



اصول آمار زیستی

جلد اول

برنارد روستنر

ترجمه علی عمیدی

مرکز نشر دانشگاهی



مرکز نشر دانشگاهی

Fundamentals of Biostatistics

Third Edition

Bernard Rosner

PWS-KENT, 1990

اصول آمار زیستی

جلد اول

تألیف برنارد روسنر

ترجمه علی عمیدی

ویراسته محمد قاسم وحیدی اصل
طراح جلد: شکوه پیله فروشها
نسخه پرداز: زهرا دلاوری
حروفچین: مریم احمدی میرقاند
ناظر چاپ: حمیدرضا دمیرچی لو
مرکز نشر دانشگاهی
چاپ اول ۱۳۷۹
چاپ دوم ۱۳۸۹
تعداد ۱۰۰۰
لیتوگرافی: وسمه
چاپ و صحافی: معراج
۱۰۸۰۰ تومان

نشانی فروشگاه مرکزی: خیابان انقلاب، روبه روی سینما سپیده، پاساژ جیری، تلفن: ۶۶۴۰۸۸۹۱، ۶۶۴۱۰۶۸۶

فروش اینترنتی: www.bookiup.ir

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است

فهرست نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

Rosner, Bernard A.

دو زبانه، برنارد

اصول آمار زیستی / برنارد روسنر: ترجمه علی عمیدی. - تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۹. -
ج ۲: مصور، جدول، نمودار. - (مرکز نشر دانشگاهی؛ ۹۹۶. ریاضی، آمار، و کامپیوتر؛ ۱۲۶)

ISBN 978-964-01-0996-0 (ج. ۱)

ISBN 978-964-01-8166-9 (دوره)

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

چاپ دوم: ۱۳۸۹.

عنوان اصلی:

Fundamentals of biostatistics, 3rd ed., 1990.

ب. مرکز نشر دانشگاهی. ج. عنوان.

۱. زیست‌شناسی. ۲. آمار پزشکی. الف. عمیدی، علی، ۱۳۱۲. -

۵۷۴/۰۱۵۱۹۵

QH ۳۲۳ / ۵ / ۹

۱۳۷۹

م ۷۹/۱۳۸۴

کتابخانه ملی ایران

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

صفحه

عنوان

۱	پیشگفتار
۵	۱ مروری کلی
۱۰	مرجع
۱۱	۲ آمار توصیفی
۱۱	۱.۲ مقدمه
۱۴	۲.۲ اندازه‌های مکان مرکزی
۲۳	۳.۲ برخی ویژگیهای میانگین حسابی
۲۵	۴.۲ معیارهای پراکندگی
۳۲	۵.۲ برخی ویژگیهای واریانس و انحراف معیار
۳۵	۶.۲ ضریب تغییرات
۳۶	۷.۲ داده‌های گروه‌بندی شده

۴۳	۸.۲ روشهای نموداری برای داده‌های گروه‌بندی شده
۵۱	۹.۲ خلاصه
۵۲	مسائل
۶۴	مراجع
۶۵	۳ احتمال
۶۵	۱.۳ مقدمه
۶۶	۲.۳ تعریف احتمال
۶۹	۳.۳ برخی نمادهای احتمالاتی مفید
۷۱	۴.۳ پیشامدهای مستقل و پیشامدهای وابسته
۷۵	۵.۳ قانون جمع احتمال
۷۸	۶.۳ احتمال شرطی
۸۴	۷.۳ قاعده بیز و آزمونهای غربالگری
۹۰	۸.۳ میزان شیوع و میزان وقوع
۹۱	۹.۳ خلاصه
۹۲	مسائل
۱۱۲	مراجع
۱۱۳	۴ توزیعهای احتمال گسسته
۱۱۳	۱.۴ مقدمه
۱۱۴	۲.۴ متغیرهای تصادفی
۱۱۶	۳.۴ تابع جرم احتمال برای متغیر تصادفی گسسته
۱۱۸	۴.۴ مقدار امید متغیر تصادفی گسسته
۱۲۰	۵.۴ واریانس متغیر تصادفی گسسته
۱۲۳	۶.۴ تابع توزیع تجمعی متغیر تصادفی گسسته
۱۲۴	۷.۴ جایگشتها و ترکیبها
۱۲۹	۸.۴ توزیع دوجمله‌ای

