

بسم الله الرحمن الرحيم

استنباط آماری

با رویکرد برآورد نقطه‌ای

محمد آرشی

دانشیار دانشگاه صنعتی شاهرود

حسن صادق

دانشیار بازنشسته دانشگاه فردوسی مشهد

سید محمد مهدی صابانی

دانشیار بازنشسته دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه	آرشی، محمد، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور	استنباط آماری (با رویکرد برآورد نقطه‌ای)/ نویسندگان محمد آرشی، حسن صادقی، سیدمحمد مهدی طباطبایی: ویراستار علمی محمدرضا ربیعی: ویراستار ادبی صدیقه غلامیان.
مشخصات نشر	شاهرود، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری	۴۱۶ ص. ۲۹×۲۲ س.م.
شابک	۵ - ۸۵ - ۷۶۳۷ - ۹۶۴ - ۹۷۸
موضوع	آمار ریاضی (Mathematical statistics)
موضوع	آمار (Statistics)
موضوع	احتمالات (Probabilities)
شناسه افزوده	صادقی، حسن، ۱۳۱۵ -
شناسه افزوده	طباطبایی، سیدمحمد مهدی، ۱۳۲۴ -
شناسه افزوده	ربیعی، محمدرضا، ۱۳۵۴ -، ویراستار
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی شاهرود
شناسه افزوده	Shahrood University of Technology
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۸ آ ۵۱ / QA۱۷۶
رده‌بندی دیویی	۵۱۹/۵



عنوان کتاب: استنباط آماری (با رویکرد برآورد نقطه‌ای)

ناشر: دانشگاه صنعتی شاهرود

نویسندگان: محمد آرشی، حسن صادقی، سید محمد مهدی طباطبایی

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ویراستار علمی: دکتر محمدرضا ربیعی

ویراستار ادبی: صدیقه غلامیان

چاپ و صحافی: چاپ و نشر هم‌میهن (۰۹۱۰۲۸۰۷۰۲۱)

طرح جلد: ناهید مصلحی

قیمت: ۵۰۰۰۰ تومان

شابک: ۵ - ۸۵ - ۷۶۳۷ - ۹۶۴ - ۹۷۸

نشانی: شاهرود، میدان هفت تیر، بلوار دانشگاه، معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود.

تلفن: ۰۲۳ - ۳۲۳۰۰۳۳۱

فروش برخط کتاب: shahroodut.ac.ir/fa/book

تمامی حقوق چاپ و نشر این اثر در انحصار دانشگاه صنعتی شاهرود است و هر گونه استفاده

از این اثر به طور مستقیم یا غیر مستقیم بدون کسب مجوز ممنوع است.

پیش‌گفتار

سال‌ها مطالعه و تدریس، مولفان این کتاب را برآن داشت تا نسخه‌برداری‌ها و دست‌نویس‌های خود را بازنگری و بازنویسی کرده و بر اساس آنها و همراه با برداشت‌ها و اندیشه‌های خود، که از تدریس دروسی چون آمار ریاضی و استنباط آماری حاصل شده است، کتابی را تقدیم به خوانندگان محترم و دانشجویان عزیز کرد. همان‌براین حقیقت واقفند که در این زمینه، کتاب‌های پرمحتوا و ارزشمند زیادی به زبان‌های فارسی و خارجی توسط مولفان صاحب‌نظر به رشته تحریر آمده است و مدعی این نخواهند بود که این کتاب، کامل‌تر و بهتر از آنها است، بلکه بر این عقیده هستند که هر معلم علاقه‌مندی مایل است حاصل تجربیات و اندیشه‌هایی را که در زمینه‌های مورد علاقه خود به‌دست آورده است، به رشته تحریر درآورده و آن را در معرض قضاوت و نقد قرار دهد. تا از این راه نیز، به یادگیری هرچه بیشتر خود بیفزاید. این کتاب نیز بر اساس همین عقیده به رشته تحریر درآمده است. لازم به ذکر است که گردآوری این مجموعه از جزوه‌های درسی اساتید دانشگاه‌های تهران و فردوسی مشهد نیز استفاده شده است.

