

# حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی توماس

ویراست سیزدهم

جلد ۱ (قسمت اول)

نویسندگان

جورج ب. توماس

جوئل هاس

موريس د. وير

مترجمان

دکتر فرشید نورعلی شاهی

دکتر امیرعلی طباطبایی عدنانی

علیرضا قنبری

نیاز دانش

|                     |  |
|---------------------|--|
| سرشناسه             | : توماس، جورج برینتون، ۱۹۱۴ - ۲۰۰۶م. Thomas, George B. (George Brinton)  |
| عنوان و نام پدیدآور | : حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی توماس / نویسندگان جورج ب. توماس، جوئل هاس، موریس د. ویر؛ مترجمان فرشید نورعلی‌شاهی، امیرعلی طباطبایی‌عدناتی، علیرضا قنبری. |
| مشخصات نشر          | : تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۶   |
| مشخصات ظاهری        | : ج۲: مصور، جدول؛ ۲۹×۲۲ س.م.   |
| شابک                | : ج. ۱، ق. ۱: 978-600-7724-90-3؛ ج. ۱، ق. ۲: 978-600-7724-91-0؛ ج. ۲: 978-600-7724-92-7؛ دوره: 978-600-7724-93-4   |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیپا   |
| یادداشت             | : عنوان اصلی: Thomas' calculus, 13th ed, 2014  |
| یادداشت             | : کتاب حاضر بر اساس کتاب "حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی" اثر جورج ب. توماس است.  |
| موضوع               | : حسابان   |
| موضوع               | : حساب دیفرانسیل   |
| موضوع               | : حساب انتگرال   |
| موضوع               | : هندسه تحلیلی   |
| شناسه افزوده        | : هاس، جوئل  |
| شناسه افزوده        | : ویر، موریس دی، ۱۹۳۹-م.   |
| شناسه افزوده        | : نورعلی‌شاهی، فرشید، ۱۳۳۶ - مترجم   |
| شناسه افزوده        | : طباطبایی‌عدناتی، امیرعلی، ۱۳۴۶ - مترجم   |
| شناسه افزوده        | : قنبری، علیرضا، ۱۳۵۷ - مترجم  |
| رده‌بندی کنگره      | : ۱۳۹۶ ج۵/ت۹/ق۳/۳ QA۳۰۳  |
| رده‌بندی دیویی      | : ۵۱۵/۱۵   |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۴۸۱۱۹۸۱  |
| موضوع               | : Calculus   |
| موضوع               | : Differential calculus  |
| موضوع               | : Calculus, Integral   |
| موضوع               | : Geometry, Analytic   |
| موضوع               | : Hass, Joel   |
| موضوع               | : Weir, Maurice D.   |



|                           |  |
|---------------------------|--|
| نام کتاب                  | : حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی ویراست سیزدهم / جلد ۱ (قسمت اول) |
| نویسندگان                 | : جورج ب. توماس / جوئل هاس / موریس د. ویر                                  |
| مترجمان                   | : دکتر فرشید نورعلی‌شاهی - دکتر امیرعلی طباطبایی‌عدناتی - علیرضا قنبری     |
| مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ | : حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس   |
| ناشر                      | : نیاز دانش  |
| صفحه آرا                  | : واحد تولید انتشارات نیاز دانش  |
| نوبت چاپ                  | : اول - ۱۳۹۶   |
| شمارگان                   | : ۱۵۰۰ نسخه  |
| قیمت                      | : ۳۸۰۰۰۰ ریال  |

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| شابک [جلد اول (۱)]: ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۹۰-۳ | ISBN:978-600-6481-90-3 |
| شابک (دوره): ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۹۳-۴        | ISBN:978-600-6481-93-4 |

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیه‌ی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

آدرس انتشارات: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، تقاطع وحید نظری، پلاک ۲۵۵، طبقه ۱، واحد ۲

۰۲۱-۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۸-۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲-۲۱۰۶۷۰۹

## جلد ۱ - قسمت اول

### ۱ توابع

- ۱-۱ توابع و نمودار آنها
- ۲-۱ ترکیب توابع؛ جابه‌جایی و مقیاس‌بندی نمودارها
- ۳-۱ توابع مثلثاتی
- ۴-۱ رسم با نرم‌افزار

### ۲ حد و پیوستگی

- ۱-۲ آهنگ تغییر و مماس بر منحنی
- ۲-۲ حد یک تابع و قوانین حد
- ۳-۲ تعریف دقیق یک حد
- ۴-۲ حدهای یک‌طرفه
- ۵-۲ پیوستگی
- ۶-۲ حدهای شامل بینهایت، مجانب‌های نمودارها