۱۳۶	۹.۴ مقدار امید و واریانس توزیع دوجمله‌ای
۱۳۸	۱۰.۴ توزیع پواسون
۱۴۲	۱۱.۴ محاسبه احتمالات پواسون
۱۴۴	۱۲.۴ امید و واریانس توزیع پواسون
۱۴۶	۱۳.۴ تقریب پواسون برای توزیع دوجمله‌ای
۱۴۸	۱۴.۴ خلاصه
۱۴۹	مسائل
۱۶۶	مراجع
۱۶۸	۵ توزیعهای احتمال پیوسته
۱۶۸	۱.۵ مقدمه
۱۶۹	۲.۵ مفاهیم کلی
۱۷۲	۳.۵ توزیع نرمال
۱۷۵	۴.۵ ویژگیهای توزیع نرمال استاندارد
۱۸۲	۵.۵ تبدیل توزیع $N(\mu, \sigma^2)$ به توزیع $N(0, 1)$
۱۸۸	۶.۵ تقریب نرمال برای توزیع دوجمله‌ای
۱۹۶	۷.۵ تقریب نرمال برای توزیع پواسون
۲۰۰	۸.۵ ترکیبهای خطی متغیرهای تصادفی
۲۰۲	۹.۵ خلاصه
۲۰۳	مسائل
۲۱۷	مراجع
۲۱۸	۶ برآورد
۲۱۸	۱.۶ مقدمه
۲۲۰	۲.۶ بستگی بین جامعه و نمونه
۲۲۲	۳.۶ جدولهای اعداد تصادفی

۲۲۷	۴.۶ برآورد میانگین توزیع
۲۴۹	۵.۶ برآورد واریانس توزیع
۲۵۵	۶.۶ برآورد برای توزیع دوجمله‌ای
۲۶۲	۷.۶ فاصله‌های اطمینان یکطرفه
۲۶۵	۸.۶ خلاصه
۲۶۶	مسائل
۲۸۲	مراجع
۲۸۴	۷ آزمون فرض: استنباط یک‌نمونه‌ای
۲۸۴	۱.۷ مقدمه
۲۸۵	۲.۷ مفاهیم کلی
۲۸۹	۳.۷ آزمون یک‌نمونه‌ای برای میانگین توزیع نرمال با واریانس معلوم: فرضهای مقابل یکطرفه
۳۰۰	۴.۷ آزمون نرمال یک‌نمونه‌ای: فرضهای مقابل دوطرفه
۳۰۵	۵.۷ آزمون t ی یک‌نمونه‌ای
۳۱۴	۶.۷ توان آزمون
۳۲۴	۷.۷ تعیین حجم نمونه
۳۳۱	۸.۷ بستگی بین آزمون فرض و فاصله‌های اطمینان
۳۳۵	۹.۷ آزمون F ی یک‌نمونه‌ای برای واریانس توزیع نرمال
۳۴۰	۱۰.۷ آزمون یک نمونه‌ای برای نسبت دوجمله‌ای
۳۵۵	۱۱.۷ خلاصه
۳۵۷	مسائل
۳۷۴	مراجع
۳۷۵	۸ آزمون فرض: استنباط دونمونه‌ای
۳۷۵	۱.۸ مقدمه
۳۷۸	۲.۸ آزمون t ی جفت‌شده

۳۸۳	۳.۸ برآورد فاصله‌ای برای مقایسه میانگینها از روی دو نمونه جفت‌شده
۳۸۴	۴.۸ آزمون t ی دو نمونه‌ای برای نمونه‌های مستقل با واریانسهای برابر
	۵.۸ برآورد فاصله‌ای برای مقایسه میانگینها از روی
۳۹۱	دو نمونه مستقل (حالت تساوی واریانسها)
۳۹۴	۶.۸ آزمون برابری دو واریانس
۴۰۴	۷.۸ آزمون t ی دو نمونه‌ای برای نمونه‌های مستقل با واریانسهای نابرابر
۴۱۰	۸.۸ برآورد حجم نمونه و توان در مقایسه دو میانگین
۴۱۶	۹.۸ خلاصه
۴۱۶	مسائل
۴۴۴	مراجع
۴۴۶	۹ روشهای ناپارامتری
۴۴۶	۱.۹ مقدمه
۴۴۸	۲.۹ آزمون علامت
۴۵۴	۳.۹ آزمون رتبه علامت‌دار ویلککسن
۴۶۲	۴.۹ آزمون مجموع رتبه‌ای ویلککسن
۴۷۰	۵.۹ خلاصه
۴۷۱	مسائل
۴۸۵	مراجع
۴۸۶	پیوست یک: جدولها
۴۸۶	جدول ۱ احتمالات دقیق دوجمله‌ای
۴۹۱	جدول ۲ احتمالات دقیق بواسون
۴۹۴	جدول ۳ توزیع نرمال
۴۹۹	جدول ۴ ۱۰۰۰ رقم تصادفی
۵۰۰	جدول ۵ نقاط درصد توزیع t
۵۰۱	جدول ۶ نقاط صدک توزیع مربع χ^2

