

کاربرد روش‌های آماری در علوم زیست محیطی

مؤلفین:

دکتر سید سعید اسلامیان (دانشیار)

دکتر سعید سلطانی (استادیار)

مهندس علیرضا زارعی

اسلامیان، سید سعید، ۱۳۳۹ -

کاربرد روشهای آماری در علوم زیست-محیطی / مؤلفین: سید سعید اسلامیان، سعید سلطانی،
علیرضا زارعی. -- اصفهان: انتشارات ارکان، ۱۳۸۴.
۴۲۰ ص. ۴۲۰۰۰ ریال

ISBN: 964-7308-80-9

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیفا.

۱. محیط زیست -- روشهای آماری، الف. سلطانی، سعید، ۱۳۴۴ - ب. زارعی، علیرضا، ۱۳۵۳ -

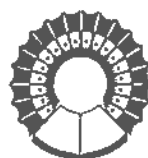
ج. عنوان

۳۶۳۷۰۰۷۲

۵ الف ۹ ر/GE۴۵

۸۳-۳۴۳۶۱ م

کتابخانه ملی ایران



انتشارات ارکان

نام کتاب	: کاربرد روشهای آماری در علوم زیست-محیطی
مؤلفین	: دکتر سید سعید اسلامیان، دکتر سعید سلطانی، مهندس علیرضا زارعی
ناشر	: انتشارات ارکان
چاپ اول	: پائیز ۱۳۸۴
شمارگان	: ۲۰۰۰ جلد
طراحی جلد	: کانون تبلیغاتی نقشینه
حروف‌نگاری و صفحه‌آرایی	: انتشارات ارکان
لیتوگرافی	: مهتاب
چاپ متن	: پارسا
چاپ جلد	: اندیشه
صحافی	: سپاهان
قطع و شمارش صفحات	: وزیری، ۴۲۰ صفحه
بها	: ۴۲۰۰۰ ریال

ISBN: 964-7308-80-9

شابک: ۹۶۴-۷۳۰۸-۸۰-۹

اصفهان: خیابان شیخ بهایی، رویروی بیمارستان مهرگان، بن‌بست ذوالفقاری، ساختمان بانکی، طبقه چهارم،
تلفن ۲۳۴۱۳۳۹، شماره ۲۳۴۱۳۳۹، صندوق پستی ۳۳۱ - ۸۱۶۵۵
۲۳۳۱۰۵۵

(ارکان) ناشر نمونه سالهای ۱۳۷۴، ۱۳۸۰، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ استان اصفهان

ناشر برگزیده هفتمین دوره کتاب دانشجویی کشور در سال ۱۳۷۹

نظر به ماهیت تصادفی پدیده‌های طبیعی و وابسته بودن سایر پدیده‌ها به آن، استفاده از علم آمار و احتمال در تحلیل پدیده‌های مذکور خصوصاً فرآیندهای زیست‌محیطی ضروری است. توجه ناکافی برنامه‌ریزان و کارشناسان علوم زیست‌محیطی به تدوین و کاربرد روشها و مدل‌های آماری در فرآیندهای تصمیم‌گیری باعث عدم تحقق کامل اهداف مورد نظر در طرحها و پروژه‌های این رشته می‌گردد.

امروزه موفقیت او تصمیم‌گیری صحیح و به موقع در مسائل زیست‌محیطی منوط به تحلیل صحیح و همه جانبه داده‌های جمع‌آوری شده از مشاهدات و فعالیتهای میدانی می‌باشد. بر این اساس مؤلفین با توجه به تجربیات خود در سه زمینه کشاورزی، منابع طبیعی و عمران نیاز به تألیف یک مجموعه کامل و کاربردی در این راستا را احساس نموده و اقدام به انتشار آن کرده‌اند.