### ۳ مشتق

- ۱-۳ مماس و مشتق در یک نقطه
- ۲-۳ مشتق یک تابع
- ۳-۳ قواعد مشتق‌گیری
- ۴-۳ مشتق به‌عنوان آهنگ تغییر
- ۵-۳ مشتق توابع مثلثاتی
- ۶-۳ قاعده‌ی زنجیره‌ای
- ۷-۳ مشتق ضمنی
- ۸-۳ آهنگ‌های تغییر وابسته
- ۹-۳ خطی‌سازی و دیفرانسیل

### ۴ کاربرد مشتق

- ۱-۴ مقادیر اکسترمم تابع
- ۲-۴ قضیه‌ی مقدار میانگین
- ۳-۴ توابع یکنوا و آزمون مشتق اول
- ۴-۴ رسم نمودار و تقعر
- ۵-۴ بهینه‌سازی کاربردی
- ۶-۴ روش نیوتن
- ۷-۴ پادمشتق

### ۵ انتگرال‌ها

- ۱-۵ مساحت و تخمین با مجموع متناهی
- ۲-۵ نماد سیگما و حد مجموع متناهی
- ۳-۵ انتگرال معین
- ۴-۵ قضیه‌ی اساسی حسابان
- ۵-۵ انتگرال‌های نامعین و روش جانشانی
- ۶-۵ جانشانی‌های انتگرال معین و سطح بین منحنی‌ها

### پیوست‌ها

- ۱-A اعداد حقیقی و خط حقیقی
- ۲-A استقراء ریاضی
- ۳-A خط، دایره و سهمی
- ۴-A اثبات قضایای حد
- ۵-A حدودی که معمولاً پیش می‌آیند
- ۶-A نظریه اعداد حقیقی
- ۷-A اعداد مختلط
- ۸-A قانون توزیع‌پذیری برای ضرب برداری
- ۹-A قضیه مشتق آمیخته و قضیه نمو

### پاسخ به تمرینات فرد

- ۴-۷ تغییر نمایی و معادلات دیفرانسیل جدایی‌پذیر
- ۵-۷ انواع ابهام و قاعده هویتنال
- ۶-۷ وارون توابع مثلثاتی
- ۷-۷ توابع هیپربولیک (هذلولی)
- ۸-۷ آهنگ نسبی رشد

### ۸ روش‌های انتگرال‌گیری

- ۱-۸ استفاده از فرمول‌های اصلی انتگرال
- ۲-۸ انتگرال‌گیری جزء به جزء
- ۳-۸ انتگرال‌های مثلثاتی
- ۴-۸ جانشانی‌های مثلثاتی
- ۵-۸ انتگرال‌گیری از توابع گویا توسط کسرهای جزئی
- ۶-۸ جداول انتگرال و دستگاه جبری کامپیوتر

## جلد ۱ - قسمت دوم

### ۶ کاربردهای انتگرال‌های معین

- ۱-۶ محاسبه حجم با استفاده از سطح مقطع
- ۲-۶ محاسبه حجم با استفاده از پوسته‌های استوانه‌ای
- ۳-۶ طول کمان
- ۴-۶ مساحت سطوح حاصل از دوران
- ۵-۶ کار و نیروهای سیال
- ۶-۶ ممان (گشتاور) و مرکز جرم

### ۷ توابع متعالی

- ۱-۷ وارون توابع و مشتق آنها
- ۲-۷ لگاریتم طبیعی
- ۳-۷ توابع نمایی

- ۷-۸ انتگرال گیری عددی
- ۸-۸ انتگرال های ناسره
- ۹-۸ احتمال

- ۶-۱۰ سری های متناوب و شرط همگرایی
- ۷-۱۰ سری های توانی
- ۸-۱۰ سری های تیلور و مکلوون
- ۹-۱۰ همگرایی سری تیلور
- ۱۰-۱۰ سری دو جمله ای و کاربرد سری تیلور

## ۹ معادلات دیفرانسیل مرتبه اول

- ۱-۹ جواب ها، میدان شیب در روش اویلر
- ۲-۹ معادلات خطی مرتبه اول
- ۳-۹ کاربردها
- ۴-۹ جواب های نموداری معادلات خودگردان Autonomous
- ۵-۹ دستگاه معادلات و صفحات فاز

## ۱۰ دنباله های نامتناهی و سری ها

- ۱-۱۰ دنباله ها
- ۲-۱۰ سری نامتناهی
- ۳-۱۰ آزمون انتگرال
- ۴-۱۰ آزمون مقایسه
- ۵-۱۰ همگرایی مطلق، آزمون نسبت و ریشه

