



آمار و احتمالات

(ویراست سوم)

تألیف:

دکتر عبدالمجید رضایی

دکتر سیدعلی محمد میر محمدی میبدی

اساتید دانشکده کشاورزی

دانشگاه صنعتی اصفهان



واحد صنعتی اصفهان

مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
وضعیت ویراست
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
یادداشت
موضوع
موضوع
شناسه افزوده
شناسه افزوده
رده‌بندی دیویی
رده‌بندی کنگره
شماره کتابشناسی ملی

رضایی، عبدالمجید، ۱۳۲۸-
آمار و احتمالات / تألیف عبدالمجید رضایی، سیدعلی محمد میرمحمدی میبدی.
[ویراست ۲].
اصفهان، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات، ۱۳۹۷.
۴۷۲ ص.
۹۷۸-۶۰۰-۸۱۵۷-۳۹-۷ :
فیا :
کتابنامه.
آمار ریاضی
Mathematical statistics :
میرمحمدی میبدی، علی محمد، ۱۳۴۱-
جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات
۱۳۹۷ / ۲۷۱ QA
۵۱۹/۵ :
۴۷۸-۱۲۸ :

مدیر تولید : رضا زمانی زاده
ناظر فنی : محمد احمدی
صفحه‌آرایی : علیرضا نورزاد لاله
طرح جلد : مینوسادات
میرمحمدی میبدی

آمار و احتمالات
دکتر عبدالمجید رضایی، دکتر علی محمد میرمحمدی میبدی
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات
هشتم (ویرایش سوم) چاپ اول
۱۳۹۷
۵۰۰ جلد
۳۷۲
لیتوگرافی
چاپ
نقش الوان
سلام
۳۸۰۰۰۰ ریال

«تغییر قیمت کتاب بدون اجازه کتبی ناشر، مجاز نمی‌باشد.»

☆ صحت مطالب کتاب به عهده مؤلف بوده و ناشر مسئولیتی در این موضوع ندارد.
☆ حق چاپ برای ناشر محفوظ است. تکثیر این کتاب یا بخشی از آن به هر شکل، شرعاً و قانوناً ممنوع بوده و دارای پیگرد قانونی است.
☆ نشانی ناشر : اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - جهاد دانشگاهی - مرکز انتشارات : ۰۳۱-۳۳۹۱۲۷۱۱
دورنگار : ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۴۱
فروشگاه : ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴
نشانی الکترونیکی : sec.iut@acecr.ac.ir : درگاه : www.jdiut.ac.ir : درگاه : www.isba.ir

مراکز پخش:

- کتابفروشی جهاد دانشگاهی (اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴)
 - نمایشگاه کتاب جهاد دانشگاهی (تهران - خیابان انقلاب اسلامی - بین خیابان فلسطین و چهارراه ولی عصر (عج) - جنب مؤسسه‌ی نمایشگاه‌های فرهنگی ایران تلفن: ۰۲۱-۶۶۸۷۶۲۶)
 - علم‌کستر سیاهان (اصفهان - خیابان سیدعلیخان - حدفاصل کوچه محمدآباد و خیابان پاسداران (باغ گل‌دسته) پلاک ۱۰۸ تلفن: ۰۳۱-۳۲۲۰۰۳۸۳)
 - کتاببازار (تهران - خیابان لیاقی‌نژاد - بین خیابان فروردین و اردیبهشت - پلاک ۲۳۸ تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۹۴۴۰۹ ۰۲۱-۶۶۴۱۴۴۷۴)
 - انتشارات سروش دانش (تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر جنوبی - خیابان روانر - کوچه درخشان پلاک ۴، تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۹۷۳۰۳)
- شماره تماس برای خرید تلفنی کتاب از سراسر کشور : ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴

