

روش‌های

محاسبات

عددی

مؤلفین :

جواد وحیدی

صابر قاسمیون



دانش‌نگار

وحیدی، جواد / ۱۳۴۸، -

روش‌های محاسبات عددی / مؤلفین: جواد وحیدی؛ صابر قاسم‌پور. -  
تهران: انتشارات دانش‌نگار، ۱۳۸۳.  
۳۰۴ ص. : مصور: جدول، نمودار.

I.S.B.N : 978-964-5777-62-1

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا (فهرست‌نویسی پیش از انتشار).  
۱. حساب عددی - برنامه‌ریزی کامپیوتری. الف. قاسم‌پور، صابر، ۱۳۴۸،  
نویسنده همکار، ب. عنوان.

۰۰۵/۷۳

۲، ۳ و ۹ / ۹۶ / ۷۶ QA



دانش‌نگار

تهران، صندوق پستی ۶۳۴-۱۳۱۴۵

تلفن ۶۶۴۱۶۱۷۶-۰۲۱

روش‌های محاسبات عددی

تألیف: جواد وحیدی، صابر قاسم‌پور

ناشر: دانش‌نگار

چاپ سوم: پاییز ۸۶

جلد ۲۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۷۷۷-۶۲-۱

قیمت: ۴۰۰۰ تومان

تلفن: ۶۶۴۱۶۱۷۶، فاکس: ۶۶۴۱۶۶۷۶

تهران، خ لبافی‌نژاد، بین فروردین و اردیبهشت، شماره ۱۸۹

# فهرست مطالب

۶۴ ..... ۱۱-۲. حل معادلات چندجمله‌ای

۷۰ ..... مسائل حل شده

۷۶ ..... تمرینات

۷۸ ..... پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۸۴ ..... پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای

## ۹۱. ۳. درونیابی

۹۱ ..... ۱-۳. مقدمه

۹۱ ..... ۲-۳. چندجمله‌ای درونیاب

۹۳ ..... ۳-۳. درونیابی لاگرانژ

۹۶ ..... ۴-۳. تفاضلات تقسیم شده نیوتن

۹۸ ..... ۵-۳. خطا در چندجمله‌ای درونیاب

۱۰۲ ..... ۶-۳. تفاضلات متناهی

۱۱۱ ..... ۷-۳. درونیابی معکوس

۱۱۵ ..... ۸-۳. درونیابی لاگرانژ توابع دومتغیره

۱۱۶ ..... مسائل حل شده

۱۲۳ ..... تمرینات

۱۲۶ ..... پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱۳۰ ..... پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای

## ۱۳۹. ۴. مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری

۱۳۹ ..... عددی

۱۳۹ ..... ۱-۴. مقدمه

۱۳۹ ..... ۲-۴. مشتق‌گیری عددی

۱۵۱ ..... ۳-۴. انتگرال‌گیری عددی

۱۷۸ ..... مسائل حل شده

۱۸۷ ..... تمرینات

۱۸۸ ..... پرسش‌های چهارگزینه‌ای

## ۷. ۱. خطاها و تقریب‌ها

۷ ..... ۱-۱. مقدمه

۷ ..... ۱-۱. منابع اصلی خطا

۸ ..... ۱-۱. نمایش اعداد

۹ ..... ۱-۱. خطاهای مطلق و نسبی

۱۳ ..... ۱-۱. ارقام بامعنی

۱۵ ..... ۱-۱. انتخاب تقریبی از یک عدد معلوم

۱۶ ..... ۱-۱. ارقام با معنای درست یک تقریب

۱۶ ..... ۱-۱. خطای حاصل جمع، تفاضل، حاصل ضرب

۱۹ ..... ۱-۱. خارج قسمت

۲۳ ..... ۱-۱. خطای محاسبه توابع

۲۵ ..... مسائل حل شده

۲۹ ..... تمرینات

۳۰ ..... پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۳۱ ..... پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای

## ۳۳. ۲. حل عددی معادلات غیرخطی

۳۳ ..... ۲-۱. مقدمه

۳۴ ..... ۲-۱. تعیین تعداد و محل تقریبی ریشه‌ها

۳۷ ..... ۲-۱. روش تصنیف (دوبخشی)

