

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

روش های آماری با رویکرد کاربردی در علوم طبیعی



ویراست دوم

برای دریافت فایل داده‌های این کتاب با نام‌های RDat و MiniDat به پروفایل کتاب در سایت انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد به آدرس press.um.ac.ir مراجعه فرمایید. فایل داده فصل‌ها در پوشه‌های اصلی به ترتیب زیر است:

R Data = RDat → RCh → exa.csv/exe.csv
Minitab Dat = MiniDat → MiniCh → exa.Minitab/exe.Minitab

دکتر منصور مصداقی
استاد بوم‌شناسی و مدیریت مرتع

| | |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه: | مصدافی، منصور، ۱۳۲۰ - |
| عنوان و نام پدیدآور: | روش‌های آماری با رویکرد کاربردی در علوم طبیعی / منصور مصدافی؛ ویراستار علمی حسینعلی نیرومند؛ ویراستار ادبی مصطفی قندهاری. |
| وضعیت ویراست: | ویراست ۲. |
| مشخصات نشر: | مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۰. |
| مشخصات ظاهری: | ۵۹۲ ص. : مصور، جدول، نمودار. |
| فروست: | انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۷۷۴. |
| شابک: | ISBN: 978-964-386-467-5 |
| وضعیت فهرست‌نویسی: | فیبا. |
| یادداشت: | کتابنامه: ۵۷۷-۵۸۰. نمایه. |
| موضوع: | کشاورزی -- تحقیق -- روش‌های آماری |
| موضوع: | منابع طبیعی -- تحقیق -- روش‌های آماری |
| موضوع: | Natural resources -- Research -- Statistical methods |
| شناسه افزوده: | نیرومند، حسینعلی، ۱۳۲۶ -، ویراستار. |
| شناسه افزوده: | دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات. |
| رده‌بندی کنگره: | S۵۴۰ |
| رده‌بندی دیویی: | ۳۶۰/۷۲ |
| شماره کتابشناسی ملی: | ۷۴۳۰۵۹۹ |

روش‌های آماری با رویکرد کاربردی در علوم طبیعی

پدیدآورنده: دکتر منصور مصدافی
ویراستار علمی: دکتر حسینعلی نیرومند
ویراستار ادبی: مصطفی قندهاری
مشخصات: وزیری، ۲۵۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۴۰۰
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۱/۱۰۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت،
شماره ۲۳۸، تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹ - ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir



فهرست مطالب

| | |
|--------------------------------------------|----|
| پیشگفتار ویرایش دوم | ۱۲ |
| پیشگفتار ویرایش اول | ۱۳ |
| فصل ۱. علم آمار و تاریخچه آن | ۱۵ |
| ۱-۱ مقدمه | ۱۵ |
| ۲-۱ تعریف آمار | ۱۵ |
| ۳-۱ تاریخچه علم آمار | ۱۷ |
| ۴-۱ روش‌های علمی و آمار | ۱۹ |
| ۵-۱ مطالعه علم آمار | ۲۰ |
| ۶-۱ کامپیوتر و محاسبات آماری | ۲۰ |
| فصل ۲. مشاهدات و آمارها | ۲۳ |
| ۱-۲ مقدمه | ۲۳ |
| ۲-۲ متغیرها و انواع داده‌ها | ۲۳ |
| ۳-۲ جمعیت و نمونه | ۲۵ |
| ۴-۲ اعداد (نمونه‌های) تصادفی | ۲۷ |
| ۵-۲ ارائه، خلاصه کردن و تشخیص هویت داده‌ها | ۲۷ |
| ۶-۲ معیارهای تمایل مرکزی | ۲۹ |
| ۷-۲ معیارهای تقارن | ۳۳ |
| ۸-۲ معیارهای پراکنندگی | ۳۴ |
| ۱-۸-۲ خطای معیار میانگین | ۳۷ |
| ۲-۸-۲ ضریب تغییرات | ۳۹ |
| ۹-۲ محاسبه آمارها | ۳۹ |
| ۱۰-۲ مدل جمع‌پذیر خطی | ۴۲ |
| ۱۱-۲ واریانس تابع خطی | ۴۳ |
| ۱۲-۲ تمرین‌ها | ۴۶ |
| ۱۳-۲ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل دوم | ۴۸ |
| فصل ۳. احتمالات و توزیع‌های آماری | ۵۱ |
| ۱-۳ مقدمه | ۵۱ |