این کتاب که شامل بخش اول استنباط آماری (برآورد نقطه‌ای) است، از ۸ فصل تشکیل شده که اساساً به عنوان یک کتاب درسی برای دانشجویان کارشناسی ارشد آمار ریاضی تهیه شده است، اما با انتخاب بخش‌های مناسبی از فصل‌های متفاوت، می‌تواند به عنوان پایه‌ای مناسب برای درس آمار ریاضی دانشجویان کارشناسی آمار نیز به‌کار رود. هشت فصل این کتاب عبارتند از: فصل اول به یادآوری مختصری از پیش‌نیازها نظیر احتمال، متغیرهای تصادفی و الگوهای آماری می‌پردازد. در فصل دوم به معرفی خانواده‌های مهمی از توزیع‌های احتمال از قبیل خانواده‌های مکانی - مقیاسی و نمایی یک و چندپارامتری پرداخته می‌شود. در فصل سوم نقش نمونه‌های تصادفی، آمارها و اهمیت آنها، آمارهای بسنده، بسنده مینیمال، کامل و ویژگی‌های آنها، مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل چهارم، مسئله برآورد کردن پارامترهای مجهول یک توزیع مورد توجه است که چند روش یافتن برآوردها را نیز در آن خواهیم دید. در فصل پنجم، به مقایسه برآوردها پرداخته و بر اساس معیارهای تابع زیان و تابع مخاطره، دوری و نزدیکی برآوردها از پارامتر سنجش می‌شود. همچنین، اطلاع‌فیش و کاربرد آن مورد بررسی قرار گرفته است. اطلاعاتی در مورد برآوردهای مجاز و مینیماکس نیز، در این فصل آمده است. فصل ششم شامل پایایی برآوردها و مباحث مربوط به آن بوده و فصل هفتم، آمار بیز و برآوردهای بیز را شامل می‌شود و سرانجام در فصل هشتم به برآوردهای انقباضی پرداخته می‌شود.

مولفان برخود لازم می‌دانند که از همه کسانی که در تهیه این اثر به نحوی ما را کمک نمودند سپاسگزاری و تشکر نمایند. همچنین از موسسه انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود که برای چاپ و نشر این اثر همکاری فراوانی کرده است، کمال قدردانی را داریم. در انتها، مولفان مسئولیت هرگونه ضعف و نارسایی موجود در بیان مطالب را به‌عهده گرفته و از آن جایی که کتاب حاضر خالی از ایراد و اشکال نیست، لذا از هر نوع راهنمایی و تذکری برای بهتر شدن آن در آینده استقبال کرده و امید دارند که همکاران گرامی، اساتید ارجمند، دانشجویان عزیز و خوانندگان محترم بر آنها منت نهاده و اشتباهات و نارسائی‌ها را یادآوری فرمایند.

فهرست مطالب

۱	مقدمات و پیش‌نیازها
۱	۱.۱ مفاهیم و اصول احتمال
۶	۲.۱ متغیرهای تصادفی
۷	۱.۲.۱ متغیر تصادفی گسسته
۷	۲.۲.۱ متغیر تصادفی پیوسته
۸	۳.۲.۱ توزیع‌های بریده و آمیخته
۹	۳.۱ توزیع‌های چندمتغیره
۱۰	۱.۳.۱ تابع احتمال توام: حالت گسسته
۱۱	۲.۳.۱ تابع احتمال توام: حالت پیوسته
۱۳	۴.۱ استقلال متغیرهای تصادفی
۱۴	۵.۱ امید ریاضی
۱۶	۱.۵.۱ واریانس و ویژگی‌های آن
۱۷	۲.۵.۱ گشتاورها
۱۹	۳.۵.۱ کوواریانس و همبستگی
۲۰	۴.۵.۱ توابع مولد
۲۱	۵.۵.۱ نما، چندک و میانه
۲۲	۶.۵.۱ آنتروپی
۲۲	۶.۱ نامساوی‌های مهم، قضایای حدی و همگرایی‌ها
۲۳	۱.۶.۱ نامساوی‌ها
۲۴	۲.۶.۱ همگرایی‌ها
۲۶	۳.۶.۱ قضایای حدی

