



دانشگاه گیلان نور

آمار و احتمالات کاربردی

www.ketab.ir

دکتر همایون کانونی

دکتر معروف خلیلی

سرشناسه	:	خلیلی، معروف، ۱۳۴۹-
عنوان و نام پدید آور	:	آمار و احتمالات کاربردی / مؤلفان: معروف خلیلی، همایون کانونی.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	دوازده، ۲۹۱ ص.
فروست	:	دانشگاه پیام نور: ۲۲۸۲. دانشکده علوم کشاورزی: ۱۰۹ / آ.
شابک	:	978 - 964 - 14 - 0330 - 2
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا -
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	آمار ریاضی - آموزش برنامه‌ای.
موضوع	:	Mathematical Statistics - Programmed Instruction
موضوع	:	احتمالات - آموزش برنامه‌ای.
موضوع	:	Probabilities - Programmed Instruction
موضوع	:	Statistics - Study and teaching (higher)
موضوع	:	احتمالات - راهنمای آموزشی (عالی).
موضوع	:	آمار ریاضی - راهنمای آموزشی (عالی).
موضوع	:	Mathematical Statistics - study and teaching (higher)
موضوع	:	آمار ریاضی - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
موضوع	:	Mathematical statistics - problems, excercises, etc (higher)
موضوع	:	مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
موضوع	:	Probabilities - Problems, excercises, etc (higher)
شناسه افزوده	:	کتابنامه
شناسه افزوده	:	Payam Noor University
رده بندی کنگره	:	۵۸۲ / ۱۸ / خ۸۰ - ۵
رده بندی دیویی	:	۹ / ۵۰۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۲۷۸۵۹۷



دانشگاه پیام نور

آمار و احتمالات کاربردی

مؤلفان: دکتر معروف خلیلی، دکتر همایون کانونی

ویراستار علمی: دکتر محمدرضا نقوی

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول شهریور ۱۳۹۵

شابک: ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۱۴ - ۰۳۳۰ - ۲

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0330 - 2

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشندگان خواهد گردید

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه‌برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پست و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و است‌ای دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا دانش‌مدان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا باشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه است و کتب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربرکت است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مراجع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِذَا وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جوان عالم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم به‌هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان ما، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیریاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزان که نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیریاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را مزنگه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی ماست.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار

یازده

۱	فصل اول. مرور کلی و آمار توصیفی
۱	هدف‌های کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۱	مقدمه
۳	۱-۱ جامعه
۳	۲-۱ نمونه
۵	۱-۲-۱ نمونه‌گیری تصادفی
۶	۲-۲-۱ نمونه‌گیری منظم
۶	۳-۲-۱ نمونه‌گیری طبقه‌ای
۸	۴-۲-۱ نمونه‌گیری خوشه‌ای
۸	۵-۲-۱ نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای
۹	۳-۱ آمار توصیفی
۱۰	۴-۱ آمار استنباطی
۱۱	۵-۱ متغیر
۱۲	۶-۱ مقیاس‌های اندازه‌گیری
۱۴	۷-۱ علامت جمع در آمار
۱۶	۸-۱ تبدیل‌های خطی
۱۷	۹-۱ معرفی نرم‌افزار SPSS
۱۸	۱-۹-۱ ساخت و مدیریت یک فایل در نرم‌افزار
۲۱	۱۰-۱ داده‌ها و طبقه‌بندی آنها
۲۱	۱-۱۰-۱ توزیع فراوانی
۲۳	۱۱-۱ شاخص‌های تمایل مرکزی

