته‌های مهندسی و علوم تدریس شده است. کتاب با آنالیز عددی معادلات دیفرانسیل آغاز می‌شود، پیش‌نیازهای لازم برای درک روش‌های عددی را تشریح می‌کند و اطلاعاتی را که هنگام استفاده از آن‌ها مورد نیاز است، ارائه می‌دهد. یک دلیل برای پرداختن به روش‌های عددی در چهارچوب مطالعه کلی معادله دیفرانسیل، این است که بسیاری از ایده‌های آنالیز عددی معادلات دیفرانسیل با رفتار نظری مسائل مورد بحث متناظر در ارتباط تنگاتنگ است. برای مثال معیار پایداری یک روش عددی ارتباط بسیار نزدیک با پایداری معادله دیفرانسیل مورد مطالعه دارد.

این کتاب را می‌توان در یک سیمین برای درس حل عددی معادلات دیفرانسیل یا به عنوان یک منبع تکمیلی برای درسی در زمینه نظریه کاربردهای معادلات دیفرانسیل استفاده کرد. در حالت اخیر، مطالب ارائه شده درباره روش‌های عددی، پس از آن است که به‌طور معمول در یک کلاس معادلات دیفرانسیل معمولی مطرح می‌شود. این کار هم به مدرس آزادی عمل بیشتری برای انتخاب سرفصل درس خواهد داد و هم به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد که در مورد موضوعات موردعلاقه‌شان به مطالعه بیشتری بپردازند. برای مثال در این کتاب روش‌های حل معادلات جبری دیفرانسیل (فصل ۱۰) و معادلات انتگرالی ولترا (فصل ۱۱) مورد بحث قرار می‌گیرد، موضوعاتی که معمولاً در یک متن مقدماتی حل عددی معادلات دیفرانسیل مورد توجه نیستند. به‌منظور درک بیشتر ایده‌هایی که در این کتاب معرفی شده برنامه‌های متلب را نیز آورده‌ایم. آزمایش حل عددی معادلات دیفرانسیل موجب یادگیری بهتری خواهد شد. برنامه‌های کتاب را می‌توان از تارنمای زیر دانلود کرد.

<http://www.math.uiowa.edu/NumericalAnalysisODE/>

به‌علاوه این سایت شامل واسطه‌های گرافیکی کاربر برای استفاده در آزمایش روش اویلر و اویلر پسرو نیز هست.

روش‌های عددی رفتارهای متنوعی دارند. بسیاری از انواع مختلف مسائل معادلات دیفرانسیل روی اجرای روش‌های عددی به طرق گوناگون اثر می‌گذارد. یک کتاب عالی شامل مثال‌های «دنیای واقعی» حل معادلات دیفرانسیل کتاب شامپاین^۱، گلدول^۲ و تامسون^۳ [۷۴] است. ما نویسندگان این کتاب از اولاف هنسن^۴ از دانشگاه ایالتی کالیفرنیا در سن مارکوس^۵، به خاطر نظراتش پس از مطالعه نسخه اولیه کتاب تشکر کرده و نیز قدردانی خود را از انتشارات جان وایلی^۶ ابراز می‌کنیم.

^۱ Shampine

^۲ Gladwell

^۳ Thompson

^۴ Olaf Hansen

^۵ California State University at San Marcos

^۶ John Wiley Publishers

۱۱	مقدمه
۱۳	۱ نظریه معادلات دیفرانسیل: پیش درآمد
۱۷	۱.۱ نظریه حل پذیری عمومی
۱۹	۲.۱ پایداری مسأله مقدار اولیه
۲۳	۳.۱ میدان های جهتی
۲۶	مسائل
۲۹	۲ روش اویلر
۳۰	۱.۲ معرفی روش اویلر
۳۶	۲.۲ تحلیل خطای روش اویلر
۴۳	۳.۲ تحلیل خطای مجانبی
۴۶	۱.۳.۲ برون یابی ریچاردسون
۴۸	۴.۲ پایداری عددی
۴۹	۱.۴.۲ انباشتگی خطای گرد شده
۵۳	مسائل
۵۷	۳ دستگاه های معادلات دیفرانسیل
۶۰	۱.۳ معادلات دیفرانسیل مرتبه بالاتر
۶۳	۲.۳ روش های عددی برای دستگاه ها
۶۹	مسائل
۷۱	۴ روش اویلر پسرو و روش ذوزنقه ای
۷۴	۱.۴ روش اویلر پسرو
۷۹	۲.۴ روش ذوزنقه ای
۸۶	مسائل
۹۱	۵ روش های تیلور و رونگ-کوتا
۹۱	۱.۵ روش های تیلور
۹۵	۲.۵ روش های رونگ-کوتا
۹۹	۱.۲.۵ چهارچوب عمومی روش های رونگ-کوتا صریح
۱۰۱	۳.۵ همگرایی، پایداری و خطای مجانبی