## ۱۱ معادلات پارامتری و مختصات قطبی

- ۱-۱۱ پارامتری سازی منحنی های تخت (در صفحه)
- ۲-۱۱ حسابان با منحنی های پارامتری
- ۳-۱۱ کاربردها
- ۴-۱۱ رسم معادلات مختصات قطبی
- ۵-۱۱ مساحت و طول در مختصات قطبی
- ۶-۱۱ مقاطع مخروطی
- ۷-۱۱ مقاطع مخروطی در مختصات قطبی

### پیوست ها

### پاسخ به تمرینات فرد

## جلد ۲

### ۱۲ بردارها و فضای هندسی

- ۱-۱۲ دستگاه مختصات سه بعدی
- ۲-۱۲ بردارها
- ۳-۱۲ ضرب نقطه ای
- ۴-۱۲ ضرب خارجی
- ۵-۱۲ خط و صفحه در فضا
- ۶-۱۲ استوانه و رویه های درجه دو

### ۱۳ توابع برداری و حرکت در فضا

- ۱-۱۳ منحنی در فضا و مماس های آن
- ۲-۱۳ انتگرال توابع برداری: حرکت پرتابی
- ۳-۱۳ طول کمان در فضا (سه بعد)
- ۴-۱۳ انحنا و بردار عمود بر منحنی
- ۵-۱۳ مولفه های مماسی و عمودی شتاب
- ۶-۱۳ سرعت و شتاب در مختصات قطبی

### ۱۴ مشتقات جزئی

- ۱-۱۴ توابع چند متغیره
- ۲-۱۴ حدود و پیوستگی در ابعاد بالاتر
- ۳-۱۴ مشتقات جزئی
- ۴-۱۴ قاعده زنجیره ای
- ۵-۱۴ مشتق های جهت دار و بردار گرادیان
- ۶-۱۴ صفحات مماس و مشتق ها
- ۷-۱۴ مقادیر اکستریم و نقاط زمینی
- ۸-۱۴ ضرایب لاگرانژ

- ۹-۱۴ فرمول تیلور برای دو متغیر
- ۱۰-۱۴ مشتقات جزئی با متغیرهای مقید

### ۱۵ انتگرال های چندگانه

- ۱-۱۵ انتگرال های دوگانه و مکرر روی مستطیل
- ۲-۱۵ انتگرال دوگانه روی نواحی کلی
- ۳-۱۵ تعیین مساحت با انتگرال دوگانه
- ۴-۱۵ انتگرال های دوگانه در مختصات قطبی
- ۵-۱۵ انتگرال سه گانه در مختصات مستطیلی
- ۶-۱۵ گشتاور و مرکز جرم
- ۷-۱۵ انتگرال سه گانه در مختصات استوانه ای و کروی
- ۸-۱۵ جانشانی در انتگرال های چندگانه

### ۱۶ انتگرال ها و میدان های برداری

- ۱-۱۶ انتگرال های روی منحنی
- ۲-۱۶ میدان های برداری و انتگرال های خطی: کار، چرخش و شار
- ۳-۱۶ استقلال از مسیر، میدان های پایستار و توابع پتانسیل
- ۴-۱۶ قضیه گرین در صفحه
- ۵-۱۶ سطوح و مساحت
- ۶-۱۶ انتگرال های روی سطح
- ۷-۱۶ قضیه استوکس
- ۸-۱۶ قضیه دیورژانس و نظریه وحدت

### پیوست ها

### پاسخ به تمرینات فرد

# فهرست مطالب

مقدمه ..... ۷

## ۱ توابع

|  |     |    |
|--|-----|----|
| توابع و نمودار آن‌ها                         | ۱-۱ | ۱۳ |
| ترکیب توابع؛ جابه‌جایی و مقیاس‌بندی نمودارها | ۲-۱ | ۲۸ |
| توابع مثلثاتی                                | ۳-۱ | ۳۸ |
| رسم با نرم‌افزار                             | ۴-۱ | ۴۵ |
| پرسش‌هایی برای مرور مطالب                    | ۵۳  | ۵۳ |
| تمرین‌های کاربردی                            | ۵۳  | ۵۳ |
| تمرین‌های اضافی و پیشرفته                    | ۵۵  | ۵۵ |

