



آمار و احتمال برای مهندسی مدرن

جلد اول

ترجمه:

لارنس ال. لاپین

تألیف:

مهندس مهدی تیموری یانسری

ویرایش فنی:

دکتر محسن رضائیان

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

زمستان ۱۳۹۵

سرشناسه	لاپین، لارنس ال
عنوان و نام پدیدآور	Lapin, Lawrence L. آمار و احتمال برای مهندسی مدرن / تألیف لارنس ال. لاپین؛ ترجمه مهدی تیموری یانسری؛ ویرایش فنی محسن رضائیان
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۸۶
مشخصات ظاهری	ج.: مصور
شابک	دوره: 4-329-463-964-978 ج ۱: 0-327-463-964-978
وضعیت فهرست‌نویسی	فیپا
یادداشت	عنوان اصلی: Probability and Statistics for Modern Engineering
موضوع	مهندسی - - روش‌های آماری
موضوع	احتمالات
شناسه افزوده	تیموری یانسری، مهدی، ۱۳۵۷، مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
رده‌بندی کنگره	۱۳۸۶ ۲۱۸ / ج ۱ TA۳۴۰
رده‌بندی دیوپی	۵۱۹/۲۰۲۴۶۲
شماره کتابشناسی ملی	۱۰۸۹۹۹۴

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۸۵/۲/۱۲ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	آمار و احتمال برای مهندسی مدرن (جلد اول)
تألیف	لارنس ال. لاپین
ترجمه	مهندس مهدی تیموری یانسری
ویرایش فنی	دکتر محسن رضائیان
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ دوم	زمستان ۱۳۹۵
تیراژ	۲۰۰ نسخه
قیمت دوره دوجلدی	۴۰۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۳۲۷-۰
	ISBN : 978-964-463-327-0

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

به نام خداوند بخشنده و مهربان

تقدیم به

پدرم و مادرم

که برایم زحمات فراوانی کشیده‌اند. همچنین تقدیم به

سرکار خانم دکتر ماه‌بانو تاتا

استاد ماشاءالله ماشین‌چی

جناب دکتر سعید رضاخواه

جناب دکتر ناصر بروجردیان

اساتید نیک‌اندیش و عالی‌مقام علم آمار و ریاضی که درس اخلاق، آمار و ریاضی
را از آنان آموخته‌ام.

فهرست مطالب

	سخن مؤلف
	سخن مترجم
۱	بخش اول
۳	فصل اول
۴	۱-۱ مفهوم و نقش آمار
۴	۱-۱-۱ تعریف آمار
۵	۲-۱-۱ نقش آمار مدرن
۶	۳-۱-۱ آمار توصیفی و استنباطی
۷	۴-۱-۱ آمار استنتاجی و استقرایی
۷	۵-۱-۱ خطای آماری
۸	۲-۱ توصیف داده‌های آماری
۸	۱-۲-۱ جامعه و نمونه
۱۰	۲-۲-۱ انواع داده‌های آماری
۱۱	۳-۲-۱ توزیع فراوانی
۱۳	۴-۲-۱ بافت‌نگار و منحنی فراوانی
۱۵	۵-۲-۱ تأثیر بزرگی پهنای طبقه‌ها
۱۶	۶-۲-۱ طبقه‌ها با پهنای نابرابر
۱۷	۷-۲-۱ نمودار ساقه و برگ
۱۸	۸-۲-۱ گزارش‌های رایانه‌ای
۱۹	۹-۲-۱ توزیع فراوانی متغیرهای کیفی
۲۱	۱۰-۲-۱ توزیع فراوانی نسبی و تجمعی
۲۴	۱۱-۲-۱ نمایش مشاهده‌ها
۲۶	۱۲-۲-۱ شکل‌های رایج برای توزیع فراوانی
۲۸	۳-۱ مقیاس‌های جمع‌بندی آماری: مکان
۲۹	۱-۳-۱ آماره‌ها و پارامترها

۳۰	۲-۳-۱	میانگین حسابی
۳۲	۳-۳-۱	میانه
۳۳	۴-۳-۱	مُد
۳۴	۵-۳-۱	مکان‌یابی میانه و مُد به کمک نمودار ساقه و برگ
۳۵	۶-۳-۱	ساختار توزیع فراوانی و مقیاس‌های جمع‌بندی
۳۷	۷-۳-۱	صدک‌ها، چندک‌ها و چارک‌ها
۴۲	۴-۱	مقیاس‌های جمع‌بندی آماری: تغییر پذیری
۴۳	۱-۴-۱	اهمیت تغییر پذیری
۴۴	۲-۴-۱	دامنه
۴۵	۳-۴-۱	دامنهٔ میان چارکی و نمودارهای جعبه‌ای
۴۶	۴-۴-۱	انحراف معیار و تغییر پذیری
۵۱	۵-۴-۱	مفهوم انحراف معیار
۵۱	۶-۴-۱	مقیاس‌های جمع‌بندی ترکیبی
۵۴	۵-۱	مقیاس‌های جمع‌بندی آماری: نسبت
۵۵		مسائل

۷۱	احتمال	فصل دوم
۷۱		۱-۲ مفاهیم اساسی احتمال
۷۲		۱-۱-۲ پیشامدهای مقدماتی و فضای نمونه
۷۳		۲-۱-۲ مجموعه‌های پیشامد
۷۴		۳-۱-۲ تعاریف پایه‌ای احتمال
۷۶		۴-۱-۲ احتمالات سلیقه‌ای و عینی
۷۷		۵-۱-۲ پیشامدهای حتمی و ناممکن
۷۸		۶-۱-۲ عبارات هم‌تراز برای احتمال
۷۹		۲-۲ پیشامدهای مرکب و ارتباط بین پیشامدها
۷۹		۱-۲-۲ اجتماع پیشامدها