۲۶	۷.۱ توزیع‌های خاص
۲۶	۱.۷.۱ خانواده توزیع‌های گسسته
۳۵	۲.۷.۱ خانواده توزیع‌های پیوسته
۵۸	۸.۱ تبدیل‌ها
۵۹	۱.۸.۱ ارتباط بین توزیع‌ها
۷۴	پرسش‌ها

۲. معرفی چند خانواده از توزیع‌های پارامتری

۷۹	۱.۲ فرمول‌بندی الگوهای آماری
۸۰	۱.۱.۲ کلاس تبدیلات
۸۰	۲.۱.۲ خانواده توزیع‌های گروهی
۸۳	۲.۲ گروه تبدیلات برای - اندازه مکانی - مقیاسی
۸۵	۳.۲ خانواده‌های توزیع -ی زی -ی با شرایط مطلوب
۸۵	۱.۳.۲ خانواده توزیع‌های نما - یک پارامتری با شرایط مطلوب
۸۶	۲.۳.۲ خانواده توزیع‌های نمایی - یک پارامتری با شرایط مطلوب
۸۸	۳.۳.۲ دوباره پارامتری کردن خانواده نمایی
۹۰	۴.۳.۲ محاسبه $Q(\theta)$ در خانواده توزیع‌های زی -ی
۹۱	۵.۳.۲ ویژگی‌های خانواده نمایی با شرایط مطلوب
۹۵	۴.۲ خانواده توزیع‌های سری توانی
۹۷	۵.۲ خانواده توزیع‌های تلسکوپی
۹۷	پرسش‌ها

۳. نمونه‌های آماری و آمارها

۱۰۴	۱.۳ ویژگی‌های یک آماره
۱۰۴	۱.۱.۳ آماره‌ها و افرازها
۱۰۶	۲.۱.۳ آماره‌هایی که افراز یکسان ایجاد می‌کنند
۱۰۷	۳.۱.۳ تعریف آماره بر اساس یک افراز
۱۰۸	۴.۱.۳ ویژگی دو آماره که افراز یکسان ایجاد می‌کنند
۱۰۹	۵.۱.۳ ملخص یک افراز
۱۱۰	۶.۱.۳ احتمال شرطی آماره
۱۱۱	۲.۳ بستگی
۱۱۷	۱.۲.۳ طرز یافتن آماره بسنده
۱۲۴	۲.۲.۳ آماره بسنده توأم
۱۲۵	۳.۲.۳ بستگی توأم و بستگی حاشیه‌ای
۱۲۶	۴.۲.۳ رابطه بین آماره بسنده و آماره دلخواه
۱۲۸	۵.۲.۳ بستگی در خانواده‌هایی که تکیه‌گاه آنها به پارامتر بستگی دارد
۱۳۲	۶.۲.۳ آماره بسنده مینیمال

۱۳۳	افراز بسنده مینیمال	۷.۲.۳
۱۳۴	روش‌های دستیابی به آماره بسنده مینیمال	۸.۲.۳
۱۳۸	ساختن آماره بسنده مینیمال بر اساس افراز بسنده مینیمال	۹.۲.۳
۱۴۱	بستگی مینیمال در خانواده توزیع‌های نمایی	۱۰.۲.۳
۱۴۲	عدم بستگی و عدم بستگی مینیمال	۱۱.۲.۳
۱۴۵	کامل بودن	۳.۳
۱۴۵	آماره فرعی: اصل شرطی بودن	۱.۳.۳
۱۴۷	خانواده توزیع‌های مکانی و آماره فرعی	۲.۳.۳
۱۴۷	خانواده توزیع‌های مقیاسی و آماره فرعی	۳.۳.۳
۱۵۲	آماره کامل	۴.۳.۳
۱۵۷	کامل بودن آماره‌های چندبعدی	۵.۳.۳
۱۵۹	بستگی و کامل بودن در خانواده توزیع‌های نمایی	۶.۳.۳
۱۶۲	آماره‌های بسنده، بسنده مینیمال و آماره‌های کامل	۷.۳.۳
۱۶۷	آماره بسنده کامل و آماره فرعی	۸.۳.۳
۱۷۱	تابع درست‌نمایی	۹.۳.۳
۱۷۳	پرسش‌ها	

