

ریاضیات گسسته

و کاربردهای آن

ویرایش پنجم

بخش اول

مؤلف:

کنت روزن

مترجمان:

مسعود مظلوم

(عضو هیئت علمی گروه کامپیوتر دانشگاه شهید چمران اهواز)

جواد خداوردی

علیرضا پاسلار

ریاضیات گسسته و کاربردهای آن.

مترجمان: مهندس مسعود مظلوم، مهندس جواد خداوردی، مهندس علیرضا پاسلار.
اعضای شورای کمیسیون تخصص علوم پایه، فنی و مهندسی، دکتر ناهید پوررضا، دکتر مرتضی زرگرشوشتری،
دکتر منوچهر چیت‌سازان، دکتر مرتضی رزاز، دکتر فضل‌الله عزیزی، دکتر علی رضایی علی‌آباد، دکتر
خلیل رنجبر.

ویراستار علمی: دکتر منصور معتمدی.

ویراستار ادبی: دکتر سیدعباس امام.

ناشر: دانشگاه شهید چمران اهواز.

چاپ اول: ۱۳۸۹

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی چاپ و صحافی: اداره چاپ و انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

سرشناسی	Rosen, Kenneth. H.
عنوان و نام پدیدآور	ریاضیات گسسته و کاربردهای آن / مولف کنت روزن : مترجمان مسعود مظلوم، جواد خداوردی، علیرضا پاسلار.
مشخصات نشر	اهواز: دانشگاه شهید چمران، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	XXX، ۸۸۷۹ ص:، مقبوس.
فروست	انتشارات دانشگاه شهید چمران: ۴۷۰.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۴۱-۰۰۲-۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: its applications , 5th ed, c2003 Discrete mathematics and...
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	ریاضیات.
موضوع	کامپیوتر -- ریاضیات.
شناسه افزوده	مظلوم، مسعود، ۱۳۵۶ - مترجم
شناسه افزوده	خداوردی، جواد، ۱۳۶۶ - مترجم
شناسه افزوده	پاسلار، علیرضا، ۱۳۶۷ - مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه شهید چمران اهواز.
رده بندی کنگره	QA۳۹۷۲ / ۹۹۱ ۱۳۸۹
رده بندی دیویی	۵۱۱
شماره کتابشناسی ملی	۲۱۵۷۶۶۶

محل های فروش کتاب

اهواز: گلستان - شهر دانشگاهی - کتابفروشی دانشگاه شهید چمران اهواز.

تلفاکس: ۰۶۱۱-۳۳۴۱۰۷۲

تهران: خ. کارگر شمالی، خ. نصرت، خ. دکتر قریب نرسیده به خ. فرصت، پلاک ۱۱ - مؤسسه کتابیران

تلفن: ۰۲۱-۶۶۵۶۵۱۰-۱۵

قیمت: دوره دو جلدی: ۲۴۰/۰۰۰ ریال

تک جلدی: ۱۲۰/۰۰۰ ریال

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است

فهرست مطالب

I	فهرست مطالب
VII	پیش‌گفتار مترجمان
IX	درباره‌ی مؤلف
XI	پیش‌گفتار مؤلف
XXV	وب‌سایت همراه
XXVII	مطالبی برای دانشجویان

فصل اول مبانی: منطق و برهان، مجموعه‌ها و توابع

۲	۱-۱ منطق
۴۷	۲-۱ هم‌ارزی‌های گزاره‌ای
۶۵	۳-۱ گزاره‌نماها و سورها
۱۰۲	۴-۱ سورهای تودرتو
۱۳۳	۵-۱ روش‌های اثبات
۱۷۸	۶-۱ مجموعه‌ها
۱۹۸	۷-۱ عملیات روی مجموعه‌ها
۲۲۱	۸-۱ توابع

۲۵۳	واژه‌ها و نتایج کلیدی
۲۵۹	پرسش‌های مروری
۲۶۳	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل دوم مفاهیم پایه: الگوریتم‌ها، اعداد صحیح و ماتریس‌ها ۲۷۵

۲۷۷	۱-۲ الگوریتم‌ها
۳۰۳	۲-۲ رشد توابع
۳۳۱	۳-۲ پیچیدگی الگوریتم‌ها
۳۵۰	۴-۲ اعداد صحیح و تقسیم
۳۸۲	۵-۲ اعداد صحیح و الگوریتم‌ها
۴۰۹	۶-۲ کاربردهای نظریه‌ی اعداد
۴۴۲	۷-۲ ماتریس‌ها
۴۶۱	واژه‌ها و نتایج کلیدی
۴۶۶	پرسش‌های مروری
۴۷۰	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل سوم استدلال‌های ریاضی، استقرا و روابط بازگشتی ۴۸۵

۴۸۶	۱-۳ راهبرد اثبات
۵۱۲	۲-۳ دنباله‌ها و سری‌ها
۵۳۸	۳-۳ استقرای ریاضی
۵۷۷	۴-۳ تعریف‌های بازگشتی و استقرای ساختاری
۶۱۳	۵-۳ الگوریتم‌های بازگشتی
۶۳۳	۶-۳ درستی برنامه
۶۴۵	واژه‌ها و نتایج کلیدی
۶۴۸	پرسش‌های مروری
۶۵۱	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل چهارم شمارش ۶۷۳

۶۷۴	۴-۱ مبنای شمارش
۷۰۰	۴-۲ اصل لانه کبوتری
۷۱۸	۴-۳ جایگشت‌ها و ترکیب‌ها
۷۳۳	۴-۴ ضرایب دو جمله‌ای
۷۴۸	۴-۵ جایگشت‌ها و ترکیب‌های تعمیم‌یافته
۷۶۸	۴-۶ ایجاد جایگشت‌ها و ترکیب‌ها
۷۷۷	واژه‌ها و نتایج کلیدی
۷۷۹	پرسش‌های مروری
۷۸۲	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل پنجم احتمال گسسته ۷۹۵

۷۹۶	۵-۱ مقدمه‌ای بر احتمال گسسته
۸۱۱	۵-۲ نظریه‌ی احتمال
۸۴۳	۵-۳ امید ریاضی و واریانس
۸۷۳	واژه‌ها و نتایج کلیدی
۸۷۵	پرسش‌های مروری
۸۷۸	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل ششم روش‌های پیشرفته‌ی شمارش ۸۹۳