۸۱	۲-۲-۲	اشتراک پیشامدها: پیشامدهای توأم
۸۲	۳-۲-۲	پیشامدهای دویبدو ناسازگار
۸۲	۴-۲-۲	پیشامدهای مجموعاً کامل
۸۴	۵-۲-۲	پیشامدهای متمم
۸۶	۶-۲-۲	پیشامدهای وابسته و مستقل
۸۷	۳-۲	احتمالات پیشامدهای مرکب
۸۷	۱-۳-۲	استفاده از تعریف پایه‌ای
۸۹	۲-۳-۲	قانون جمع
۹۰	۳-۳-۲	کاربرد پیشامدهای متمم
۹۱	۴-۳-۲	قانون کلی جمع
۹۲	۵-۳-۲	قانون ضرب برای پیشامدهای مستقل
۹۴	۴-۲	احتمال شرطی و جدول احتمال توأم
۹۴	۱-۴-۲	احتمال شرطی
۹۷	۲-۴-۲	جدول احتمال توأم
۹۹	۳-۴-۲	بررسی استقلال به وسیله مقایسه احتمالات
۱۰۰	۵-۲	قانون ضرب، درخت‌های احتمال و نمونه‌برداری
۱۰۱	۱-۵-۲	قانون کلی ضرب
۱۰۲	۲-۵-۲	تشکیل جدول احتمال توأم با استفاده از قانون ضرب
۱۰۳	۳-۵-۲	نمودار درخت احتمال
۱۰۵	۴-۵-۲	قانون ضرب برای چند پیشامد
۱۰۶	۵-۵-۲	احتمال و نمونه‌برداری
۱۱۲	۶-۲	روش‌های شمارش برای یافتن احتمال
۱۱۳	۱-۶-۲	اصل ضرب
۱۱۳	۲-۶-۲	تعداد حالات ممکن برای ترتیب اشیاء: فاکتوریل
۱۱۶	۳-۶-۲	تعداد جایگشت‌ها یا ترتیب‌ها

۱۱۷	تعداد ترکیب‌ها	۴-۶-۲
۱۱۸	تجدیدنظر در احتمالات با بهره‌گیری از قضیهٔ بیز	۷-۲
۱۱۹	قضیهٔ بیز	۱-۷-۲
۱۲۳	مسائل	

۱۴۳	فصل سوم متغیرهای تصادفی و توزیع‌های احتمال گسسته	
۱۴۵	متغیرهای تصادفی و توزیع‌های احتمال	۱-۳
۱۴۵	متغیر تصادفی به‌عنوان یک تابع	۱-۱-۳
۱۴۶	توزیع احتمال	۲-۱-۳
۱۴۸	امید ریاضی و واریانس	۲-۳
۱۴۹	محاسبهٔ امید ریاضی	۱-۲-۳
۱۵۱	محاسبهٔ پراکنش و انحراف‌معیار متغیر تصادفی	۲-۲-۳
۱۵۳	توزیع دوجمله‌ای	۳-۳
۱۵۳	فرآیند برنولی	۱-۳-۳
۱۵۴	احتمالات دوجمله‌ای	۲-۳-۳
۱۵۸	تأثیر پارامتر در احتمالات دوجمله‌ای	۳-۳-۳
۱۶۰	امید ریاضی و واریانس توزیع دوجمله‌ای	۴-۳-۳
۱۶۱	محاسبهٔ احتمال تجمعی و جدول احتمال دوجمله‌ای	۵-۳-۳
۱۶۵	توزیع دوجمله‌ای و نمونه‌برداری	۶-۳-۳
۱۶۶	توزیع پواسون	۴-۳
۱۶۷	فرآیند پواسون	۱-۴-۳
۱۶۸	محاسبهٔ احتمالات پواسون	۲-۴-۳
۱۷۰	مقدار پارامترها و احتمالات پواسون	۳-۴-۳
۱۷۱	اهمیت مفروضات پواسون	۴-۴-۳
۱۷۲	تابع توزیع پواسون و جدول احتمالات آن	۵-۴-۳
۱۷۳	امید ریاضی و پراکنش	۶-۴-۳

۱۷۴	تقریب توزیع دوجمله‌ای به وسیله توزیع پواسون	۷-۴-۳
۱۷۵	توزیع فوق هندسی	۵-۳
۱۷۷	محاسبه احتمالات فوق هندسی	۱-۵-۳
۱۸۲	امید ریاضی و واریانس	۲-۵-۳
۱۸۳	تقریب توزیع فوق هندسی به وسیله توزیع دوجمله‌ای	۳-۵-۳
۱۸۴	توزیع‌های هندسی و دوجمله‌ای منفی	۶-۳
۱۸۵	توزیع هندسی	۱-۶-۳
۱۸۸	توزیع دوجمله‌ای منفی	۲-۶-۳
۱۹۳	مسائل	

۲۱۱	توزیع‌های احتمال پیوسته	فصل چهارم
۲۱۲	مفاهیم اساسی متغیرهای تصادفی پیوسته	۱-۴
۲۱۲	تابع چگالی احتمال	۱-۱-۴
۲۱۴	امید ریاضی و واریانس	۲-۱-۴
۲۱۶	قضیه چیشف	۳-۱-۴
۲۱۷	توزیع نرمال	۲-۴
۲۱۸	توزیع نرمال و منحنی فراوانی جامعه	۱-۲-۴
۲۲۰	متغیر تصادفی با توزیع نرمال	۲-۲-۴
۲۲۲	توزیع نرمال استاندارد (SND)	۳-۲-۴
۲۲۴	محاسبه احتمالات متغیر تصادفی نرمال در حالت کلی	۴-۲-۴
۲۲۷	امید ریاضی، واریانس و صدک‌ها	۵-۲-۴
۲۲۸	محدودیت‌های کاربردی توزیع نرمال	۶-۲-۴
۲۲۸	توزیع نرمال و نمونه‌برداری	۷-۲-۴
۲۲۹	تقریب توزیع‌های دوجمله‌ای و فوق هندسی به وسیله نرمال	۳-۴
۲۳۰	تقریب نرمال	۱-۳-۴
۲۳۵	کیفیت تقریب	۲-۳-۴

۲۳۷	تقریب برای توزیع فوق هندسی	۳-۳-۴
۲۳۷	توزیع نمایی	۴-۴
۲۳۸	احتمالات در توزیع نمایی	۱-۴-۴
۲۴۱	امید ریاضی، واریانس و صدک‌ها در توزیع نمایی	۲-۴-۴
۲۴۲	کاربردهای توزیع نمایی	۳-۴-۴
۲۴۴	توزیع یکنواخت	۵-۴
۲۴۵	احتمالات در توزیع یکنواخت	۱-۵-۴
۲۴۶	امید ریاضی و واریانس در توزیع یکنواخت	۲-۵-۴
۲۴۸	توزیع گاما	۶-۴
۲۴۸	تابع گاما	۱-۶-۴
۲۴۹	تابع چگالی احتمال گاما	۲-۶-۴
۲۴۹	ارتباط توزیع گاما و فرآیند پواسون	۳-۶-۴
۲۵۰	توزیع لوگ نرمال	۷-۴
۲۵۲	توزیع‌های پیوسته دیگر	۸-۴
۲۵۳	توزیع‌هایی با کاربرد خاص: ویبال	۱-۸-۴
۲۵۳	توزیع‌های نمونه‌ای	۲-۸-۴
۲۵۴	مسائل	
۲۶۹	فصل پنجم توزیع‌های احتمال توأم و مفاهیم امید ریاضی	
۲۶۹	خاصیت‌های امید ریاضی و واریانس	۱-۵
۲۷۱	کاربرد خاصیت امید ریاضی در نسبت موفقیت‌ها	۱-۱-۵
۲۷۲	توزیع‌های احتمال توأم	۲-۵
۲۷۳	توزیع احتمال دو متغیره	۱-۲-۵
۲۷۵	توزیع نرمال دو متغیره	۲-۲-۵
۲۷۸	توزیع‌های احتمال حاشیه‌ای	۳-۲-۵
۲۷۹	توزیع‌های احتمال شرطی، قانون ضرب، استقلال و کوواریانس	۳-۵