۱۰۶	۱.۳.۵ پیشگویی و کنترل خطا
۱۰۸	۴.۵ روش های رونگ-کوتا-فلبرگ
۱۱۱	۵.۵ کدهای متلب
۱۱۵	۶.۵ روش های رونگ-کوتا ضمنی
۱۱۷	۱.۶.۵ روش های هم محلی دونقطه ای
۱۲۰	مسائل
۱۲۷	۶ روش های عددگامی
۱۲۸	۱.۶ روش های آدامز-بشفورت
۱۳۵	۲.۶ روش های آدامز-مول
۱۳۹	۳.۶ کدهای کامپیوتری
۱۴۱	۱.۳.۶ کدهای متلب
۱۴۳	مسائل
۱۴۷	۷ تحلیل خطای عمومی روش های عددگامی
۱۴۸	۱.۷ خطای برشی
۱۵۲	۲.۷ همگرایی
۱۵۵	۳.۷ یک تحلیل خطای عمومی
۱۵۷	۱.۳.۷ نظریه پایداری
۱۶۱	۲.۳.۷ نظریه همگرایی
۱۶۲	۳.۳.۷ پایداری نسبی و پایداری ضعیف
۱۶۴	مسائل
۱۶۹	۸ معادلات دیفرانسیل سخت
۱۷۳	۱.۸ روش خطوط برای معادله سهموی
۱۸۰	۱.۱.۸ برنامه های متلب برای روش خطوط
۱۸۴	۲.۸ فرمول های مشتق گیری پسرو
۱۸۶	۳.۸ نواحی پایداری روش های چندگامی
۱۸۹	۴.۸ دیگر منشاءها برای دشواری
۱۸۹	۱.۴.۸ A-پایداری و L-پایداری
۱۹۰	۲.۴.۸ مسائل با متغیر زمانی و پایداری

۵۸	حل روش تفاضل متناهی	۱۹۱
۶۸	کدهای کامپیوتری	۱۹۳
	مسائل	۱۹۵
۹	روش‌های رونگ-کوتای ضمنی برای معادلات دیفرانسیل سخت	۱۹۷
۱.۹	خانواده روش‌های رونگ-کوتای ضمنی	۱۹۷
۹.۲	پایداری روش‌های رونگ-کوتا	۲۰۳
۳.۹	کاهش رتبه	۲۰۷
۴.۹	رون-کوتا برای معادلات سخت در عمل	۲۱۲
	مسائل	۲۱۳
۱۰	معادلات جبری دیفرانسیل	۲۱۵
۱.۱۰	شرایط اولیه و رانش	۲۱۸
۲.۱۰	معادلات جبری دیفرانسیل: عنوان معادلات دیفرانسیل سخت	۲۲۳
۳.۱۰	ملاحظات عددی: مسائل با شاخص بالا	۲۲۴
۴.۱۰	روش‌های مشتق‌گیری پسرو برای معادلات دیفرانسیل	۲۲۸
۱.۴.۱۰	مسائل با شاخص ۱	۲۲۹
۴.۲.۱۰	مسائل با شاخص ۲	۲۳۰
۵.۱۰	روش‌های رونگ-کوتا برای معادلات جبری دیفرانسیل	۲۳۲
۱.۵.۱۰	مسائل با شاخص ۱	۲۳۳
۲.۵.۱۰	مسائل با شاخص ۲	۲۳۷
۶.۱۰	مسائل با شاخص ۳ در مکانیک	۲۴۰
۱۶.۱۰	روش‌های رونگ-کوتا برای دستگاه‌های مکانیکی با شاخص ۳	۲۴۴
۷.۱۰	معادلات جبری دیفرانسیل با شاخص بالاتر	۲۴۵
	مسائل	۲۴۷
۱۱	مسائل مقدار مرزی دونقطه‌ای	۲۴۹
۱.۱۱	یک روش تفاضل متناهی	۲۵۰
۱.۱.۱۱	همگرایی	۲۵۳
۲.۱.۱۱	یک مثال عددی	۲۵۳
۳.۱.۱۱	شرایط مرزی شامل مشتق	۲۵۸