۸۹۴	۶-۱ روابط بازگشتی
۹۲۳	۶-۲ حل روابط بازگشتی
۹۴۹	۶-۳ الگوریتم‌های تقسیم‌و غلبه و روابط بازگشتی
۹۷۰	۶-۴ توابع مولد
۱۰۰۱	۶-۵ شمول و طرد

- ۱۰۱۵ ۶-۶ کاربردهای اصل شمول و طرد
 ۱۰۳۲ واژه‌ها و نتایج کلیدی
 ۱۰۳۴ پرسش‌های مروری
 ۱۰۳۷ تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل هفتم رابطه‌ها ۱۰۵۱

- ۱۰۵۲ ۱-۷ رابطه‌ها و ویژگی‌های آن‌ها
 ۱۰۷۷ ۲-۷ رابطه‌های n تایی و کاربردهای آن‌ها
 ۱۰۹۴ ۳-۷ نمایش رابطه‌ها
 ۱۱۰۸ ۴-۷ بستارهای رابطه‌ها
 ۱۱۳۰ ۵-۷ رابطه‌های هم‌ارزی
 ۱۱۵۱ ۶-۷ ترتیب‌های جزئی
 ۱۱۸۵ واژه‌ها و نتایج کلیدی
 ۱۱۹۰ پرسش‌های مروری
 ۱۱۹۴ تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل هشتم گراف‌ها ۱۲۰۹

- ۱۲۱۰ ۱-۸ مقدمه‌ای بر گراف‌ها
 ۱۲۲۸ ۲-۸ واژه‌شناسی گراف
 ۱۲۵۱ ۳-۸ نمایش گراف‌ها و یک‌ریختی گراف‌ها
 ۱۲۷۵ ۴-۸ همبندی
 ۱۲۹۸ ۵-۸ مسیرهای اولیه و همیلتنی
 ۱۳۳۰ ۶-۸ مسأله‌ی کوتاه‌ترین مسیر
 ۱۳۵۲ ۷-۸ گراف‌های هامنی
 ۱۳۷۱ ۸-۸ رنگ‌آمیزی گراف‌ها
 ۱۳۸۹ واژه‌ها و نتایج کلیدی

۱۳۹۴	پرسش‌های مروری
۱۳۹۸	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل نهم درخت‌ها ۱۴۱۷

۱۴۱۸	۹-۱ مقدمه‌ای بر درخت‌ها
۱۴۴۵	۹-۲ کاربردهای درخت‌ها
۱۴۷۷	۹-۳ نمایش درخت
۱۵۰۳	۹-۴ درخت‌های فراگیر
۱۵۳۲	۹-۵ درخت‌های فراگیر کمینه
۱۵۴۵	واژه‌ها و نتایج کلیدی
۱۵۴۹	پرسش‌های مروری
۱۵۵۲	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل دهم جبر بولی ۱۵۶۵

۱۵۶۶	۱۰-۱ توابع بولی
۱۵۸۱	۱۰-۲ نمایش توابع بولی
۱۵۹۰	۱۰-۳ گیت‌های منطقی
۱۶۰۵	۱۰-۴ کمینه‌سازی مدارها
۱۶۳۶	واژه‌ها و نتایج کلیدی
۱۶۳۹	پرسش‌های مروری
۱۶۴۱	تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

فصل یازدهم مدل‌سازی محاسبات ۱۶۵۱

۱۶۵۲	۱۱-۱ زبان‌ها و گرامرها
------	------------------------

- ۱۶۷۹ ۱۱-۲ دستگاه‌های متناهی حالت دارای خروجی
 ۱۶۹۶ ۱۱-۳ دستگاه‌های متناهی حالت بدون خروجی
 ۱۷۱۲ ۱۱-۴ تشخیص زبان
 ۱۷۳۲ ۱۱-۵ دستگاه‌های تورینگ
 ۱۷۴۸ واژه‌ها و نتایج کلیدی
 ۱۷۵۱ پرسش‌های مروری
 ۱۷۵۴ تمرین‌ها و پروژه‌های پایان فصل

پیوست شماره یک توابع نمایی و لگاریتمی ۱۷۶۵

پیوست شماره دو شبه‌کد ۱۷۷۱

- ۱۷۸۱ منابع پیشنهادی برای مطالعه‌ی بیشتر
 ۱۷۸۹ منابع و مراجع
 ۱۸۰۱ فهرست اشخاص
 ۱۸۰۳ نمایه
 ۱۸۳۵ فهرست نمادها
 ۱۸۴۳ واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی
 ۱۸۶۱ واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

پیش‌گفتار مترجمان

کتابی که در اختیار دارید، ترجمه‌ی ویرایش پنجم "ریاضیات گسسته و کاربردهای آن" تألیف کنث روزن است. این کتاب، یکی از بهترین منابع برای تدریس درس ساختمان‌های گسسته و همچنین یک منبع بسیار مناسب برای عزیزی است که قصد شرکت در آزمون کارشناسی ارشد را دارند. پس از مطالعه‌ی این کتاب خواهید دید که سرفصل‌های درس ساختمان‌های گسسته، به بهترین شکل پوشش داده شده‌اند. علاوه بر این، مثال‌های حل‌شده‌ی این کتاب و نیز تمرین‌ها، قضیه‌ها و نکات فراوانی که در این کتاب وجود دارد، بارها در کنکورهای سراسری و آزاد کارشناسی ارشد مشاهده شده‌اند که این موضوع، بر ارزش این کتاب می‌افزاید. به همین جهت فرصت را غنیمت شمردیم تا با ترجمه‌ی آن، خدمتی ناچیز به دانشجویان عزیز کرده باشیم.

هر شخصی قدم در عرصه‌ی علوم کامپیوتر می‌نهد، درمی‌یابد که ریاضیات گسسته جایگاه ویژه‌ای در این علم دارد. به عقیده‌ی ما، زیبایی این کتاب، در بیان کاربردهای علم پایه‌ای ریاضی، در جای‌جای علم جهان‌گستر کامپیوتر است. با مطالعه‌ی این کتاب، مشاهده خواهید نمود که ریاضیات گسسته، در مباحث بسیاری از علم کامپیوتر، دخیل است.

به دارندگان این کتاب، پیشنهاد می‌کنیم در یک فرصت مناسب، تمام فصول آن را مطالعه نمایند. تدریس کامل این کتاب در یک نیم‌سال، قطعاً کار ساده‌ای نخواهد بود. اغلب اساتید محترم درس ساختمان‌های گسسته، تمام فصول این کتاب را تدریس نمی‌کنند که شاید مهم‌ترین علت آن، حجم بالای کتاب و زمان ناکافی در طول یک نیم‌سال باشد.