۲۸۰	توزیع‌های احتمال شرطی	۱-۳-۵
۲۸۳	یافتن توزیع‌های احتمال توأم به کمک قانون ضرب	۲-۳-۵
۲۸۵	متغیرهای تصادفی مستقل	۳-۳-۵
۲۸۷	امید ریاضی و کوواریانس	۴-۳-۵
۲۸۹	ضریب همبستگی	۵-۳-۵
۲۹۱	مجموع و میانگین متغیرهای تصادفی	۴-۵
۲۹۱	امید ریاضی مجموع متغیرهای تصادفی	۱-۴-۵
۲۹۲	واریانس مجموع متغیرهای تصادفی	۲-۴-۵
۲۹۳	میانگین متغیرهای تصادفی مستقل	۳-۴-۵
۲۹۴	توزیع‌های احتمال رایج برای میانگین و مجموع متغیرهای تصادفی مستقل	۴-۴-۵
۲۹۷	اهمیت نتایج در کاربردهای نمونه‌برداری	۵-۴-۵
۲۹۷	مسائل	
۳۰۹	تحلیل آماری I: مفاهیم پایه	بخش دوم
۳۱۱	توزیع‌های آماره نمونه‌ها	فصل ششم
۳۱۳	توزیع میانگین‌ها $\bar{X}$ ، در نمونه‌برداری	۱-۶
۳۱۴	امید ریاضی و واریانس	۱-۱-۶
۳۱۵	خطای استاندارد $\bar{X}$	۲-۱-۶
۳۱۷	تأیید ریاضی نتایج	۳-۱-۶
۳۱۸	توزیع $\bar{X}$ وقتی که جامعه نرمال است	۲-۶
۳۱۸	توزیع نرمال برای $\bar{X}$	۱-۲-۶
۳۲۰	نقش خطای استاندارد	۲-۲-۶
۳۲۳	توزیع $\bar{X}$ برای هر جامعه به طور اعم	۳-۶
۳۲۳	قضیه حد مرکزی	۱-۳-۶
۳۲۶	محاسبه احتمالات در توزیع $\bar{X}$	۲-۳-۶

۳۲۷	یافتن احتمالات، وقتی که σ معلوم است	۳-۳-۶
۳۲۹	نمونه برداری از جامعه های کوچک	۴-۳-۶
۳۳۰	توزیع تی استیودنت	۴-۶
۳۳۰	آماره تی استیودنت	۱-۴-۶
۳۳۳	منحنی های تی استیودنت و نرمال	۲-۴-۶
۳۳۵	توزیع نسبت در نمونه برداری ها	۵-۶
۳۳۶	تعیین احتمالات $\hat{P}$ با استفاده از تقریب نرمال	۱-۵-۶
۳۳۹	نمونه برداری از جامعه های کوچک	۲-۵-۶
۳۳۹	توزیع واریانس در نمونه برداری ها: توزیع های چی-اسکوئر و F	۶-۶
۳۴۰	توزیع چی-اسکوئر	۱-۶-۶
۳۴۳	احتمالات مربوط به واریانس نمونه	۲-۶-۶
۳۴۴	مفروضات توزیع چی-اسکوئر	۳-۶-۶
۳۴۵	امید ریاضی، واریانس و تقریب نرمال	۴-۶-۶
۳۴۶	توزیع F	۵-۶-۶
۳۴۸	مسائل	

۳۶۱	فصل هفتم	برآورد آماری
۳۶۳	۱-۷	برآوردگر و برآورد
۳۶۳	۱-۱-۷	فرآیند برآورد
۳۶۶	۲-۱-۷	منطق نظری برای انتخاب یک برآوردگر
۳۷۰	۳-۱-۷	ملاک هایی برای آماره هایی که به عنوان برآوردگر به کار می روند
۳۷۳	۴-۱-۷	برآوردگرهای متداول
۳۷۳	۲-۷	برآورد بازه ای برای میانگین
۳۷۵	۱-۲-۷	اطمینان و معنی برآورد بازه ای
۳۷۷	۲-۲-۷	بازه اطمینان برای میانگین وقتی که σ معلوم است
۳۷۹	۳-۲-۷	بازه اطمینان برای میانگین وقتی که σ نامعلوم است

۳۸۳	بازه اطمینان برای جامعه کوچک	۴-۲-۷
۳۸۴	برآورد بازه‌ای برای نسبت	۳-۷
۳۸۴	برآوردها در نمونه‌برداری از جامعه‌های بزرگ	۱-۳-۷
۳۸۵	برآورد بازه‌ای برای نسبت با استفاده از احتمالات دقیق	۲-۳-۷
	دوجمله‌ای	
۳۸۷	برآورد بازه‌ای برای نسبت در جامعه کوچک	۳-۳-۷
۳۸۸	برآورد بازه‌ای برای واریانس	۴-۷
۳۸۸	برآورد واریانس جامعه با استفاده از توزیع چی - اسکوتر	۱-۴-۷
۳۸۹	برآورد واریانس جامعه با استفاده از تقریب نرمال	۲-۴-۷
۳۹۰	تعیین بزرگی نمونه مورد نیاز	۵-۷
۳۹۰	بزرگی نمونه لازم جهت برآورد میانگین	۱-۵-۷
۳۹۲	عوامل مؤثر بر بزرگی نمونه	۲-۵-۷
۳۹۳	برآوردی تقریبی برای σ	۳-۵-۷
۳۹۵	بزرگی نمونه مورد نیاز برای برآورد نسبت	۴-۵-۷
۳۹۶	مسائل	