## ۲ حد و پیوستگی

|                                     |     |     |
|-------------------------------------|-----|-----|
| آهنگ تغییر و مماس بر منحنی          | ۱-۲ | ۵۹  |
| حد یک تابع و قوانین حد              | ۲-۲ | ۶۷  |
| تعریف دقیق یک حد                    | ۳-۲ | ۷۹  |
| حدهای یک‌طرفه                       | ۴-۲ | ۹۰  |
| پیوستگی                             | ۵-۲ | ۹۷  |
| حدود شامل بینهایت، مجانب‌های نمودار | ۶-۲ | ۱۰۹ |
| پرسش‌هایی برای مرور مطالب           | ۱۲۳ | ۱۲۳ |
| تمرین‌های کاربردی                   | ۱۲۴ | ۱۲۴ |
| تمرین‌های اضافی و پیشرفته           | ۱۲۶ | ۱۲۶ |

## ۳ مشتق

|                             |     |     |
|-----------------------------|-----|-----|
| مماس و مشتق در یک نقطه      | ۱-۳ | ۱۳۱ |
| مشتق یک تابع                | ۲-۳ | ۱۳۶ |
| قواعد مشتق‌گیری             | ۳-۳ | ۱۴۵ |
| مشتق به‌عنوان آهنگ تغییر    | ۴-۳ | ۱۵۵ |
| مشتق توابع مثلثاتی          | ۵-۳ | ۱۶۶ |
| قاعده‌ی زنجیره‌ای           | ۶-۳ | ۱۷۴ |
| مشتق ضمنی                   | ۷-۳ | ۱۸۲ |
| آهنگ‌های تغییر وابسته       | ۸-۳ | ۱۸۸ |
| خطی‌سازی و دیفرانسیل        | ۹-۳ | ۱۹۸ |
| پرسش‌هایی برای مرور مطالب   | ۲۱۰ | ۲۱۰ |
| تمرین‌های عملی              | ۲۱۱ | ۲۱۱ |
| تمرین‌های کاربردی و پیشرفته | ۲۱۷ | ۲۱۷ |

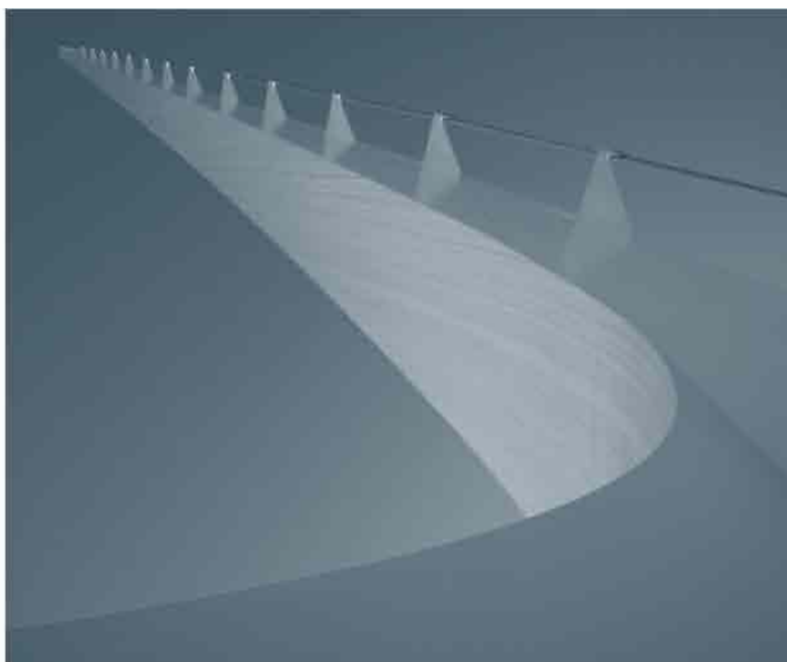
|     |                              |     |
|-----|------------------------------|-----|
| ۲۲۱ | مقادیر اکسترمم تابع          | ۱-۴ |
| ۲۳۰ | قضیه‌ی مقدار میانگین         | ۲-۴ |
| ۲۳۷ | توابع یکنوا و آزمون مشتق اول | ۳-۴ |
| ۲۴۳ | رسم نمودار و تقعر            | ۴-۴ |
| ۲۵۶ | بهینه‌سازی کاربردی           | ۵-۴ |
| ۲۷۰ | روش نیوتن                    | ۶-۴ |
| ۲۷۵ | پادمشتق                      | ۷-۴ |
| ۲۸۶ | پرسش‌هایی برای مرور مطالب    |     |
| ۲۸۷ | تمرین‌های کاربردی            |     |
| ۲۹۰ | تمرین‌های اضافی و پیشرفته    |     |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| ۲۹۵ | مساحت و تخمین با مجموع متناهی               | ۱-۵ |
| ۳۰۷ | نماد سیگما و حد مجموع متناهی                | ۲-۵ |
| ۳۱۴ | انتگرال معین                                | ۳-۵ |
| ۳۲۸ | قضیه‌ی اساسی حسابان                         | ۴-۵ |
| ۳۴۰ | انتگرال‌های نامعین و روش جانشانی            | ۵-۵ |
| ۳۴۶ | جانشانی‌های انتگرال معین و سطح بین منحنی‌ها | ۶-۵ |
| ۳۵۷ | پرسش‌هایی برای مرور مطالب                   |     |
| ۳۵۸ | تمرین‌های کاربردی                           |     |
| ۳۶۱ | تمرین‌های اضافی و پیشرفته                   |     |