در مجموعه حاضر سعی بر آن شده است ضمن مروری بر اصول و مفاهیم آماری و نحوه جمع‌آوری داده‌های طبیعی، مطالب آماری کاربردی در زمینه‌های آزمونهای فرض، مقایسه بین گروه‌ها، همبستگی و رگرسیون (پیوسته و گسسته) و در نهایت تحلیل خوشه‌ای و آنالیز تشخیص ارائه گردد.

همچنین انتخاب مثالها با تأکید بر جنبه‌های مختلف مسائل زیست‌محیطی بوده است. این کتاب می‌تواند مورد استفاده دانشجویان مقطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در رشته‌های کشاورزی، منابع طبیعی، عمران، بهداشت محیط، جغرافیای طبیعی و زمین‌شناسی قرار گیرد. مؤلفین بر این مسئله باور دارند که مجموعه حاضر خالی از اشکال نبوده و انعکاس نظرات و پیشنهادات خوانندگان محترم می‌تواند در پربارتر نمودن و بهبود چاپهای آتی مؤثر باشد. لازم است از تلاشهای کلیه افرادی که در تهیه مجموعه فوق ما را یاری نموده‌اند بویژه آقای مهندس رضا مدرس که در تدوین بعضی از مطالب و مثالها نقش مؤثری داشته‌اند قدردانی و تشکر به عمل آید.

همچنین از مدیریت انتشارات ارکان جناب آقای مهندس محمد ترابیان که همواره با پشتیبانی خود از چاپ مطالب علمی و کاربردی باعث پیشرفت و دلگرمی متخصصین و محققین می‌گردند و سرکار خانم نسرین مختاری مدیریت داخلی انتشارات به خاطر انجام هماهنگی‌های لازم در امر تایپ، چاپ، تهیه کتاب و همچنین طراحی روی جلد و سرکار خانم فاطمه چلمقانی که در تایپ و آماده‌سازی نسخه نهایی این مجموعه تلاش فراوان داشتند تشکر و قدردانی می‌گردد.

دکتر سید سعید اسلامیان - دانشیار مهندسی آب - دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر سعید سلطانی - استادیار مهندسی آب/خیزداری - دانشگاه صنعتی اصفهان

مهندس علیرضا زارعی کارشناس ارشد عمران آب

فصل ۱: تعاریف و مفاهیم آماری

۱	۱- تعاریف و توزیمهای آماری
۱	۱-۱- تعاریف علم آمار
۲	۲-۱- واژه‌های آماری
۲	۳-۱- تعاریف
۶	۴-۱- فراوانی مطلق، فراوانی نسبی
۶	۲- مرتب کردن نتایج آماری (طبقه‌بندی داده‌های آماری)
۶	۱-۲- توزیع یک متغیر کیفی
۷	۲-۲- توزیع متغیر کمی ناپیوسته
۸	۳-۲- توزیع متغیر کمی پیوسته
۱۰	۴-۲- تعاریف
۱۱	۵-۲- بحث راجع به پیوستگی یک متغیر
۱۲	۳- نمایش ترسیمی
۱۲	۱-۳- نمودار فراوانی
۱۳	۲-۳- بافت نگار یا مستطیل‌های فراوانی
۱۵	۳-۳- فراوانی تجمعی
۲۰	۴- مشخص کننده‌های توزیع آماری
۲۰	۱-۴- مقدمه
۲۰	۲-۴- تعریف گرایش به مرکز (مشخص کننده‌های گرایش به مرکز یا مشخص کننده‌های مرکزی)
۲۱	۱-۲-۴- نما
۲۲	۲-۲-۴- میانه
۲۴	۳-۲-۴- میانگین حسابی
۲۶	۴-۲-۴- رابطه بین میانگین، میانه و نما
۲۶	۵-۲-۴- میانگین هندسی
۲۷	۶-۲-۴- میانگین هارمونیک (همساز)
۲۷	۳-۴- لزوم وارد شدن مشخص کننده‌های پراکندگی در بررسیهای آماری
۲۸	۴-۴- مشخص کننده‌های پراکندگی
۲۹	۱-۴-۴- دامنه تغییرات صفت
۲۹	۲-۴-۴- انحراف متوسط (میانگین قدر مطلق انحرافات)
۳۱	۳-۴-۴- واریانس (پراش)
۳۳	۱-۲-۴-۴- خواص واریانس
۳۵	۴-۴-۴- انحراف معیار
۳۶	۵-۴-۴- اندازه نسبی پراکندگی
۳۷	۵-۴- چولگی
۳۹	۶-۴- کشیدگی
۴۰	۷-۴- گشتاورها
۴۵	۸-۴- میانگین و واریانس صفات کیفی