۴۱۱	آزمون فرضیه	فصل هشتم
۴۱۲	مفاهیم پایه‌ای آزمون فرضیه	۱-۸
۴۱۳	ساختار یک آزمون فرضیه	۱-۱-۸
۴۱۶	یافتن احتمال خطاها	۲-۱-۸
۴۲۰	تعیین یک قاعده تصمیم‌گیری مناسب	۳-۱-۸
۴۲۲	تأثیر بزرگی نمونه	۴-۱-۸
۴۲۳	تصمیم‌گیری	۵-۱-۸
۴۲۴	فرموله کردن فرضیه‌ها	۶-۱-۸
۴۲۶	آزمون میانگین	۲-۸
۴۲۶	مراحل آزمون فرضیه	۱-۲-۸

۴۳۰	آزمون‌های بالا دنباله‌ای	۲-۲-۸
۴۳۴	آزمون‌های پایین دنباله‌ای	۳-۲-۸
۴۳۸	آزمون‌های دو دنباله‌ای	۴-۲-۸
۴۴۴	خلاصهٔ آزمون میانگین	۵-۲-۸
۴۴۶	آزمون نسبت	۳-۸
۴۴۶	آزمون نسبت با استفاده از تقریب نرمال	۱-۳-۸
۴۴۸	آزمون پایین دنباله‌ای	۲-۳-۸
۴۵۰	آزمون بالا دنباله‌ای	۳-۳-۸
۴۵۲	روشی دیگر برای آزمون نسبت	۴-۳-۸
۴۵۳	آزمون با احتمالات دوجمله‌ای	۵-۳-۸
۴۵۵	آزمون واریانس	۴-۸
۴۵۶	آزمون با آمارهٔ چي-اسکوئر	۱-۴-۸
۴۵۹	آزمون با تقریب نرمال	۲-۴-۸
۴۶۰	انتخاب روش آزمون	۵-۸
۴۶۰	برخی از نکات مهم	۱-۵-۸
۴۶۲	منحنی مشخصهٔ عملکرد	۲-۵-۸
۴۶۶	بزرگی نمونه لازم جهت آزمون میانگین	۳-۵-۸
۴۶۷	محدودیت‌های آزمون فرضیه	۴-۵-۸
۴۶۸	مسائل	
۴۸۵	ضمیمه	
۴۸۵	پاسخ به برخی مسائل	
۴۹۹	جدول‌های آماری	
۵۱۷	نمایه	

سخن مؤلف

بیشتر دانشجویان رشته‌های مهندسی از بهره‌هوشی بالایی برخوردارند. اما تجربه‌ی من در تدریس آمار و احتمال نشان داده است که ناکامی‌ها و دلواپسی‌های این دانشجویان در آمار و احتمال، معمولاً به علت عدم تسلط آنان بر ریاضی مربوط است.

هدف من از تألیف این کتاب، ایجاد بستری مناسب و راحت‌تر برای درک مفهومی آمار و احتمال توسط دانشجویان مهندسی است. این کتاب به آنان کمک خواهد کرد تا به چگونگی و نحوه‌ی ارتباط موضوعات آمار و احتمال با خواسته‌ها و نیازهایشان بهتر پی ببرند. به عنوان اولین گام در ارائه‌ی پرمعنی و جذاب‌تری از آمار و احتمال، سعی شده است که متن کتاب به طور ساده‌ای با موضوعات و دیدگاه‌های مهندسی بیان شود.

این موضوع موجب شده که کتاب حاضر نسبت به سایر کتاب‌های این زمینه متمایز باشد. همه مثال‌ها و مسائل ارائه شده، با نیازهای تخصصی جامعه‌ی مهندسی در ارتباط است و داده‌های مورد استفاده در مثال‌ها، حقیقی می‌باشند بنابراین، حاصل آن، کتابی خواهد بود که در میان کتاب‌های موجود در زمینه آمار، کاربردی‌تر است. زمینه‌سازی، بینش صحیح، ساده‌نویسی و حذف اثبات‌ها (به جز مواردی که به نظر ثمربخش می‌رسد) از دیدگاه‌های مطلوب این کتاب می‌باشد. و با آن‌که تأکید بر کاربردهای مهندسی است اما، ساختار زیربنایی مفاهیم آماری به طور کامل تشریح شده و موضوعات مشکل، مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. سعی بر انجام این عمل به گونه‌ای بوده است که با تکیه بیشتر بر دیدگاه مهندسی و شهودگرایی، از فرمول‌های ریاضی کمتری استفاده شود که موجبات تشویق و علاقه بیشتری برای دانشجویان مهندسی فراهم گردد.

ویرایش دوم، کتاب را در چند جهت بهبود بخشیده است. بیشتر مثال‌ها همراه با گزارش رایانه‌ای از نرم‌افزارهای SAS و SPSS توأم شده است. همچنین نمایش بسیاری از نمودارها نیز نتیجه گزارش رایانه می‌باشد. جنبه دیگری که در این ویرایش مورد ملاحظه

قرار گرفته است، گسترش مفاهیم اساسی می‌باشد، مثلاً، روش بیشینه درستنمایی^۱ و روش گشتاوری^۲ مورد بررسی بیشتر و بهتری واقع شده‌اند.

تحلیل واریانس، اکنون در فصل جدید گنجانده شده به طوری که، در آن با به کارگیری استنباط مجموعه‌ای بن‌فرونی^۳، تاکی^۴ و شفلی^۵ دیدگاه کلی‌تر و تأکید بیشتری بر تحلیل مقایسه‌ای صورت گرفته است. آزمون کروسکال-والیس^۶ نیز اکنون به عنوان روش دیگری در کنار آزمون F مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. نوع دومی از روش غیر پارامتری به نام آزمون کلموگروف-اسمیرنف^۷ برای آزمون نیکوئی برآزش ارائه شده است. در فصول مربوط به رگرسیون نیز بخش‌های جدیدی راجع به تأیید و ارزیابی مدل به کمک نتایج نمونه‌ای ارائه شده است.