همچنین دانشجویان اندکی می‌توانند یک کتاب انگلیسی را به سرعت مطالعه کنند. این موضوع باعث شده تا تعداد کمی از اساتید، تمام فصول کتاب را تدریس کنند اما با وجود ترجمه‌ی مناسبی که در دست دارید، این امکان فراهم شده که دانشجویان، با دغدغه‌ی کمتری آن را مطالعه نمایند. در هر حال، پیشنهاد می‌کنیم با مطالعه‌ی تمام فصول این کتاب ارزشمند، راه را برای یادگیری بسیاری از دروس آتی خود، هموار کنید. لازم به ذکر است که مؤلف این کتاب، مطالب بسیاری را لایه‌لای تمرین‌های پایان هر بخش گنجانده است. لذا به تمرین‌های پایان هر بخش نیز توجه خاصی داشته باشید.

می‌دانیم که درس ساختمان‌های گسسته، یک درس پایه‌ای و مهم است. با مطالعه‌ی کامل این کتاب، خواهید دید که برای یادگیری دروس ساختمان داده‌ها، طراحی الگوریتم‌ها، مدارهای منطقی، اصول طراحی پایگاه داده‌ها، نظریه‌ی زبان‌ها و ماشین‌ها و همچنین هوش مصنوعی، یک آمادگی اولیه به دست آورده‌اید. البته واضح است که تمام مباحث دروس نام‌برده، در این کتاب گردآوری نشده و امکان چنین کاری هم وجود ندارد، اما این کتاب یک پیش‌زمینه‌ی بسیار عالی را در این درس‌ها برای شما به ارمغان می‌آورد و پس از مطالعه‌ی آن، در یادگیری دروس فوق، قطعاً احساس راحتی خواهید کرد.

فرصت را غنیمت شمرده و از آقای علیرضا پاسلار که در نیمی از ترجمه‌ی اولیه، همکاری خوبی با تیم ترجمه داشتند، قدردانی می‌کنیم. شایسته است که از زحمات مهندس جواد خداوردی نیز صمیمانه قدردانی گردد که علاوه بر سهم بسیار زیاد ایشان در ترجمه‌ی تمام فصول این کتاب، ویرایش کتاب در مراحل مختلف، همچنین درج تمام فرمول‌ها، ایجاد جداول، آماده‌سازی و درج تمام شکل‌های کتاب، آماده‌سازی قسمت‌های آغازی و پایانی از جمله نمایه، به عهده‌ی ایشان بوده است. علاوه بر این، از تمامی عزیزانی که به هر نحو، ما را در این راستا یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

در پایان، از دارندگان این کتاب، صمیمانه تقاضا می‌کنیم نظرات سازنده‌ی خود را به منظور بهبود کیفیت این کتاب، به آدرس j.khodaverdi@gmail.com ارسال نمایند.

مهندس مسعود مظلوم

مهندس جواد خداوردی

علیرضا پاسلار

تابستان ۱۳۸۹

درباره‌ی مؤلف

کنث روزن یک عضو برجسته‌ی کمیسیون فنی آزمایشگاه‌های شرکت AT&T در میدلتون^۱ نیوجرسی است. دکتر روزن لیسانس ریاضی خود را از دانشگاه آن آربر^۲ میشیگان در سال ۱۹۷۲ و دکترای ریاضی خود را در سال ۱۹۷۶ از مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست^۳ (MIT) دریافت کرد. مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست همان جایی است که او پایان‌نامه‌ی خود را در بخشی از نظریه‌ی اعداد و با راهنمایی‌های آقای هارولد استارک^۴ نوشت. وی قبل از ملحق شدن به آزمایشگاه‌های بل (Bell) در سال ۱۹۸۲، در دانشگاه بولدر کلورادو، دانشگاه کلمبوس ایالات اوهایو و دانشگاه مین در اورونو^۵ به عنوان استاد راهنمای ریاضی، مشغول به کار شد. ایشان همزمان با کار در آزمایشگاه‌های شرکت AT&T، در دانشگاه مون‌موث^۶ هم ریاضیات گسسته، تئوری کدگذاری و امنیت اطلاعات را تدریس می‌کرد.

آقای روزن مقاله‌های متعددی را در مجله‌های تخصصی و در بخش تئوری اعداد و مدل‌سازی ریاضی منتشر کرده است. او مؤلفه کتاب‌های تئوری اعداد مقدماتی و کاربردهای

1 - Middletown

2 - Ann Arbor

3 - Massachusetts Institute of Technology (MIT)

4 - Harold Stark

5 - Colorado, Boulder; the Ohio State University Columbus; the University of Maine, Orono

6 - Monmouth

آن - که در حال حاضر در ویرایش چهارم قرار دارد و توسط آدیسون ویزلی منتشر شده است - و ریاضیات گسسته و کاربردهای آن - که اکنون در ویرایش پنجم قرار دارد و توسط مک‌گرا هیل منتشر شده است - می‌باشد. این دو کتاب، در صدها دانشگاه تدریس می‌شوند. او یکی از مؤلفان کتاب یونیکس^۱ است که توسط آیزورن مک‌گرا هیل^۲ منتشر شده است. این کتاب‌ها بیش از صد هزار جلد فروش داشته‌اند؛ همچنین با ترجمه‌هایی به زبان‌های چینی، آلمانی، اسپانیایی و ایتالیایی، کنث همچنین تدوینگر کتاب جیبی گسسته و ریاضیات ترکیبی، منتشر شده در سال ۲۰۰۰ توسط انتشارات CRS می‌باشد. او همچنین مشاور تدوین ببری کتاب‌های ریاضیات گسسته‌ی CRS است. کنث علاوه بر این، علاقه‌مند است که نرم‌افزارهای ریاضیات را وارد محیط‌های تحصیلی و حرفه‌ای کند و خود او، هم در محیط‌های تحصیلی و هم در محیط‌های حرفه‌ای، روی برخی از پروژه‌ها با نرم‌افزار Watrelloo MAPLE کار کرده است.

