

مفاهیم

# آمار و احتمالات

تالیف:

عبدالمجید رضایی

دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان

www.ketab.ir

رضایی، عبدالمجید

مفاهیم آمار و احتمالات / تالیف عبدالمجید رضایی. - مشهد: نشر مشهد، ۱۳۷۴.  
XII، ۴۳۱ ص.: مصور، جدول، نمودار

964-6157-12-2

پشت جلد به انگلیسی: majid Rezai. concepts of probability and statistics.  
واژه‌نامه.

کتابنامه: ص. ۴۰۹.

۱. آمار ریاضی. ۲. احتمالات - مسائل، تمرینها و غیره. الف. عنوان. ب.

آمار و احتمالات

۵۱۹/۵

QA۳۷۶/ر۱۷۷

۳۰/۷۶

کتابخانه ملی ایران



نشر مشهد

www.ketab.ir

مفاهیم آمار و احتمالات (با تجدید نظر کامل)

دکتر عبدالمجید رضایی

نشر مشهد

وزیری

هشتم

زمستان ۱۳۹۰

۳۰۰۰

۴۴۸

۹۶۴-۶۱۵۷-۱۲-۲

۱۴۰۰ تومان

○ کتاب

○ تالیف

○ ناشر

○ قطع

○ نوبت

○ تاریخ

○ تیراژ

○ صفحات

○ شابک

○ قیمت

این اثر مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۲۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مراکز پخش

کتابیران: تهران، میدان انقلاب، ابتدای خیابان آزادی، خیابان دکتر قریب، بعد از فرصت شیرازی.

پلاک ۷، تلفن: ۶۶۵۶۶۵۰۹ - ۱۸ - WWW.KetabIran.ir

نوپردازان: تهران، خیابان لیافی نژاد، بین اردبیه‌شست و فروردین، پلاک ۲۲۸.

تلفن: ۶۶۲۱۴۲۷۴ - ۶۶۲۱۴۵۱۵ - ۶۶۲۱۱۱۷۳ - ۶۶۲۹۴۴۰۹

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

XI پیشگفتار

### فصل اول: مقدمه

۱ تحقیق علمی  
۲ روش‌های استدلال در منطق  
۳ قضاوت‌های عینی و ذهنی  
۴ تعریف علم و روش تحقیق علمی  
۴ میدان عمل علم آمار  
۵ مراحل عمده تحقیق علمی

### فصل دوم: معرفی برخی از اصطلاحات و مفاهیم آماری

۷ تعریف آمار  
۷ شاخص‌های آماری  
۷ داده یا مشاهده  
۸ تنوع و متغیر  
۱۰ علامت جمع در آمار  
۱۲ جامعه، نمونه و برآورد  
۱۳ تمرین‌های فصل دوم

## فصل سوم: توزیع فراوانی

۱۵	مقدمه
۱۵	جدول توزیع فراوانی
۱۹	نمودار فراوانی
۲۲	فراوانی تراکمی و منحنی آن
۲۳	فراوانی نسبی و منحنی آن
۲۷	درصد

## فصل چهارم: شاخص‌های تمایل مرکزی

۳۱	مقدمه
۳۲	مد یا نمای توزیع فراوانی
۳۲	میان
۳۵	میانگین حسابی
۳۵	میانگین هندسی
۳۷	میانگین همساز
۳۹	میانگین هموزن شده
۳۹	میانگین متحرک
۴۰	خصوصیات شاخص‌های مقدار متوسط

## فصل پنجم: شاخص‌های پراکندگی

۴۵	مقدمه
۴۶	دامنه کل تغییرات داده‌ها
۴۷	چارک متوسط
۴۷	انحراف متوسط
۴۸	انحراف معیار
۵۲	تفسیر انحراف معیار
۵۴	واریانس جوامع کوچک
۵۵	واریانس مشاهدات ساده شده
۵۶	واریانس تفاوت‌ها و مجموع‌ها
۵۹	ضرائب عدم تقارن (چولگی) و کشیدگی

۶۰	ضریب پراکندگی یا تنوع
۶۱	نمرهٔ سیگماتی، استاندارد یا $Z$
۶۲	مثال‌ها
۶۵	تمرین‌های فصل پنجم

### فصل ششم: احتمالات

۶۷	مقدمه
۶۸	قوانین شمارش
۷۳	احتمالات
۷۵	تعریف احتمال
۷۶	قضیه‌های احتمالات
۷۶	قانون جمع احتمال‌ها
۸۰	احتمال شرطی
۸۱	قانون ضرب احتمال‌ها
۸۲	پیشامدهای منتم
۸۳	قانون بیس
۸۸	قانون اعداد بزرگ
۸۹	تمرین‌های فصل ششم

### فصل هفتم: توزیع‌های احتمالی

۹۳	مقدمه
۹۳	توزیع فراوانی دو جمله‌ای یا باینومیال
۹۸	بسط دو جمله‌ای نیوتن
۱۰۰	توزیع تجمعی باینومیال
۱۰۱	میانگین و انحراف معیار توزیع دو جمله‌ای
۱۰۲	توزیع پویسون
۱۰۵	توزیع نرمال
۱۰۷	مقایسه منحنی نرمال با توزیع دو جمله‌ای
۱۰۹	خصوصیات توزیع نرمال
۱۰۹	منحنی نرمال استاندارد یا $Z$

۱۱۳	جدول منحنی نرمال استاندارد یا Z
۱۱۶	موارد استفاده توزیع نرمال
۱۱۸	تقسیمات متعارف سطح زیرمنحنی نرمال
۱۲۲	تمرین‌های فصل هفتم

