

آشنایی با آمار و امتحانات کاربردی

دکتر مهدی توانگر

عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

مهندس سرضییه هاشمی

کارشناس ارشد آمار از دانشگاه اصفهان

مهرماه ۱۳۹۲



نشر بهتا پژوهش

۱۳۹۲

سرشناسه	: توانگر، مهدی، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور	: آشنایی با آمار و احتمالات کاربردی /
مشخصات نشر	: مولفین مهدی توانگر، مرضیه هاشمی .
مشخصات ظاهری	: اصفهان . بهتا پژوهش، ۱۳۹۲ .
شابک	: ۳۶۴ ص.
وضعیت فهرست نویسی	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۰۹۳-۱۸-۴
موضوع	: فیفا
موضوع	: آمار
شناسه افزوده	: احتمالات
رده بندی کنگره	: هاشمی، مرضیه، ۱۳۶۰ -
رده بندی دیویی	: HA ۲۹/۵ ۱۷ ۱۳۹۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۵۱/۴۲۲
	: ۳۲۸۲۲۶۲

آشنایی با آمار و احتمالات کاربردی : نام کتاب
 مهدی توانگر، مرضیه هاشمی : مولفین
 بهتا پژوهش : ناشر
 اول/ ۱۳۹۲ : نوبت چاپ
 ۱۰۰۰ نسخه : شمارگان
 ۱۴۰۰۰ تومان : بها
 ۳۵ ۲۶۶۶۶ ۵۳۱۱ : تلفکس
 ۱۰۰۰۳۱۱۲۶۶۶۳۵ = سامانه پیامک
 ۰۹۱۳-۰۰۰-۲۵۰۱ : همراه تولید
 ۰۹۱۳-۰۰۰-۲۵۰۲ : همراه فروش



«لَقَدْ أَحْصَيْنَاهُمْ وَعَدَّهُمْ عَدًّا»

(سوره مریم، آیه ۹۴)

«به طور یقین خداوند حساب همه‌ی
آن‌ها را دارد و یک‌یک آنان را شمرده
است.»

پیشگفتار

نظر به این‌که آمار یک درس مشترک برای اکثر رشته‌های علوم پایه، مهندسی، علوم انسانی و ... است، فقدان یک متن درسی کامل که تمام سرفصل‌های موردنظر را پوشش دهد، احساس می‌شد. چندین سال تجربه تدریس آمار و احتمالات در سطوح کارشناسی و کارشناسی ارشد در دانشگاه‌های مختلف و در رشته‌های آمار، مهندسی، مدیریت، بیمه، اقتصاد، حسابداری، زمین‌شناسی، علوم اجتماعی و ... و آشنایی با کمبودها و نیازهای دانشجویان ما را بر آن داشت که اقدام به نگارش یک کتاب درسی مقدماتی کنیم. به نظر می‌رسد که یکی از مهم‌ترین مشکلات دانشجویان در این درس، مطالعه و فراگیری غیرمفهومی آمار و احتمالات است. از این رو، هدف از نگارش این کتاب آموزش عمیق و مفهومی مباحث احتمال و آمار است.

تاکنون کتاب‌های متعددی در زمینه آمار مقدماتی و آمار برای سایر رشته‌ها تألیف یا به فارسی برگردانده شده‌اند. اما در تدوین این کتاب سعی کامل بر آن بوده است که ابتدا مفاهیم به طور دقیق ارائه شده، به طوری که خواننده به یک دید آماری درست از موضوع برسد. سپس این مفاهیم در قالب مثال‌های کاربردی در زمینه‌ها و رشته‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند. ضمن این‌که در پایان هر فصل مسائل متنوعی با سطح دشواری متفاوت آورده شده است تا خواننده میزان تسلط خود را بر مفاهیم مورد بحث بسنجد.

کتاب برای یک نیمسال تحصیلی نگاشته شده است و لزومی به گذراندن پیشنهاد خاصی برای مطالعه آن احساس نمی‌شود. هرچند که آشنایی دانشجویان با ریاضیات عمومی و مفاهیم مقدماتی حساب دیفرانسیل و انتگرال می‌تواند در این زمینه مفید واقع شود.

این کتاب شامل ۷ فصل است. فصل اول، مقدمه‌ای درباره مفاهیم اساسی در آمار و احتمال است. در فصل دوم، آمار توصیفی و روش‌های خلاصه‌سازی و گزارش نتایج حاصل از داده‌ها در قالب جدول‌ها، معیارها و نمودارهای آماری مورد بررسی قرار گرفته است. فصل سوم متداول‌ترین روش‌های توصیف داده‌های دومتغیره و سنجش میزان ارتباط متغیرها را پوشش می‌دهد. در فصل چهارم خواننده با مفهوم بنیادی احتمال و قوانین مرتبط با آن آشنا می‌شود. مفهوم احتمال ایزاری برای اندازه‌گیری شانس وقوع حوادث است و در واقع زیربنای مطالعه فصول بعدی کتاب محسوب می‌شود. در فصول پنجم و ششم، مبحث متغیرهای تصادفی در حالت‌های یک‌بعدی و دوبعدی و گشتاورهای آن‌ها به خصوص امید ریاضی و واریانس متغیرهای تصادفی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در فصل هفتم، که فصل پایانی کتاب است، خواننده را با توزیع‌های معروف آماری و برخی از خواص آن‌ها آشنا می‌کنیم. این توزیع‌ها در مدل‌سازی داده‌های آماری و در شاخه‌های مختلف علوم کاربرد فراوان دارند.

