

۱۵۲۴۲۱۱  
۹۶-۶-۱۳

به نام خدا

# محاسبات عددی

تألیف:

دکتر میترا معینی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| سرشناسه             | : معینی، میترا، ۱۳۵۰ -            |
| عنوان و نام پدیدآور | : محاسبات عددی/ مولف میترا معینی. |
| مشخصات نشر          | : تهران: گسترش علوم پایه، ۱۳۹۶.   |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۵۲ص: مصور، جدول، نمودار.       |
| شابک                | : ۹۷۸-۹۶۴-۴۹۰-۷۳۳-۳               |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبا                            |
| یادداشت             | : واژه نامه.                      |
| موضوع               | : حساب عددی                       |
| موضوع               | : Numerical calculations          |
| رده بندی کنگره      | : ۱۳۹۶۳م۶۵۵/۲۹۷QA                 |
| رده بندی دیویی      | : ۵۱۹/۴                           |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۴۸۱۲۵۰۲                         |

توجه) فروشنده و خواننده گرامی: این کتاب دارای برچسب اصالت کالا (هولوگرام) در روی جلد است که ضمن دقت در این مورد ما را در صورت عدم وجود هولوگرام مطلع سازید. با تشکر

نام کتاب: ..... محاسبات عددی  
 مؤلف: ..... دکتر میترا معینی  
 ناشر: ..... انتشارات گسترش علوم پایه  
 مدیر فنی: ..... مهدی زنگنه  
 حروفچینی: ..... سیما ابویی  
 طراحی جلد: ..... سیما ابویی  
 لیتوگرافی: ..... مهرشاد  
 چاپخانه: ..... مهر  
 سال نشر: ..... ۱۳۹۶  
 نوبت چاپ: ..... اول  
 شمارگان: ..... ۱۰۰ جلد  
 قیمت کتاب: ..... ۱۷۰۰۰۰ ریال  
 شابک ۳-۷۳۳-۴۹۰-۹۶۴-۹۷۸ ISBN: 978-964-490-733-3

حق چاپ و نشر محفوظ و مخصوص ناشر می باشد.

دفتر انتشارات و پخش شهرستان: میدان انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی، کوچه مهدی زاده، پلاک ۹، طبقه همکف

تلفن: ۶۶۹۰۵۳۱۲ ~ ۰۲۱-۶۶۹۰۵۳۱۶

تلفن: ۱۵ ~ ۶۶۹۰۵۳۱۲

دفتر سفارشات تهران: خ آزادی، خ جمال زاده جنوبی، خ دیلمان، پلاک ۱۴ واحد ۲

تهران: ۱۴ ~ ۶۶۵۹۵۵۱۳

نمایندگی تهران: خ انقلاب، نیش ۱۲ فروردین، پ ۱۴۴۴، کتابفروشی الیاس ۶۶۴۰۵۰۸۴

Email: [gostaresh\\_op@yahoo.com](mailto:gostaresh_op@yahoo.com)

[www.gostaresh-pub.com](http://www.gostaresh-pub.com)

## پیشگفتار

خدای را سپاس که توفیق نوشتن این کتاب را عطا فرمود.

محاسبات عددی یکی از درس‌های مهم رشته‌های مهندسی است زیرا بسیاری از مسائل ریاضی که در رشته‌های مهندسی مطرح می‌شود با روش‌های تحلیلی قابل حل نیست، بنابراین در بیشتر موارد برای حل آن‌ها می‌توان از روش‌های عددی استفاده نمود. هدف این کتاب آشنا کردن دانشجویان دوره کاردانی و کارشناسی رشته‌های فنی مهندسی و علوم با روش‌های عددی است. سرفصل‌های این کتاب بر طبق سرفصل‌های شورای عالی انقلاب فرهنگی تهیه و تألیف شده است. بر این اساس کتاب حاضر می‌تواند برای تئیه دانشجویان رشته‌های مهندسی مورد استفاده قرار گیرد.