| | |
|----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۵۱ | ۲-۳ احتمالات مقدماتی |
| ۵۴ | ۳-۳ توزیع متغیرهای تصادفی |
| ۵۴ | ۱-۳-۳ توزیع تصادفی برنولی |
| ۵۶ | ۲-۳-۳ توزیع تصادفی دو جمله‌ای |
| ۵۹ | ۴-۳ توزیع نرمال |
| ۶۲ | ۵-۳ احتمالات مربوط به توزیع نرمال استاندارد با استفاده از جدول احتمال |
| ۶۶ | ۶-۳ توزیع نرمال با میانگین μ و واریانس σ^2 |
| ۶۸ | ۷-۳ توزیع میانگین‌ها |
| ۶۸ | ۸-۳ توزیع χ^2 |
| ۷۰ | ۹-۳ توزیع t ی استیودنت |
| ۷۲ | ۱۰-۳ رابطه بین معیارهای تمایل مرکزی و توزیع داده‌ها |
| ۷۴ | ۱۱-۳ توزیع پواسن |
| ۷۶ | ۱۲-۳ محاسبه احتمالات با نرم‌افزار Minitab |
| ۷۶ | ۱-۱۲-۳ محاسبه مقادیر احتمال توزیع نرمال استاندارد |
| ۸۰ | ۲-۱۲-۳ محاسبه مقادیر احتمال‌های توزیع χ^2 |
| ۸۲ | ۳-۱۲-۳ محاسبه مقادیر احتمال توزیع t |
| ۸۴ | ۴-۱۲-۳ محاسبه مقادیر احتمال توزیع F |
| ۸۵ | ۱۳-۳ تمرین‌ها |
| ۸۷ | ۱۴-۳ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل سوم |

فصل ۴. آزمون‌های فرض و مقایسات میانگین‌های دو نمونه

| | |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| ۹۳ | ۱-۴ مقدمه |
| ۹۳ | ۱-۱-۴ استنباط آماری |
| ۹۴ | ۲-۱-۴ آماره |
| ۹۵ | ۲-۴ آزمون‌های فرض |
| ۹۸ | ۳-۴ آزمون z یا t : برابری میانگین جمعیت با عددی معین |
| ۱۰۲ | ۴-۴ مقایسه میانگین‌های دو نمونه جمعیت‌های مستقل با واریانس‌های برابر |
| ۱۰۸ | ۵-۴ مقایسه میانگین نمونه‌های مستقل با واریانس‌های نابرابر |
| ۱۱۰ | ۶-۴ مقایسه میانگین‌های دو نمونه با مشاهدات جور (جفتی) |
| ۱۱۳ | ۷-۴ مدل جمع‌پذیر خطی برای مقایسات جور و ناجور |
| ۱۱۳ | ۸-۴ توان آزمون برای تفکیک تفاوت‌ها |
| ۱۱۸ | ۹-۴ تعیین اندازه نمونه |
| ۱۲۰ | ۱۰-۴ آمار ناپارامتری |
| ۱۲۰ | ۱-۱۰-۴ آزمون علامت یک نمونه‌ای |

۱۲۲ ۴-۱۰-۲ آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکا کسون برای مقایسه دو نمونه جور