در این ویرایش، از نمایش‌های تصویری ساده‌تر و مفهومی‌تر استفاده شده است. فصول احتمال با نمایش اجزاء کلیدی استنباط آماری، فهم و درک بهتری را از نمونه برداری مجسم خواهد کرد. منحنی‌های t و z از هم قابل تمییز هستند (هنگامی که از تقریب‌ها استفاده می‌شود. مانند تقریب نرمال برای دوجمله‌ای). در این ویرایش استفاده مستقیم از دوجمله‌ای در برآورد و آزمون فرضیه تعمیم داده شده است. همچنین، در فصل آزمون فرضیه، انتخاب یک روش مناسب آسان‌تر شده است. در این ویرایش، بیش از ۶۵۰ مسئله وجود دارد که اکثر آن‌ها از چند بخش تشکیل شده‌اند و غالب مسائل

۱-Maximum Likelihood

۲-Method of Moment

۳-Bonferroni Collective Inference

۴-Tukey Collective Inference

۵-Sheffe' Collective Inference

۶-Kruskal-Wallis Test

۷-Kolmogorov-Smirnov Test

جدید از گزارش‌های رایانه‌ای استفاده می‌کنند که بر مبنای داده‌های حقیقی می‌باشند و مسائلی که به‌صورت دستی حل می‌شوند دارای راه حل کوتاه و بحث طولانی هستند. در پایان هر فصل، علاوه بر مسائل عادی فصل، مسائل تکمیلی نیز گنجانده شده که دانشجو با حل کردن آن‌ها می‌تواند به دانستی‌های خود بیفزاید.

این کتاب در ۳ بخش کلی تألیف شده است. در بخش اول پایه‌ریزی انجام می‌شود، فصل اول آمار توصیفی، فصل دوم مفاهیم پایه‌ای و احتمال و در فصول سوم و چهارم توزیع‌های احتمال معرفی می‌شوند که برای مثال، کاربرد مهمی در کنترل کیفیت و قابلیت اطمینان دارند. همچنین، در فصل پنجم نیز مفاهیم اساسی تحلیل چند متغیره با توصیف توزیع نرمال دو متغیره ارائه می‌شود.

در بخش دوم، به‌منظور تکمیل مباحث فصول قبل، در فصل ششم توزیع‌های نمونه‌ای، در فصل هفتم برآورد آماری، در فصل هشتم آزمون فرضیه، در فصل نهم رگرسیون و همبستگی ارائه خواهند شد. در بخش سوم، ارزیابی‌های چند متغیره مورد بحث قرار می‌گیرند. این موضوعات، به خاطر ارتباطشان با مهندسی انتخاب شده‌اند که عبارتند از: رگرسیون چندگانه (شامل برازش چندجمله‌ای و استفاده از متغیرهای نشانگر)، تحلیل واریانس و طرح آزمایشی، آزمون استقلال و نیکوئی برازش. تدریس این موضوعات به اختیار استاد است که شاید بتوان در یک ترم تحصیلی و یا حداکثر در دو ترم تحصیلی همه مطالب و فصول معرفی شده را تدریس کرد. در پایان از افرادی که مرا در تألیف این کتاب یاری کرده‌اند تشکر می‌کنم نظرات و پیشنهادات افرادی که اسامی آن‌ها در زیر آمده است نقش مهمی در ارائه‌ی این کتاب داشته است.

William Astle, Colorado School of Mines; Douglas Bates, University of Wisconsin, Madison; Francis J. Conlan, Santa Clara University; Louis J. Cote, Purdue University; Richard D. Deveau, Princeton University; Anant P. Godbole, Michigan Technological University; John E. Hewett, University of Missouri, Columbia; Barry Kurt Moser, Oklahoma State University; Larry J. Ringer, Texas A&M University; Jose Sepulveda, University of Central Florida; Dileep R. Sule, Louisiana Tech University; Shire-Shien Yang, Kansas State University, and Farroll Tim Wright, University of Missouri, Rolla

بخصوص از Janet Anaya از دانشگاه San Jose که به دقت راه حل ها و متن را به لحاظ محاسباتی و ریاضی مورد بررسی قرار داده است. همچنین، از دانشجویانم متشکرم که مرا در رفع نواقص این کتاب یاری کردند.

Lawrence L. Lapin

سخن مترجم

کتابی که اکنون پیش‌رو دارید محصول زحمات بی‌وقفه و طولانی مدت این حقیر می‌باشد. خداوند را شاکرم که این قدرت را به من داده تا این اثر را ارائه کنم. تمامی مطالب را با دقت و تأمل بارها مورد بازبینی قرار داده‌ام تا از اشکالات کاسته و محتوی آن برای یک دانشجوی مهندسی که با دیدگاه شهودی و نه محض به پدیده‌ها می‌نگرد شیرین و ملموس باشد. علتی که مرا برآن داشت تا نسخه اصلی این کتاب را به زبان فارسی برگردانم صرفاً انجام یک کار پژوهشی و رفع بخشی از مشکلات دانشجویان مهندسی بوده است و لاغیر. متأسفانه، بیگانه بودن زبان کتاب، خود یک عامل کناره‌گیری بیشتر دانشجویان از فرآیند مطالعه و یادگیری می‌باشد. بخصوص، وقتی که موضوع موردنظر غیر تخصصی باشد. اکنون مناسب آن است که یک دانشجوی مهندسی برای مطالعه درس آمار و احتمال مهندسی از منبعی سود ببرد که به زبان مادری با او به صحبت بنشیند. در این جا نقش مترجم و ویراستار متعهد کاملاً مشهود خواهد بود. تمامی تلاش‌ها برآن بوده تا پیام متن اصلی به‌طور جامع و مانع به‌نظر مخاطب افکنده شود.

بنابراین، وظیفه خود می‌دانم از جناب آقای دکتر محسن رضائیان سرپرست گروه مکانیک جامدات دانشگاه صنعتی امیرکبیر که ویراستاری این کتاب را تقبل فرموده‌اند کمال تشکر و قدردانی را به‌عمل آورم. سعی شده است در ارائه‌ی موضوعاتی که با غنای فرهنگی ما تا حدی تضاد دارد دقت به‌عمل آید به نحوی که، حق مؤلف نیز محفوظ بماند.

مدرسین محترم می‌توانند به سلیقه خویش آن‌ها را حذف و یا از منظر دیگری به موضوع مربوطه بپردازند. از جهت ارزندگی و غنای مطالب کتاب هر آنچه که لازم بود مؤلف این اثر خویشتن به آن‌ها اشاره داشته است و من سخن از این جهت کوتاه می‌کنم. از برادر عزیزم مهندس عبدالحسین تیموری که با دقت، تمامی نگاره‌های کتاب را

با نرم افزار CAD منطبق با نسخه اصلی به تصویر کشیده اند کمال تشکر را دارم. همچنین، از همه دوستانی که با نظرات سازنده و مفید خویش در ارائه ی هر چه بهتر این اثر مرا یاری داده اند به ترتیب زیر تشکر می کنم.