- جدول ۷ الف حدود اطمینان دوطرفه دقیق برای نسبتهای دوجمله‌ای ($\alpha = 0.05$) ۵۰۲
- جدول ۷ ب حدود اطمینان دوطرفه دقیق برای نسبتهای دوجمله‌ای ($\alpha = 0.01$) ۵۰۳
- جدول ۸ نقاط صدک توزیع F ۵۰۴
- جدول ۹ مقادیر بحرانی دودنباله‌ای برای آزمون رتبه علامت‌دار ویلککسن ۵۰۶
- جدول ۱۰ مقادیر بحرانی دودنباله‌ای برای آزمون مجموع رتبه‌ای ویلککسن ۵۰۷

پیوست دو: مجموعه‌های داده‌ها

- مجموعه داده‌های ۱: BETACAR.DOC ۵۰۹
- مجموعه داده‌های ۲: BETACAR.DAT ۵۱۰
- مجموعه داده‌های ۳: DISEASE.DOC ۵۱۰
- مجموعه داده‌های ۴: DISEASE.DAT ۵۱۱
- مجموعه داده‌های ۵: EAR.DOC ۵۱۳
- مجموعه داده‌های ۶: EAR.DAT ۵۱۳
- مجموعه داده‌های ۷: EFF.DOC ۵۱۴
- مجموعه داده‌های ۸: EFF.DAT ۵۱۴
- مجموعه داده‌های ۹: FEV.DOC ۵۱۵
- مجموعه داده‌های ۱۰: FEV.DAT ۵۱۵
- مجموعه داده‌های ۱۱: HORMONE.DOC ۵۱۹
- مجموعه داده‌های ۱۲: HORMANE.DAT ۵۲۰
- مجموعه داده‌های ۱۳: INFANTBP.DOC ۵۳۶
- مجموعه داده‌های ۱۴: INFANTBP.DAT ۵۳۶
- مجموعه داده‌های ۱۵: NEPHRO.DOC ۵۴۱
- مجموعه داده‌های ۱۶: NEPHRO.DAT ۵۴۱
- مجموعه داده‌های ۱۷: NIFED.DOC ۵۴۲
- مجموعه داده‌های ۱۸: NIFED.DAT ۵۴۲
- مجموعه داده‌های ۱۹: OTO.DOC ۵۴۳
- مجموعه داده‌های ۲۰: OTO.DAT ۵۴۳

۵۴۴	مجموعه داده‌های ۲۱: SEXRAT.DOC
۵۴۴	مجموعه داده‌های ۲۲: SEXRAT.DAT
۵۴۵	مجموعه داده‌های ۲۳: SMOKE.DOC
۵۴۵	مجموعه داده‌های ۲۴: SMOKE.DAT
۵۴۷	مجموعه داده‌های ۲۵: VALID.DOC
۵۴۷	مجموعه داده‌های ۲۶: VALID.DAT