۱۲۵ ۴-۱۰-۳ مقایسه دو گروه با آزمون من ویتنی

۱۲۷ ۴-۱۱ انتخاب آزمون t مناسب برای داده‌های یک‌نمونه‌ای و دونمونه‌ای

۱۲۸ ۴-۱۲ تمرین‌ها

۱۳۱ ۴-۱۳ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل چهارم

فصل ۵. طرح‌های آزمایشی

۱۳۵ ۵-۱ مقدمه

۱۳۵ ۵-۲ تحقیقات آماری و انواع آن

۱۳۸ ۵-۳ آزمایش

۱۳۸ ۵-۳-۱ آزمایش‌های حقیقی و واحدهای آزمایشی

۱۳۸ ۵-۳-۲ شبه‌آزمایش‌ها و تحقیقات عطف به‌مابقی

۱۴۰ ۵-۳-۳ متغیرهای پاسخ

۱۴۰ ۵-۳-۴ متغیرهای مستقل

۱۴۲ ۵-۳-۵ طبقه‌بندی چهارگانه طرح‌های آزمایشی

۱۴۳ ۵-۴ طرح‌های آزمایشی و انواع آن

۱۴۳ ۵-۴-۱ مشاهدات مورد نیاز در یک آزمایش

۱۴۴ ۵-۴-۲ ترتیب آزمایش

۱۴۵ ۵-۴-۳ فرض تحقیق

۱۴۵ ۵-۵ تحلیل داده‌ها

۱۴۷ ۵-۶ آزمایش‌های غیردستاورزی

۱۴۸ ۵-۷ خلاصه‌ای از مراحل یک تحقیق

۱۴۸ ۵-۸ تمرین: طراحی یک آزمایش از آغاز یا پایان

۱۴۹ ۵-۹ طرز آماده کردن طرح تحقیقاتی برای پایان‌نامه‌های دانشجویی و مؤسسات پژوهشی

فصل ۶. تحلیل واریانس: طبقه‌بندی یک طرفه

۱۵۱ ۶-۱ مقدمه

۱۵۱ ۶-۲ طرح کاملاً تصادفی

۱۵۲ ۶-۲-۱ تخصیص تصادفی تیمارها به واحدهای آزمایشی

۱۵۲ ۶-۲-۲ مدل آماری طرح کاملاً تصادفی

۱۵۶ ۶-۳ آزمون‌های بعد از تحلیل واریانس

۱۵۸ ۶-۴ تحلیل واریانس با نرم‌افزار Minitab

۱۵۸ ۶-۵ مقایسات چندگانه

۱۵۸ ۶-۵-۱ تقابل‌های متعامد با یک درجه آزادی

| | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۶۱ | ۶-۵-۲ آزمون فیشر: حداقل تفاوت معنی‌دار بودن (LSD) |
| ۱۶۱ | ۶-۵-۳ آزمون بونفرونی |
| ۱۶۲ | ۶-۵-۴ آزمون توکی |
| ۱۶۳ | ۶-۵-۵ آزمون دامنه S-N-K |
| ۱۶۴ | ۶-۵-۶ آزمون چنددامنه دانکن |
| ۱۶۵ | ۶-۵-۷ آزمون شفه |
| ۱۶۶ | ۶-۵-۸ مقایسه میانگین‌ها با تیمار شاهد |
| ۱۶۷ | ۶-۵-۹ مقایسات چندگانه با نرم‌افزار Minitab |
| ۱۶۷ | ۶-۶ طرح کاملاً تصادفی با تکرار نابرابر |
| ۱۷۰ | ۶-۷ آزمون مقایسه میانگین‌ها با تکرار نابرابر |
| ۱۷۱ | ۶-۸ تحلیل واریانس با زیرنمونه‌های برابر |
| ۱۷۱ | ۶-۸-۱ آزمایش آشنانه‌ای (تودرتو) با زیرنمونه برابر در قالب طرح کاملاً تصادفی |
| ۱۷۵ | ۶-۸-۲ مدل آماری برای آزمایش آشنانه‌ای (تودرتو) با زیرنمونه مساوی |
| ۱۷۵ | ۶-۸-۳ آزمایش آشنانه‌ای (تودرتو) با زیرنمونه نابرابر در قالب طرح کاملاً تصادفی |
| ۱۷۸ | ۶-۹ مؤلفه‌های واریانس |
| ۱۸۰ | ۶-۱۰ کنترل مدل در آزمایش‌ها (محاسبات موردی: طرح کاملاً تصادفی) |
| ۱۸۱ | ۶-۱۰-۱ ارزیابی نرمال بودن داده‌ها |
| ۱۸۲ | ۶-۱۰-۲ ارزیابی برابری واریانس‌ها |
| ۱۸۲ | ۶-۱۰-۳ ارزیابی مستقل بودن خطاها |
| ۱۸۴ | ۶-۱۰-۴ عدم کفایت مفروضات آماری |
| ۱۸۴ | ۶-۱۱ کاربرد آمار ناپارامتری برای تحلیل واریانس |
| ۱۸۸ | ۶-۱۲ تمرین‌ها |
| ۱۹۰ | ۶-۱۳ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل ششم |

| | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۹۵ | فصل ۷. تحلیل واریانس: طبقه‌بندی چندطرفه |
| ۱۹۵ | ۷-۱ مقدمه |
| ۱۹۵ | ۷-۲ طرح بلوک کامل تصادفی |
| ۱۹۷ | ۷-۲-۱ مدل آماری طرح بلوک کامل تصادفی |
| ۲۰۰ | ۷-۲-۲ مقادیر گم‌شده در طرح بلوک کامل تصادفی |
| ۲۰۳ | ۷-۲-۳ تحلیل کامپیوتری اعداد گم‌شده |
| ۲۰۴ | ۷-۲-۴ آزمایش آشنانه‌ای با زیرنمونه برابر در قالب طرح بلوک کامل تصادفی |
| ۲۰۵ | ۷-۳ آمار ناپارامتری فریدمن برای تحلیل واریانس دوطرفه |
| ۲۰۸ | ۷-۴ طرح مربع لاتین |
| ۲۱۰ | ۷-۴-۱ مقایسات طرح مربع لاتین بعد از تحلیل واریانس |

| | |
|-----|----------------------------------------|
| ۲۱۱ | ۲-۴-۷ مدل آماری طرح مربع لاتین |
| ۲۱۱ | ۳-۴-۷ طرح مربع لاتین مکرر |
| ۲۱۴ | ۵-۷ ارزیابی و کارایی طرح مربع لاتین |
| ۲۱۸ | ۶-۷ سایر مشتقات طرح‌های مربع لاتین |
| ۲۱۸ | ۷-۷ تمرین‌ها |
| ۲۲۰ | ۸-۷ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل هفتم |