دکتر روزن در آزمایشگاه‌های بل و هم‌اکنون در آزمایشگاه‌های شرکت AT&T روی طیف وسیعی از پروژه‌ها کار کرده است، از جمله مطالعه‌های پژوهشی عملکردها و طراحی خط تولید برای کامپیوترها و تجهیزات ارتباط داده‌ای. او همچنین در برنامه‌ریزی محصولات آینده‌ی شرکت AT&T و خدمات چندرسان‌های از جمله ارتباط تصویری، تشخیص و ترکیب صدا و شبکه‌بندی تصاویر، همکاری کرده است. وی فناوری جدیدی را برای استفاده توسط شرکت AT&T ارزیابی کرده است. او همچنین خدمات جدید بسیاری را اختراع و بیش از ۶۵ سرویس ثبت‌شده را ارائه کرده است. یکی از جالب‌ترین پروژه‌های او، کمک به ارزشیابی فناوری، برای جلب توجه شرکت AT&T در مرکز EPCOT بوده است.

1 - The complete reference, UNIX System V Release ۴: an introduction, and best UNIX tips ever

2 - Osborn McGraw Hill

پیش‌گفتار مؤلف

در نوشتن این کتاب، تجربی زیاد و علاقه‌ی من به تدریس ریاضیات گسسته، مرا یاری کردند. هدف من بیان مطالب به صورت مختصر و قابل مطالعه، همراه با مفاهیم و تکنیک‌های ریاضیات گسسته برای دانشجویان است، که در این کتاب به طور واضح، هم توضیح داده شده و هم اثبات شده است.

هدف من نشان دادن ارتباط و کاربرد ریاضیات گسسته برای دانشجویانی است که اغلب شکاک هستند. می‌خواستم به دانشجویانی که علم کامپیوتر را مطالعه می‌کنند تمام مفاهیم پایه‌ی ریاضی را که در آینده به مطالعه‌ی آن‌ها نیاز دارند، ارائه دهم. قصد داشتم به دانشجویان ریاضی درک مفاهیم مهم ریاضی را با این پرسش ارائه دهم که چرا این مفاهیم برای برنامه‌های کاربردی اهمیت دارد. همچنین قصد داشتم این اهداف را بدون پایین آوردن سطح مطالب محقق کنم. هدف من این بوده است که برای مدرس، یک ابزار تدریس قابل انعطاف و قابل درک، با استفاده از تکنیک‌های آموزشی اثبات‌شده در ریاضی طراحی کنم. قصد داشتم یک سری مطالب را برای مدرسان فراهم کنم که بتوانند برای تدریس ریاضیات گسسته به دسته‌ی خاصی از دانشجویان‌شان به شکلی مفیدتر و مؤثرتر و در مناسب‌ترین حالت، از آن استفاده کنند. امیدوارم به این اهداف رسیده باشم.

از موفقیت این کتاب، بسیار خشنودم. پیشرفت‌های زیادی که در ویرایش پنجم صورت گرفته است، بدون بازخوردها و پیشنهادهای تعداد زیادی از مدرسان و دانشجویان در بیش

از پانصد دانشگاه که به طور موفقیت‌آمیزی از این کتاب استفاده کرده‌اند، امکان‌پذیر نمی‌بود. این بسته‌ی کمکی پربارتر شده است و یک وب‌سایت همراه، مطالب مهمی را فراهم آورده است تا باعث ساده شدن دسترسی به اهداف‌شان شود. این کتاب برای تدریس درس مقدماتی ریاضیات گسسته برای دانشجویانی از رشته‌های مختلف، از جمله ریاضی، علم کامپیوتر و مهندسی در یک یا دو نیم‌سال طراحی شده است. تنها پیش‌نیاز این کتاب جبر مقدماتی یا دانشگاهی می‌باشد.

اهداف درس ریاضیات گسسته

درس ریاضیات گسسته اهداف گوناگونی دارد. دانشجویان باید مجموعه‌ی مشخصی از اصول ریاضی و چگونگی به کار بردن آن‌ها را آموزش ببینند. از این مهم‌تر، چنین درسی باید به دانشجویان آموزش بدهد که چگونه به صورت ریاضی‌گونه فکر کنند. برای رسیدن به این اهداف این کتاب برهان ریاضی و راه‌های مختلف برای حل مسائل را مورد توجه قرار می‌دهد. پنج مطلب مهم در این کتاب در هم آمیخته شده است: برهان ریاضی، آنالیز ترکیبی، ساختمان گسسته، تفکر الگوریتمی و کاربردها و مدل‌سازی. یک درس ریاضیات گسسته‌ی موفق، باید با دقت همه‌ی این پنج مطلب را ترکیب کند و به صورت متعادل ارائه دهد.

۱. **برهان ریاضی:** دانشجویان باید برهان ریاضی را درک کنند تا بتوانند مباحث ریاضی را بخوانند، بفهمند و بسازند. این کتاب با یک بحث در مورد منطق ریاضی شروع می‌شود که به عنوان پایه‌ای برای بحث‌های بعدی روش‌های اثبات است. تکنیک استدلال ریاضی از طریق مثال‌های مختلفی از چنین اثبات‌هایی مورد توجه قرار گرفته است و همچنین از طریق شرح دقیق اینکه چرا استدلال ریاضی یک روش اثبات صحیح است.

۲. **آنالیز ترکیبی:** یک مهارت بسیار مهم در حل مسأله، توانایی شمارش اشیاء است. مبحث شمارش در این کتاب با تکنیک‌های پایه‌ی شمارش آغاز می‌شود و توجه بیشتر، بر روی اجرای یک آنالیز به منظور حل مسائل شمارشی است، نه در به کار بردن فرمول‌ها.

۳. **ساختمان گسسته:** درس ریاضیات گسسته باید به دانشجویان آموزش بدهد که چگونه با ساختمان‌های گسسته‌ای کار کنند که ساختارهای مجرد ریاضی هستند و نیز چگونه برای نمایش اشیای گسسته و ارتباط بین این اشیاء، استفاده شوند. این ساختمان‌های

گسسته عبارت است از مجموعه‌ها، رابطه‌ها، گراف‌ها، درخت‌ها، جایگشت‌ها و ماشین‌های متناهی‌حالت.

۴. تفکر الگوریتمی: دسته‌های مهمی از مسائل با طراحی یک الگوریتم حل می‌شوند. بعد از اینکه یک الگوریتم توصیف می‌شود، یک برنامه‌ی کامپیوتری را می‌توان برای اجرای آن الگوریتم پیاده‌سازی کرد. بخش‌های ریاضیاتی این فعالیت که شامل تشخیص الگوریتم، کنترل عملکرد درست آن و آنالیز حافظه‌ی کامپیوتر و زمان مورد نیاز برای اجرای آن می‌باشد، تماماً در این کتاب آورده شده‌اند. الگوریتم‌ها با زبان انگلیسی و یک شبه‌کد که به راحتی قابل فهم است توصیف می‌شوند.