فصل ۲: تحلیل ترسیمی داده‌ها

۴۹	۱-۲- تحلیل ترسیمی سری‌های داده‌های منفرد
۴۹	۱-۱-۲- بافت نگارها
۵۱	۲-۱-۲- نمودارهای ساقه و برگ
۵۲	۳-۱-۲- نمودارهای چندک (کوانتایل)
۵۳	۱-۳-۱-۲- ترسیم یک نمودار چندک
۵۴	۲-۳-۱-۲- احتمال‌های تجربی

۵۵	۴-۱-۲- نمودارهای جعبه‌ای
۵۷	۴-۱-۲- نمودار جعبه‌ای ساده
۵۷	۴-۱-۲- نمودار جعبه‌ای استاندارد
۵۷	۴-۱-۲- نمودار جعبه‌ای بریده
۵۸	۴-۱-۲- نمودارهای احتمال
۶۰	۴-۱-۲- کاغذ احتمال
۶۱	۴-۱-۲- انحرافات از یک الگوی خطی
۶۵	۴-۱-۲- نمودارهای احتمال برای مقایسه بین توزیع‌ها
۶۶	۴-۲- مقایسه‌های ترسیمی دو یا چند سری داده‌ها
۶۶	۴-۲- بافت نگارها
۶۷	۴-۲- نمودارهای خط و نقطه برای میانگین و انحراف معیار
۶۹	۴-۲- نمودارهای جعبه‌ای
۷۲	۴-۲- نمودارهای احتمال
۷۳	۴-۲- نمودارهای Q-Q
۷۴	۴-۲- ساخت نمودارهای Q-Q
۷۶	۴-۲- نمودارهای پراکنش و پیشرفت‌ها
۷۶	۴-۲- ارزیابی خطی بودن
۷۹	۴-۲- ارزیابی تفاوت‌ها در موقعیت روی نمودار پراکنش
۸۱	۴-۲- ارزیابی تفاوت‌ها در پراکنش
۸۳	۴-۲- نمودارها برای داده‌های چند متغیره
۸۳	۴-۲- نمودارهای نیم‌رخ
۸۴	۴-۲- نمودارهای استیف
۸۵	۴-۲- نمودارهای ستاره‌ای
۸۶	۴-۲- نمودارهای کایت
۸۷	۴-۲- نمودارهای مثلثی
۸۸	۴-۲- نمودارهای پای پر
۹۰	۴-۲- نمودارهای مؤلفه‌های اصلی
۹۱	۴-۲- سایر نمودارهای چند متغیره
۹۱	۴-۲- چرخش سه بعدی
۹۲	۴-۲- ماتریس نمودار پراکنش
۹۳	۴-۲- روش‌های قابل اجتناب
۹۵	تمرینهای فصل دوم