سلام بر حضرت محمد (ص) و ائمه اطهار (ع). خدای بزرگ را به خاطر توفیق در انتشار کتاب آمار و احتمالات سپاس می‌گوئیم. دانشمندان اکثر رشته‌ها از جمله رشته‌های مختلف علوم کشاورزی به موضوع آمار و روش‌های آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از مطالعات خود به عنوان منبع اصلی کسب اطلاعات و معلومات جدید توجه ویژه‌ای دارند. کتابی که پیش رو دارید حاصل سال‌ها تدریس آمار، بررسی‌ها و مطالعات پیگیر در دانشگاه صنعتی اصفهان می‌باشد که مطالب آن با توجه به دستورالعمل شورای عالی برنامه‌ریزی کشاورزی و بر اساس نیازها و توانایی‌های دانشجویان دوره‌های مختلف کارشناسی کشاورزی تهیه شده است. در نگارش کتاب تلاش شده است که مطالب آن در قالب نثر ساده بیان شود و در عین حال متن آن از لحاظ استدلال، قوی باقی بماند. فصل‌های مختلف کتاب از وحدت موضوع برخوردار بوده و موجب ارتقا نظم ذهنی دانشجو می‌شود. مثال‌های متنوع که از ساده به دشوار مرتب شده‌اند، حاوی نکات ظریفی هستند که ضمن حفظ ارتباط مطالب، به درک و فهم بهتر موضوع و ارتقا نیروی تفکر و خلاقیت دانشجو کمک می‌کند. امید است این نوشتار مورد استفاده علاقمندان به خصوص دانشجویان عزیز رشته‌های مختلف از جمله علوم کشاورزی و پژوهش‌گران قرار گیرد. از اعضای محترم مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان که با حمایت خود امکان چاپ این کتاب را فراهم آورده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنیم.

سیدعلی محمد میرمحمدی میدی

عبدالمجید رضائی

مقدمه‌ای بر ویراست جدید

به جرأت می‌توان نقش بسزای علم آمار در روند تحولات جهان امروز مورد تأکید قرار داد. با طراحی و اجرای بسیاری از آزمایش‌ها و تحلیل اطلاعات حاصل از آنها می‌توان در بخش کشاورزی به نتایجی اگرچه احتمالی دست یافت و بر اساس آنها بسیاری از نتایج آتی را با درصد معینی از اطمینان پیش‌بینی کرد و برای آنها تصمیم‌گیری نمود. با توجه به چنین جایگاهی و به منظور آشنایی بیشتر دانشجویان با مفاهیم و کاربرد آمار و کارکردهای حقیقی آن در بخش کشاورزی و منابع طبیعی کتاب آمار و احتمالات به نگارش درآمد. کتاب به صورت ساده و روان به نگارش درآمده است تا دانشجو بتواند به راحتی و به شکل معنی‌داری آمار را درک کند و به کمک آن مسائل پیش روی خود را حل کند. ساماندهی محتوی کتاب به گونه‌ای انجام شده است که دانشجو بتواند با فعالیت خود، مفاهیم را به خوبی در ذهن بسازد و با انجام تمرینات متعدد این مفاهیم را به نحو احسن در ذهن خود تثبیت کند و در مسیر تعمیق و توسعه فراگیری این دانش گام‌های موفقیت‌آمیز بردارد. با این حال برای دستیابی به اهداف آموزشی دانشجو نیازمند استاد و حضور در کلاس است. نخستین ویراست کتاب مفاهیم آمار و احتمالات در سال ۱۳۷۴ به چاپ رسید، این کتاب خیلی زود جایگاه خود را در میان اساتید بزرگوار و محققین عزیز پیدا کرد، به گونه‌ای که ۸ بار تجدید چاپ شد. در سال ۱۳۸۳ کتاب مورد بازبینی قرار گرفت و ویراست دوم آن منتشر و تاکنون ۷ بار تجدید چاپ شده است. در این مدت برخی از اساتید و دانشجویان عزیز با لطف خود دیدگاه‌های اصلاحی و انتقادی خود را مطرح کردند. بر همین اساس تصمیم گرفته شد ویراست جدید کتاب در سال ۱۳۹۷ به انجام رسد.

در سال ۱۳۸۶ آقای دکتر عبدالمجید رضایی از چهره‌های تأثیرگذار در توسعه دانش اصلاح نباتات و بیومتری در ایران به افتخار بازنشستگی نائل شدند و کرسی تدریس وی در دانشگاه صنعتی اصفهان به دانشجویان تربیت‌شده در محضر ایشان سپرده شد که می‌توان به آقایان دکتر ارزانی، دکتر سعیدی، دکتر مجیدی، دکتر سبزیان و ... اشاره کرد. به جرأت باید جایگاه ویژه این دانشمند فرزانه را در تحول وضعیت بیومتری کشور در سه دهه اخیر ستود به‌گونه‌ای که امروز کمتر دانشکده کشاورزی در ایران را می‌توان نام برد که در آن حداقل یکی از دست‌پروندگان این چهره برجسته و پرکار مشغول به خدمت نباشد و چه زیبا رسالت آموزشی و پژوهشی ایشان را دنبال می‌کنند و آموخته‌های خود در محضر استاد را به دیگر دانشجویان تعلیم می‌دهند.