۵۵۱	جواب مسائل منتخب
۶۱۱	واژه‌نامه
۶۱۸	فهرست راهنما
۶۲۴	روند نما: روشهای استنباط آماری مناسب

www.ketab.ir

پیشگفتار

من این کتاب آمار زیستی در سطح مقدماتی را برای آن دانشجویان سالهای آخر دوره کارشناسی و دوره کارشناسی ارشد نوشته‌ام که به پزشکی یا سایر زمینه‌های وابسته به پزشکی علاقه‌مندند. این کتاب به هیچ زمینه قبلی از آمار نیازی ندارد و سطح ریاضی آن تنها در حد شناختی از جبر است. اصول آمار زیستی، حاصل مجموعه یادداشتهایی است که من، برای تدریس این درس به دانشجویان دوره کارشناسی دانشگاه هاروارد و دانشکده پزشکی هاروارد، در طول پانزده سال تهیه کرده‌ام. من این کتاب را برای دانشجویانی نوشته‌ام که می‌خواهند بر روشهای آماری که غالباً در مقاله‌های پزشکی به کار می‌روند تسلط پیدا کنند. از نقطه نظر دانشجویان، مهم است که مثالهای مورد استفاده در مطالعه این روشها، نظیر آنهایی باشند که واقعاً در مقاله‌های تحقیقی وجود دارند. بنابراین اکثر مثالها و تمرینهایی که در این کتاب آمده‌اند یا بر مقالات واقعی ادبیات پزشکی و یا بر مسائل پژوهشی پزشکی استوارند که من وقتی در دانشکده پزشکی هاروارد مشاوری بودم با آنها مواجه شده‌ام. اکثر کتابهای درسی آمار مقدماتی یا از روش دستوالعملی کاملاً غیرریاضی استفاده می‌کنند و یا مطالب را در چارچوب ریاضی مستدل شکلی عرضه می‌نمایند. در این کتاب من راهی میانه را دنبال کرده‌ام که میزان فرمولبندی ریاضیاتی را حداقل می‌کند و در عین حال توضیحاتی کامل از تمام مفاهیم مهم ارائه می‌دهد. هر مفهومی تازه را به صورتی سیستماتیک از طریق مثالهایی از مسائل پژوهشی جاری پزشکی عرضه کرده‌ام. به علاوه، هر جا که برای تشریح این مفاهیم مقتضی بوده است از خروجی کامپیوتری استفاده کرده‌ام.

مطالب این کتاب برای درسی یک یا دو ترمی در آمار زیستی مناسب است. مطالب فصلهای ۱ تا ۸ و ۱۰ برای درسی یک ترمی مناسب است. مدرس می‌تواند در صورتی که وقت اجازه دهد مطالب مقتضی را از سایر فصلها نیز انتخاب کند.

در چاپ سوم، تغییرات زیر صورت گرفته‌اند:

- مجموعه‌ای از تمرینهای کامپیوتری، بر پایه مجموعه داده‌های واقعی، فراهم شده است. مجموعه داده‌ها بر روی دیسک ضبط شده و از طرف ناشر در اختیار مدرسین قرار می‌گیرد.
- بحثی جدید درباره چندکها اضافه شده است.
- بخشی جداگانه درباره جایگشتها و ترکیبها اضافه شده است.
- بخشی جدید درباره میانگین و واریانس ترکیبهای خطی متغیرهای تصادفی نرمال اضافه شده است.
- بخشهایی جداگانه درباره برآورد فاصله‌ای نمونه‌های دوجفتی و مستقل به‌ترتیب، برای تأکید بر اهمیت برآورد فاصله‌ای مسائل دونمونه‌ای اضافه شده‌اند.
- مقدمه‌ای مختصر برای روشهای بقاء، شامل معرفی آزمون لگ رتبه و مدل خطرهای متناسب کاکس ارائه شده است.
- مطالبی جدید درباره مقایسه اندازه‌های وقوع اضافه شده است. این، زمینه‌ای مهم است زیرا در بسیاری از بررسیهای اپیدمیولوژیک، نتایج را به‌جای پیشامدها برای شخص، برحسب پیشامد برای شخص - زمان، گزارش می‌کنند.
- بخشی نو درباره تحلیل کواریانس اضافه شده و PROC GLM مربوط به SAS برای تشریح تکنیکهای تحلیل واریانس در طرحهای نامتعادل به‌کار رفته است.