۵. کاربردها و مدل‌سازی: ریاضیات گسسته تقریباً برای اکثر مباحث، کاربردهایی دارد. کاربردهای بسیار زیادی برای علم کامپیوتر و شبکه کردن اطلاعات در این کتاب وجود دارد، همچنین کاربردهای مباحث مختلفی مانند شیمی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی، زبان‌شناسی، جغرافیا، اقتصاد و اینترنت. این کاربردها، کاربردهای طبیعی و بسیار مهمی از ریاضیات گسسته به شمار می‌آیند و ساختگی و غیرطبیعی نیستند. مدل‌سازی با ریاضیات گسسته یک مهارت بسیار مهم در حل مسئله است و برای دانشجویان این امکان وجود دارد که در بعضی از تمرین‌ها مدل‌های خودشان را بسازند.

تغییرات ویرایش پنجم

ویرایش چهارم این کتاب به صورت موفقیت‌آمیزی در بیش از بیست دانشگاه در ایالات متحده و ده‌ها دانشگاه در کانادا و همچنین دانشگاه‌های اروپا، آسیا و اقیانوسیه مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین ویرایش چهارم، یک کتاب بسیار مؤثر بوده است. بسیاری از مدرسان که مدت‌زمان زیادی است که از این کتاب استفاده می‌کنند، تغییراتی را برای مؤثرتر کردن این کتاب درخواست کرده‌اند. اینجانب زمان و انرژی بسیار زیادی را برای عملی کردن این درخواست‌ها صرف نموده‌ام.

حاصل، ویرایش پنجمی است که مطالب بیشتری هم برای مدرسان و هم برای دانشجویان در خود جای داده است. مهم‌تر از همه، یک سیستم عنوان‌بندی پیشرفته‌تر در این ویرایش پنجم به کار گرفته شده است که این کتاب را به یک ابزار آموزشی مؤثرتر تبدیل کرده است. افزایش قابل توجهی در مطالب مربوط به منطق، روش‌های اثبات و

استراتژی‌های اثبات ایجاد شده است تا دانشجویان را در تسلط بر استدلال ریاضی یاری دهد. برای روشن‌تر شدن مطالب در قسمت‌هایی که معمولاً دانشجویان مشکل داشته‌اند، توضیحات اضافه و مثال‌های بیشتری اضافه شده است. تمرین‌های جدیدی چه معمولی و چه مشکل - در مجموعه‌ی تمرین‌ها اضافه شده‌اند. کاربردهای بسیار مرتبطی از جمله مرتبط با وب و علم کامپیوتر نیز اضافه شده است. وب سایت همراه از فعالیت گسترشی مؤثری بهره برده است و اکنون ابزاری فراهم شده است که دانشجویان می‌توانند از آن‌ها برای مفاهیم بسیار کلیدی و سیر در دنیای ریاضیات گسسته استفاده کنند.

سازماندهی پیشرفته

- استدلال ریاضی در فصل یک مورد توجه قرار گرفته است که شامل منطق گزاره‌ای و تابع گزاره‌ای، قواعد استنباط و روش‌های پایه‌ای اثبات است.
- O (او بزرگ) و نمادهای مربوطه، دقیقاً قبل از پیچیدگی الگوریتم‌ها بحث شده است.
- دنباله‌ها و سری‌ها دقیقاً قبل از بخش استقرای ریاضی آورده شده است. ضرایب دو جمله‌ای نیز در یک بخش جداگانه آورده شده‌اند.
- نظریه احتمال در فصل مخصوص به خود آمده است.
- مبحث مرتب‌سازی در فصل دو و با اشاره به الگوریتم‌های مرتب‌سازی بیشتری آمده است.

منطق

- مفاهیم به صورت عمیقی مورد توجه قرار گرفته و استفاده‌ی بیشتری از مفاهیم عکس، نقیض و عکس نقیض در خصوص ایجاب صورت گرفته است.
- یک زیربخش برای معماهای منطقی اضافه شده است. سوورها این بار در دو بخش ارائه شده‌اند.
- درباره‌ی چگونگی ترجمه از زبان انگلیسی و عبارت‌های ریاضی به عبارت‌های منطقی و برعکس آن، توضیحات بیشتری داده شده است.

- نقیض سورها با عمق بیشتری مورد توجه قرار گرفته است.
- رزولوشن و منطق تابع گزاره‌ای در زبان پرولوگ نیز آورده شده است.
- کاربرد منطق در تشخیص سیستم‌ها - یک موضوع جالب درباره‌ی سیستم سخت‌افزار و نرم‌افزار مهندسی - توضیح داده شده است.

نوشتن و درک اثبات‌ها

- روش‌های اثبات این بار در فصل اول معرفی شده‌اند. این باعث می‌شود که این مطلب از فصل‌های ابتدایی مورد استفاده قرار گیرد.
- اثبات‌های یکتایی این بار به طور واضح مورد بحث قرار گرفته‌اند.
- بخش ۱-۳ راهبردهای اثبات را بیشتر مورد توجه قرار می‌دهد؛ به علاوه‌ی آشنایی آغازی با راهبردهای اثبات در فصل یک.
- استقرای ریاضی و استقرای قوی با توضیح اضافه و مثال‌های جدید، بیشتر پوشش داده شده است.
- استقرای ساختاری به طور واضح پوشش داده شده است.
- اثبات صحت یک الگوریتم بازگشتی مورد بحث قرار گرفته است.

الگوریتم‌ها

- الگوریتم‌های حریصانه^۱ در فصل دو معرفی شده‌اند.
- الگوریتم‌های بازگشتی مفصل‌تر تشریح شده‌اند.
- الگوریتم‌های جستجوی اول سطح^۲ و اول عمق^۳، بیشتر پوشش داده شده‌اند.

1 - Greedy Algorithm

2 - breadth-first

3 - depth-first

- پیچیدگی الگوریتم‌های بیشتری تجزیه و تحلیل شده و مورد بحث قرار گرفته است.
- بحث در مورد الگوریتم‌های تقسیم و غلبه و روابط بازگشتی، که برای مطالعه‌ی پیچیدگی آن‌ها استفاده شده، افزایش یافته است.
- الگوریتم‌هایی برای همنهشتی و حل مسائل نزدیکترین زوج و کدگذاری هافمن^۱ و همچنین الگوریتم حریصانه برای خرد کردن، اضافه شده است.