فصل ۸. تحلیل رگرسیون و همبستگی خطی

| | |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۲۲۳ | ۱-۸ مقدمه |
| ۲۲۳ | ۲-۸ رگرسیون و همبستگی |
| ۲۲۵ | ۳-۸ رگرسیون خطی |
| ۲۲۶ | ۴-۸ محاسبه ضرایب رگرسیون |
| ۲۲۸ | ۵-۸ اهداف رگرسیون |
| ۲۲۸ | ۶-۸ مفروضات تحلیل رگرسیون |
| ۲۲۹ | ۷-۸ تحلیل واریانس رگرسیون |
| ۲۳۰ | ۸-۸ آزمون ضرایب رگرسیون و همبستگی |
| ۲۳۵ | ۹-۸ مقادیر تطبیق‌یافته، باقی‌مانده‌ها و خواص آن‌ها |
| ۲۳۵ | ۱۰-۸ محاسبات آماری رگرسیون با نرم افزار Minitab |
| ۲۳۷ | ۱۱-۸ رگرسیون از مبدأ مختصات |
| ۲۳۹ | ۱۲-۸ تفسیر توابع رگرسیون |
| ۲۴۰ | ۱۳-۸ همبستگی خطی |
| ۲۴۰ | ۱۴-۸ آزمون‌های همبستگی |
| ۲۴۱ | ۱-۱۴-۸ ضریب همبستگی پیرسون |
| ۲۴۳ | ۲-۱۴-۸ ضریب همبستگی اسپیرمن |
| ۲۴۴ | ۳-۱۴-۸ ضریب همبستگی کندال |
| ۲۴۵ | ۴-۱۴-۸ محاسبات آماری همبستگی با نرم افزار Minitab |
| ۲۴۵ | ۱۵-۸ بحث بیشتر درباره طراحی مدل‌های رگرسیون خطی |
| ۲۴۵ | ۱-۱۵-۸ رگرسیون یک متغیره |
| ۲۴۸ | ۲-۱۵-۸ فرایند انتخاب مدل رگرسیون |
| ۲۵۱ | ۱۶-۸ تمرین‌ها |
| ۲۵۲ | ۱۷-۸ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل هشتم |

فصل ۹. تحلیل رگرسیون چندگانه و غیر خطی

| | |
|-----|-----------|
| ۲۵۵ | ۱-۹ مقدمه |
|-----|-----------|

| | |
|-----|----------------------------------------------------------------|
| ۲۵۵ | ۱-۹ رگرسیون چندگانه با دو متغیر پیشگو |
| ۲۶۵ | ۲-۹ محاسبات کامپیوتری رگرسیون با دو متغیر در نرم افزار Minitab |
| ۲۷۰ | ۲-۹ مسائل مربوط به وجود هم خطی در رگرسیون چندگانه |
| ۲۷۴ | ۳-۹ انتخاب بهترین زیرمجموعه |
| ۲۷۵ | ۴-۹ رگرسیون گام به گام |
| ۲۷۷ | ۵-۹ رگرسیون‌های غیرخطی |
| ۲۷۸ | ۱-۵-۹ مدل‌های نمایی - سه مثال |
| ۲۸۱ | ۲-۵-۹ محاسبات کامپیوتری مدل‌های نمایی با نرم‌افزار Minitab |
| ۲۸۱ | ۶-۹ رگرسیون چندجمله‌ای |
| ۲۸۹ | ۷-۹ بحث بیشتر درباره رگرسیون‌های غیرخطی |
| ۲۹۲ | ۸-۹ رگرسیون لجستیک |
| ۲۹۲ | ۱-۸-۹ رگرسیون لجستیک دوگانی |
| ۲۹۷ | ۲-۸-۹ رگرسیون لجستیک ترتیبی |
| ۲۹۹ | ۹-۹ تمرین‌ها |
| ۳۰۱ | ۱۰-۹ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل نهم |