اصول آمار زیستی، ویرایش سوم، به‌صورت زیر به‌روزرسانی یافته است:

- فصل ۱، فصلی مقدماتی است که طرحی از بسط بررسی واقعی پزشکی را که من با آن سروکار دارم ارائه می‌دهد. این فصل مفهومی از نقش آمار زیستی در فرایند پژوهش پزشکی را فراهم می‌کند.
- فصل ۲، با آمار توصیفی سروکار دارد و همه ابزارهای عمده عددی و نموداری مورد استفاده برای نمایش داده‌های پزشکی را معرفی می‌کند. این فصل خصوصاً هم برای استفاده‌کنندگان و هم برای تهیه‌کنندگان مقالات پزشکی مهم است، زیرا بسیاری از ارتباطهای اطلاعاتی از طریق مطالب توصیفی انجام می‌شوند.
- فصل ۳ تا ۵ از احتمال بحث می‌کند. اصول پایه‌ای احتمال بسط داده شده‌اند، و متداولترین توزیعهای احتمال، نظیر توزیعهای دوجمله‌ای و نرمال معرفی شده‌اند. این توزیعها در فصلهای بعدی کتاب به‌صورتی گسترده به‌کار رفته‌اند.

فصلهای ۶ تا ۱۰ بعضی از روشهای پایه‌ای استنباط آماری را شامل می‌شوند.

فصل ۶ مفهوم استخراج نمونه‌های تصادفی از جامعه‌ها را معرفی می‌کند. مفهوم شکل توزیع

نمونه‌گیری نیز، به‌ویژه متداولترین توزیعهای نمونه‌گیری، نظیر توزیعهای t و مربع خی معرفی شده‌اند. روشهای پایه‌ای برآورد، از جمله بحثی جامع از فاصله‌های اطمینان هم معرفی شدند. فصلهای ۷ و ۸ شامل اصول پایه‌ای آزمون فرض‌اند. از مقدماتیترین آزمونهای فرض برای داده‌های با توزیع نرمال، نظیر آزمون t برای مسائل یک نمونه‌ای و دو نمونه‌ای، نیز به‌تفصیل بحث شده است.

فصل ۹ اصول پایه‌ای آمار ناپارامتری را شامل است. پذیره‌های نرمال بودن کنار گذاشته شده‌اند و همتهای آزاد توزیع آنها برای آزمونهای فصول ۷ و ۸ ارائه شده‌اند.

فصل ۱۰ شامل مفاهیم پایه‌ای آزمون فرض برای استفاده در داده‌های رسته‌ای، از جمله بعضی از متداولترین شیوه‌های آماری، نظیر آزمون خی و آزمون دقیق فیشر است.

فصل ۱۱ از اصول تحلیل رگرسیون بحث می‌کند. حالت رگرسیون خطی ساده تماماً شرح داده شده است، و برای حالت رگرسیون چندگانه ترسیمهایی فراهم شده‌اند. بخشی مهم درباره محدودیتهای استفاده از تحلیل رگرسیون نیز منظور شده است.

فصل ۱۲ اصول پایه‌ای تحلیل واریانس (آنوا) را معرفی می‌کند. از تحلیل واریانس یکطرفه و دوطرفه، همچنین از تحلیل کوواریانس بحث شده است.

در این کتاب، اصول طرح بررسی به‌صورت رسمی نیامده‌اند اما در بیشتر مثالها به‌صورت غیررسمی معرفی شده‌اند. مفاهیم جورکردن، بررسیهای همگروهی بررسیهای مورد - شاهد، بررسیهای گذشته‌نگر، بررسیهای آینده‌نگر و حساسیت، اختصاصی بودن و ارزش پیش‌بینی‌کننده آزمونهای غریبالگر در زمینه نمونه‌های واقعی مورد بحث قرار گرفته‌اند. به‌علاوه، بخشهای خاصی درباره برآورد حجم نمونه، برای وضعیتهای آماری مختلف در فصول ۷، ۸، و ۱۰ فراهم آمده‌اند.

روند نمایی از روشهای خاص استنباط آماری در صفحات آخر هر جلد، مرجعی مناسب برای روشهایی فراهم می‌کند که در این کتاب آمده‌اند. به‌این روند نما در پایان هر یک از فصلهای ۷ تا ۱۲ رجوع شده است تا به‌دانشجو از چگونگی تناسب روشها در آن فصل خاص نسبت به گردایه کلی روشهای آماری معرفی‌شده در این کتاب تصویری داده شود.

به‌علاوه، فهرست راهنمایی که همه مثالها و مسائل مورد استفاده در این کتاب را خلاصه می‌کند و برحسب تخصصهای پزشکی گروه‌بندی شده‌اند فراهم شده‌است. در پایان از همه افرادی که مرا یاری داده‌اند سپاسگزاری می‌کنم.