مهدی کلاتری	کارشناس ارشد آمار ریاضی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
مهدی ابراهیمی	دانشجوی دکتری علوم کامپیوتر،

Oakland University of Michigan

دکتر جهان شاه کبودیان دانشکده کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
سید علی کاظمی پور مدیر محترم گروه ریاضی، آمار و کامپیوتر دانشگاه آزاد علی آباد

کتول

مهدی تاتاری	دانشجوی دکتری ریاضی کاربردی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
امیر تسبیحی	کارشناس ارشد عمران (محیط زیست)، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر حمید باصری	دکتری مکاترونیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
رضا ورشوی	کارشناس ارشد عمران (سازه)، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
یحیی نصیرا	دانشجوی دکتری عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
محمدحسین دانشیار	کارشناس ارشد مهندسی هسته ای، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
ابراهیم نصرآبادی	دانشجوی دکتری ریاضی کاربردی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر حامد حسینی	عضو هیئت علمی گروه مکانیک، دانشگاه آزاد علی آباد کتول
دل آرام شیخ	عضو هیئت علمی گروه هنر، دانشگاه آزاد علی آباد کتول
محدثه الماسی	دانشجوی کارشناسی ریاضی، دانشگاه آزاد علی آباد کتول

در پایان از انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر که در تمامی مراحل مرا یاری داده اند نیز تشکر و سپاسگزاری دارم. از آنجایی این اثر تهی از ایراد و کامل نیست لذا، خواهش دارم که خوانندگان مرا با ارائه ی عیوب آن و پیشنهادهای خویش خوشحال سازند.

مهدی تیموری یانسری

بخش اول

مفاهیم پایه‌ای احتمال و آمار

مقدمه

امروزه به سختی می‌توان کسی را یافت که در فعالیتهای روزمره با آمار مواجه نشده باشد. با این حال، بیشتر افراد وقتی که کلمه آمار را می‌شنوند در ذهن خود انبوهی از اعداد را تصور می‌کنند. در آمار مدرن سعی بر این است که راجع به بخش خاصی از مشاهده‌ها، استنباط و تفسیری انجام شود، تا دیگر با شک و تردید در مورد آن‌ها و خصوصیات‌شان قضاوت نشود.

امروزه، مهندسین بار سنگینی از مسئولیت‌ها را در میان سایر شاغلین بر عهده دارند. زیرا باید خدمات را سالم و قابل اطمینان ارائه دهند. در هیچ شغلی، هزینه‌های خرابی و شکست، بیشتر از حرفه مهندسی نیست، به همین علت، استفاده از آمار به‌منظور پیش‌گیری و یا احتراز از پی‌آمدهای خرابی‌ها بسیار مهم است. مثلاً، برای احتراز از بروز خرابی در طرح‌های بزرگی چون سد یا نیروگاه هسته‌ای، روش‌های ارزیابی آماری مبسوطی در تمام مراحل طراحی و راه‌اندازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌کمک آمار، احتمال وقوع حوادثی چون خرابی یک نیروگاه هسته‌ای، وقوع زلزله، خرابی ناشی از امواج جزر و مد دریا و تصادفات هواپیمایی قابل ارزیابی می‌باشند.

تحلیل‌های آماری، در هر رشته مهندسی کاربرد دارند. مثلاً، یک مهندس مکانیک برای انتخاب موادی با استحکام کافی در مقابل نیروهای پیش‌بینی شده، از آمار استفاده

می‌کند. یک مهندس برق برای تعیین قابلیت اطمینان قسمت‌های مختلف یک سیستم به آمار نیاز دارد. همچنین، یک مهندس عمران باید سقفی طراحی کند که در مقابل وزن ناشی از شدیدترین بارش برف، مقاومت کند و برای این منظور همه به آمار و تحلیل-های مربوطه نیاز دارند. بنابراین، کاربردهای آمار بسیار گسترده است.

۱-۱ مفهوم و نقش آمار

آمار مدرن مفهوم خاصی دارد. لغت آمار، مفهوم وسیعی را در برداشته که یکی از آن‌ها به معنای توده‌ای از داده‌هاست. اما، تأکید این کتاب از آمار، استفاده مشاهده‌های عددی برای تصمیم‌گیری می‌باشد. هنگامی که تصمیم‌گیری‌ها با عدم قطعیت و عدم اطمینان روبرو شود، روش‌های آماری این امکان را فراهم می‌سازد که مشاهده‌های عددی را به تصمیم تبدیل کند. بنابراین، استفاده از آمار بسیار مفید و به‌کارگیری ابزارهای آماری مستلزم یادگیری مبانی و مفاهیمی است که این ابزار بر اساس آن‌ها بنا شده است.

۱-۱-۱ تعریف آمار

به‌طور تقریبی، از دیدگاه غیر مهندسی، آمار عبارتست از هر مجموعه‌ای از داده‌ها. در عمل نیز، هنگام استفاده عمومی، آمار یعنی مجموعه‌ای از اعداد. برای مثال، خلاصه‌ای از نتایج عددی بازی بیسبال یا در آمار حیاتی، اطلاعاتی راجع به تعداد گلبول‌های قرمز یا سفید موجود در مقدار خاصی از خون اطلاعات آماری می‌باشند. اما، درحوزه مطالعات علمی و تحقیقی، این لغت معنای متفاوت و دقیق‌تری دارد.

آمار مدرن به‌عنوان یک حوزه مطالعاتی، مجموعه بزرگی از روش‌ها و قضایایی را شامل می‌شود که به‌منظور کمک در تصمیم‌گیری یا ارائه‌ی اطلاعات صحیح، بر اساس مشاهده‌های عددی به‌کار گرفته می‌شود. بنابراین، از دیدگاه آمار مدرن، امواج مخابراتی ثبت شده توسط فضاییما و یا تعداد اتومبیل‌هایی که در زمان مشخصی، از یک خیابان خاص عبور می‌کنند، داده‌های آماری نیستند مگر آن‌که از این اطلاعات به نوعی در تصمیم‌گیری استفاده شود. علاوه بر این که کدام داده‌ها، داده‌های آماری هستند و باید انتخاب (عامل اول) شوند، عامل دیگری به‌نام عدم قطعیت^۱ وجود دارد. فرض شود که

^۱ - Uncertainty

فهرستی از وزن مربوط به اشیاء معینی (همگی یک نوع) در اختیار است. می توان بدون هیچ دلیلی، سنگین ترین را انتخاب کرد. ولی در صورتی می توان گفت در این مثال تشخیص آماری صورت گرفته است که از مشاهددهای عددی به طریقی در رفع عدم قطعیت های مربوط به انتخاب کمک گرفته شود.