## پیوست‌ها

|     |                                   |     |
|-----|-----------------------------------|-----|
| ۳۶۵ | اعداد حقیقی و خط حقیقی            | ۱-A |
| ۳۷۱ | استقراء ریاضی                     | ۲-A |
| ۳۷۵ | خطوط - دایره و سهمی‌ها            | ۳-A |
| ۳۸۴ | اثبات قضایای حدی                  | ۴-A |
| ۳۸۷ | حدود مشترک                        | ۵-A |
| ۳۸۸ | تئوری اعداد حقیقی                 | ۶-A |
| ۳۹۲ | اعداد مختلط                       | ۷-A |
| ۴۰۲ | قانون توزیع‌پذیری برای ضرب برداری | ۸-A |
| ۴۰۳ | قضیه مشتق آمیخته و قضیه نمو       | ۹-A |

|     |                     |  |
|-----|---------------------|--|
| ۴۰۹ | پاسخ به تمرینات فرد |  |
|-----|---------------------|--|



## مقدمه

حسابان توماس معرفی جدیدی برای حسابان (حساب دیفرانسیل و انتگرال) فراهم می‌کند که می‌تواند کمک زیادی به یادگیری مفهومی به‌ویژه در عناصر ضروری این رشته قدیمی بنماید. این کتاب برای تدریس در یک سال سه ترمی و یا یک سال چهار ترمی و برای دانشجویان ریاضی، مهندسی، علوم طبیعی، در نظر گرفته شده است توضیحات دقیق، مثال‌های مناسب، شکل‌های متمایز و تمرین‌های زمان‌بندی شده اساس متن این کتاب را تشکیل می‌دهند.

اساس این کتاب در جهت آماده‌سازی و پرورش فکری دانشجویان امروزی و آشنایی وی با کاربردهای حسابان در جهان و تغییرات آن می‌باشد. تعدادی از دانشجویان با اصطلاحات علمی و روش‌های محاسباتی حسابان در دبیرستان آشنا شده‌اند. با این وجود باز هم نیاز به مهارت‌های جبری و مثلثاتی و درک مفهوم حد برای حسابان در سطح بالاتر دانشگاهی دارند.

در متن حاضر سعی شده است که بدون کند شدن روند پیشرفت خود در حسابان، تعادلی بین دانش قبلی و نیاز فعلی آن‌ها فراهم کنیم. دقت کرده‌ایم که برای مطالب در متن و پیوست‌ها دوره‌های کافی ایجاد کنیم.

تنوع مثال‌ها و تشریح راه‌حل‌ها و فراهم نمودن تمرین‌های مناسب می‌توانند برای دانشجویان در سطوح مختلف، درک مناسب و کاملی از حسابان فراهم نمایند.

این درک می‌تواند فراتر از حفظ فرمول‌ها و روش‌های معمول باشد و به دانشجویان نشان دهد چگونه مفاهیم کلیدی که یکبار معرفی شده‌اند را در مسایل مختلف بکار گیرند. پیوست‌ها طوری تنظیم شده‌اند که ارتباطی بین مفاهیم جدید و دانسته‌های قبلی ایجاد می‌کنند و آنچه را که بعدها می‌آموزند چگونه تعمیم دهند. بعد از یادگیری حسابان در این کتاب، دانشجویان پیشرفت‌های مناسبی را در حل مسایل و توانایی‌هایی را در نحوه استدلال به‌دست می‌آورند. این کار چشم‌اندازهای مناسبی را در زندگی آن‌ها ایجاد می‌نماید. در مجموع هدیه واقعی حسابان و این کتاب کشف توانایی تفکر منطقی و آموزش درک مفهومی از مطالب پیش‌رو می‌باشد.

