

آمار کاربردی

تألیف: دکتر ابوالفضل گندمی

عضو هیئت علمی دانشگاه امام حسین (ع)

دانشگاه امام حسین (ع)

مؤسسه چاپ و انتشارات



- عنوان: آمار کاربردی
- تألیف: ابوالفضل گندمی
- حروفچینی و صفحه‌آرایی: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع) (زهره صادق‌زاده - اکرم کیامنش)
- طراحی جلد: مرکز چاپ-سپاه
- لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)
- ناظر فنی چاپ: سیدمحمدباقر موسوی
- نوبت چاپ: اول (۱۳۸۴)
- شمارگان: ۱۷۰۰ نسخه
- نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه امام حسین(ع)، معاونت پژوهش، مؤسسه چاپ و انتشارات، تلفن: ۷۳۱۳۸۳۳-۳۷ دورنگار: ۷۳۰۸۶۴۰ ص.پ. ۹۹۵-۱۶۷۶۵
- مرکز پخش: ۱- تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۱ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)، تلفن: ۸۸۳۹۲۹۷ دورنگار: ۸۸۳۹۲۹۸
- ۲- تهران، خیابان انقلاب اسلامی، رویروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۹۲، مجتمع فرهنگی امام حسین(ع)، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۳ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)، تلفن و دورنگار: ۶۹۵۴۱۷۹

• کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس برای دانشگاه امام حسین(ع) محفوظ است.

گندمی، ابوالفضل، ۱۳۳۷ -

آمار کاربردی / تألیف ابوالفضل گندمی. - تهران: دانشگاه امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ۱۳۸۴. ۲۱۶،

سری ریاضی - ۱۴.

چهارده، ۴۲۹ ص: جدول، نمودار.

ISBN: 964-452-212-5

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیپا.

واژه‌نامه.

۱. آمار ریاضی - راهنمای آموزشی (عالی). ۲. آمار ریاضی - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی). ۳. آمار - راهنمای

آموزشی (عالی). الف. عنوان.

۵۱۹/۵۰۷

QA ۲۷۶/۲/۴۹۱۷۷

۸۴-۱۵۰۵۶

کتابخانه ملی ایران

سخن ناشر

بسم الله الرحمن الرحيم

«يرفع الله الذين امنوا منكم والذين اوتوا العلم درجات»

خداوند مقام اهل ایمان و دانشمندان عالم را (در دو جهان) رفیع می گرداند.

(سوره مبارکه مجادله - آیه ۱۱)

تمامی ادیان الهی و در رأس آنها اسلام، انسان را موجودی کمال گرا می دانند. از نظر اسلام، انسان همواره در حال تکامل است و جهت گیری او به سمت کمال بی نهایت یعنی خداوند تبارک و تعالی است.

یکی از راه های کمال و تقرب به ذات اقدس الهی، علم و دانش است. علمی که - به تعبیر استاد شهید مطهری - زیبایی عقل است؛ علمی که انسان خداجو در آن نشانه های معبود را می جوید و می یابد و علمی که هر چه فزونی می گردد، دارنده آن را به خدا نزدیکتر می کند.

هم از این روست که در نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران که شالوده و اساس حاکمیت در آن بر مبنای احکام اسلام است، توجه به علم و دانش و تحقیق و نشر در صدر مسائل قرار دارد.

دانشگاه امام حسین (ع) نیز به عنوان مولود شجره طیبه سپاه پاسداران انقلاب اسلامی که خود برآمده از عمق ارزشهای الهی و انقلابی است به عنوان تنها دانشگاه جامع علمی - نظامی کشور، پس از پایان افتخارآمیز حماسه هشت سال دفاع مقدس که خود عرصه ای کم نظیر برای نمایش لیاقت ها و

توانمندی‌های علمی - پژوهشی نیروهای مخلص حزب‌اللهی بود، موضوع «جهاد علمی» و تلاش در جهت رشد و شکوفایی هر چه بیشتر در زمینه‌های مختلف علمی را در سرلوحه فعالیت‌های خویش قرار داده است. این دانشگاه از ابتدای تأسیس، سعی وافر در ترویج و نشر علوم مختلف داشته و آثاری نیز عرضه نموده است که با استقبال اندیشمندان و پژوهشگران مواجه شده است.

کتابی که در دست دارید، بیان‌کننده اصول و روش‌های احتمال و آمار از دید تئوری و کاربردی است که در حال حاضر یکی از پرکاربردترین ابزار موجود در پژوهش‌ها و تحقیقات است. همچنین با انتخاب فصل‌هایی از آن به عنوان یک کتاب درسی مناسب و مفید برای بسیاری از رشته‌های دانشگاهی در مقاطع مختلف می‌باشد.

امید است این کتاب مورد توجه و بهره‌برداری صاحب‌نظران، محققان و علاقه‌مندان قرار گرفته و با اعلام نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود، ما را در جهت ترویج و انتشار آثار مورد نیاز جامعه علمی کشور یاری فرمایند.

