

آمار توصیفی و احتمالات

(با استفاده از مایکروسافت - اکسل و آموزش گام به گام آن)

دکتر اسرافیل کسرائی

تهران

۱۳۸۸



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی

سرشناسه: کسرانی، اسرافیل، ۱۳۲۲ -

عنوان و نام پدیدآور: آمار توصیفی و احتمالات (با استفاده از مایکروسافت - اکسل و آموزش گام به گام آن)/اسرافیل کسرانی.

مشخصات نشر: تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، ۱۳۸۸.

مشخصات ظاهری: ۴۹۲ ص.؛ مصور، جدول، نمودار.

فروست: «سمت»؛ ۱۰۰۵. اقتصاد؛ ۳۷.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۳۰-۰۵۰-۸ ۵۱۵۰۰ ریال.

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: پشت جلد به انگلیسی: Esrafil Kasraie. Statistics: Descriptive & Probability
Microsoft Excel.

موضوع: اکسل مایکروسافت (فایل کامپیوتر)

موضوع: آمار

موضوع: آمار - برنامه‌های کامپیوتری

موضوع: احتمالات

شماره افزوده: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی

رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۸ ۵ ک ۲ ف / ۲۹/۵ HA

رده‌بندی دیویی: ۰۰۱/۴۲۲

شماره کتابشناسی ملی: ۱۸۰۳۴۲۹

سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی



آمار توصیفی و احتمالات (با استفاده از مایکروسافت - اکسل و آموزش گام به گام آن)

دکتر اسرافیل کسرانی (دانشیار دانشگاه تهران)

چاپ اول: زمستان ۱۳۸۸

تعداد: ۱۰۰۰

حروفچینی و لیتوگرافی: «سمت»

چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

قیمت: ۵۱۵۰۰ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشندگان و عوامل توزیع

مجاز به تغییر آن نیستند.

نشانی ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب پل یادگار امام (ره)، روبه‌روی

پمپ گاز، کدپستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۰۲-۴۴۲۴۶۲۵.

www.samt.ac.ir

info@samt.ac.ir

کلیه حقوقی اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و جز اینها برای «سمت» محفوظ است (نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

سخن «سمت»

یکی از اهداف مهم انقلاب فرهنگی، ایجاد دگرگونی اساسی در دروس علوم انسانی دانشگاهها بوده است و این امر، مستلزم بازنگری منابع درسی موجود و تدوین منابع مبنایی و علمی معتبر و مستند با در نظر گرفتن دیدگاه اسلامی در مبنایی و مسائل این علوم است.

ستاد انقلاب فرهنگی در این زمینه گامهایی برداشته بود، اما اهمیت موضوع اقتضا می کرد که سازمانی مخصوص این کار تأسیس شود و شورای عالی انقلاب فرهنگی در تاریخ ۶۳/۱۲/۷ تأسیس «سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها» را که به اختصار «سمت» نامیده می شود، تصویب کرد.

بنابراین، هدف سازمان این است که با استمداد از عنایت خداوند و همت و همکاری دانشمندان و استادان متعهد و دلسوز، به مطالعات و تحقیقات لازم بپردازد و در هر کدام از رشته های علوم انسانی به تألیف و ترجمه منابع درسی اصلی، فرعی و جنبی اقدام کند.

دشواری چنین کاری بر دانشمندان و صاحب نظران پوشیده نیست و به همین جهت مرحله کمال مطلوب آن، باید به تدریج و پس از انتقادهای یادآورهای پیاپی ارباب نظر به دست آید و انتظار دارد که این بزرگواران از این همکاری دریغ نورزند.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته اقتصاد، مدیریت و علوم رفتاری در مقطع کارشناسی به عنوان منبع اصلی درس «آمار» به ارزش ۳ واحد و منبع فرعی در مقطع کارشناسی ارشد تدوین شده است. امید است که علاوه بر جامعه دانشگاهی، کلیه افرادی که علاقه مند به آموزش روشهای آماری هستند نیز از آن بهره مند شوند.

از استادان و صاحب نظران ارجمند تقاضا می شود با همکاری، راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی خود، این سازمان را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار مورد نیاز جامعه دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران یاری دهند.