کاربردها

- مدل‌های دیگری از گراف از جمله گراف وب، گراف تماس‌های تلفنی، گراف هالیوود، گراف‌های آشنایی و گراف‌های همکاری، به مبحث گراف‌ها اضافه شده‌اند.
- روش‌های جستجو که توسط عنکبوت‌های وب استفاده می‌شوند، این بار مورد بحث قرار گرفته‌اند.
- موارد استفاده‌ی کدهای گری در نقشه‌های کارنو، این بار توضیح داده شده است.
- صورت بیکس-ناتور^۲ بیشتر از قبل پوشش داده شده است.
- رابطه‌های n -تایی و پایگاه داده‌های رابطه‌ای، بیشتر از قبل توضیح داده شده است.

نظریه‌ی اعداد، ترکیب‌شناسی و نظریه‌ی احتمال

- نظریه‌ی اعداد به رمزنگاری کلید عمومی مربوط می‌شود. از جمله اعداد شبه‌اول، اعداد کارمایکل، و بررسی اول بودن احتمالی، با عمق بیشتری پوشش داده شده است.
- مطالب مربوط به تفاوت‌های بسط‌های مبنای مختلف، بیشتر از قبل شده‌اند.
- ضرایب دوجمله‌ای و قضیه دوجمله‌ای، اکنون در دو بخش جداگانه آمده‌اند.

1 - Huffman coding

2 - Backus-Naur form

- نظریه احتمالات پوشش بیشتری دارد و اکنون در یک بخش جداگانه با توضیحات بیشتر و موضوعات کلیدی بسیاری آمده است.

گراف‌ها و درخت‌ها

- توضیحاتی راجعه به چگونگی ساختن استقرایی یک مکعب n بعدی اضافه شده است.
- حالت‌های کافی برای وجود مدارهای همیلتنی، اکنون با جزئیات بیشتری پوشش داده شده است.
- درخت‌های بازی و راهبردهای کمینه-بیشینه¹ مورد بحث قرار گرفته‌اند.
- کدگذاری هافمن این بار معرفی شده است.
- جستجوی اول عمق و اول سطح، اکنون پوشش بیشتری دارند.

مجموعه تمرین‌ها

- بیش از ۶۰۰ تمرین جدید اضافه شده که از تمرین‌های معمولی تا تمرین‌های مشکل‌مرتب شده‌اند؛ با تأکید ویژه بر روی تمرین‌های جدید مربوط به منطق و اثبات از جمله استقرای ریاضی.

وب‌سایت www.mhhe.com/rosen

- مثال‌های اضافی در قسمت‌های مهم و کلیدی بحث، اضافه شده‌اند.
- توضیحات مفصل برای مثال‌ها و اثبات‌های مهم، در این ویرایش در دسترس قرار گرفته‌اند.
- ابزارهایی برای تشخیص موضوعات کلیدی از ایجاب، سورها، روش‌های اثبات، توابع و نماد O ، استقرای ریاضی و مسائل شمارشی در دسترس‌اند.

- نمونه‌های نمایشی^۱ تعاملی برای الگوریتم‌های کلیدی، به منظور استفاده‌ی همراه با کتاب اضافه شده‌اند.

ویژگی‌های خاص

دسترس‌پذیری این کتاب طوری طراحی شده تا دانشجویان مبتدی به راحتی آن را مطالعه و درک کنند. هیچ پیش‌نیاز ریاضی غیر از جبر دبیرستانی - تقریباً برای تمام این کتاب - وجود ندارد. بخش‌هایی از کتاب که به مبحث محاسبات مربوط می‌شود به طور دقیقی آمده است. اکثر دانشجویان می‌توانند به راحتی شبه‌کدهای استفاده‌شده در متن برای نشان دادن الگوریتم‌ها را صرف‌نظر از این که زبان برنامه‌نویسی را به صورت آکادمیک خوانده باشند یا نه، درک کنند. هیچ پیش‌نیازی از علوم دانشگاهی کامپیوتر برای این درس وجود ندارد.

هر فصل با یک مرحله‌ی کاملاً قابل فهم و قابل دسترس آغاز می‌شود. در ابتدا مفهوم‌های پایه‌ای ریاضی با دقت آورده شده‌اند و سپس مطالب مشکل‌تر و کاربردهای مرتبط با بخش‌های دیگر، برای مطالعه ارائه شده‌اند.

انعطاف‌پذیری این کتاب با دقت زیاد و برای استفاده‌ی انعطاف‌پذیر و نامرتب نیز طراحی شده است. ارتباط هر فصل با مطالب قبلی به حداقل رسانده شده است. هر فصل به بخش‌هایی تقریباً هم‌اندازه تقسیم شده و هر بخش به چند زیربخش تقسیم شده است که بلاک‌های مناسبی از مطالب را برای تدریس ایجاد می‌کند. مدرسان می‌توانند به راحتی سرعت تدریس خود را با این بلاک‌ها تنظیم کنند.

سبک نگارش سبک نگارش این کتاب ساده و برنامه‌ریزی شده است. از زبان دقیق ریاضی، بدون تکلف‌ها و خلاصه کردن‌های مفرط استفاده شده است. به حفظ نمودن تعادل بین نمادها و واژه‌ها در عبارت‌های ریاضی توجه شده است.

استفاده‌ی وسیع در کلاس این کتاب در بیش از پانصد دانشگاه استفاده شده و بیش از چهارصد دانشگاه بیشتر از یکبار از آن استفاده کرده‌اند و بازخورد بسیاری از مدرسان و دانشجویان از بسیاری از دانشگاه‌ها کمک کرده است تا ویرایش پنجم یک ابزار تدریس موفق‌تر از ویرایش‌های قبلی باشد.

دقت زیاد ریاضیاتی تمام تعریف‌ها و قضیه‌ها در این کتاب به طور کاملاً دقیق ارائه شده‌اند تا دانشجویان از دقت زبان و سخت‌گیری مورد نیاز در ریاضی بهره‌مند شوند. اثبات‌ها به تدریج ارائه شده و مورد توجه قرار گرفته‌اند. مراحل اثبات‌ها به صورت دقیقی مشخص شده است. تعریف‌های بازگشتی با دقت تشریح و استفاده شده‌اند.

مثال‌های حل‌شده بیش از صد مثال برای نشان دادن مفاهیم، مورد استفاده قرار گرفته است. مثال‌ها مرتبط با عنوان‌های مختلف هستند و کاربردهای مختلفی را معرفی می‌کنند. در بیشتر مثال‌ها ابتدا پرسشی ارائه شده و سپس حل آن با جزئیات مناسبی آمده است.