بی‌تردید کتاب حاضر خالی از اشکال نخواهد بود. پیشاپیش از تمام عزیزانی که اشکالات موجود در کتاب را به نشانی رایانه‌ای m.tavangar@stat.ui.ac.ir ارسال فرمایند، صمیمانه سپاسگزار خواهیم بود.

مهدی توانگر و مرضیه هاشمی

گروه آمار، دانشگاه اصفهان

پاییز ۱۳۹۲

عنوان صفحه

پیشگفتار یک

فصل ۱: مفاهیم اساسی آمار

۱.۱	مقدمه	۱
۲.۱	کاربردهای آمار در علوم مختلف	۲
۳.۱	مفاهیم پایه‌ای در آمار	۴
۱.۳.۱	علم آمار	۶
۲.۳.۱	جامعه و نمونه	۸
۳.۳.۱	انواع متغیرها	۱۱
۴.۳.۱	جمع‌آوری داده‌ها	۱۲
۴.۱	خطای نمونه‌گیری	۱۴
۵.۱	استنباط آماری	۱۵
۶.۱	مسائل فصل ۱	۱۸

فصل ۲: آمار توصیفی

۱.۲	مقدمه	۲۱
۲.۲	جدول‌های فراوانی	۲۲
۳.۲	نمودارهای آماری: تجسم داده‌ها	۲۹
۴.۲	معیارهای مرکزی و پراکندگی	۴۲
۱.۴.۲	معیارهای مرکزی	۴۳
۲.۴.۲	چندک‌ها	۵۷
۳.۴.۲	معیارهای پراکندگی	۶۱
۴.۴.۲	گشتاورها	۷۰
۵.۴.۲	معیارهای چولگی	۷۳
۶.۴.۲	معیارهای کشیدگی	۷۳
۵.۲	داده‌های استاندارد شده	۷۴

۶.۲ مسائل فصل ۲.....	۷۷
----------------------	----

فصل ۳: توصیف داده‌های دومتغیره

۱.۳ مقدمه.....	۹۱
۲.۳ تحلیل داده‌های دومتغیره.....	۹۲
۳.۳ خلاصه‌سازی داده‌های دومتغیره.....	۹۵
۱.۳.۳ جدول‌های توافقی.....	۹۵
۲.۳.۳ نمودار پراکنش برای داده‌های دومتغیره.....	۹۸
۳.۳.۳ معیارهای عددی.....	۱۰۰
۴.۳ رگرسیون خطی ساده.....	۱۱۰
۵.۳ مسائل فصل ۳.....	۱۱۶

فصل ۴: نظریه احتمال

۱.۴ مقدمه.....	۱۲۱
۲.۴ نظریه مجموعه‌ها.....	۱۲۲
۳.۴ آزمایش تصادفی، فضای نمونه و پیشامدها.....	۱۲۶
۴.۴ اصول شمارش.....	۱۲۹
۱.۴.۴ اصول جمع و ضرب.....	۱۲۹
۲.۴.۴ فرمول‌های شمارش.....	۱۳۲
۳.۴.۴ شمارش با مدل‌های مهره و جعبه.....	۱۳۷
۵.۴ احتمال.....	۱۴۰
۱.۵.۴ تعابیر مختلف احتمال.....	۱۴۰
۲.۵.۴ تعریف ریاضی تابع احتمال.....	۱۴۳
۳.۵.۴ بخت‌ها.....	۱۴۴
۴.۵.۴ قوانین احتمال.....	۱۴۷
۵.۵.۴ مدل‌های احتمال.....	۱۵۱
۶.۴ احتمال شرطی.....	۱۵۶
۷.۴ قانون ضرب احتمالات.....	۱۵۸
۸.۴ احتمال بیز.....	۱۶۰
۹.۴ استقلال پیشامدها.....	۱۶۴