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۱ | پیشگفتار |
| ۵ | فصل اول: چگونگی جمع‌آوری داده‌ها |
| ۵ | ۱-۱ تفکر آماری و نیاز به فراگیری آمار |
| ۶ | ۱-۲ چگونگی رشد و توسعه آمار مدرن |
| ۸ | ۱-۳ آمار و تفکر آماری چیست؟ |
| ۱۰ | ۱-۴ چند نمونه از تعاریف آماری |
| ۱۱ | ۱-۴-۱ آمار توصیفی و آمار استنتاجی |
| ۱۲ | ۱-۴-۲ مجموعه‌ای از داده‌ها یا دیتا |
| ۱۶ | ۱-۴-۳ انواع دیتا یا داده‌ها |
| ۱۹ | ۱-۴-۴ سطح یا مقیاس اندازه‌گیری دیتا |
| ۲۳ | ۱-۵ طرح تجربی جمع‌آوری دیتا |
| ۲۹ | ۱-۶ روشهای نمونه‌گیری |
| ۳۲ | ۱-۶-۱ نمونه‌گیری تصادفی ساده |
| ۳۷ | ۱-۶-۲ نمونه‌گیری سیستماتیک |
| ۳۹ | ۱-۶-۳ نمونه‌گیری دسته‌بندی شده |
| ۴۱ | ۱-۶-۴ نمونه‌گیری خوشه‌ای |
| ۴۲ | ۱-۷ اعداد تصادفی و محاسبه آنها با استفاده از رایانه |
| ۴۶ | ۱-۸ تمرینها |
| ۵۲ | ۱-۹ حل تمرینها |
| ۵۸ | پی‌نوشتها |
| ۶۲ | پیوستهای فصل اول |

| | |
|-----|---|
| ۶۲ | پیوست ۱. تاریخچه زمانی علم آمار |
| ۶۳ | پیوست ۲. نمودار طرح یک نمونه آزمایش |
| ۶۳ | پیوست ۳. مقایسه معایب و مزایای روشهای مختلف جمع آوری دیتا |
| ۶۴ | پیوست ۴. طراحی یک تجربه |
| ۶۶ | فصل دوم: سازماندهی و توصیف دیتا |
| ۶۶ | ۲-۱ توصیف و روشهای توصیفی داده‌ها |
| ۶۷ | ۲-۲ سازماندهی دیتای عددی |
| ۶۸ | ۲-۲-۱ آرایش یک مجموعه دیتا |
| ۶۹ | ۲-۲-۲ نمودار ساقه-برگ |
| ۷۲ | ۲-۳ توزیع فراوانی |
| ۷۷ | ۲-۳-۱ فراوانی مطلق و نسبی |
| ۷۸ | ۲-۳-۲ فراوانی درصد (یا درصد فراوانی) و درصد انباشتی |
| ۸۰ | ۲-۴ ترسیم نمودارها: نمودار فراوانی (بافت‌نگار یا هیستوگرام) |
| ۸۴ | ۲-۴-۱ چندوجهی یا چندضلعی فراوانی |
| ۸۶ | ۲-۴-۲ نمودار فراوانی انباشتی یا اوجیو |
| ۸۸ | ۲-۵ دیتای کیفی (دسته‌بندی شده) و ترسیم نمودار آن |
| ۸۹ | ۲-۵-۱ نمودار میله‌ای |
| ۹۰ | ۲-۵-۲ نمودار کلوچه‌ای |
| ۹۱ | ۲-۶ نمودار پاریتو یا پرتو |
| ۹۳ | ۲-۷ جدول متقاطع از دیتای کیفی دو متغیره |
| ۹۴ | ۲-۷-۱ جدول احتمالی |
| ۹۵ | ۲-۷-۲ نمودار میله‌ای تطبیقی |
| ۹۶ | ۲-۷-۳ نمودار پراکندگی از دیتای زوجی |
| ۱۰۱ | ۲-۸ استفاده از اکسل در محاسبه فراوانیها و ترسیم بافت‌نگار |
| ۱۰۸ | ۲-۹ تمرینها |
| ۱۱۳ | ۲-۱۰ حل تمرینها |
| ۱۱۸ | پی‌نوشتها |