فصل ۱۰. تحلیل کوواریانس و رگرسیون‌های گروهی

| | |
|-----|----------------------------------------|
| ۳۰۵ | ۱-۱۰ مقدمه |
| ۳۰۶ | ۲-۱۰ موارد استفاده تحلیل کوواریانس |
| ۳۰۶ | ۱-۲-۱۰ کنترل خطا |
| ۳۰۶ | ۲-۲-۱۰ تعدیل میانگین تیمارها |
| ۳۰۷ | ۳-۲-۱۰ تفسیر نتایج |
| ۳۰۷ | ۴-۲-۱۰ تحلیل کوواریانس کل |
| ۳۰۸ | ۵-۲-۱۰ برآورد داده‌های گمشده |
| ۳۰۸ | ۳-۱۰ مدل و مفروضات کوواریانس |
| ۳۱۰ | ۴-۱۰ برازش مدل کوواریانس |
| ۳۱۶ | ۵-۱۰ مقایسه رگرسیون‌های خطی |
| ۳۱۶ | ۱-۵-۱۰ مقایسه دو خط رگرسیون |
| ۳۲۳ | ۲-۵-۱۰ مقایسه بیش از دو خط رگرسیون |
| ۳۲۶ | ۶-۱۰ تمرین‌ها |
| ۳۲۸ | ۷-۱۰ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل دهم |

فصل ۱۱. آزمایش‌های فاکتوریل: بیش از یک فاکتور

| | |
|-----|------------|
| ۳۳۱ | ۱-۱۱ مقدمه |
|-----|------------|

| | |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۳۳۱ | ۲-۱۱ آزمایش‌های فاکتوریل |
| ۳۳۹ | ۳-۱۱ آزمایش فاکتوریل 2×2 |
| ۳۴۴ | ۴-۱۱ آزمایش فاکتوریل $3 \times 2 \times 2$ |
| ۳۴۹ | ۵-۱۱ اختلاط در آزمایش‌های فاکتوریل |
| ۳۵۳ | ۶-۱۱ بررسی روند صفت پاسخ (عکس‌العمل) با ارائه دو مثال |
| ۳۶۳ | ۷-۱۱ آزمایش فاکتوریل با یک تکرار |
| ۳۶۵ | ۸-۱۱ تمرین‌ها |
| ۳۶۶ | ۹-۱۱ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل یازدهم |

فصل ۱۲. آزمایش‌های فاکتوریل: مدل‌های ثابت، تصادفی و مخلوط

| | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|
| ۳۶۹ | ۱-۱۲ مقدمه |
| ۳۶۹ | ۲-۱۲ مدل‌های آماری برای آزمایش‌های فاکتوریل |
| ۳۷۰ | ۱-۲-۱۲ امیدریاضی میانگین مربعات برای آزمایش فاکتوریل 2×3 |
| ۳۷۱ | ۲-۲-۱۲ امیدریاضی میانگین مربعات برای آزمایش فاکتوریل $2 \times 2 \times 3$ |
| ۳۷۴ | ۳-۱۲ فرض‌های صفر |
| ۳۷۴ | ۱-۳-۱۲ مدل I، اثرات ثابت |
| ۳۷۴ | ۲-۳-۱۲ مدل II، اثرات تصادفی |
| ۳۷۵ | ۳-۳-۱۲ مدل III، اثرات مخلوط |
| ۳۷۵ | ۴-۱۲ تحلیل واریانس |
| ۳۷۷ | ۱-۴-۱۲ مفروضات تحلیل واریانس برای آزمایش‌های فاکتوریل |
| ۳۷۷ | ۲-۴-۱۲ بررسی نرم‌افزاری امیدریاضی میانگین مربعات و مخرج‌های نسبت F |
| ۳۸۲ | ۵-۱۲ ملاحظات بیشتر درباره امیدریاضی میانگین مربعات |
| ۳۸۳ | ۶-۱۲ تمرین‌ها |
| ۳۸۳ | ۷-۱۲ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل دوازدهم |

فصل ۱۳. آزمایش‌های فاکتوریل: پلات‌ها و بلوک‌های خردشده

| | |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۳۸۵ | ۱-۱۳ مقدمه |
| ۳۸۵ | ۲-۱۳ طرح پلات‌های خردشده |
| ۳۸۹ | ۳-۱۳ طرح بلوک‌های خردشده |
| ۳۹۱ | ۴-۱۳ طرح پلات‌ها و بلوک‌های خردشده در قالب مربع لاتین |
| ۳۹۳ | ۵-۱۳ طرح پلات‌های خردشده: یک مثال |
| ۳۹۵ | ۶-۱۳ مدل‌های آماری پلات‌ها و بلوک‌های خردشده |
| ۳۹۸ | ۷-۱۳ انواع طرح در قالب یک مثال |
| ۴۰۶ | ۸-۱۳ طرح پلات‌های دوبار خردشده |

| | |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۴۰۹ | ۱۳-۹ طرح پلات‌های خُردشده در مکان و زمان |
| ۴۱۳ | ۱۳-۱۰ تمرین‌ها |
| ۴۱۴ | ۱۳-۱۱ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل سیزدهم |