فصل ۳: آزمونهای فرض

۹۸	۱-۲- طبقه‌بندی آزمونهای فرض
۹۸	۱-۱-۲- طبقه‌بندی براساس مقیاسهای اندازه‌گیری
۱۰۰	۱-۲-۲- طبقه‌بندی بر اساس توزیع داده‌ها
۱۰۱	۲-۲- ساختار آزمونهای فرض
۱۰۱	۱-۲-۲- انتخاب آزمون مناسب
۱۰۶	۲-۲-۲- ایجاد فرضیات صفر و مقابل
۱۰۷	۲-۲-۳- تصمیم‌گیری پیرامون یک میزان خطای قابل قبول (α)
۱۰۸	۲-۲-۳- محاسبه آماره آزمون از داده‌ها
۱۰۹	۲-۲-۳- محاسبه مقدار p
۱۱۰	۲-۲-۳- تصمیم‌گیری به رد H_0 یا خیر
۱۱۰	۳-۳- آزمون مجموع - رتبه بعنوان یک مثالی از آزمون فرض
۱۱۵	۴-۳- آزمونها برای نرمال بودن
۱۱۹	تمرینهای فصل سوم

فصل ۴: تفاوت‌های بین دو گروه مستقل

۱۲۲	۱-۴-۱. آزمون مجموع - رتبه
۱۲۲	۱-۴-۱. فرضیات صفر و مقابل
۱۲۴	۱-۴-۲. محاسبه آزمون دقیق
۱۲۶	۱-۴-۳. تقریب نمونه بزرگ
۱۲۷	۱-۴-۱.۳. تصحیح برای هم‌رتبه‌ها
۱۲۸	۱-۴-۴. تقریب تبدیل رتبه
۱۲۸	۲-۴-۲. آزمون تی (t)
۱۲۹	۱-۴-۲. فرضیات آزمون
۱۲۹	۲-۴-۲. محاسبه آزمون تی
۱۳۰	۲-۴-۳. اصلاحاتی برای واریانس‌های نامساوی
۱۳۲	۲-۴-۴. پی‌آمدهای تخطی از فرضیات آزمون تی (t)
۱۳۵	۳-۴-۳. ارائه مصور نتایج
۱۳۵	۱-۴-۳. نمودارهای جمع‌های پهلوی به پهلوی
۱۳۵	۲-۴-۳. نمودارهای Q-Q
۱۳۷	۴-۴-۴. برآورد میزان اختلافات بین دو گروه
۱۳۷	۱-۴-۴. برآوردگر هاجز - لی من
۱۳۹	۲-۴-۴. بازه اطمینان برای $\bar{A}$
۱۴۰	۳-۴-۴. اختلاف بین مقادیر میانگین
۱۴۱	۴-۴-۴. بازه اطمینان برای $\bar{X} - \bar{Y}$
۱۴۲	تمرینهای فصل چهارم

فصل ۵: مقایسه چندین گروه مستقل

۱۴۷	۵-۱. آزمونهایی برای اختلافات ناشی از یک عامل
۱۴۷	۵-۱-۱. آزمون کروسکال - والیس
۱۴۸	۵-۱-۱. فرضیات صفر و مقابل
۱۴۸	۵-۱-۲. محاسبه آزمون دقیق
۱۴۹	۵-۱-۲. تقریب نمونه بزرگ
۱۵۲	۵-۱-۴. تقریب تبدیل رتبه
۱۵۳	۵-۲-۱. تحلیل واریانس (یک عاملی)
۱۵۴	۵-۲-۱. فرضیه‌های صفر و مقابل
۱۵۴	۵-۲-۲. فرضیات آزمون
۱۵۶	۵-۲-۳. محاسبه
۱۶۰	۵-۲. آزمونهایی برای اثرات بیش از یک عامل
۱۶۰	۵-۲-۱. آزمون‌های ناپارامتری چند عاملی
۱۶۱	۵-۲-۲. تحلیل واریانس چند عاملی ANOVA ی فاکتوریل
۱۶۱	۵-۲-۲. فرضیات صفر و مقابل
۱۶۲	۵-۲-۲. اثر متقابل بین عوامل
۱۶۳	۵-۲-۳. فرضیات برای ANOVA فاکتوریل
۱۶۴	۵-۲-۳. محاسبه
۱۷۰	۵-۲-۵. اندازه نمونه‌های نابرابر
۱۷۲	۵-۲-۶. عاملهای ثابت و تصادفی
۱۷۳	۵-۳-۳. بلوک کردن - تصمیم آزمونهای زوج جور شده
۱۷۴	۵-۳-۱. میانه آراسته
۱۷۸	۵-۳-۱. نمودارهای مرتبط با میانه آراسته برای کنترل فرضیات
۱۷۹	۵-۳-۲. آزمون فریدمن
۱۷۹	۵-۳-۱. فرضیات صفر و مقابل