| | |
|-----|---|
| ۱۲۱ | پیوستهای فصل دوم |
| ۱۲۱ | پیوست ۱. داده‌های مثال بورس |
| ۱۲۶ | پیوست ۲. استفاده از اکسل در ترسیم بافت‌نگار |
| ۱۲۷ | پیوست ۳. ساخت جدول متقاطع با داده‌های کیفی و محاسبه فراوانی |
| ۱۳۲ | فصل سوم: مشخصه‌های مکانی و شکل توزیع دیتا |
| ۱۳۲ | ۳-۱ مشخصه‌های تمایل به مرکز (مکانی) داده‌ها |
| ۱۳۵ | ۳-۱-۱ میانگین حسابی |
| ۱۳۷ | ۳-۱-۲ میانگین هندسی |
| ۱۳۸ | ۳-۱-۳ میانگین هارمونیک |
| ۱۳۹ | ۳-۲ میانه |
| ۱۴۱ | ۳-۳ مد |
| ۱۴۴ | ۳-۴ میانگین وزنی داده‌های گروه‌بندی شده |
| ۱۴۶ | ۳-۵ بُرد یا بازه |
| ۱۵۲ | ۳-۶ اندازه‌گیری واریانس (تغییرات یا پراکندگی) |
| ۱۵۴ | ۳-۶-۱ پراکندگی و انحراف معیار |
| ۱۶۲ | ۳-۶-۲ قضیه چیشف |
| ۱۶۵ | ۳-۶-۳ ضریب پراکندگی |
| ۱۶۸ | ۳-۷ مقیاس و بارم استاندارد Z |
| ۱۷۰ | ۳-۸ میانه تقریبی دیتای گروه‌بندی شده |
| ۱۷۷ | ۳-۹ شکل توزیع |
| ۱۷۹ | ۳-۱۰ ضریب چولگی یک توزیع |
| ۱۸۰ | ۳-۱۱ نمودار جعبه و ویسکر برای تعیین شکل توزیع |
| ۱۸۶ | ۳-۱۲ تمرینها و حل آنها |
| ۱۹۱ | پی‌نوشتها |
| ۱۹۵ | فصل چهارم: احتمالات و توزیعهای احتمالی |
| ۱۹۵ | ۴-۱ رویدادهای احتمالی |

| | |
|-----|---|
| ۱۹۶ | ۴-۱-۱ احتمال کلاسیک |
| ۱۹۸ | ۴-۱-۲ احتمال تجربی |
| ۲۰۰ | ۴-۱-۳ احتمال ذهنی |
| ۲۰۲ | ۴-۲ احتمالات یک جدول وقوعی یا اقتضایی |
| ۲۰۴ | ۴-۳ رویدادهای مانع‌الجمع |
| ۲۰۴ | ۴-۴ رویدادهای جامع یا فراگیر |
| ۲۰۵ | ۴-۵ احتمال شرطی |
| ۲۰۶ | ۴-۵-۱ قواعد و قوانین کلی احتمالات |
| ۲۰۸ | ۴-۵-۲ رویدادهای مستقل و وابسته |
| ۲۱۳ | ۴-۶ قضیه بیز |
| ۲۲۰ | ۴-۷ مبانی شمارش نقاط نمونه |
| ۲۲۰ | ۴-۷-۱ قواعد شمارش در ضرب |
| ۲۲۲ | ۴-۷-۲ قواعد شمارش در جایگشت |
| ۲۲۴ | ۴-۷-۳ قواعد شمارش در ترکیب |
| ۲۳۱ | ۴-۷-۴ ضرایب دو جمله‌ای |
| ۲۳۲ | ۴-۸ قابلیت اعتماد و اطمینان در احتمالات |
| ۲۳۴ | ۴-۹ استفاده از رایانه در شبیه‌سازی احتمالات کلاسیک و تجربی |
| ۲۳۸ | ۴-۱۰ تمرینها و حل آنها |
| ۲۴۵ | پی‌نوشتها |
| ۲۴۸ | فصل پنجم: متغیرهای منفصل و توزیعهای احتمالی آنها |
| ۲۴۸ | ۵-۱ متغیر تصادفی |
| ۲۵۰ | ۵-۱-۱ انواع متغیرهای تصادفی |
| ۲۵۳ | ۵-۱-۲ نمودار توزیع احتمال متغیر تصادفی گسسته (منفصل) |
| ۲۵۸ | ۵-۱-۳ میانگین، واریانس و انحراف معیار یک متغیر تصادفی منفصل |
| ۲۶۵ | ۵-۱-۴ کوواریانس و همبستگی |
| ۲۷۱ | ۵-۱-۵ ریسک و سبد سهام |
| ۲۷۲ | ۵-۲ توزیع احتمال برنولی |