کاربردها کاربردهای موجود در این کتاب، استفاده‌ی ریاضیات گسسته در حل مسائل روزانه را نشان می‌دهند. این کتاب کاربردهایی مرتبط با طیف وسیعی از مباحث از جمله علوم کامپیوتر، شبکه کردن اطلاعات، روانشناسی، شیمی، مهندسی، زبان‌شناسی، زیست‌شناسی، اقتصاد و اینترنت را شامل می‌شود.

الگوریتم‌ها نتایج در ریاضیات گسسته معمولاً به صورت الگوریتم نمایش داده می‌شوند. به این خاطر الگوریتم‌های کلیدی در هر فصل از کتاب معرفی شده‌اند. این الگوریتم‌ها با استفاده از واژه‌ها و به شکل قابل‌فهمی از شبکه‌کد ساختاری، که در پیوست دوم توصیف شده است، بیان شده‌اند. پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌ها نیز در سطح مبتدی تجزیه و تحلیل شده‌اند.

واژه‌ها و نتایج کلیدی فهرستی از واژه‌ها و نتایج کلیدی در پایان هر فصل آمده است. واژه‌های کلیدی فقط شامل مهم‌ترین اصطلاح‌هایی است که دانشجویان باید بیاموزند، نه تمام اصطلاح‌های تعریف‌شده در آن فصل.

تمرین‌ها بیش از ۳۵۰۰ تمرین در این کتاب وجود دارد. انواع مختلفی از پرسش‌ها مطرح شده است. تعداد بسیار زیادی از تمرین‌های سرراست وجود دارد که مهارت‌های پایه را تقویت می‌کنند. تعداد زیادی از تمرین‌های متوسط و تمرین‌های مشکل نیز وجود دارد. تمرین‌ها به صورت کاملاً روشن و غیرمبهم آورده شده‌اند. مجموعه تمرین‌ها، بحث‌های مخصوصی همراه با تمرین‌ها دارند که مفاهیم جدیدی را که در متن کتاب نیامده‌اند، تقویت می‌کنند و این به دانشجویان اجازه می‌دهد که ایده‌های جدیدی را در حین کار خودشان درک کنند.

پرسش‌های مروری مجموعه‌ای از پرسش‌های مروری در آخر هر فصل آورده شده است. این پرسش‌ها به منظور کمک به دانشجویان برای تمرکز مطالعاتشان روی مهم‌ترین مفاهیم و روش‌های آن فصل طراحی شده‌اند. برای پاسخ به این پرسش‌ها، دانشجویان باید جواب‌های طولانی و مفصل بنویسند، نه این که محاسبات را انجام داده و جواب‌های مختصری به آن‌ها بدهند.

تمرین‌های تکمیلی مجموعه‌ای برای و متنوعی از تمرین‌های تکمیلی در پایان هر فصل آمده است. این تمرین‌ها معمولاً مشکل‌تر از تمرین‌های ارائه‌شده در پایان هر بخش هستند. تمرین‌های تکمیلی مفاهیم آن فصل را تقویت نموده و موضوعات مختلف را به صورت کاربردی‌تر و یکپارچه، ارائه می‌کنند.

پروژه‌های کامپیوتری مجموعه‌ای از پروژه‌های کامپیوتری در پایان هر فصل آمده‌اند. تقریباً ۱۵۰ پروژه‌ی کامپیوتری، به مطالب آموخته‌شده توسط دانشجویان در زمینه‌ی محاسبات و ریاضیات گسسته، انسجام می‌بخشد.

محاسبه و عملیات پژوهشی مجموعه‌ای با عنوان محاسبه و عملیات پژوهشی در پایان هر فصل گنجانده شده است. این تمرین‌ها (در کل بیش از ۱۰۰ تمرین) طوری طراحی شده‌اند که با استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری موجود، از جمله برنامه‌هایی که دانشجویان و مدرسان نوشته‌اند و یا بسته‌های محاسباتی ریاضی مانند MAPLE یا MATHEMATICA، کامل شوند. بسیاری از این تمرین‌ها این فرصت را به دانشجویان

می‌دهند تا ایده‌ها و اصول جدیدی را در حین محاسبات کشف کنند. (بعضی از این تمرین‌ها در کتاب کشف ریاضیات گسسته با MAPLE¹ بحث شده‌اند.)

پروژه‌های نوشتاری مجموعه‌ای از پروژه‌های نوشتاری در پایان هر فصل آمده‌اند. دانشجویان برای انجام این پروژه‌ها باید از ادبیات ریاضیات کمک بگیرند. بعضی از این پروژه‌ها در اصل تاریخی هستند و ممکن است به جستجو در منابع اصلی نیاز داشته باشند. پروژه‌های دیگر طوری طراحی شده‌اند که به عنوان مدخلی به ایده‌ها و مباحث جدید عمل کنند. تمام پروژه‌ها برای آشنا کردن دانشجویان به ایده‌هایی که به طور عمیق در کتاب آورده نشده‌اند، طراحی شده است. این پروژه‌ها مفاهیم ریاضی و فعالیت‌های نوشتاری را یکپارچه کرده و کمک می‌کنند که دانشجویان را به مباحث ممکن برای مطالعات آینده آشنا کنیم.

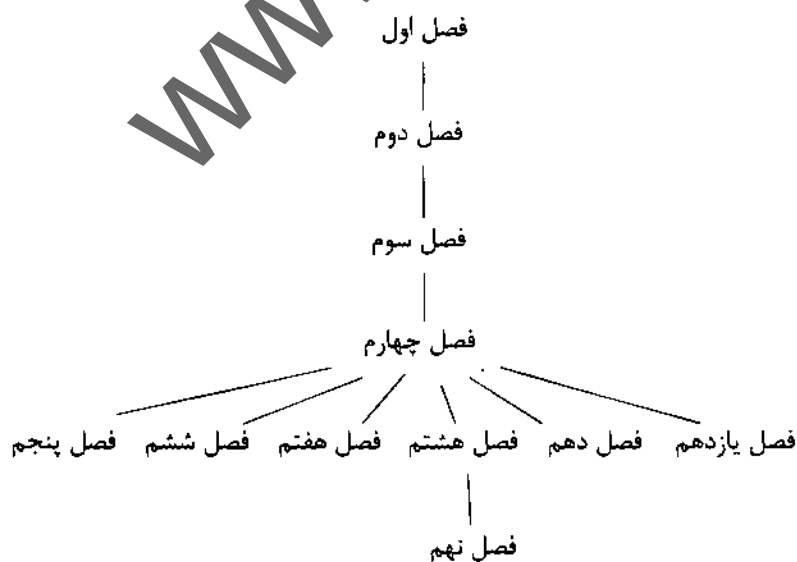
پیوست‌ها دو پیوست برای این کتاب وجود دارد. پیوست اول توابع نمایی و لگاریتمی را شامل می‌شود و بعضی مطالب پایه‌ای را مرور می‌کنند که در این درس، زیاد استفاده می‌شوند. پیوست دوم شبه‌کدهایی را مشخص می‌کند که در این کتاب برای توصیف الگوریتم‌ها استفاده شده‌اند.