۴۲ ..... ۲-۱. روش نابجایی

۴۶ ..... ۲-۱. روش تکرار ساده (تکرار نقطه ثابت)

۵۰ ..... ۲-۱. مرتبه همگرایی یک دنباله

۵۱ ..... ۲-۱. روش  $\Delta^2$  ایکن

۵۳ ..... ۲-۱. روش نیوتن - رافسون

۶۱ ..... ۲-۱. روش نیوتن برای حل دستگاه معادلات

۶۱ ..... ۲-۱. روش دومتغیره

۶۲ ..... ۲-۱. روش وتری

۱۴-۶ تعیین معکوس یک ماتریس به روش  
 گوس - جردن ..... ۵۱  
 مسائل حل شده ..... ۶۱  
 تمرینات ..... ۶۳  
 پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۶۴  
 پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۶۷

**۷. مقادیر و بردارهای ویژه ..... ۷۱**

۷-۱. مقدمه ..... ۷۱  
 ۷-۲. روش به دست آوردن مقادیر ویژه یک ماتریس ..... ۷۲  
 ۷-۳. خواص مقادیر و بردارهای ویژه یک ماتریس ..... ۷۳  
 ۷-۴. روش اثر ماتریس برای تعیین مقادیر ویژه  
 (روش لوریه - فادیو) ..... ۷۳  
 ۷-۵. روش‌های تکراری برای محاسبه مقادیر ویژه ..... ۷۴  
 مسائل حل شده ..... ۷۹  
 تمرینات ..... ۸۰  
 پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۸۱  
 پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۸۲

**۸. برازش منحنی ..... ۸۵**

۸-۱. مقدمه ..... ۸۵  
 ۸-۲. خط کمترین مربعات ..... ۸۵  
 ۸-۳. سهمی کمترین مربعات ..... ۸۷  
 ۸-۴. برازش توانی ..... ۸۸  
 ۸-۵. خطی‌سازی داده‌ها ..... ۸۹  
 ۸-۶. صفحه کمترین مربعات ..... ۹۰  
 ۸-۷. برازش منحنی در حالت پیوسته ..... ۹۱  
 مسائل حل شده ..... ۹۲  
 تمرینات ..... ۹۲  
 پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۹۳  
 پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۹۶

**منابع ..... ۲۰۳**

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۱۹۶

**۵. حل عددی معادلات دیفرانسیل**

عمومی ..... ۲۰۳  
 ۵-۱. مقدمه ..... ۲۰۳  
 ۵-۲. روش تکرار پیکار ..... ۲۰۴  
 ۵-۳. روش اویلر ..... ۲۰۴  
 ۵-۴. معادلات تفاضلی ..... ۲۰۶  
 ۵-۵. روش‌های تک‌گام ..... ۲۰۹  
 ۵-۶. روش‌های رانگ - کوتا ..... ۲۱۱  
 ۵-۷. روش‌های چندگامی ..... ۲۱۶  
 مسائل حل شده ..... ۲۲۱  
 تمرینات ..... ۲۲۳  
 پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۲۲۴  
 پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای ..... ۲۳۰

**۶. حل عددی دستگاه‌های معادلات**

خطی ..... ۲۳۷  
 ۶-۱. مقدمه ..... ۲۳۷  
 ۶-۲. روش کرامر برای حل دستگاه  $AX = b$  ..... ۲۳۸  
 ۶-۳. روش حذفی گوس ..... ۲۳۹  
 ۶-۴. تبدیل دستگاه (۱) به دستگاه مثلثی (۲) ..... ۲۴۰  
 ۶-۵. محورگیری جزئی در روش حذفی گوس ..... ۲۴۳  
 ۶-۶. محورگیری کامل ..... ۲۴۳  
 ۶-۷. استفاده از روش حذفی گوس در محاسبه  
 دترمینان‌ها ..... ۲۴۴  
 ۶-۸. محاسبه تعداد اعمال لازم در حل دستگاه با روش  
 حذفی گوس ..... ۲۴۵  
 ۶-۹. روش مستقیم تجزیه  $A = LR$  ..... ۲۴۶  
 ۶-۱۰. الگوریتم کرات برای تجزیه ماتریس  $A$  به  $LR$  ..... ۲۴۷  
 ۶-۱۱. استفاده از تجزیه  $LR$  در حل دستگاه ..... ۲۴۷  
 ۶-۱۲. کاربرد تجزیه  $LR$  در محاسبه دترمینان ..... ۲۴۸  
 ۶-۱۳. ماتریس‌های معین مثبت ..... ۲۴۸