و من ... التوفیق

معاونت پژوهش دانشگاه امام حسین (ع)

فهرست

پیشگفتار	_____	(یازده)
سیستم شماره گذاری	_____	(سیزده)
نمادهای ریاضی	_____	(سیزده)
الفبای یونانی	_____	(چهارده)

فصل اول: آزمون فرض	_____	۱
۱. فرضیه های صفر و فرضیه های مقابل ساده و مرکب	_____	۱
۲. آزمون ها؛ خطاهای نوع اول و نوع دوم؛ توان	_____	۴
۳. لم نیمن- پیرسن؛ تعمیم و موارد استفاده آن	_____	۱۵
۴. مسئله آزمون فرض از دیدگاه تئوری تصمیم	_____	۴۵
۵. آزمون میانگین های نرمال (یک جامعه)	_____	۵۳
۶. آزمون واریانس نرمال (یک جامعه)	_____	۶۱
۷. آزمون واریانس های نرمال (دو جامعه)	_____	۶۵
۸. آزمون میانگین های نرمال (دو جامعه با واریانس های برابر)	_____	۶۹
۹. آزمون میانگین های نرمال (دو جامعه با واریانس نابرابر: مسئله بهرنس - فیشر)	_____	۷۴
۱۰. آزمون میانگین نرمال: جواب دقیق مسئله بهرنس - فیشر	_____	۷۸
۱۱. آزمون نسبت درست نمایی و آزمون دنباله ای LR (SART)	_____	۸۹
۱۲. آزمون کاسکور نیکویی برازش	_____	۱۰۳
۱۳. جدول های توافقی $c \times r$	_____	۱۰۹
مسائل فصل اول	_____	۱۱۵
مسائل ویژه فصل اول	_____	۱۲۵

فصل دوم: برآورد فاصله ای	_____	۱۳۳
۱. مجموعه های اطمینان و آزمون های فرض	_____	۱۳۳
۲. فاصله های اطمینان برای میانگین جامعه نرمال	_____	۱۳۸

۱۴۴	۳. فاصله‌های اطمینان برای واریانس جامعه نرمال
۱۴۸	۴. فاصله‌های اطمینان برای احتمال موفقیت
۱۵۴	۵. فاصله‌های اطمینان برای تفاضل میانگین‌های دو جامعه مستقل نرمال
۱۵۷	۶. فاصله اطمینان برای نسبت واریانس دو جامعه نرمال مستقل
۱۵۹	۷. فاصله اطمینان نمونه بزرگ برای تفاضل احتمال موفقیت دو جامعه
۱۶۰	۸. فاصله‌های اطمینان در مقابل آزمون‌های فرض: یک دوگانگی
۱۶۶	مسائل فصل دوم
۱۶۸	مسائل ویژه فصل دوم

۱۷۱	فصل سوم: روش‌های رتبه‌بندی و انتخاب
۱۷۱	۱. مسئله کلی رتبه‌بندی
۱۷۳	۲. انتخاب بهترین (بزرگترین میانگین) جامعه نرمال
۱۸۷	۳. انتخاب بهترین (کوچکترین واریانس) جامعه نرمال
۱۹۱	۴. تعمیم و گسترش؛ انتخاب زیرمجموعه
۱۹۶	مسائل فصل سوم
۲۰۰	مسائل ویژه فصل سوم

۲۰۵	فصل چهارم: نظریه تصمیم
۲۰۵	۱. مسئله کلی آمار
۲۲۹	۲. آزمون فرضیه
۲۳۲	۳. برآورد فاصله‌ای
۲۳۳	۴. رتبه‌بندی و انتخاب
۲۳۴	۵. نظریه تصمیم عمومی
۲۳۹	۶. یک نمای کلی
۲۴۲	مسائل فصل چهارم
۲۵۲	مسائل ویژه فصل چهارم

۲۵۷	فصل پنجم: استنباط آماری ناپارامتری
۲۵۸	۱. فاصله‌های اطمینان ناپارامتری
۲۶۵	۲. آزمون ناپارامتری چندک m
۲۶۷	۳. آزمون‌های ناپارامتری برای داده‌های ترتیبی
۲۷۳	۴. آزمون‌های برای توابع توزیع؛ آزمون‌های نرمال بودن

۲۷۹	مسائل فصل پنجم
۲۸۰	مسائل ویژه فصل پنجم

فصل ششم: رگرسیون و استنباط آماری خطی؛ آنالیز واریانس

۲۸۴	۱. ۶. برآورد پارامتری‌های رگرسیون؛ مدل‌های خطی
۲۹۱	۲. ۶. آزمون پارامتری‌های رگرسیون
۲۹۴	۳. ۶. پیش‌بینی و فاصله‌های اطمینان رگرسیون؛ نرم‌افزارهایی برای رگرسیون
۳۰۰	۴. ۶. انتخاب بهترین رگرسیون
۳۰۱	۵. ۶. رگرسیون چندگانه
۳۱۰	۶. ۶. آنالیز واریانس یک طرفه
۳۲۴	۷. ۶. آنالیز واریانس دو طرفه
۳۳۳	مسائل فصل ششم
۳۳۷	مسائل ویژه فصل ششم