فصل ۱۴. طرح‌های آشیانه‌ای و اندازه‌گیری‌های مکرر ۴۱۷

| | |
|-----|----------------------------------------------------------|
| ۴۱۷ | ۱۴-۱ مقدمه |
| ۴۱۹ | ۱۴-۲ مدل‌های آماری طرح‌های آشیانه‌ای و فرض‌های صفر |
| ۴۱۹ | ۱۴-۲-۱ فاکتور A - اثر تیمار اصلی |
| ۴۲۰ | ۱۴-۲-۲ فاکتور B - اثر فاکتور آشیان‌شده |
| ۴۲۰ | ۱۴-۳ تحلیل واریانس طرح‌های آشیانه‌ای |
| ۴۲۵ | ۱۴-۴ طرح اندازه‌گیری‌های مکرر |
| ۴۲۹ | ۱۴-۵ تمرین‌ها |
| ۴۳۲ | ۱۴-۶ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل چهاردهم |

فصل ۱۵. تحلیل داده‌های شمارشی ۴۳۵

| | |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۴۳۵ | ۱۵-۱ مقدمه |
| ۴۳۵ | ۱۵-۲ تشریح آزمون‌های نسبت با یک مثال |
| ۴۳۹ | ۱۵-۳ برآورد نسبت‌ها از نمونه |
| ۴۴۲ | ۱۵-۴ آزمون‌های فرض برای نسبت‌ها |
| ۴۴۴ | ۱۵-۵ آزمون فرض نسبت‌ها: دو مثال |
| ۴۴۶ | ۱۵-۶ تحلیل‌های بیشتر داده‌های شمارشی |
| ۴۵۰ | ۱۵-۶-۱ استقلال یا عدم استقلال متغیرها |
| ۴۵۴ | ۱۵-۶-۲ آزمون G |
| ۴۵۸ | ۱۵-۶-۳ انتخاب آزمون نهایی |
| ۴۶۰ | ۱۵-۷ تمرین‌ها |
| ۴۶۱ | ۱۵-۸ دستورهای نرم‌افزار R برای فصل پانزدهم |

فصل ۱۶. تحلیل داده‌های چندمتغیره ۴۶۳

| | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|
| ۴۶۳ | ۱۶-۱ مقدمه |
| ۴۶۴ | ۱۶-۲ رویکرد داده‌های چندمتغیره |
| ۴۶۷ | ۱۶-۲-۱ مقایسه میانگین‌های چندمتغیره با دو نمونه: آزمون T^2 هاتلینگ |
| ۴۶۹ | ۱۶-۲-۲ مقایسه میانگین‌های چندمتغیره با بیش از دو گروه |
| ۴۷۴ | ۱۶-۳ اندازه‌گیری فواصل چندمتغیره |
| ۴۷۴ | ۱۶-۳-۱ اندازه‌گیری فاصله بین دو فرد |

| | |
|-----|------------------------------------------------------------------|
| ۴۷۶ | اندازه گیری فاصله بین دو گروه |
| ۴۷۷ | سایر معیارهای فاصله |
| ۴۷۹ | رج بندی |
| ۴۷۹ | ۱-۴-۱۶ تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA) |
| ۴۸۶ | ۲-۴-۱۶ تحلیل فاکتوری |
| ۴۸۹ | ۳-۴-۱۶ تحلیل مختصات اصلی |
| ۴۹۱ | ۴-۴-۱۶ تحلیل تطابق |
| ۴۹۴ | ۵-۴-۱۶ مزایا و معایب رج بندی |
| ۴۹۵ | ۵-۱۶ طبقه بندی |
| ۴۹۵ | ۱-۵-۱۶ تحلیل خوشه ای |
| ۴۹۸ | ۲-۵-۱۶ تحلیل تشخیص |
| ۵۰۱ | ۳-۵-۱۶ مزایا و معایب طبقه بندی |
| ۵۰۱ | ۶-۱۶ رگرسیون چندگانه چندمتغیره |
| ۵۰۴ | ۷-۱۶ خلاصه |
| ۵۰۵ | ۸-۱۶ تمرین ها |
| ۵۰۷ | ۹-۱۶ دستورهای نرم افزار R برای فصل شانزدهم |
| ۵۱۵ | ضمائم |
| ۵۱۶ | ضمیمه ۱- پاسخ تمرین ها |
| ۵۳۶ | ضمیمه ۲- راهنمای نصب و راه اندازی نرم افزارهای Minitab و R |
| ۵۳۹ | ضمیمه ۳- جبر ماتریسی برای روش های آماری |
| ۵۴۶ | ضمیمه ۴- واژه نامه |
| ۵۵۹ | ضمیمه ۵- علائم ریاضی و آمار |
| ۵۶۱ | ضمیمه ۶- جدول های آماری |
| ۵۷۷ | منابع |
| ۵۸۱ | نمایه |