## تازه‌های این ویرایش

در این ویرایش تفکر مفهومی و منطق کامل حسابان یک و چند متغیره را با هم درمی‌آمیزیم. با پیشنهادات مفید خوانندگان ویرایش قبل به بهتر کردن و دقیق کردن محاسبات پیشین پرداختیم و با نگاهی دقیق تمرینات اضافی در طول متن ایجاد کردیم. تمرینات زیادی با سطوح مختلف از لحاظ سختی اضافه شده است اما تمرکز در این چاپ بر روی تمرینات و مسایل متوسط صورت گرفته است. تعدادی از اشکال مجدداً بکار گرفته شده‌اند و تعداد جدیدی به‌منظور دید بهتر اضافه شده‌اند. بخش جدیدی در احتمالات اضافه شده که کاربرد مهم دیگری از انتگرال‌گیری را در علوم زیستی بیان می‌دارد. ساختار اساسی محتویات قبل را حفظ کرده و ویرایش دوازدهم را تکمیل کرده‌ایم.

در راستای این مطالب، اصطلاحاتی که ذیلاً به جزئیات آن می‌پردازیم را صورت داده‌ایم.

- **توابع:** در بحث استفاده از نرم‌افزار جهت ترسیم، خلاصه‌ای از منحنی برازش می‌نیمم مربعات به‌صورت زیرفصل اضافه کردیم تا دانشجو از مزیت این کاربرد عمومی و قابل دسترس استفاده کند.
- **پیوستگی:** تعاریف پیوستگی را به نقاط پایان بازه‌ها تعمیم دادیم و زیربخش وسیع توابع پیوسته را به انتهای بخش پیوستگی انتقال دادیم.
- **مشتق:** یک دید هندسی مختصری جهت تأیید رابطه هوییتال اضافه کردیم. و نیز مفهوم مشتق‌پذیری توابع چند متغیره را روشن‌تر و آسان‌تر نمودیم و نتیجه‌ای برای قاعده زنجیره‌ای مشتق توابع روی یک مسیر اضافه کردیم.
- **انتگرال:** بخش جدیدی جهت دوره کردن فرمول‌های اساسی انتگرال‌گیری و قواعد جاننشانی و به‌کارگیری اتحادهای جبری و مثلثاتی قبل از معرفی روش‌های انتگرال‌گیری ایجاد کردیم.
- **احتمالات:** بخش جدیدی شامل توزیع‌های احتمال که به‌طور معمول استفاده می‌شوند مانند توزیع نرمال و توزیع نمایی با استفاده از انتگرال‌های ناسره اضافه کردیم تعدادی از مثال‌ها و تمرینات مربوط به علوم زیستی‌اند.
- **سری‌ها:** در این‌جا ایده همگرایی مطلق را پیش از آزمون‌های ریشه و نسبت بیان نمودیم سپس این آزمون‌ها را در شکل قوی‌تر خود مطرح کردیم و سپس به مفهوم همگرایی مشروط و سری‌های متناوب پرداختیم.
- **حساب دیفرانسیل چند متغیره و برداری:** دیدگاه هندسی بیشتری درخصوص ایده انتگرال‌های چندگانه دادیم و مفهوم ژاکوبین را در تغییر متغیر به‌منظور ساده کردن محاسبه انتگرال‌ها معرفی کردیم. ایده انتگرال سطح برای میدان‌های برداری اکنون به موازات مفهوم انتگرال خط میدان‌های برداری است. بحث درخصوص کرل (چرخش) و دیورژانس یک میدان برداری توسعه دادیم.
- **تمرینات سخت:** از ویژگی‌های قدیمی حسابان توماس است و با قوی‌تر شدن آن‌ها در هر ویرایش ادامه یافته است. ما در این‌جا تعدادی از تمرینات و مثال‌ها را به روز کرده و تغییر داده‌ایم همراه با توجه خاص به‌منظور کاربردهای بیشتر در علوم زیستی و مسایل جاری. به‌عنوان مثال یک تمرین در رشد  $U.S.GNP$  را به روز کرده و مسایل جدید مانند تعداد داروی تجویز شده و اشباع مصرف آن، تخمین نرخ ریزش روغن در لوله شکسته شده، و پیش‌بینی افزایش هزینه‌های تحصیل در دانشگاه اضافه شده‌اند.