مطالب این کتاب در ۸ فصل ارائه شده که عبارت است از: ۱. خطاها، ۲. حل عددی معادلات غیرخطی، ۳. درونیابی، ۴. مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی، ۵. رگرسیون منحنی، ۶. روش‌های عددی حل معادلات دیفرانسیل معمولی، ۷. ماتریس‌ها و حل دستگاه‌های معادلات خطی و غیرخطی، ۸. مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس‌ها.

خلاصه مطالب هر فصل در پایان آن فصل آمده و نمونه سؤالات امتحانی در آخر کتاب در بخش پیوست آورده شده است. تلاش بسیاری به عمل آمده که مفاهیم ریاضی مربوط تا حد امکان به زبان ساده و بی‌پیرایه ارائه شود، تا دانشجویان علاوه بر سهولت در فراگیری آن‌ها، به

اهمیت و در عین حال زیبایی این شاخه از ریاضیات وقوف بیشتری یابند و آموخته‌های خود را  
خلافانه در حل مسائل به کار گیرند. قطعاً این کتاب عاری از نقص نیست. امید آن دارد تا با تذکرات  
ارزشمند استادان گرامی و دانشجویان عزیز نقایص و کاستی‌های آن در چاپ بعدی مرتفع گردد.  
از دریافت نظرات و پیشنهادات شما از طریق آدرس الکترونیکی [moeini@rian.ac.ir](mailto:moeini@rian.ac.ir)  
سپاسگزار خواهم بود.

میترا معینی

www.ketab.ir

## فهرست مطالب

### فصل اول: خطاها

|     |                                |    |
|-----|--------------------------------|----|
| ۱-۱ | مقدمه                          | ۹  |
| ۲-۱ | تعریف خطا                      | ۱۰ |
| ۳-۱ | انواع خطا                      | ۱۱ |
| ۴-۱ | منابع اصلی خطا                 | ۱۲ |
| ۵-۱ | عملیات جبری روی خطاها          | ۱۳ |
| ۶-۱ | خطا هنگام محاسبه فرمول و توابع | ۲۱ |
| ۷-۱ | پایداری                        | ۲۴ |

### فصل دوم: حل عددی معادلات غیرخطی

|       |                                   |    |
|-------|-----------------------------------|----|
| ۱-۲   | تعیین تعداد و حدود ریشه‌ها        | ۳۲ |
| ۱-۱-۲ | قضیه (بولتزانو - وایراستراس)      | ۳۲ |
| ۲-۱-۲ | رسم منحنی                         | ۳۳ |
| ۲-۲   | معیارهای توقف                     | ۳۵ |
| ۳-۲   | روش‌های عددی حل معادله $f(x) = 0$ | ۳۶ |
| ۱-۳-۲ | روش تنصیف (یا دویخشی)             | ۳۶ |
| ۲-۳-۲ | روش نابجایی                       | ۳۹ |
| ۳-۳-۲ | روش تکرار ساده (یا نقطه ثابت)     | ۴۱ |

|    |                          |
|----|--------------------------|
| ۴۶ | ۴-۳-۲ روش نیوتن - رافسون |
| ۵۱ | ۵-۳-۲ روش وتری           |

## فصل سوم: درونیابی

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| ۵۹ | ۱-۳ مقدمه                                             |
| ۶۱ | ۲-۳ درونیابی                                          |
| ۶۱ | ۱-۲-۱ روش درونیابی لاگرانژ                            |
| ۶۶ | ۲-۲-۱ روش درونیابی نیوتن (با تفاضلات تقسیم شده نیوتن) |
| ۷۱ | ۲-۲-۳ درونیابی نیوتن با نقاط متساوی الفاصله           |
| ۷۲ | ۱-۲-۲ روش تفاضلات پیشرو نیوتن                         |
| ۷۶ | ۲-۳-۱ روش تفاضلات پسرو نیوتن                          |
| ۸۰ | ۳-۳ خطای چند جمله‌ای درونیابی                         |