۱۸۰	 محاسبه آزمون دقیق
۱۸۰	 تقریب نمونه بزرگ
۱۸۴	 تقریب تبدیل رتبه
۱۸۴	 ANOVA ی میانه رتبه‌های تراز شده
۱۸۵	 فرضیات صفر و مقابل
۱۸۷	 محاسبه
۱۸۷	 ANOVA ی دو عاملی پارامتری بدون تکرار
۱۸۸	 فرضیات صفر و مقابل
۱۸۸	 محاسبه
۱۹۰	 آزمونهای مقایسه‌ای چندگانه
۱۹۱	 ۱-۴-۵ مقایسات چندگانه پارامتری
۱۹۳	 ۱-۴-۵ فرضیات
۱۹۳	 ۲-۴-۵ محاسبه آزمون توکی
۱۹۶	 ۲-۴-۵ مقایسات چندگانه غیر پارامتری
۱۹۸	 ۵-۵ نمایش نتایج
۱۹۹	 ۱-۵-۵ مقایسات ترسیمی چندین گروه مستقل
۲۰۲	 ۵-۵ نمایش آزمونهای مقایسه‌ای چندگانه
۲۰۴	 تمرینهای فصل پنجم

فصل ۶: همبستگی

۲۰۶	 ۱-۶ مشخصات ضرایب همبستگی
۲۰۶	 ۱-۱-۶ همبستگی یکنوا در مقابل همبستگی خطی
۲۰۸	 ۲-۶ τ کنتال
۲۰۸	 ۱-۲-۶ محاسبه
۲۰۹	 ۲-۲-۶ تقریب نمونه بزرگ
۲۱۱	 ۳-۲-۶ تصحیح برای هم‌رتبه‌ها
۲۱۳	 ۳-۶ (p) اسپیرمن
۲۱۵	 ۴-۶ ضریب همبستگی (r) پیرسون
۲۱۷	 تمرینهای فصل ششم

فصل ۷: رگرسیون خطی ساده

۲۲۰	 ۱-۷ مدل رگرسیون خطی
۲۲۲	 ۱-۱-۷ فرضیات رگرسیون خطی
۲۲۳	 ۲-۷ محاسبات
۲۲۵	 ۱-۲-۷ خواص راه‌حلهای کمترین مربعات
۲۲۵	 ۳-۷ ساختن یک مدل رگرسیون خوب
۲۳۴	 ۴-۷ آزمون فرضیه رگرسیون
۲۳۴	 ۱-۴-۷ آزمون به منظور تعیین مخالف صفر بودن یا نبودن شیب
۲۳۵	 ۲-۴-۷ آزمون به منظور تعیین اختلاف صفر بودن یا نبودن عرض از مبدأ
۲۳۶	 ۳-۴-۷ فواصل اطمینان برای پارامترها
۲۳۷	 ۴-۴-۷ فواصل اطمینان برای میانگین تابع
۲۳۸	 ۵-۴-۷ فواصل (حدود) پیش‌بینی برای برآوردهای خاص از y
۲۴۰	 ۱-۵-۴-۷ فاصله پیش‌بینی غیر پارامتری
۲۴۱	 ۵-۷ مشخصه‌های نارسایی رگرسیون
۲۴۳	 ۱-۵-۷ معیارهای داده‌های پرت در راستای X
۲۴۳	 ۱-۱-۵-۷ قدرت تأثیر
۲۴۳	 ۲-۵-۷ معیارهای داده‌های پرت در راستای y
۲۴۳	 ۱-۲-۵-۷ مانده استاندارد شده