۲۴	۱-۱۱-۱ مد یا نمای توزیع فراوانی
۲۵	۲-۱۱-۱ میانه
۲۷	۳-۱۱-۱ میانگین
۳۶	۴-۱۱-۱ چارک متوسط
۳۷	۱۲-۱ شاخص های پراکندگی
۳۸	۱-۱۲-۱ دامنه تغییرات
۳۸	۲-۱۲-۱ انحراف متوسط
۳۹	۳-۱۲-۱ انحراف معیار
۴۱	۴-۱۲-۱ واریانس
۴۷	۵-۱۲-۱ ضریب تغییرات
۴۸	خودآزمایی
۵۱	فصل دوم. نمودارهای آماری
۵۱	هدف های کلی
۵۱	هدف های یادگیری
۵۱	مقدمه
۵۲	۱-۲ جداول توزیع فراوانی
۵۳	۲-۲ نمودار قطاعی یا دایره ای
۵۴	۳-۲ نمودار میله ای
۵۶	۴-۲ رسم نمودار برای داده های کمی
۶۵	۵-۲ نمودار جعبه ای
۶۷	خودآزمایی
۶۹	فصل سوم. احتمالات
۶۹	هدف های کلی
۶۹	هدف های یادگیری
۶۹	مقدمه
۷۰	۱-۳ قانون های شمارش برای محاسبه احتمالات
۷۰	۱-۱-۳ تبدیل یا جایگشت
۷۱	۲-۱-۳ ترکیب
۷۲	۳-۱-۳ ترتیب
۷۵	۲-۳ مفاهیم ضروری در احتمالات
۷۹	۳-۳ احتمال وقوع دو یا چند واقعه
۸۰	۴-۳ احتمال A و B
۸۱	۵-۳ احتمال A یا B
۸۱	۶-۳ احتمال شرطی
۸۲	۷-۳ قانون بیز
۸۴	خودآزمایی

۸۷	فصل چهارم. متغیرهای تصادفی گسسته و توزیع آن‌ها
۸۷	هدف‌های کلی
۸۷	هدف‌های یادگیری
۸۷	مقدمه
۹۰	۴-۱ توزیع احتمالی متغیر تصادفی گسسته
۹۱	۴-۲ امید ریاضی متغیر تصادفی گسسته
۹۲	۴-۳ واریانس متغیر تصادفی گسسته
۹۳	۴-۴ توزیع دو جمله‌ای
۹۶	۴-۵ میانگین و انحراف معیار توزیع دو جمله‌ای
۹۸	۴-۶ محاسبه توزیع دو جمله‌ای با SPSS
۱۰۰	۴-۷ توزیع دو جمله‌ای منفی
۱۰۰	۴-۸ توزیع دوجمله‌ای
۱۰۱	۴-۹ توزیع پواسن
۱۰۳	۴-۱۰ توزیع هندسی
۱۰۳	۴-۱۱ توزیع فوق هندسی
۱۰۴	خودآزمایی
۱۰۵	فصل پنجم. متغیرهای تصادفی پیوسته و توزیع آن‌ها
۱۰۵	هدف‌های کلی
۱۰۵	هدف‌های یادگیری
۱۰۵	مقدمه
۱۰۶	۵-۱ تابع چگالی احتمال $f(x)$
۱۰۷	۵-۲ امید ریاضی توزیع تصادفی پیوسته
۱۰۷	۵-۳ واریانس توزیع تصادفی پیوسته
۱۰۷	۵-۴ توزیع یکنواخت
۱۰۹	۵-۵ توزیع نرمال
۱۱۱	۵-۶ توزیع نرمال استاندارد (توزیع Z)
۱۱۹	۵-۷ فرض نرمال بودن داده‌ها
۱۲۰	۵-۸ آزمون نرمال بودن داده‌ها در نرم‌افزار SPSS
۱۲۰	۵-۹ رابطه بین توزیع‌های گسسته و پیوسته
۱۲۱	۵-۱۰ قضیه حد مرکزی
۱۲۴	خودآزمایی
۱۲۵	فصل ششم. تئوری نمونه‌گیری
۱۲۵	هدف‌های کلی
۱۲۵	هدف‌های یادگیری
۱۲۵	مقدمه
۱۲۶	۶-۱ مزایا و معایب سرشماری و نمونه‌گیری
۱۲۸	۶-۲ روش‌های کلی نمونه‌گیری

۱۲۸	۱-۲-۶ نمونه‌گیری غیر احتمالی
۱۲۸	۲-۲-۶ نمونه‌گیری احتمالی
۱۲۹	۳-۶ خطا در نمونه‌گیری
۱۳۱	۴-۶ روش‌های نمونه‌گیری احتمالی
۱۳۴	۵-۶ اندازه نمونه
۱۳۷	خودآزمایی