اگرچه وی در سال‌های ۷۷ و ۸۲ برنده جایزه کتاب سال کشور شد، استاد نمونه کشوری سال ۸۱ راهنمایی بیش از ۱۲۰ پایان‌نامه کارشناسی ارشد و ۱۰ رساله دکتری اصلاح نباتات و تألیف و ترجمه ۹ کتاب، انتشار ۱۶۰ مقاله در مجلات و بیش از ۱۰۰ مقاله در همایش‌های علمی داخلی و خارجی در کنار اجرای طرح‌های پژوهشی متعدد و همکاری با فرهنگستان علوم در واژه‌گزینی و عضویت در هیأت نشریه مجلات علمی و شوراهای تحقیقاتی متعدد در کارنامه علمی این فرزانه گرانقدر دیده می‌شود، گذشت زمان می‌طلبد تا فضای علمی کشور به تدریج به درک خدمات و تلاش‌های ایشان و منزلت وجودی ایشان در سه حوزه اخلاق علمی، اصلاح‌نباتات و بیومتری واقف شود. با این وصف دانشجویان استاد به خوبی وجود ذی‌قیمت ایشان را قدر می‌شناسند و همواره زحمات مستمر علمی و پژوهشی شایسته تقدیر ایشان را در اذهان خود به خاطر دارند.

علی‌رغم علاقه‌مندی زیاد برای استفاده از قلم توانمند آقای دکتر رضایی برای انجام این ویرایش، توفیق آن محقق نشد. با توجه به قوی‌بودن متن از لحاظ استدلال و برخورداری از انسجام کافی، اینجانب تنها تلاش کردم در ویراست سوم کتاب، در اندازه توان خویش به رفع غلط‌های چاپی پرداخته، برخی از مثال‌های تکراری را از کتاب حذف و برخی مثال‌های جدید جایگزین کنم. همچنین بخش‌هایی از متن کتاب بدون ایجاد تغییر در مفهوم بازنویسی کنم، با این حال مجدداً از دانشجویان عزیز و صاحب‌نظران درخواست می‌شود با طرح دیدگاه‌های خود موجب اصلاح بیشتر کاستی‌های این اثر شوند. ضمن آرزوی سلامت و طول عمر برای استاد فرزانه آقای دکتر رضایی، پیشاپیش از همه عزیزانی که با ارائه نظرات اصلاحی خود درباره مطالب این کتاب موجب بهبود این اثر می‌شوند صمیمانه تشکر می‌شود.

سیدعلی محمد میرمحمدی میبیدی

اسفند ماه ۱۳۹۷

فصل اول: تحقیق علمی

۱	مقدمه
۱	روش های استدلال در منطق
۳	قضاوت های عینی و ذهنی
۳	تعریف علم و روش تحقیق علمی
۴	میدان عمل آمار
۴	مراحل عمده تحقیق علمی

فصل دوم: اصطلاحات و مفاهیم

۷	تعریف آمار
۷	شاخص آماری
۸	اندازه گیری و مقیاس سازی
۸	الف - مقیاس اسمی
۹	ب - مقیاس رتبه ای (ترتیبی)
۱۰	ج - مقیاس فاصله ای
۱۰	د - مقیاس نسبی
۱۱	داده یا مشاهده
۱۲	جامعه، نمونه و برآورد
۱۳	تنوع و متغیر
۱۵	نماد جمع در آمار
۱۶	قوانین جمع
۱۷	نقطه به عنوان اندیس

فصل سوم: آمار توصیفی (طبقه بندی داده ها)

۲۷	توزیع فراوانی
۲۷	داده های پیوسته و گسسته
۲۸	دسته بندی داده ها
۲۸	توزیع فراوانی
۳۰	نمودار فراوانی
۳۰	الف) نمودار چندبر
۳۱	ب) نمودار ستونی یا نمودار میله ای
۳۲	ج) بافت نگار فراوانی
۳۳	فراوانی تجمعی
۳۵	د) نمودار چندبر فراوانی تجمعی
۳۵	ه) نمودار دایره ای
۳۸	فاصله دسته ها و نمایش خط و نشان ها
۴۰	درصد

فصل چهارم: شاخص‌های گرایش مرکزی

۴۳	مقدمه
۴۳	شاخص‌های گرایش مرکزی، نما
۴۴	نما در داده‌های جدول توزیع فراوانی
۴۵	نما در داده‌های طبقه‌بندی شده پیوسته
۴۵	میانه
۴۷	روش کلی برای به دست آوردن میانه
۴۸	چندک‌ها
۵۰	میانگین، میانگین حسابی
۵۵	ویژگی‌های شاخص‌های مقدار متوسط
۵۸	میانگین از طریق کد کردن
۵۹	میانگین و میانگین فرضی
۶۱	میانگین مرکب
۶۲	میانگین وزنی
۶۳	میانگین هندسی
۶۷	میانگین هارمونیک (هم‌ساز)
۷۰	میانگین متحرک