تقدیم به:

همسر، مهری و فرزندانم، سینا و نیوشا

پیشگفتار ویرایش دوم

با پیدایش نرم افزارهای آماری، توسعه و پیشرفت علم آمار سرعت نجومی گرفته است و با ظهور نرم افزار جدید R و استفاده از برنامه نویسی آماری، تحول شگرفی در علم آمار به وجود آمده است به طوری که تجدیدنظر کلی کتاب اجتناب ناپذیر بود. حتی با انتشار نسخه ۱۸ نرم افزار Minitab تغییر بسیاری از خروجی های تجزیه و تحلیل آماری الزامی بود.

فصل جدید دوازدهم درباره مدل های ثابت، تصادفی و مخلوط، فصل جدید چهاردهم درباره طرح های آشنانه ای و اندازه گیری های مکرر، فصل پانزدهم درباره تحلیل داده های شمارشی و فصل شانزدهم درباره تحلیل داده های چندمتغیره رج بندی و طبقه بندی محتوای کتاب را دگرگون کرد تا طرح های آماری ارائه شده همگام با تحولات تحقیقات نوین جهانی قابل استفاده برای دانشجویان، محققان و کارشناسان منابع طبیعی و محیط زیست گردد.

فصل مربوط به نمونه گیری حذف گردید، گرچه متدولوژی نمونه گیری به صورت موردی در طرح های ارائه شده در هر فصل بحث شده اند.

تجزیه و تحلیل داده ها با نسخه جدید Minitab.v18 انجام شده است، گرچه محاسبات آماری طرح های مختلف هر فصل نشان داده شده اند. بنابراین استفاده از نرم افزارهای دیگر مانند SPSS و SAS نیز میسر است و حتی می توان با مقایسه خروجی نرم افزارهای مختلف به ایرادهای وارده به آنها پی برد.

مهم تر اینکه در آخر هر فصل، دستورهای نرم افزار R برای مثالها و تمرین های هر فصل ارائه شده است. پاسخ تمرین های هر فصل با اجرای دستورهای R مربوط به هر تمرین قابل دستیابی است، گرچه پاسخ کلیه تمرین ها در ضمیمه ۱ نیز درج شده اند. فایل مربوط به داده ها با نام های RDat و MiniDat به ترتیب با پسوند Minitab و csv در سایت انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد (www.press.um.ac.ir) قابل دانلود است.

منصور مصداقی

پاییز ۱۳۹۹

mmesdagh@yahoo.com

پیشگفتار ویرایش اول

در کشور ما در زمینه روش‌های آماری کتاب‌های زیادی ترجمه یا تألیف شده است. روش‌های آماری در دانشکده‌های علوم کشاورزی و منابع طبیعی کشور تحت درس‌های آمار مقدماتی، آمار کاربردی (طرح‌های آزمایشی ۱ و ۲)، روش‌های آماری پیشرفته (بیومتری ۱ و ۲) در مقاطع لیسانس، فوق‌لیسانس و دکتری تدریس می‌شود، اما در زمینه آمار پیشرفته کتاب جامع و کاملی به زبان فارسی وجود ندارد که در آن از آمار پیشرفته با نرم‌افزارهای آماری استفاده شده باشد. البته در زمینه طرح‌های آزمایشی به‌ویژه در علوم کشاورزی کتاب‌های مهمی تألیف شده است که می‌توان به طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی [۱۷]، طرح‌های آزمایشی کشاورزی [۱۶] و طرح‌های آزمایشی در علوم کشاورزی [۱۰] اشاره کرد. با پیدایش نرم‌افزارهای آماری مانند SAS، SPSS و Minitab تحول شگرفی در محاسبات آماری رخ داده است که استفاده از این نرم‌افزارها در کتاب‌های آماری تقریباً به‌صورت فرایندی اجتناب‌ناپذیر درآمده است. توجه به کتاب‌های آماری جدید منتشرشده در سطح جهان، اهمیت استفاده از نرم‌افزارهای آماری را بیش از پیش روشن می‌نماید. در ایران نیز کتاب‌هایی منتشرشده‌اند که در آن‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شده است [۵، ۷، ۱۵].