۱۳۹	فصل هفتم. استنباط آماری براساس نمونه‌ی بزرگ
۱۳۹	هدف‌های کلی
۱۳۹	هدف‌های یادگیری
۱۳۹	۱-۷ فرضیه آماری
۱۴۴	۲-۷ فواصل اطمینان
۱۴۷	۳-۷ آزمون‌های فرض یک طرفه و دوطرفه
۱۵۰	۴-۷ مفهوم درجه آزادی
۱۵۳	۵-۷ نکاتی پیرامون انتخاب آزمون آماری مناسب
۱۵۴	خودآزمایی

۱۵۵	فصل هشتم. استنباط آماری بر مبنای نمونه‌های کوچک
۱۵۵	هدف‌های کلی
۱۵۵	هدف‌های یادگیری
۱۵۵	۱-۸ توزیع فراوانی نمونه‌های کوچک
۱۵۸	۲-۸ حدود اعتماد میانگین
۱۵۹	۳-۸ نحوه‌ی آزمون t با یک عدد ثابت و خروجی نرم‌افزار SPSS
۱۶۱	۴-۸ آزمون t دو نمونه‌ی مستقل
۱۶۶	۵-۸ آزمون t با داده‌های جفت‌شده
۱۶۸	۶-۸ فواصل اطمینان تفاوت دو میانگین
۱۶۹	خودآزمایی

۱۷۱	فصل نهم. تجزیه‌ی داده‌های طبقه‌بندی شده
۱۷۱	هدف‌های کلی
۱۷۱	هدف‌های یادگیری
۱۷۱	۱-۹ مقایسه دو واریانس و توزیع F
۱۷۴	۲-۹ تجزیه واریانس
۱۷۵	۳-۹ آنالیز واریانس یک طرفه در SPSS
۱۷۸	۴-۹ نابرابری واریانس‌ها
۱۷۹	۵-۹ تفسیر خروجی‌ها
۱۸۱	خودآزمایی

۱۸۳	فصل دهم. تجزیه‌ی کای اسکور و آزمون‌های آماری.....
۱۸۳	هدف‌های کلی.....
۱۸۳	هدف‌های یادگیری.....
۱۸۳	مقدمه.....
۱۸۷	۱-۱۰ جدول توافقی بین فراوانی.....
۱۸۸	۲-۱۰ کای اسکور تصحیح شده.....
۱۹۰	۳-۱۰ آزمون فرض واریانس.....
۱۹۱	۴-۱۰ حدود اطمینان واریانس جامعه.....
۱۹۲	۵-۱۰ آزمون نسبت‌ها و فراوانی‌ها.....
۱۹۴	۶-۱۰ حدود اعتماد نسبت‌ها و اندازه نمونه.....
۱۹۵	۷-۱۰ توزیع نه‌ت نسبت‌ها.....
۱۹۶	خودآزمایی.....
۱۹۹	فصل یازدهم. تبدیل داده‌ها.....
۱۹۹	هدف‌های کلی.....
۱۹۹	هدف‌های یادگیری.....
۱۹۹	مقدمه.....
۲۰۰	۱-۱۱ تبدیل جذری.....
۲۰۲	۲-۱۱ تبدیل لگاریتمی.....
۲۰۳	۳-۱۱ تبدیل زاویه‌ای.....
۲۰۳	۴-۱۱ تبدیل معکوس.....
۲۰۵	فصل دوازدهم. همبستگی و رگرسیون ساده‌ی خطی.....
۲۰۵	هدف‌های کلی.....
۲۰۵	هدف‌های یادگیری.....
۲۰۵	مقدمه.....
۲۰۹	۱-۱۲ آزمون ضریب همبستگی.....
۲۱۰	۲-۱۲ آزمون برابری ضریب همبستگی با صفر.....
۲۱۱	۳-۱۲ آزمون برابری ρ با یک عدد مشخص غیر صفر.....
۲۱۳	۴-۱۲ آزمون فرض برابری ضریب همبستگی در دو جامعه.....
۲۱۵	۵-۱۲ آزمون معنی‌دار بودن ضریب رگرسیون.....
۲۱۸	۶-۱۲ آزمون اختلاف ضریب رگرسیون با عددی فرضی.....
۲۱۹	۷-۱۲ آزمون اختلاف ضرایب رگرسیون در دو جامعه.....
۲۲۱	۸-۱۲ حدود اعتماد ضریب رگرسیون.....
۲۲۳	۹-۱۲ حدود اعتماد پیش‌بینی.....
۲۲۷	۱۰-۱۲ مشاهدات با تکرار برای x در رابطه‌ی رگرسیون.....
۲۲۹	۱۱-۱۲ پیش‌بینی x ها (متغیرهای مستقل) از روی y ها (متغیرهای وابسته).....
۲۳۰	۱۲-۱۲ مفروضات رابطه رگرسیون.....