فصل پنجم: شاخص‌های پراکندگی

۷۳	مقدمه
۷۴	۱- دامنه کلی تغییرات
۷۴	۲- چارک متوسط
۷۶	۳- انحراف متوسط
۷۷	۴- انحراف معیار
۸۴	تفسیر انحراف معیار
۸۸	واریانس جوامع کوچک
۸۹	واریانس مشاهدات ساده شده
۹۷	واریانس تفاوت‌ها و مجموع‌ها
۱۰۳	ضرایب عدم تقارن (چولگی و کشیدگی)
۱۰۶	ضریب پراکندگی (تنوع)
۱۰۷	نمره سیگمایی، استاندارد یا Z

فصل ششم: قوانین شمارش

۱۱۳	مقدمه
۱۱۴	قاعده $n \times m$
۱۲۰	ترتیب
۱۲۰	قاعده تبدیل (جایگشت)
۱۲۴	قاعده ترکیب

۱۳۱	فصل هفتم: احتمالات
۱۳۱	برخی از تعاریف و اصطلاحات
۱۳۲	فضای نمونه‌ای پیشامدها
۱۳۳	مجموعه‌های ناسازگار
۱۳۴	احتمال هم‌شانس
۱۳۵	پیشامدهای ناسازگار
۱۳۵	قانون جمع احتمالات
۱۳۸	پیشامدهای متمم
۱۴۰	قانون ضرب احتمالات
۱۵۲	احتمال شرطی
۱۵۶	پیشامدهای مستقل
۱۶۳	قانون بیز
۱۶۹	فصل هشتم: متغیرهای تصادفی
۱۶۹	قانون اعداد بزرگ
۱۷۰	مفهوم متغیرهای تصادفی (تجربه آماری)
۱۷۰	فضای نمونه متصل و متفصل
۱۷۰	توزیع احتمالات
۱۷۴	بسط دو جمله‌ای نیوتن
۱۷۵	مثث پاسکال - خیام
۱۷۶	امید ریاضی
۱۸۵	فصل نهم: توزیع دو جمله‌ای و پواسون
۱۸۵	توزیع دو جمله‌ای
۱۹۲	توزیع تجمعی دو جمله‌ای
۱۹۳	میانگین و انحراف معیار توزیع دو جمله‌ای
۱۹۵	توزیع پواسون
۱۹۶	میانگین و انحراف معیار توزیع پواسون
۲۰۳	فصل دهم: توزیع احتمالات نرمال
۲۰۳	مقدمه
۲۰۵	مقایسه منحنی نرمال با دو جمله‌ای
۲۰۵	مشخصات توزیع و منحنی نرمال
۲۰۷	منحنی نرمال استاندارد
۲۱۷	موارد استفاده توزیع طبیعی (نرمال)
۲۱۸	تقسیمات متعارف سطح زیر منحنی نرمال

فصل یازدهم: تئوری نمونه‌گیری و برآورد پارامترها

۲۲۷	مقدمه
۲۲۷	جامعه
۲۲۸	سرشماری
۲۲۸	نمونه
۲۲۹	روش‌های نمونه‌گیری
۲۲۹	مراحل تحقیق نمونه‌ای
۲۲۹	انواع روش‌های نمونه‌گیری
۲۳۰	نمونه‌گیری تصادفی
۲۳۱	نمونه غیرتصادفی و مختلط
۲۳۱	نمونه‌گیری طبقه‌ای
۲۳۲	نمونه‌گیری خوشه‌ای
۲۳۲	توزیع فراوانی نمونه
۲۳۲	برآورد پارامترها
۲۳۳	برآورد میانگین جامعه نامحدود
۲۳۶	برآورد واریانس جامعه نامحدود
۲۳۸	درجه آزادی
۲۳۸	توزیع فراوانی میانگین‌ها و قضیه حد مرکزی
۲۴۵	توزیع فراوانی تفاوت‌ها و مجموع‌های دو متغیر
۲۴۷	خلاصه بعضی اصول
۲۵۱	فصل دوازدهم: قضاوت‌های آماری
۲۵۱	حدود اطمینان برآورد
۲۵۲	روش محاسبه حدود اطمینان
۲۵۶	آزمون فرضیه آماری
۲۵۶	فرض‌های تحقیق
۲۵۷	فرآیند آزمون‌های آماری
۲۵۷	انواع فرض‌های آماری
۲۵۸	تجربه آماری برای تعیین درستی یک فرضیه
۲۵۹	معیار تصمیم‌گیری
۲۶۲	سطح معنی‌دار
۲۶۴	نحوه محاسبه احتمال ارتکاب اشتباه نوع اول
۲۶۵	اختلاف معنی‌دار
۲۶۷	آزمون‌های یک‌طرفه و دوطرفه
۲۷۰	اعتبار قضاوت آماری