۲۵۹.....	۲.۱۱ مسائل مقدار مرزی دونقطه‌ای غیر خطی
۲۶۱.....	۱.۲.۱۱ روش‌های تفاضل متناهی
۲۶۶.....	۲.۲.۱۱ روش‌های پرتابی
۲۷۱.....	۳.۲.۱۱ روش‌های هم‌محلی
۲۷۴.....	۴.۲.۱۱ مسائل و روش‌های دیگر
۲۷۵.....	مسائل
۲۸۱.....	۱۲ معادلات انتگرالی ولترا
۲۸۱.....	۱.۱۲ نظریه حل پذیری
۲۸۵.....	۱.۱.۱۲ معادلات خاص
۲۸۶.....	۲.۱۲ روش‌های عددی
۲۸۶.....	۱.۲.۱۲ روش دوزنقه‌ای
۲۸۸.....	۲.۲.۱۲ خطای روش دوزنقه‌ای
۲۹۱.....	۳.۲.۱۲ شکل کلی روش‌های عددی
۲۹۶.....	۳.۱۲ روش‌های عددی: نظریه
۳۰۱.....	۱.۳.۱۲ پایداری عددی
۳۰۲.....	۲.۳.۱۲ پایداری عددی عملی
۳۰۹.....	مسائل
۳۱۳.....	پیوست‌ها
۳۱۳.....	پیوست الف قضیه تیلور
۳۱۹.....	پیوست ب درون‌یابی چندجمله‌ای
۳۲۳.....	مراجع
۳۲۸.....	نمایه اصطلاحات
۳۳۲.....	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدل کردن ریاضی در علوم فیزیکی، زیست‌شناسی و مهندسی معادلات دیفرانسیل است. در این کتاب روش‌های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. معادلات دیفرانسیل معمولی آن دسته از معادلات دیفرانسیلی هستند که فقط یک متغیر مستقل دارند. تقریباً در سراسر این کتاب معادلات دیفرانسیل به شکل

$$Y'(t) = f(t, Y(t))$$

را در نظر خواهیم گرفت که $Y(t)$ تابع مجهولی است که آن را جستجو می‌کنیم. تابع داده‌شده $f(t, Y(t))$ دو متغیر، معادله دیفرانسیل را تعریف می‌کند که مثال‌هایی از آن در فصل یک ارائه شده است. این معادله را ما به دیفرانسیل مرتبه اول می‌نامند زیرا فقط شامل مشتق مرتبه اول تابع مجهول است و مشتقات مرتبه بالاتر در آن موجود نیست.

روش‌های عددی برای یک معادله مرتبه اول را می‌توان به سادگی به روشی برای حل یک دستگاه از معادلات مرتبه اول تعمیم داد. به علاوه، یک معادله دیفرانسیل مرتبه بالاتر را می‌توان به صورت یک دستگاه از معادلات دیفرانسیل مرتبه اول فرمول‌بندی نمود.

در فصل یک بحث مختصری از نظریه حل‌پذیری مسائل مقدار اولیه برای معادلات دیفرانسیل معمولی ارائه و مفهوم پایداری معادلات دیفرانسیل نیز مطرح شده است. در فصل دو ساده‌ترین روش عددی، یعنی روش اویلر، مورد مطالعه قرار گرفته است. اینکه روش اویلر یک روش کارا و مؤثر نیست اما یک راه شهودی برای شناخت بسیاری از ایده‌های مهم است. معادلات مرتبه بالاتر و دستگاه‌های معادلات مرتبه اول و تعمیم روش اویلر برای حل چنین معادلاتی را در فصل سه خواهیم دید. در فصل چهار روش‌های عددی‌ای را مورد بحث قرار می‌دهیم که در محاسبات عملی پایداری عددی بهتری دارند. فصل‌های پنج و شش روش‌های پیچیده‌تر و با همگرایی سریع‌تر یعنی روش‌های رونگ-کوتا و خانواده روش‌های آدامز-بشفورث و آدامز-مولتون را به ترتیب پوشش می‌دهند. در فصل هفت یک چشم‌انداز کلی از نظریه روش‌های عددی چندگامی را ارائه می‌دهیم. تحلیل عددی معادلات دیفرانسیل سخت که در فصل‌های قبل معرفی شده به تفصیل در فصل‌های هشت و نه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل ده معادلات جبری دیفرانسیل و حل عددی آن‌ها را با به کار بردن برخی از مطالب مربوط به معادلات دیفرانسیل سخت معرفی خواهیم کرد. در فصل

یازده به روش‌های عددی برای حل مسائل مقدار مرزی معادلات دیفرانسیل معمولی مرتبه دوم خواهیم پرداخت. سرانجام در فصل پایانی، فصل دوازده، با تعمیم ایده‌هایی که در فصل‌های پیشین برای حل مسأله مقدار اولیه معرفی شده بود، تعریفی برای حل عددی معادلات انتگرالی ولترای نوع دوم ارائه می‌شود. پیوست‌های الف و ب شامل معرفی مختصری برای تقریبات چندجمله‌ای تیلور و درونیابی چندجمله‌ای است.

www.ketab.ir