بنابراین، در تعریف آمار باید گفت، آمار یعنی تحلیل داده های عددی به منظور دست یابی به یک تشخیص و یا تصمیم صحیح و یا دست یابی به نتایجی به منظور کم کردن عدم قطعیت.

۱-۱-۲ نقش آمار مدرن

تعریف ارائه شده فوق از آمار، مخصوصاً، برای مهندسان مناسب می باشد، به نحوی که علی رغم عدم قطعیت های دنیای پیرامون می توانند تصمیم های صحیحی را جاری کنند. بسیاری از مهندسان، در مقام یک برآوردگر، ایفای نقش می کنند. آن ها برای برآورد هزینه هایی که شرکت آن ها باید برای پروژه ها (مناقصه ها) پردازد تخصص دارند و فروشندگان مناسبی را برای خریداری مواد و لوازم مورد نیاز پروژه ها در نظر می گیرند و غیره. در این جا، انتخاب های اشتباه می تواند منجر به ارائه ی پیشنهاد های نامناسب و سرانجام زیان شرکت به طرق مختلف شود زیرا از یک طرف به علت پیشنهاد و قیمت زیاد ممکن است مناقصه را از دست بدهد و از طرفی دیگر می تواند منجر به پیشنهاد قیمت کم و متضرر شدن شرکت به جهت پذیرفتن یک پروژه با هزینه بیشتر شود. اینجاست که برخی از جنبه های آمار می تواند نقش مهمی در تصمیم گیری های نهایی ایفا کند.

مهندسی، حرفه ای است که نیاز به تحقیق مستمر برای روشن بینی آینده دارد. ارزیابی طرح های جدید، تهیه مواد، مقایسه مفاهیم و روش ها از مهمترین فعالیت های مهندسی می باشد. در چنین ارزیابی هایی، آمار می تواند به عنوان ابزار بسیار کارآمدی ایفای نقش کند. زیرا می تواند مبنای علمی و منطقی را برای انتخاب ها ارائه دهد. دانشمندان و مهندسان با توجه به روش های آماری متداول، می توانند یافته های خویش را به نحو کامل تری به یکدیگر منتقل و پلی برای ارتباط برقرار کنند. با توجه به نتایج آماری، شاید گروهی بتواند گروه دیگر را از ادامه دادن راهی که بی نتیجه است منصرف سازد.

۱-۳-۱ آمار توصیفی و استنباطی

سهیم کردن متخصصین و استفاده از آن‌ها به منظور تصمیم‌گیری در امور روزانه، از جمله تحولاتی است که در سال‌های اخیر شروع شده است. تا چند سال قبل، تصور و انتظار عموم از آمار فقط در حد ارائه‌ی خلاصه‌ای از مشاهده‌های عددی بوده است. در آمار مدرن، به این حیطة و محدوده از علم آمار، **آمار توصیفی**^۱ می‌گویند. ارائه خلاصه-های آماری و نمودارها، از جمله وظایف آمار توصیفی است که هنوز هم در ارزیابی‌های آماری ارائه می‌شود. اما هدف اصلی آمار، ارائه اطلاعاتی درباره‌ی کل (جامعه)، به کمک اطلاعات به دست آمده به وسیله‌ی قسمتی (نمونه) از کل می‌باشد. به چنین ارزیابی‌هایی استنباط گفته می‌شود. در آمار مدرن به این بخش از علم آمار، **آمار استنباطی**^۲ می‌گویند.

با آن‌که هدف اصلی آمار انجام استنباط راجع به جامعه است، اما هر دو شکل از آمار، در تعریف آمار صدق می‌کنند. بیشتر مطالب این فصل به آمار توصیفی اختصاص دارد به طوری‌که، این مطالب نقش آجر و ملات را برای روش‌های پیچیده و وزین‌تری که در فصل‌های بعدی این کتاب ارائه خواهند شد، ایفا می‌کنند. اگرچه تفاوت یا انحراف نمونه‌ها نسبت به کل (جامعه) می‌تواند قابل ملاحظه باشد، اما آمار استنباطی تا حد زیادی راجع به کیفیت اطلاعات ارائه شده توسط نمونه درباره‌ی جامعه تأکید دارد. هیچ نمونه‌ای (چند مشاهده) نمی‌تواند تضمین کند که همه‌ی اطلاعات موجود در جامعه را در خود جای داده است، اما هنر آمار آن است که خطای نمونه‌ها را در یک محدوده قابل قبولی کنترل کند. پس، بهترین حرکت، انتخاب روش‌هایی برای نمونه‌برداری است که خطای کمتری دربر داشته باشد.

روش علمی نمونه‌برداری، **نمونه‌برداری تصادفی**^۳ است. نمونه‌هایی که با چنین روش‌هایی به دست می‌آیند، می‌توانند با استفاده از روش‌ها و مفاهیم احتمال برای ارزیابی جامعه مورد استفاده قرار بگیرند. در واقع احتمال و فراوانی وقوع، مبانی مناسب برای آمار مدرن فراهم آورده است.

۱- Descriptive Statistics

۲- Inferential Statistics

۳- Randomized Sampling

پس، فصول ۲ تا ۵ از این کتاب به تئوری احتمال و کاربردهای آن اختصاص دارد.

۱-۱-۴ آمار استنتاجی و استقرایی

دو مفهوم بنیادی و متفاوت در آمار مدرن، آمار استنتاجی و استقرایی هستند. به کمک مفهوم استنتاج منطقی، می‌توان خواص چند حالت ویژه را به حالت کلی نسبت داد. مثلاً، اگر بدانیم که ۴٪ همه دانشجویان خوابگاه در رشته برق تحصیل می‌کنند، آن‌گاه می‌توان گفت، احتمال آن‌که یک دانشجو که به‌طور تصادفی از دانشجویان خوابگاه انتخاب شده، دانشجوی برق باشد ۰/۰۴ است. این کاربرد از مفاهیم احتمال که به کمک آن می‌توان ویژگی‌های جامعه را به ویژگی‌های هر نمونه‌ای تعمیم داد، **آمار استنتاجی**^۱ می‌گویند.