۴ روش‌های برآوردیابی

۱۷۷	روش‌های تعیین برآوردگرها	۱.۴
۱۷۸	اصل جانشین‌سازی	۱.۱.۴
۱۸۷	روش برآورد ماکسیمم درست‌نمایی	۲.۱.۴
۲۱۵	اصلاح (تعدیل) و بسط (توسیع) برآورد ماکسیمم درست‌نمایی	۳.۱.۴
۲۱۸	پرسش‌ها	

۵ برآوردگرهای نااریب

۲۲۴	برآوردگرهای نااریب	۱.۵
۲۳۲	برآوردگرهای نااریب با کمترین واریانس	۱.۱.۵
۲۵۸	اطلاع فیشر	۲.۵
۲۶۷	نکاتی درباره اطلاع فیشر	۱.۲.۵
۲۷۱	نامساوی اطلاع	۲.۲.۵
۲۷۴	نکاتی درباره نامساوی کرامر-رائو	۳.۲.۵
۲۹۰	مخاطره نااریب	۴.۲.۵
۲۹۱	کارایی	۳.۵
۲۹۵	سازگاری	۱.۳.۵
۲۹۹	چند رابطه ترتیبی دیگر بین برآوردگرها	۲.۳.۵
۳۰۰	نظریه نمونه بزرگ	۴.۵
۳۰۴	کارایی مجانبی و بهینگی	۱.۴.۵

پرسش‌ها ۳۰۵

۶ پایایی و مباحث مربوط ۳۰۷

۱.۶ اصول پایایی ۳۰۸
 ۲.۶ خانواده مکانی ۳۱۵
 ۳.۶ خانواده مقیاسی ۳۲۲
 ۴.۶ خانواده مکانی-مقیاسی ۳۲۹
 ۵.۶ آماره‌های هم‌پایای ماکزیمال ۳۳۵
 پرسش‌ها ۳۳۶

۷ بیز و مباحث مربوط ۳۳۹

۱.۷ یادآوری مختصری از نظریه تصمیم ۳۳۹
 ۱.۱.۷ مسائل تصمیم‌گیری ۳۳۹
 ۲.۷ مسئله فاقد داده‌ها ۳۴۱
 ۱.۲.۷ عمل‌های آمیخته ۳۴۵
 ۲.۲.۷ اصل مینیماکس ۳۴۶
 ۳.۲.۷ عمل‌های بیز ۳۴۷
 ۴.۲.۷ مجاز بودن ۳۵۰
 ۳.۷ مسئله تصمیم آماری با داده‌ها ۳۵۱
 ۱.۳.۷ برآورد به عنوان حالتی خاص از تصمیم آماری با داده‌ها ۳۵۴
 ۴.۷ برآوردگر بیز و مینیماکس از دیدگاه ریاضی ۳۵۵
 ۱.۴.۷ هندسه برآوردگرهای مجاز ۳۷۷
 ۲.۴.۷ مخاطره بیز و قوانین بیز ۳۷۷
 ۳.۴.۷ بسندگی بیز ۳۷۹
 پرسش‌ها ۳۸۱

۸ برآوردگرهای انقباضی و مباحث مربوط ۳۸۳

۱.۸ برآوردگر انقباضی ۳۸۳
 ۱.۱.۸ برآوردگر استاین ۳۸۷
 ۲.۱.۸ معادله استاین ۳۸۸
 ۳.۱.۸ بررسی رفتار برآوردگرهای انقباضی در توزیع نرمال ۳۹۱
 ۲.۸ برآوردگر آزمون اولیه و انواع دیگر ۳۹۹
 ۳.۸ برآوردگر جریمه شده ۴۰۵
 پرسش‌ها ۴۱۱

منابع ۴۱۶