چگونه از این کتاب استفاده کنیم؟

این کتاب به صورت دقیق نگارش و جمع‌آوری شده است تا درس ریاضیات گسسته را در چند سطح مختلف پشتیبانی کند. جدول زیر بخش‌های اصلی و اختیاری کتاب را مشخص می‌کند. یک درس مقدماتی از ریاضیات گسسته در حد دانشجوی سال دوم که در یک نیم‌سال تدریس می‌شود، می‌تواند بر پایه‌ی بخش‌های اصلی این کتاب ارائه شود، البته همراه با بخش‌های دیگری به صلاح‌دید مدرس. یک درس مقدماتی که در دو نیم‌سال تدریس می‌شود، می‌تواند شامل تمام بخش‌های اختیاری به علاوه‌ی بخش‌های اصلی باشد. یک درس با تأکید زیاد بر علوم کامپیوتر، می‌تواند با ارائه‌ی تعدادی و یا تمام بخش‌های اختیاری علوم کامپیوتر تدریس شود.

فصل	بخش‌های اصلی	بخش‌های اختیاری علوم کامپیوتر	بخش‌های اختیاری ریاضیات
۱	۱-۱ تا ۸-۱ (در صورت نیاز)		
۲	۱-۲ تا ۴-۲، ۷-۲ (در صورت نیاز)	۵-۲	۶-۲
۳	۱-۳ تا ۴-۳	۵-۳ و ۶-۳	
۴	۱-۴ تا ۳-۴	۶-۴	۴-۴ و ۵-۴
۵	۱-۵	۳-۵	۲-۵
۶	۱-۶ و ۵-۶	۳-۶	۲-۶، ۴-۶ و ۶-۶
۷	۱-۷، ۳-۷ و ۵-۷	۲-۷	۴-۷ و ۶-۷
۸	۱-۸ تا ۵-۸		۶-۸ تا ۸-۸
۹	۱-۹	۲-۹ و ۳-۹	۴-۹ و ۵-۹
۱۰		۱۰-۱ تا ۱۰-۴	
۱۱		۱۱-۱ تا ۱۱-۵	

مدرسانی که از این کتاب استفاده می‌کنند، می‌توانند سختی یا آسانی درسشان را با ارائه و یا عدم ارائه‌ی مثال‌ها و همچنین تمرین‌های مشکل‌تر در پایان هر بخش، تنظیم کنند. ارتباط بین فصل‌ها در نمودار زیر نشان داده شده است.



تقدیر و تشکر

قصد دارم از مدرسان و دانشجویان زیادی از دانشگاه‌های مختلف که از این کتاب استفاده کرده و با پیشنهاد‌های سازنده و انتقادهای ارزشمند خود بنده را مفتخر کردند، تشکر کنم. کمک‌های ایشان در بهبود کیفیت این اثر، بسیار مؤثر بود. از آقایان جرالد گراسمن و جان مایکلز^۱ به خاطر نقدهای فنی‌شان از ویرایش پنجم و دقت زیاد آن‌ها تشکر مخصوص دارم. همچنین از یاری تمام کسانی که نظرشان را در وب‌سایت اعلام کرده‌اند، قدردانی می‌نمایم.

از تمام منتقدین ویرایش پنجم و تمام چهار ویرایش قبلی تشکر می‌کنم. تشویق‌ها و سختگیری‌های سازنده‌ی این منتقدین، به بنده کمک شایانی کرد. امیدوارم این ویرایش انتظارات بلند آن‌ها را برآورده کند.

قصد دارم از مؤسسه‌ی مک‌گراو هیل^۲ به خاطر پشتیبانی قوی آن‌ها از این پروژه تشکر کنم. به خصوص از آقای بیل بارتر^۳، ناشر کتاب، به خاطر پشتیبانی‌اش و همچنین رابرت راس^۴، ویراستار اجرایی، به خاطر اشتیاق و دفاعش و میکِل مان^۵، ویراستار نهایی، به خاطر توجه و فداکاری‌هایش متشکرم. همچنین قصد دارم از ویراستار اصلی، وین یوهاس^۶، که بینش و مهارت‌هایش به اطمینان از موفقیت کتاب کمک کرد، تشکر کنم. همچنین از مگی راجرس^۷، ویراستار و پشتیبان اصلی این ویرایش تشکر می‌کنم که به طرح‌ریزی و کارهای آغازی این ویرایش کمک کرد و اینجانب، سال‌های متمادی با ایشان همکار بودم.

از میان کسانی که در تولید این ویرایش حضور داشته‌اند، قصد دارم از جوئیس برندس، مدیریت پروژه، وین هارمز، طراح، جف هوتمن، طراح وب، لورا فولر، رابط پشتیبانی، و ماری کیئل^۸، مدیریت بازاریابی، قدردانی خود را اعلام کنم. همچنین از جورجیا کامووسولیس

1 - Jerrold Grossman and John Michaels

2 - McGraw Hill

3 - Bill Barter

4 - Robert Ross

5 - Michelle Munn

6 - Wayne Yuhasz

7 - Maggie Rogers

8 - Joyce Berendes, Wayne Harms, Jeff Huettman, Laura Fuller, Mary Kittell

مدره^۱ که تمام نسخه‌ی دست‌نوشته را برای به‌روز بودن مطالب، بررسی نمود، و ماری الین اولیور^۲، مصحح فنی، قدردانی می‌نمایم.

مانند همیشه، از حمایتی که در آزمایشگاه‌های شرکت AT&T از من شد، قدردانی می‌کنم. آن‌ها محیطی فراهم آوردند که به من کمک کرد تا به صورت حرفه‌ای و سخاوتمندانه، منابع مورد نیاز برای توفیق این کتاب را ارائه کنم.

کنت روزن

www.ketab.ir

1 - Georgia Kamvosoulis Mederer

2 - Mary Ellen Oliver