آمار استنتاجی با فرآیند نمونه‌برداری شروع می‌شود. بنابراین، چند فصل ابتدایی از این کتاب بر این بخش از علم آمار متمرکز شده است. اما، آیا فقط با درک کاملی از این‌که چگونه نمونه‌ها از یک جامعه (با مشخصه‌های معلوم) تولید می‌شوند می‌توان با اطمینان راجع به حالت عکس آن بحث کرد؟ این حالت دوم را که نوعاً در ارزیابی‌های آماری با آن مواجه‌ایم، استقرا یا کلی‌سازی اطلاعاتی که از نمونه به‌دست آورده‌ایم می‌نامند و به آن **آمار استقرایی**^۲ می‌گویند و شامل تصمیم‌گیری دربارهٔ جامعه مجهول به کمک نمونه معلوم می‌باشد. در قسمت قبل، چنین کلی‌سازی‌ها تحت عنوان استنباط معرفی شدند لذا، اصطلاحات **آمار استقرایی و آمار استنباطی** را می‌توان به یک مفهوم به‌کار برد. هدف اصلی آمار مدرن، توسعه و آسان ساختن آمار استقرایی می‌باشد.

۱-۱-۵ خطای آماری

آمار از دو عنصر هنر و علم تشکیل شده است. هنر است، زیرا کاربرد مؤثر آن تا اندازه زیادی به تصمیم‌گیری و تجربه در انتخاب بهترین روش‌های یک ارزیابی خاص بستگی دارد و لذا، انتخاب هر روش از اهمیت برخوردار است. اما آن چیزی که آمار را فرا گرفته و بر آن مسلط است، روش علمی می‌باشد. همان‌گونه که خواهید دید، آمار مدرن

۱- Deductive Statistics

۲- Inductive Statistics

بر مفهوم نمونه‌برداری متمرکز می‌باشد. عدم قطعیت موجود در فرآیند نمونه‌برداری، خود مؤید این تمرکز است.

در بسیاری از کاربردها، می‌توان خطای نمونه‌برداری را اندازه‌گیری کرد. همان‌طور که خواهید دید، این موضوع در فرآیند انتخاب تصادفی انجام می‌شود. علاوه بر این که تعداد مشاهده‌ها در نمونه‌برداری علمی باید به اندازه کافی زیاد باشد تا شانس خطای نمونه‌برداری در سطح خاصی کنترل شود، عوامل دیگری نیز مطرح می‌باشند که این موضوع در فصل‌های آینده بحث خواهد شد.

۲-۱ توصیف داده‌های آماری

امروزه، همه با نمودارها و خلاصه‌هایی نظیر نمودارهای دایره‌ای^۱، صدک‌ها^۲ و میانگین-ها^۳ برای هر کمیت قابل تصویری آشنا هستند. موارد ذکر شده، همگی شاخص‌هایی از آمار توصیفی هستند که در تحقیق‌های آماری، داده‌ها را سازماندهی کرده و یک چار-چوب اساسی برای توصیف و خلاصه کردن نتایج فراهم می‌آورند.

۱-۲-۱ جامعه و نمونه

عضو آماری بنیادی، مشاهده^۴ یا داده^۵ تکین^۶ نام دارد. اغلب، داده‌های مشاهده شده مقادیر عددی، نظیر جرم، وزن، طول و حجم هستند و یا می‌توان مشاهده‌ها را به دو دسته «سالم» یا «ناسالم» رده‌بندی کرد. دو توده^۷ اساسی از مشاهده‌ها وجود دارند که توده اصلی از مشاهده‌ها در تعریف زیر ارائه می‌شود.

تعریف: مجموعه همه مشاهده‌های ممکنه از یک صفت مورد مطالعه خاص را جامعه آماری^۸ می‌نامند. بنابه این تعریف، جامعه به نوع مشاهده‌ها محدود می‌شود. اشیاء، افراد

۱-Pie Chart

۲-Percentiles

۳-Means

۴- Observation

۵-Single Data Point

۶-Statistical Population

یا چیزهایی که مشاهده می‌شوند را **واحدهای بنیادی**^۱ در تولید جامعه می‌نامند و با دسته‌بندی کردن واحدهای بنیادی می‌توان جامعه‌های زیادی را تولید کرد. مثلاً، دانشجویان یک دانشگاه را در نظر بگیرید. این افراد می‌توانند به‌عنوان واحدهای بنیادی در تشکیل جامعه‌های معدل، رتبه و ورودی، جنسیت، رشته تحصیلی، قد، وزن و از این قبیل در نظر گرفته شوند. حال، جامعه معدل را تصور کنید. مجموعه مقادیر عددی از معدل هر دانشجو^۲ (GPA)، نه خود دانشجو، یک جامعه را تشکیل می‌دهد (بنابراین جامعه آماری، اشتباهاً با یک توده از مردم یا جمعیت یکسان فرض نشود).

یک جامعه آماری را می‌توان در حال حاضر در دسترس بیابید، مانند حقوق مهندسی در سال قبل یا می‌توان در آینده به آن دسترسی داشت، مانند حقوق مهندسی در سال آینده. این که بتوان یک، تعدادی، همه و یا هیچ مشاهده‌ای از یک جامعه را رویت کرد، به ماهیت آن جامعه بستگی دارد. جامعه‌ها بدون این که واقعاً وجود خارجی داشته باشند، می‌توانند فرضی یا خیالی باشند. مثلاً، درآمد سالیانه یک عده از دانشجویانی که از یک سیستم آموزشی خاص فارغ التحصیل می‌شوند ولی هنوز حقوق دریافت نکرده‌اند. یا درآمد آن افرادی که قرار است در یک سیستم موشکی مهم مشغول به کار شوند اما برنامه ساخت این سیستم متوقف شده است.

بنا به دلایلی گوناگون، اغلب خود جامعه به‌طور کامل قابل مشاهده نیست. معمولاً تعدادی از مشاهده‌ها با توجه به زمان و بودجه‌ای که در اختیار است گردآوری می‌شوند. در واقع، فقط قسمتی از جامعه مشاهده می‌شود. مشاهده‌های به‌دست آمده یک نمونه را تشکیل می‌دهند. گاهی اوقات به جامعه‌های فرضی یا نظری که ممکن است هرگز وجود خارجی نیابند **جامعه‌های هدف**^۳ گویند. همچنین، می‌توان آن‌ها را به‌طور جزئی، به‌کمک نمونه‌برداری مشاهده کرد.

تعریف: یک مجموعه از مشاهده‌ها که فقط نمایانگر بخشی از جامعه هستند را **نمونه** می‌گویند. اکثر روش‌های آماری، بر ارزیابی‌های مبتنی بر نمونه‌ها استوار هستند. از آن جایی که نمونه‌ها معمولاً مبنایی برای کسب نتایج درباره جامعه‌های خودشان هستند،

۱-Elementary Units

۲-Grade point Average

۳-Target Population