| | |
|-----|---|
| ۲۷۳ | ۵-۳ توزیع احتمال دو جمله‌ای |
| ۲۸۲ | ۵-۳-۱ استفاده از رایانه در محاسبه توزیع احتمال دو جمله‌ای |
| ۲۸۷ | ۵-۳-۲ میانگین، واریانس و انحراف معیار توزیع دو جمله‌ای |
| ۲۹۲ | ۵-۴ توزیع هندسی |
| ۲۹۸ | ۵-۵ توزیع احتمال دو جمله‌ای منفی |
| ۳۰۵ | ۵-۶ توزیع احتمال فوق هندسی |
| ۳۱۲ | ۵-۷ توزیع احتمال پواسون |
| ۳۲۱ | ۵-۸ تمرینها و حل آنها |
| ۳۲۵ | پی‌نوشتها |
| ۳۳۰ | فصل ششم: متغیرهای متصل و انواع توزیعهای احتمالی آن |
| ۳۳۰ | ۶-۱ متغیر تصادفی متصل |
| ۳۳۴ | ۶-۱-۱ تابع توزیع و تابع چگالی |
| ۳۴۱ | ۶-۱-۲ میانگین مورد انتظار یا امید ریاضی متغیر تصادفی متصل |
| ۳۴۳ | ۶-۲ توزیع احتمالی یکنواخت |
| ۳۵۲ | ۶-۳ تمرینها و حل آنها |
| ۳۵۷ | پی‌نوشتها |
| ۳۵۸ | فصل هفتم: توزیع احتمال نرمال، گاما، بتا و نمایی |
| ۳۵۸ | ۷-۱ منحنی نرمال |
| ۳۷۲ | ۷-۲ توزیع احتمال گاما |
| ۳۷۶ | ۷-۳ توزیع احتمال بتا |
| ۳۸۰ | ۷-۴ توزیع تابع نمایی |
| ۳۸۲ | ۷-۵ بررسی نرمال بودن توزیع یک جامعه |
| ۳۸۹ | ۷-۶ توزیع نمونه‌گیری و قضیه حد مرکزی |
| ۳۹۱ | ۷-۶-۱ توزیع نمونه‌گیری |
| ۳۹۳ | ۷-۶-۲ توزیع نمونه‌گیری یک میانگین نمونه از یک جامعه نرمال |
| ۳۹۸ | ۷-۶-۳ تأثیر اندازه نمونه بر تغییرپذیری نمونه‌گیری |

| | |
|-----|--|
| ۴۰۲ | ۷-۶-۴ انتخاب نمونه از جامعه‌ای که دارای توزیع نرمال نیست |
| ۴۰۴ | ۷-۶-۵ قضیه حد مرکزی |
| ۴۱۱ | ۷-۶-۶ تقریب تابع توزیع احتمال |
| ۴۱۸ | ۷-۷ تمرینها و حل آنها |
| ۴۲۵ | پی‌نوشتها |
| ۴۲۷ | فصل هشتم: گشتاور و توزیع احتمال مشترک |
| ۴۲۷ | ۸-۱ مفهوم گشتاور |
| ۴۳۱ | ۸-۲ گشتاور و قضیه چیشف |
| ۴۳۴ | ۸-۳ توابع مولد گشتاور |
| ۴۳۹ | ۸-۴ حاصل ضرب گشتاورها |
| ۴۴۱ | ۸-۵ توزیعهای احتمالی دو و چندمتغیره |
| ۴۵۳ | ۸-۶ توزیعهای شرطی |
| ۴۵۷ | پی‌نوشتها |
| ۴۶۰ | جداول پیوست |
| ۴۶۰ | نشانه‌های آماری |
| ۴۸۱ | منابع |

پیشگفتار

تفکر آماری و فلسفه آموزش و عمل بر مبنای اصول بنیادی است. در یک سیستم (۱) همه فعالیتها با روابط متقابل به هم مربوطاند، (۲) همه داده‌ها با فرایندی زنجیره‌وار به یک یا چند ستانده مطلوب تبدیل می‌شوند، و (۳) در این فرایند تغییر، پدیده تنوع، پراکندگی و نوسان شکل و اندازه به وجود می‌آید. این سه روند با هم قدرت تفکر آماری را ایجاد می‌کنند که بهره‌وری از آن در دنیای پیچیده امروز بیش از هر زمان دیگری نیاز به بهبودی دارد. همه این ارکان جزء حقایقی‌اند که تفکر آماری را در مدیریت تقویت می‌کنند تا درک و فهم را در حل مسائل ارتقا بخشند، زیرا همان‌طور که هربرت جی. ولز (Herbert G. Wells) در دهه گذشته گفته است: «روزی خواهد رسید که تفکر آماری نه تنها برای مدیر بلکه برای هر شهروند به اندازه توانایی خواندن یا نوشتن ضرورت داشته باشد.»