۱۰.۴	مسائل فصل ۴	۱۶۷
------	-------------	-----

فصل ۵: متغیرهای تصادفی و توزیع‌های احتمال

۱.۵	مقدمه	۱۸۳
۲.۵	متغیر تصادفی	۱۸۴
۳.۵	توزیع‌های احتمال برای متغیرهای تصادفی گسسته	۱۸۷
۴.۵	توزیع‌های احتمال (تابع چگالی احتمال) برای متغیرهای تصادفی پیوسته	۱۹۱
۵.۵	توزیع‌های احتمال برای متغیرهای تصادفی آمیخته	۱۹۴
۶.۵	تابع توزیع احتمال (تجمعی)	۱۹۵
۱.۶.۵	مفهوم تابع توزیع	۱۹۵
۲.۶.۵	محاسبه احتمال از روی تابع توزیع	۱۹۸
۳.۶.۵	ارتباط میان $f_X(x)$ و $F_X(x)$	۱۹۹
۴.۶.۵	متغیر تصادفی ثابت	۲۰۰
۵.۶.۵	متغیرهای تصادفی هم‌توزیع	۲۰۱
۷.۵	توزیع‌های احتمال توأم	۲۰۲
۱.۷.۵	توزیع احتمال توأم متغیر تصادفی دو بُعدی گسسته	۲۰۲
۲.۷.۵	توزیع احتمال توأم متغیر تصادفی دو بُعدی پیوسته	۲۰۴
۳.۷.۵	توزیع‌های احتمال حاشیه‌ای	۲۰۶
۸.۵	توزیع‌های احتمال شرطی	۲۰۹
۹.۵	استقلال دو متغیر تصادفی	۲۱۳
۱۰.۵	مسائل فصل ۵	۲۱۶

فصل ۶: امید ریاضی و واریانس

۱.۶	مقدمه	۲۲۳
۲.۶	مفهوم امید ریاضی	۲۲۴
۱.۲.۶	تعریف امید ریاضی	۲۲۴
۲.۲.۶	امید ریاضی تابعی از یک متغیر تصادفی	۲۲۸
۳.۲.۶	امید ریاضی تابعی از دو متغیر تصادفی	۳۳۱
۳.۶	مفهوم میانه	۳۳۶
۴.۶	مفهوم واریانس	۳۳۷
۵.۶	مفهوم کوواریانس	۳۴۱
۶.۶	مفهوم ضریب همبستگی	۳۴۳

فصل ۷: توزیع‌های احتمال گسسته و پیوسته

۲۴۹	۱.۷ مقدمه
۲۴۹	۲.۷ توزیع‌های احتمال گسسته
۲۵۰	۱.۲.۷ توزیع برنولی
۲۵۱	۲.۲.۷ توزیع دو جمله‌ای
۲۵۹	۳.۲.۷ توزیع هندسی
۲۶۲	۴.۲.۷ توزیع دو جمله‌ای منفی
۲۶۴	۵.۲.۷ توزیع فوق هندسی
۲۶۷	۶.۲.۷ توزیع بواسون
۲۷۲	۷.۲.۷ توزیع چند جمله‌ای
۲۷۴	۳.۷ توزیع‌های احتمال پیوسته
۲۷۴	۱.۳.۷ توزیع یکنواخت
۲۷۶	۲.۳.۷ توزیع نمایی
۲۸۰	۳.۳.۷ توزیع نرمال
۳۰۴	۴.۳.۷ توزیع کای-دو
۳۰۸	۵.۳.۷ توزیع t
۳۱۲	۶.۳.۷ توزیع F
۳۱۶	۴.۷ مسائل فصل ۷
۳۲۹	پیوست‌ها
۳۴۵	مراجع
۳۴۶	واژه‌نامه

فصل ۱

مفاهیم اساسی آمار

۱.۱ مقدمه

ریشه واژه آمار به کلمه state باز می‌گردد که بیش از ۳۰۰ سال پیش به عمل جمع‌آوری اطلاعات مربوط به زاد و ولد و مرگ و میر توسط دولت اطلاق می‌شده است. امروزه آمار نقطه اتکاء همه‌ی سازمان‌های دولتی در سطح جهان است و نقش اساسی در بسیاری از مجامع بین‌المللی مانند شرکت‌های چند ملیتی و سازمان ملل متحد ایفا می‌کند. آمار کاربردهای فراوانی نیز در تحلیل پدیده‌هایی مانند تراکم جمعیت، فجایع زیست محیطی و شیوع بیماری‌ها دارد.

صرف‌نظر از مبدأ پیدایش آمار که به سیاست‌های دولتی باز می‌گردد، واژه آمار دو معنای مهم دارد. آمار را می‌توان به عنوان «مجموعه‌ای از اعداد و ارقام در یک شکل خاص در نظر گرفت؛ مانند متوسط بارندگی در شهر اصفهان در طول یک سال، حداکثر دمای هوای شیراز به طور هفتگی، میزان بدهی‌های خارجی یک کشور و یا قیمت خاویار در سطح جهان. به این اعداد آماری داده‌ها گویند. پس یک معنی ساده برای واژه آمار، داده‌های عددی می‌باشد. اما موضوع مورد بحث کتاب حاضر فراتر از