در مدت ۲۵ سال تدریس درس‌های طرح‌های آزمایشی و روش‌های آماری پیشرفته در دانشکده منابع طبیعی گرگان، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور و دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد، مطالب متنوعی از روش‌های آماری را گردآوری و سنتز کرده و به‌صورت این کتاب در آورده‌ام. با پیدایش نرم‌افزارهای آماری از دهه ۷۰ کم‌کم استفاده از نرم‌افزار SPSS، SAS و Minitab را در تدریس درس‌های آمار وارد کردم که در آغاز بیشترین محدودیت‌ها مربوط به دسترسی به این نرم‌افزارها بود. البته در بین آن‌ها، دسترسی به نرم‌افزار SPSS آسان‌تر بود. با مراجعه به کتاب‌های آماری جدید ملاحظه شد که برای تجزیه و تحلیل داده‌ها بیشترین استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Minitab شده است. چاپ سوم کتاب معروف اصول و روش‌های آماری با رویکرد زیست‌سنجی توسط استیل و همکاران [۴۷] یکی از بهترین کتاب‌های آماری در سطح جهان است و در آن به‌طور گسترده‌ای از نرم‌افزار آماری SAS بهره گرفته شده است. در کتاب‌های مهم دیگری به نام‌های مدل‌های آماری خطی کاربردی تألیف کوتتر و همکاران [۲۸] و مفاهیم اساسی در طرح آزمایش‌ها تألیف هیکس و تورنر [۲۶] بیشترین استفاده از نرم‌افزار Minitab شده است.

علاوه بر کتاب‌هایی که ذکر آن‌ها در بالا گذشت، در تألیف این کتاب از دو مرجع مهم دیگر نیز استفاده شده است [۲۱، ۴۹]. فصل‌های اول تا سوم این کتاب درباره تاریخچه آمار، تعاریف واژه‌های آماری و

احتمال مقدماتی است که در ایران بسیاری از کتاب‌های مقدماتی به این مباحث پرداخته‌اند. فصل چهارم دربارهٔ آزمون t و مقایسات دو نمونه است که ضمن نشان دادن محاسبات کامل آن‌ها (که با استفاده از ماشین حساب‌های دستی انجام می‌شود)، دستورهای نرم‌افزاری و خروجی آزمون‌های t نیز آورده شده است. آزمون‌های ناپارامتری برای مقایسهٔ یک یا دو نمونه نیز در این فصل درج شده‌اند. فصل پنجم به اصول طرح‌های آزمایشی اختصاص یافته است که مهمترین بحث مطرح شده در آن دربارهٔ صحت، دقت، اریبی و طراحی آزمایش‌ها است. فصل‌های ششم و هفتم کتاب دربارهٔ تحلیل واریانس طرح‌های پایه است که سرشاخه‌های اصلی آن طرح‌های کاملاً تصادفی، بلوک کامل تصادفی و مربع لاتین هستند. در پایان این دو فصل، آزمون‌های ناپارامتری نیز بحث شده‌اند. در فصل‌های هشتم و نهم، رگرسیون و همبستگی مقدماتی و پیشرفته با بهره‌گیری از نرم‌افزار آماری Minitab تجزیه و تحلیل شده است. در فصل دهم این کتاب، آزمایش‌های فاکتوریل تشریح شده‌اند و مهمترین بحث آن دربارهٔ تلفیق تحلیل واریانس و تحلیل رگرسیون است. پرداختن به طرح‌های آماری پیچیده‌تر مانند پلات‌ها و بلوک‌های خرد شده موضوع فصل یازدهم این کتاب است. تحلیل کوواریانس و رگرسیون‌های گروهی در فصل دوازدهم بحث شده‌اند و فصل سیزدهم کتاب دربارهٔ طرح‌های نمونه‌گیری است. از فصل‌های اول تا چهارم این کتاب می‌توان برای تدریس آمار مقدماتی، از فصل‌های پنجم تا هشتم برای تدریس آمار کاربردی و طرح‌های آزمایشی (۱) و از فصل‌های نهم تا سیزدهم می‌توان برای تدریس دروس روش‌های آماری پیشرفته و بیومتری (۲) استفاده کرد.

امید است استفاده از این کتاب موجب ترقی و پیشرفت پژوهش‌های علمی کشور در زمینهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی شود.