این کتاب بیشتر برای رشته‌های اقتصاد، مدیریت (کسب و کار) و رشته‌های علوم رفتاری تهیه و تألیف شده است. در سالهای اخیر دنیای کسب و کار دستخوش تغییرات بسیاری شده که بیشتر به علت توسعه و تأثیر رقابتهای جهانی و فناوری بوده و بقای آتی آنها و هر نوع موفقیت دست‌اندرکاران در بازارهای جهانی به توان و تلاش سازمانی آنها در بهبود کمی و کیفی منطبق تولید، توزیع، کنترل و ... بستگی دارد. این دست‌اندرکاران در حالی تشنه دانش و اطلاعات جدیدند که غرق در داده‌های حجیم و فراوان‌اند و توانایی لازم را برای مهار کردن داده‌ها جهت گرفتن امتیازات رقابتی ندارند. به این دلیل، استفاده از رایانه و نرم‌افزارهای رایانه‌ای برای بهبود روشهای آماری، کلید رهاسازی تصمیم‌گیران از زحمات طاقت‌فرسا در فرایند

کسب و کار کنونی است و رشد سریع اینترنت و شبکه‌های رسانه‌ای، استفاده از رایانه را در حل مسائل امری ضروری کرده است.

آموزش گام به گام اکسل به عنوان نرم‌افزاری ساده و به‌طور مقدماتی برای ارتقای تفکر آماری برای اولین بار در ایران به این کتاب تقریباً جامع اضافه شده است تا حجم کار بی‌مورد و اتلاف وقت دانشجو را کاهش دهد و توان وی را برای تصویر و تحلیل، به‌ویژه برای مباحث پیشرفته کاربردی آمار، مانند تحلیل واریانس و رگرسیون (آمار پیشرفته) که حل آنها با دست و گاهی با ماشین حساب عملاً غیرممکن یا بسیار وقت‌گیر است ساده و ممکن سازد. از این‌رو کاربرد یک نرم‌افزار ساده و متداول در آمار که برای اولین بار در کتابهای درسی فارسی آمار به چشم می‌خورد می‌تواند مدیران را در توسعه دانش و روشهای ضروری آماری و استنتاج، تحلیل و تفسیر داده‌ها، کمی کردن و کاهش تغییرات کمک کند. دانشجویان و مدرسان علاقه‌مند می‌توانند به سایت شخصی مؤلف، به آدرس <http://www.ekasra.com> مراجعه و از بسته نرم‌افزارهای مکمل مانند PHState یک کپی تهیه و در حل مسائل از آن استفاده کنند.

شایان ذکر مجدد است که اگر هر جزء یک سیستم به صورت مجزا عملکردی کارآمد یا بهینه داشته باشد، عملکرد سیستم کل لزوماً تا حد ممکن کارآمد نخواهد بود. بنابراین یک مدیر در اداره یک سیستم باید بداند که اجزای مشخص سیستم از راه تحلیل وظیفه‌هایی که توسط کل باید انجام گیرد به شکل قطعات غیر قابل تغییر ساده یک پازل سرهم نمی‌شوند بلکه اجزاء باید به نحوی با یکدیگر تلفیق شوند که عملیات آنها به‌طور هماهنگ، کارا و مؤثر امکان‌پذیر باشد. در نتیجه در حل یک مسئله، مانند حل یک معما، نیازمند چیدمان و سلسله‌مراتب خاصی مانند: تبیین و تعریف مشکل، جمع‌آوری دیتا یا نمونه برای تحلیل یا توصیف آن و سرانجام استنتاج آماری و تعمیم نتایج حاصل از نمونه به جامعه‌ایم که روی جلد این کتاب به تصویر کشیده شده است. عدم پیروی از دستورالعملهای ذی‌ربط سیستمی برای حل مسائل کاربردی دنیای واقعی تلاشی بی‌ثمر است.

در اینجا وظیفه خود می‌دانم از زحمات بی‌دریغ و طاقت‌فرسای سرکار خانم سیمین هاشمی سرپرست نمونه‌خوانی و کنترل فنی «سمت» که بازخوانی و ویرایش نهایی را به عهده داشته‌اند قدردانی و سپاسگزاری کنم. بی‌تردید اگر دقت نظر و راهنمایی ایشان نبود این مهم به سرانجام نمی‌رسید.

در پایان ذکر این نکته ضروری است که مطالب کتاب حاضر به آمار توصیفی و احتمالات اختصاص دارد و به مبحث آمار استنتاجی که ارتباط تنگاتنگی با آمار توصیفی دارد در کتاب دیگری با عنوان آمار تحلیلی و استنتاجی پرداخته خواهد شد.

اسرافیل کسرائی

عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

خردادماه ۱۳۸۷