۲۴۴	۲-۲-۵۷- مانده‌های پیش‌بینی و آماره PRESS
۲۴۴	۲-۲-۵۷- مانده‌های استودنت شده
۲۴۵	۲-۵۷- معیارهای تأثیر
۲۴۵	۱-۳-۵۷- دی کوکز
۲۴۵	۲-۳-۵۷- DFFITS
۲۴۷	۴-۵۷- معیارهای همبستگی سریال
۲۴۸	۱-۴-۵۷- آماره داربین - واتسون
۲۴۹	۲-۴-۵۷- ضریب همبستگی پیاپی
۲۴۹	۲-۴-۵۷- آنچه هنگام وجود همبستگی پیاپی انجام می‌گردد
۲۵۰	۶-۷- تبدیلهای متغیر تابع y
۲۵۰	۱-۶-۷- انجام یا عدم انجام تبدیل
۲۵۱	۲-۶-۷- پیامدهای تبدیل y
۲۵۲	۳-۶-۷- محاسبه پیش‌بینی‌های جرم (بار)
۲۵۲	۱-۳-۶-۷- برآورد یا میانه "منحنی تداوم سنج (جریان)" از جرم
۲۵۲	۲-۳-۶-۷- برآورد پارامتری یا MLE از جرم
۲۵۴	۲-۲-۶-۷- برآورد غیر پارامتری یا Smearing از جرم
۲۵۵	۴-۶-۷- مثال
۲۵۸	۷-۷- راهنمایی مختصر برای یک مدل SLR خوب
۲۵۹	تمرینهای فصل هفتم

فصل ۸: رگرسیون خطی چندگانه

۲۶۲	۱-۸- چرا استفاده از MLR
۲۶۲	۲-۸- مدل MLR
۲۶۲	۳-۸- آزمونهای فرضیه برای رگرسیون چندگانه
۲۶۲	۱-۳-۸- آزمونهای تودرتوی F
۲۶۴	۲-۳-۸- آزمون کلی F
۲۶۵	۳-۳-۸- آزمونهای جزئی F
۲۶۶	۴-۸- حدود اطمینان (فواصل اطمینان)
۲۶۶	۱-۴-۸- ماتریس واریانس - کوواریانس
۲۶۷	۲-۴-۸- فواصل اطمینان برای ضرایب شیب
۲۶۷	۳-۴-۸- فواصل اطمینان برای میانگین تابع
۲۶۸	۵-۸- مشخصه‌های نازسای رگرسیون
۲۶۸	۱-۵-۸- نمودارهای مانده جزئی
۲۶۹	۲-۵-۸- قدرت نفوذ و تأثیر
۲۷۲	۳-۵-۸- همراستایی چندگانه
۲۷۴	۱-۳-۵-۸- راه‌حلهایی برای همراستایی چندگانه
۲۷۸	۶-۸- انتخاب بهترین مدل MLR
۲۷۸	۱-۶-۸- روشهای گام به گام
۲۸۲	۲-۶-۸- معیارهای کلی کیفیت
۲۸۵	۷-۸- خلاصه‌ای از معیارهای انتخاب مدل
۲۸۶	۸-۸- تحلیل کوواریانس
۲۸۶	۱-۸-۸- استفاده از یک متغیر مضاعف (دودویی، دوتایی)
۲۸۸	۲-۸-۸- چندین متغیر مضاعف
۲۹۱	تمرینهای فصل هشتم

فصل ۹: روابط گسسته

۲۹۳	۱-۹- ثبت داده‌های قطعی
۲۹۴	۲-۹- جدول توافقی (هر دو متغیر اسمی هستند)