## فصل چهارم: مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۸۷  | ۱-۴ مشتق‌گیری عددی                          |
| ۸۸  | ۱-۱-۴ مشتق‌گیری براساس چند جمله‌ای درونیابی |
| ۹۴  | ۲-۱-۴ مشتق‌گیری با استفاده از بسط تیلور     |
| ۹۶  | ۲-۴ انتگرال‌گیری عددی                       |
| ۹۷  | ۱-۲-۴ قاعده ذوزنقه                          |
| ۱۰۳ | ۲-۲-۴ قاعده سیمپسون                         |
| ۱۰۷ | ۳-۲-۴ قاعده نقطه میانی                      |
| ۱۰۹ | ۴-۲-۴ روش رامبرگ                            |
| ۱۱۳ | ۵-۲-۴ روش نیوتن - کاتس                      |
| ۱۱۶ | ۶-۲-۴ روش گاوس                              |

## فصل پنجم: برازش منحنی

|     |     |                |
|-----|-----|----------------|
| ۱۲۵ | ۱-۵ | مقدمه          |
| ۱۲۶ | ۲-۵ | برازش خطی      |
| ۱۲۸ | ۳-۵ | برازش درجه دوم |
| ۱۳۰ | ۴-۵ | برازش نمایی    |
| ۱۳۲ | ۵-۵ | برازش کسری     |
| ۱۳۶ | ۶-۵ | برازش مثلثاتی  |

## فصل ششم: روش‌های عددی حل معادلات دیفرانسیل معمولی

|     |       |                             |
|-----|-------|-----------------------------|
| ۱۴۳ | ۱-۶   | مقدمه                       |
| ۱۴۴ | ۲-۶   | روش تیلور                   |
| ۱۴۹ | ۳-۶   | روش اویلر                   |
| ۱۵۰ | ۴-۶   | روش رانگ - کوتا             |
| ۱۵۱ | ۱-۴-۶ | روش رانگ - کوتا مرتبه دوم   |
| ۱۵۲ | ۲-۴-۶ | روش رانگ - کوتا مرتبه چهارم |

## فصل هفتم: ماتریس‌ها و حل دستگاه‌های معادلات خطی و غیر خطی

|     |       |                           |
|-----|-------|---------------------------|
| ۱۵۹ | ۱-۷   | مقدمه‌ای بر ماتریس‌ها     |
| ۱۶۵ | ۲-۷   | دترمینان                  |
| ۱۷۰ | ۳-۷   | ماتریس وارون              |
| ۱۷۳ | ۴-۷   | دستگاه‌های معادلات خطی    |
| ۱۷۵ | ۱-۴-۷ | روش‌های مستقیم            |
| ۱۹۴ | ۲-۴-۷ | روش‌های تکراری            |
| ۲۰۰ | ۵-۷   | دستگاه‌های معادلات غیرخطی |

## فصل هشتم: مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس‌ها

|     |       |                                                          |
|-----|-------|----------------------------------------------------------|
| ۲۱۳ | ۱-۸   | مقدمه                                                    |
| ۲۱۴ | ۲-۸   | مقادیر ویژه و بردارهای ویژه                              |
| ۲۱۸ | ۳-۸   | تعیین چند جمله‌ای مشخصه یک ماتریس                        |
| ۲۱۹ | ۱-۳-۸ | روش ضرایب نامعین                                         |
| ۲۲۱ | ۲-۳-۸ | روش کرلیف                                                |
| ۲۲۳ | ۳-۳-۱ | روش فادیولوریر                                           |
| ۲۲۷ | ۱-۸   | حاسبه وارون یک ماتریس با استفاده از قضیه کیلی - هامیلتون |
| ۲۲۹ | ۲-۸   | محاسبه مقادیر ویژه با استفاده از روش‌های تکراری          |
| ۲۳۷ |       | پیوست: نمونه سؤالات امتحانی                              |
| ۲۵۲ |       | منابع                                                    |