۲۳۱	 تجزیه باقیمانده‌ها.
۲۳۴	 ۱۴-۱۲ رگرسیون خطی و همبستگی از طریق SPSS
۲۴۴	 خودآزمایی
۲۴۵	 فصل سیزدهم. آمار غیرپارامتری
۲۴۵	 هدف‌های کلی
۲۴۵	 هدف‌های یادگیری
۲۴۵	 مقدمه
۲۴۷	 ۱-۱۳ آزمون علامت (آزمون نشانه)
۲۴۹	 ۲-۱۳ انجام آزمون علامت با استفاده از نرم‌افزار SPSS
۲۵۱	 ۳-۱۳ آزمون علامت رتبه‌ها
۲۵۲	 ۴-۱۳ آزمون ریلکاکسون با استفاده از نرم‌افزار SPSS
۲۵۳	 ۵-۱۳ آزمون u
۲۵۴	 ۶-۱۳ انجام آزمون مان‌ویتنی در نرم‌افزار SPSS
۲۵۶	 ۷-۱۳ ضریب همبستگی رتبه
۲۵۹	 خودآزمایی
۲۶۱	 پاسخنامه‌ی خودآزمایی
۲۷۳	 جداول آماری
۲۹۱	 منابع

پیشگفتار

تئوری آمار و احتمالات یک علم ضروری برای تعداد روزافزون مهندسان و کارشناسان علوم مختلف است. به دلیل ررسز نردن عوامل مؤثر بر عملکرد و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی آن بر نظام‌های فناوری، در حال حاضر مفاهیم اساسی روش‌های تجزیه و استفاده از این نظام‌ها مبتنی بر نظریه‌ی احتمالات آمار ریاضی هستند. با این وصف، مفاهیم آمار و احتمالات هنوز به اندازه کافی درک یا تفسیر نشده‌اند. کتاب حاضر تلاشی برای ارتقاء این وضعیت به وسیله‌ی فراهم کردن توضیحات ساده‌ی قابل فهم از مفاهیم به ظاهر پیچیده است. هدف از این کتاب فراهم کردن شرحی مختصر و شفاف از مفاهیم بسیار مهمی است که عموماً در علوم مهندسی به کار می‌روند.

این کتاب از مجموعه مطالب تدریس شده توسط مؤلفان در درس «آمار و احتمالات» رشته‌های مختلف تحصیلی طی سال‌های گذشته تدوین و به زبان ساده و با استفاده از ابزارهای محدود ریاضی و تأکید بر جنبه‌های آموزشی نگارش شده است. همه‌ی مفاهیم و روش‌های نظری به طور نظام‌مند با مثال‌های عددی ارائه شده‌اند و از برنامه آماری SPSS به عنوان نرم‌افزار انتخابی برای حل مسائل استفاده شده است.

غیر از اطلاع پایه از ریاضیات عمومی، پیش نیاز خاصی برای این درس لازم نیست. این کتاب به شکل یک کتاب درسی نگارش شده، ولی می‌تواند به عنوان کتابی مرجع نیز به وسیله‌ی دانشجویان دوره های کارشناسی و کارشناسی ارشد و همه متخصصانی که در زمینه ارزیابی آماری داده‌ها کار می‌کنند، مورد استفاده قرار گیرد.

به دلیل میدان عمل محدود کتاب، برخی از مفاهیم و روش‌ها بدون توضیحات نظری ارائه شده‌اند. در این موارد، خواننده برای مطالعه‌ی بیشتر به مأخذ مورد نظر ارجاع داده شده‌است.

نظرات و راهنمایی‌های خوانندگان محترم در رفع نواقص و تکمیل مطالب در چاپ‌های بعدی ما را یاری خواهد کرد.

انما العلم عند ...

معروف خلیلی - همایون کانونی

www.ketab.ir