همه ما اغلب می‌شنویم که ریاضیات عموماً با اثبات قضایا سروکار دارد. آیا شغل یک نویسنده عمدتاً جمله‌نویسی، است؟ حرفه ریاضیدان آن پیچیدگی‌ها را دارد که در پس حل مسأله، قیاس، تسلیم و خیال‌پردازی نهفته است و اثبات قطعاً نمی‌تواند جوهر اصلی کشف باشد، زیرا که آن تنها سند اطمینانی است بر این‌که اندیشه‌مان ما را فریب نداده است.

## جیان کارلورتا

روند رو به رشد و استفاده روزافزون ماشین‌های محاسب الکترونیکی به میزان قابل توجهی قلمرو کار محاسبات را وسعت بخشیده‌اند. اما قدمت محاسبات عددی به دوران باستان باز می‌گردد.

حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد، بابلی‌ها به تدوین جدول ریاضی مشغول بوده‌اند (یک لوح گلی که شامل مربعات اعداد صحیح از ۱ تا ۶۰ به دست آمد). در سال ۲۲۰ ق. اشمیدس از چندضلعی‌های منتظم به عنوان تقریب‌هایی برای دایره استفاده کرد که تا مدت‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت.

تا قرن ۱۷ کارهای عددی عمدتاً به تهیه جداول نجومی اختصاص داشت. پیدایش جبر در قرن ۱۶ محرک جدیدی به همه جوانب ریاضی، به ویژه محاسبات عددی بخشید. در سال ۱۶۱۴ اولین جدول لگاریتم منتشر شد و در سال ۱۶۲۰ لگاریتم‌های توابع سینوس و تانژانت تا هفت رقم اعشار به جدول درآمدند. در اواخر قرن ۱۷، محاسبات با سری‌های نامتناهی، همراه با پیشرفت حساب و دیفرانسیل و انتگرال شروع به شکوفایی کرد.

در اواخر قرن ۱۹، پیشرفت ماشین‌های حساب موجب رشد بیشتر آنالیز عددی شد. این رشد پس از جنگ جهانی دوم به انفجار کشنده شد و تحولات عظیمی به کمک کامپیوتر ایجاد شد. امروزه تقریباً همه رشته‌های مهندسی نیازمند به روش‌های عددی هستند و لذا فراگیری این روش‌ها رایج آن‌ها ضروری است.

کتاب حاضر را به عنوان یک کتاب درسی مقدماتی در محاسبات عددی برای دانشجویان دوره کارشناسی نوشته‌ایم و سعی کرده‌ایم که مطالب کتاب را از ابتدا به روالی منطقی و مستقل، با تأکید بر روش‌های عملی و نظری ریاضی ارائه دهیم. بنابراین الگوریتم‌ها را دقیقاً بیان کرده‌ایم و به دو زبان برنامه‌نویسی C و دلفی کدگذاری کردیم. این برنامه‌ها را می‌توانید از طریق سایت انتشارات دانش‌نگار به آدرس [www.daneshnegar.net](http://www.daneshnegar.net) دریافت نمایید.

به‌علاوه تعداد زیادی پرسش‌های چهارگزینه‌ای در کتاب گنجانده شده است تا مسیر برای داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد کامپیوتر، ریاضی و ... هموار شود. اغلب این پرسش‌ها از آزمون‌های کارشناسی شد سال‌های اخیر برداشته شده است و سعی شده است که در پاسخ دادن به آن‌ها از روش‌هایی استفاده شود که متناسب با وقت آزمون‌های تستی باشد.