۲۹۵	 ۱-۲-۹. انجام آزمون برای استقلال (عدم وابستگی)
۲۹۸	 ۲-۲-۹. شرایط لازم برای آزمون
۲۹۸	 ۳-۲-۹. موقعیت اختلافها
۲۹۹	 ۳-۹. آزمون کروسکال - والیس برای توابع قطعی ترتیبی
۲۹۹	 ۱-۳-۹. محاسبه آزمون
۳۰۲	 ۲-۳-۹. مقایسات چندگانه
۳۰۲	 ۴-۹. χ^2 کنال برای داده‌های قطعی (هر دو متغیر ترتیبی هستند)
۳۰۲	 ۱-۴-۹. χ^2 کنال برای داده‌های هم‌رتبه
۳۰۵	 ۲-۴-۹. آزمون معنی‌دار بودن برای χ^2
۳۰۷	 ۹. روشهای دیگر برای تحلیل داده‌های قطعی
۳۰۸	 تمرینهای فصل نهم

فصل ۱۰: رگرسیون برای توابع گسسته

۳۱۲	 ۱-۱۰. رگرسیون برای متغیرهای تابع دوگانه (دوتایی)
۳۱۲	 ۱-۱۰. استفاده از کمترین مربعات معمولی
۳۱۳	 ۲-۱۰. رگرسیون لجستیک
۳۱۴	 ۱-۲-۱۰. فرمول مهم
۳۱۵	 ۲-۲-۱۰. محاسبه بوسیله دستنمایی بیشینه
۳۱۵	 ۳-۲-۱۰. آزمونهای فرضیه
۳۱۵	 ۱-۳-۲-۱۰. آزمون برای معنی‌دار بودن کلمه
۳۱۶	 ۲-۳-۲-۱۰. آزمون مدلهای تودرتو
۳۱۶	 ۴-۲-۱۰. میزان عدم قطعیت قابل توضیح، R^2
۳۱۷	 ۵-۲-۱۰. مقایسه مدلهای غیر تودرتو
۳۲۱	 ۳-۱۰. گزینه‌های جانشین برای رگرسیون لجستیک
۳۲۱	 ۱-۳-۱۰. تحلیل تابع تشخیص
۳۲۲	 ۲-۳-۱۰. آزمون مجموع رتبه
۳۲۲	 ۴-۱۰. رگرسیون لجستیک برای بیش از دو رسته تابع
۳۲۳	 ۱-۴-۱۰. رسته‌های تابع ترتیبی
۳۲۵	 ۲-۴-۱۰. رسته‌های تابع اسمی
۳۲۷	 تمرینهای فصل دهم

فصل ۱۱: تحلیل خوشه‌ای و آنالیز تشخیص

۳۲۹	 ۱-۱۱. مقدمه
۳۳۱	 ۲-۱۱. اندازه‌گیری و تعیین تشابه
۳۳۶	 ۱-۲-۱۱. روشهای سلسله مراتبی
۳۳۷	 ۱-۱-۲-۱۱. خوشباندی منفرد
۳۳۸	 ۲-۱-۲-۱۱. خوشباندی کامل
۳۳۹	 ۳-۱-۲-۱۱. خوشباندی متوسط (متوسط‌گیری)
۳۴۰	 ۲-۲-۱۱. روشهای غیرسلسله مراتبی
۳۴۰	 ۱-۲-۲-۱۱. روش K میانگین
۳۴۱	 ۳-۱۱. قیاس چندبعدی
۳۴۲	 ۴-۱۱. الگوریتم پایه
۳۴۵	 ۵-۱۱. نمایش تصویری
۳۴۵	 ۱-۵-۱۱. اشکال ستاره‌ای
۳۴۵	 ۲-۵-۱۱. منحنی‌های اندرو
۳۴۶	 ۳-۵-۱۱. صورتکهای چرنوف
۳۶۰	 ضمایم
۳۹۱	 فهرست منابع