## تمرینات و امثال

**سختی:** سطح سختی با ویرایش‌های آخر سازگار است. با تشخیص بین بحث‌های صوری و غیرصوری و اشاره به تفاوت‌های آن‌ها ادامه می‌دهیم. ما بر این اعتقادیم که شروع با یک رویکرد کمتر صوری به دانشجویان کمک می‌کند که مفاهیم جدید و سخت را بهتر بیاموزند بنابراین آن‌ها باید قدر دان این دقت کامل ریاضی و نتایج آن باشند. توجه به تعریف دقیق ایده‌ها و اثبات قضایای نقضی برای دانشجویان



حسابان هنگامی که نیاز به یک یادآوری عمقی در دروس پیشرفته‌تر دارند خواهیم داشت. سامان‌دهی بین بحث‌های صوری و غیر صوری، انعطاف‌پذیری در مقدار و عمق پوشش مباحث گوناگون برای مدرس را فراهم می‌سازد. برای مثال در حالی که ما قضیه مقدار میانی و یا قضیه مقدار بحرانی برای توابع پیوسته روی  $a \leq x \leq b$  را ثابت نکرده‌ایم این قضایا را به دقت بیان و مفاهیم آن را در مثال‌های متعددی نشان داده‌ایم و از آن در اثبات نتایج مهم استفاده کرده‌ایم. علاوه بر آن برای اساتیدی که تمایل به پوشش عمیق‌تری دارند در پیوست ۶ درخصوص اتکا به این قضایا برای کامل کردن اعداد حقیقی بحث کردیم.

**تمرینات نوشتاری**، قرار گرفتن تمرینات در بین متن از دانشجو می‌خواهد که مفاهیم گوناگون حسابان و کاربردهای آن را شکافته و شرح دهد. به‌علاوه آخر هر فصل یک سری مسایل برای دانشجویان به‌منظور دوره و خلاصه کردن آنچه آموخته‌اند آمده است. تعدادی از این تمرینات یک تکلیف درس مناسب است.

**آخر هر فصل شامل دوره‌ها و پروژه‌ها** علاوه بر مسایل انتهایی هر فصل، هر بخش نیز با مسایل دوره‌ای به حد اعلی خود می‌رسد. تمرینات عملی تمام فصل را پوشش می‌دهد و یک سری از تمرینات اضافی و پیشرفته برای بعنوان مسایل ترکیبی داده شده است. اغلب فصل‌ها شامل چندین پروژه فنی و کاربردی است که توسط دانشجویان به‌طور فردی یا گروهی، در یک زمان طولانی‌تر می‌تواند بکار گرفته شود.

این پروژه‌ها نیازمند استفاده از یک کامپیوتر اجرا کننده نرم‌افزار مپیل (*Maple*) یا ممتیکا (*Mathematica*) است و نیز موارد اضافی قابل دسترس از طریق اینترنت در سایت [www.pearsonhighered.com/thomas](http://www.pearsonhighered.com/thomas) آمده است.

**نوشتن و کاربردها:** مانند همیشه این متن به‌منظور خواندن مطالب محاوره‌ای و غنی ریاضی ساده‌سازی شده است. هر مبحث جدید با مثال‌هایی که توسط دانشجویان به سادگی قابل فهم باشد طراحی شده است و این موضوع با ارائه مسایل کاربردی در مورد علاقه دانشجویان، تقویت شده است. یک ویژگی این کتاب، کاربرد حسابان در علوم مهندسی است. این مسایل کاربردی در طول چند ویرایش آخر اصلاح و به روز شده‌اند.

**تکنولوژی:** در یک دوره آموزشی استفاده از این کتاب با نظر استاد می‌تواند همراه تکنولوژی آرایه شود. هر بخش شامل تمریناتی است که حل آن‌ها نیازمند تکنولوژی است. چنانچه مناسب برای استفاده از کامپیوتر و یا ماشین حساب باشند با **T** و چنانچه به سیستم نرم‌افزاری کامپیوتری نیاز داشته باشند با CAS (مانند مپیل و یا ممتیکا) نمایش داده شده‌اند.

## منابع اضافی

### راهنمای حل مسایل مدرسین

حسابان یک متغیره .....

حسابان چند متغیره .....

راهنمای مسایل اساتید شامل حل همه تمرینات کتاب حسابان توماس است.

### راهنمای حل مسایل دانشجویان

حسابان یک متغیره

حسابان چند متغیره

راهنمای مسایل دانشجویان شامل حل تمرینات فرد کتاب توماس است.

### جبر و مثلثات صرفاً در زمان در ویرایش چهارم حسابان

بکارگیری مهارت‌های جبری و مثلثاتی به بحران در حسابان تبدیل شده است. کتاب جبر و مثلثات فقط در زمان برای حسابان نوشته کوانتوم مولو و رونالد آی برنت به منظور تقویت این مهارت‌ها و رفع این بحران برای دانشجویان طراحی شده است. همان‌گونه که دانشجو راه خود را در حسابان پیش می‌گیرد این کتاب در هر مرحله با اوست مباحث ضروری جبر و مثلثات و کشف پتانسیل‌های مسئله در کنار دانشجو است.