فصل هفتم: روش‌های آماری توانا (نیرومند)

۳۴۱	۱. ۷. منحنی اثر
۳۴۲	۲. ۷. منحنی اثر دوبعدی
۳۴۳	۳. ۷. منحنی اثر تجربی دو بعدی
۳۴۴	۴. ۷. برآورد M
۳۵۰	۵. ۷. برآوردگر جاکنایف
۳۵۵	۶. ۷. روش شبیه‌سازی عمومی (SSP) و روش‌های بوتسترپ
۳۶۲	مسائل فصل هفتم

جداول آماری

۳۶۹	جدول ۱. تابع کمکی $\sqrt{x}$
۳۷۰	جدول ۲. تابع کمکی $n!$
۳۷۱	جدول ۳. تابع کمکی $\binom{n}{r}$
۳۷۲	جدول ۴. تابع کمکی e^{-x}
۳۷۴	جدول ۵. توزیع دوجمله‌ای
۳۷۹	جدول ۶. توزیع فوق هندسی
۳۸۲	جدول ۷. توزیع پواسن

۳۸۷	جدول ۸. توزیع بتا
۳۹۰	جدول ۹. توزیع گاما
۳۹۲	جدول ۱۰. توزیع کاسکور
۳۹۵	جدول ۱۱. توزیع نرمال
۳۹۸	جدول ۱۲. توزیع فیشر (F)
۴۰۱	جدول ۱۳. توزیع t
۴۰۳	پاسخ مسائل انتخابی
۴۰۹	فهرست نمادها
۴۱۹	واژه‌نامه

پیشگفتار

کلمه «آمار» برای بیشتر مردم به عنوان اطلاعات عددی است ولی اکنون آمار به عنوان یک موضوع علمی، شامل مفاهیم و روش‌هایی است که در تمام تحقیقات‌هایی که مستلزم جمع‌آوری داده‌ها هستند، اهمیت بسیار دارد، به عبارت دیگر، علم آمار، علم تصمیم‌سازی است و یا هنر معنی دادن به داده‌ها را آمار گوئیم. هدف ما در سراسر کتاب، بیان مفاهیم با توجه به جوهر فکر و عمل آماری با نگاهی دقیق به تعریف اخیر است.

این کتاب به عنوان یک کتاب درسی برای احتمال و آمار (در کلیه رشته‌ها) و کاربرد آن تهیه شده است. در فصل اول آزمون فرض و موضوعات مرتبط به آن از منظر تئوری و کاربرد ارائه شده است، در فصل دوم برآورد فاصله‌ای به‌طور مبسوط معرفی شده است، در فصل سوم روش‌های رتبه‌بندی و انتخاب و تعمیم آن آورده شده است، در فصل چهارم نظریه تصمیم و مسائل مرتبط با آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است، در فصل پنجم استنباط آماری ناپارامتری و چندک‌ها مورد مطالعه می‌باشد، در فصل ششم رگرسیون و آنالیز واریانس و موضوعات مربوط به آن بحث شده است و در فصل هفتم روش‌های آماری توانا (نیرومند) مطرح شده است. موضوعات هر فصل به‌طور کافی دارای عمق لازم برای پوشش مفاهیم مورد مطالعه می‌باشند و مثال‌هایی ارائه شده است تا خواننده به راحتی آنها را درک نماید، کتاب شامل تمریناتی در پایان هر بخش می‌باشد و تمرینات جامع‌تر در پایان هر فصل آورده شده است.

سعی شده است که مطالب کتاب بدون نیاز به پیش‌نیازی ارائه گردد ولی دانستن مفاهیم اولیه ریاضی که در سال اول تحصیل دانشگاهی ارائه می‌شوند، خالی از فایده نیست.

آرزومند است این کتاب بتواند به نیاز کلیه دانشجویان و محققین و استفاده‌کنندگان از آن پاسخ مثبت دهد. این موضوع با توجه به اینکه امروزه آمار فقط مخصوص دانشجویان رشته آمار نیست، کتاب حاضر در سایر رشته‌ها نیز می‌تواند به دانشجویان آنها در تشریح بیشتر مفاهیم و کاربردهای آمار کمک نماید.

در خاتمه وظیفه خود می‌دانم که از E.J. Dudewicz به خاطر استفاده وافر از کتابش ابراز تشکر کنم. از معاون محترم پژوهشی، مدیر خدمات علمی و مسؤول موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع) که مسؤولیت کلیه امور مربوط به تصویب و انتشار کتاب را به عهده داشته‌اند و نیز از خانم‌ها زهرا صادق‌زاده که کار حروفچینی و اکرم کیامش که کار اصلاح و صفحه‌آرایی این اثر را برعهده گرفته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

ابوالفضل گندمی

تابستان ۱۳۸۴