۲۷۷	فصل سیزدهم: توزیع فراوانی نمونه‌های کوچک
۲۷۷	مقدمه
۲۷۸	مشخصات و کاربرد توزیع t و جدول آن
۲۸۲	حدود اعتماد میانگین جامعه
۲۸۴	مقایسه میانگین‌های دو نمونه
۲۸۵	واریانس جامعه تفاوت میانگین‌ها
۲۸۷	الف) آزمون مقایسه میانگین مشاهدات جفت نشده
۲۹۳	حدود اعتماد تفاوت بین دو میانگین
۲۹۴	ب) آزمون مقایسه میانگین به روش مشاهدات جفت شده
۳۰۳	حالت‌های خاص مقایسه دو میانگین
۳۰۷	فصل چهاردهم: آزمون نسبت‌ها
۳۰۷	آزمون نسبت‌ها
۳۰۹	حدود اعتماد نسبت‌ها و اندازه نمونه
۳۱۲	توزیع تفاوت نسبت‌ها
۳۱۵	فصل پانزدهم: توزیع مربع کای
۳۱۵	توزیع فراوانی مربع کای
۳۱۷	آزمون مربع کای
۳۱۹	تصحیح ینس (yates)
۳۲۳	جدول توافق بین فراوانی‌ها
۳۳۱	آزمون فرض واریانس
۳۳۴	حدود اعتماد واریانس جامعه
۳۳۶	استفاده از توزیع χ^2 برای مقایسه دو واریانس
۳۳۷	فصل شانزدهم: تجزیه واریانس
۳۳۷	مقدمه‌ای بر طرح‌های آزمایشی
۳۳۸	مقایسه دو نمونه با روش تجزیه واریانس
۳۴۲	مقایسه واریانس‌ها و اصول کلی تجزیه واریانس
۳۴۴	حالت کلی تجزیه واریانس
۳۴۷	مدل‌های آماری
۳۵۲	آزمون‌های فرض در تجزیه واریانس
۳۵۳	روش مقایسه میانگین‌ها
۳۵۶	طرح کاملاً تصادفی
۳۵۸	طرح کاملاً تصادفی با نمونه‌برداری
۳۶۳	مقدمه‌ای بر تجزیه واریانس با طبقه‌بندی دوطرفه
۳۶۵	محاسبات آماری

۳۷۱	فصل هفدهم: رابطه بین متغیرها
۳۷۱	مقدمه
۳۷۲	رگرسیون
۳۷۲	رگرسیون خطی
۳۷۴	حالت کلی رگرسیون
۳۷۶	تعیین معادله خط رگرسیون
۳۸۰	همبستگی
۳۸۲	ضریب همبستگی
۳۸۳	محاسبه ضریب همبستگی
۳۸۵	رابطه بین ضریب همبستگی و رگرسیون
۳۸۶	نمودار یا دیاگرام پراکنش
۳۸۶	انواع همبستگی
۳۸۶	تعبیر و تفسیر ضرایب همبستگی
۳۸۸	منابع تنوع و مدل آماری
۳۹۳	ضریب تبیین
۳۹۶	آزمون‌های فرض
۴۰۵	روش ساده در محاسبه آماری رگرسیون
۴۰۸	خط رگرسیون از مبدا مختصات
۴۱۰	عدم برازش
۴۱۲	مدل‌های غیر خطی
۴۱۴	تفسیر استنباطی ضریب همبستگی
۴۲۹	فصل هجدهم: آمار ناپارامتری
۴۲۹	مقدمه
۴۳۰	مزیت‌های آمار ناپارامتری
۴۳۰	نکات ضعف آمار ناپارامتری
۴۳۰	آزمون علامت
۴۳۲	آزمون علامت رتبه‌ها
۴۳۴	آزمون U
۴۳۵	آزمون H
۴۳۶	ضریب همبستگی رتبه
۴۳۹	واژه‌نامه
۴۳۹	فارسی به انگلیسی
۴۴۱	انگلیسی به فارسی
۴۴۵	منابع مورد استفاده
۴۴۷	پیوست