### راهنمای منابع تکنولوژی:

راهنمای میپل نوشته ماری وانسکو، دانشگاه کارول راهنمای متمتیکا راهنمای ماشین حساب رسام TI نوشته الی نمک رونالد نویمان دانشگاه ایالت سوناما.

این راهنماها به ترتیب پوشش دهنده میپل ۱۷ و متمتیکا ۸ و TI-۸۳ و TI-۸۴ پلاس و TI-۸۹ پلاس‌اند. هر راهنما جزئیات جمع‌آوری یک سیستم نرم‌افزاری یا ماشین حساب رسام در طول یک دوره آزمون را شرح می‌دهد که شامل دستورات و نحوه بکار بردن آن‌هاست. این راهنماها همراه با وسایل و نرم‌افزارهای مطلب در دسترس‌اند تا جهت کیفیت‌دهی به آموزش مورد استفاده قرار گیرند.

### وب سایت [www.pearsonhighered.com/thomas](http://www.pearsonhighered.com/thomas)

وب سایت حسابان توماس شامل فصلی در معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم است و نیز شامل جواب‌های مسایل فرد و توسعه بیوگرافی تاریخی و آزمایشات اشاره شده در متن است. راهنمای منابع تکنولوژی و پروژه‌های کاربردی که قابل استفاده به شکل انفرادی یا گروهی توسط دانشجویان جهت اخذ پروژه است نیز قابل دسترس می‌باشد.

مای مطلب به صورت آنلاین (نیاز به کد دسترسی دارد) مای مطلب‌اند پیرسون راهنمای جهانی آنلاین ریاضی، جمع‌آوری تکالیف تعاملی، ارزشیابی‌ها، در رسانه‌ها در بکارگیری به یک شکل ساده است. مای مطلب نتایج اثبات شده را به منظور موفقیت انفرادی دانشجو در اختیارشان قرار می‌دهد و نیز دارای یک برخورد مثبت و سازگار در خصوص کیفیت یادگیری دانشجوی سال بالاتر رشته ریاضی است.

- مای مطلب به شکل موفقیت‌آمیزی می‌تواند در هر محیطی اجرا شود (آزمایشگاهی - هیبیدی - کاملاً آنلاین - سنتی) نمایش‌دهنده اختلاف قابل سنچس در یادگیری دانشجویان و موفقیت‌های آن‌هاست.
- مای مطلب کتاب طبقه‌بندی شده آنلاین است که به‌طور خودکار دانشجویان را در جریان آزمون‌ها کوئیزها و تکالیف یاد دهنده طرح قرار می‌دهد. شما می‌توانید از این کتاب طبقه‌بندی شده سریعاً هر جا دچار مشکلی شوید استفاده کنید، و بازخورد مثبتی در انجام خوب کار داشته باشید، داده‌های مطلب به‌سادگی در برنامه‌هایی مانند مایکروسافت قابل استفاده و نیز نتایج از نظر تعیین موفقیت قابل تجزیه و تحلیل است.
- **فصل آمادگی:** شامل صدها تمرین در زمینه پیش نیازهای مهارت‌های جبری و مثلثاتی است که دانشجو می‌تواند برای جبران معارت‌های مورد نیاز از آن استفاده کند.
- **تمرینات:** تکالیف و تمرینات در مای مطلب در ارتباط با تمرینات داخل متن است و چنان‌چه جواب دانشجو در حل مسایل این نرم‌افزار نادرست باشد به خوبی کمک کننده است.
- **کمک‌های تصویری:** تمرینات شامل راهنمای حل‌اند. مسایل نمونه تصاویر متحرک با آپ‌لت جاوا، فیلم هار متن‌های جهت کمک بیشتر به یادگیری

- **آموزش فردی:** گرچه تعدادی از دانشجویان مای مطلب را به‌عنوان نرم‌افزار خاصی معرفی می‌کنند دانشجویان از آن به‌عنوان آموزش زنده توسط پیرسون برای ریاضی و آمار نیز یاد می‌کنند. و مای مطلب تلفیقی از تجربه و آموزش و چشم‌اندازی برای آینده است.
- بکارگیری محصول پیرسون به منزله بالا بردن کیفیت است. این بدان معنی است که متن ما دقیق و متمایز است و نیز بدان معناست که دست به دست هم داده‌ایم که مای مطلب را تا آن‌جا که ممکن است در دسترس قرار دهیم.
- هنگامی که با نرم‌افزار مای مطلب شروع می‌کنید یا سوالی در طول راه دارید ما این‌جا هستیم که چگونگی بکارگیری تکنولوژی و به اشتراک گذاشتن آن‌را در رشته موردنظر شما آموزش دهیم.