### فصل هشتم: تئوری نمونه برداری و برآورد پارامترها

۱۲۷	مقدمه
۱۲۷	جامعه
۱۲۸	نمونه
۱۲۹	نمونه برداری تصادفی
۱۳۰	نمونه غیرتصادفی و اختلط
۱۳۱	توزیع فراوانی نمونه
۱۳۱	برآورد پارامترها
۱۳۶	درجه آزادی
۱۳۷	توزیع فراوانی میانگین و قضیه حد مرکزی
۱۴۲	توزیع فراوانی تفاوت‌ها و مجموع‌های دو متغیر
۱۴۴	خلاصه بعضی از اصول
۱۴۶	تمرین‌های فصل هشتم

### فصل نهم: قضاوت‌های آماری

۱۴۹	حدود اطمینان برآورد
۱۵۰	روش محاسبه حدود اطمینان
۱۵۲	فرض‌های تحقیق
۱۵۶	سطح معنی دار
۱۵۹	اختلاف معنی دار
۱۶۱	آزمون‌های یک طرفه و دو طرفه
۱۶۳	اعتبار قضاوت آماری
۱۶۶	تمرین‌های فصل نهم

## فصل دهم: توزیع فراوانی نمونه‌های کوچک

۱۷۱	مقدمه
۱۷۲	مشخصات و کاربرد توزیع و جدول $t$
۱۷۵	حدود اعتماد میانگین اجتماع
۱۷۷	مقایسه میانگین‌های دو نمونه
۱۷۹	واریانس جامعه تفاوت میانگین‌ها
۱۸۴	مشاهدات جفت شده و جفت نشده
۱۸۸	واریانس مشاهدات جفت شده و جفت نشده
۱۹۱	حالاتهای خاص مقایسه دو میانگین
۱۹۳	حدود اعتماد تفاوت بین دو میانگین
۱۹۷	تمرین‌های فصل دهم

## فصل یازدهم: توزیع و آزمون کای اسکور

۲۰۱	توزیع کای اسکور
۲۰۳	مقایسه دو واریانس و توزیع $F$
۲۰۵	آزمون فرض واریانس
۲۰۶	حدود اطمینان واریانس جامعه
۲۰۷	آزمون نسبت‌ها و فراوانی‌ها
۲۱۰	حدود اعتماد نسبت‌ها و اندازه نمونه
۲۱۲	توزیع تفاوت نسبت‌ها
۲۱۴	آزمون کای اسکور
۲۱۹	جدول توافق بین فراوانی‌ها
۲۲۱	کای اسکور تصحیح شده
۲۲۴	تمرین‌های فصل یازدهم

## فصل دوازدهم: اصول تجزیه واریانس و مقدمه‌ای بر طرح‌های آزمایشی

۲۲۹	مقدمه
۲۳۰	مقایسه دو نمونه با روش تجزیه واریانس
۲۳۴	مقایسه واریانس‌ها و اصول کلی تجزیه واریانس
۲۳۷	حالت کلی تجزیه واریانس

۲۴۱	مدل‌های آماری
۲۴۵	آزمون فرض در تجزیه واریانس
۲۴۶	روش مقایسه میانگین‌ها
۲۴۹	طرح کاملاً تصادفی
۲۵۲	طرح کاملاً تصادفی با نمونه‌برداری
۲۵۸	مقدمه‌ای بر تجزیه واریانس با طبقه‌بندی دوطرفه
۲۶۴	تمرین‌های فصل دوازدهم

### فصل سیزدهم: رابطه بین متغیرها

۲۶۷	مقدمه
۲۷۰	همبستگی
۲۷۳	رگرسیون خطی
۲۷۴	حالت کلی رگرسیون
۲۷۸	تعیین معادله خط رگرسیون
۲۸۱	منابع تنوع و مدل آماری
۲۸۶	آزمونهای فرض
۲۹۶	روش ساده در محاسبات آماری رگرسیون
۳۰۰	خط رگرسیون از مبدأ مختصات
۳۰۲	عدم برازش
۳۰۳	مدلهای غیرخطی
۳۰۵	رابطه بین ضرائب رگرسیون و همبستگی
۳۰۷	خصوصیات ضریب همبستگی
۳۰۸	تعبیر و تفسیر ضریب همبستگی
۳۱۵	تمرین‌های فصل سیزدهم

### فصل چهاردهم: آمار غیر پارامتری

۳۱۹	مقدمه
۳۲۰	آزمون علامت
۳۲۲	آزمون علامت رتبه‌ها
۳۲۴	آزمون $U$



۳۲۵	آزمون $H$
۳۲۷	ضریب همبستگی رتبه
۳۲۹	پاسخ تمرین‌ها
۳۹۳	واژه‌نامه (فارسی انگلیسی)
۴۰۱	واژه‌نامه (انگلیسی فارسی)
۴۰۹	منابع مورد استفاده
۴۱۱	جدول‌های ضمیمه
۴۱۲	جدول اعداد تصادفی
۴۱۳	جدول $Z$ : احتمال وقوع مقادیر $Z$ و بزرگتر از آن
۴۱۴	جدول استیودنت
۴۱۵	جدول کای اسکوئر ( $\chi^2$ )
۴۱۷	جدول $F$
۴۲۲	جدول مقادیر بحرانی ضریب همبستگی در آزمون $H_0: \rho=0$
۴۲۳	جدول تبدیل ضریب همبستگی به $Z$ و برعکس
۴۲۵	جدول مقادیر بحرانی $T$ در آزمون علامت رتبه‌ها (ویلکاکسون)
۴۲۶	جدول مقادیر بحرانی $U$ در آزمون مان-ویتنی
۴۲۸	فهرست الفبایی

بسمه تعالی

## پیشگفتار

به نام خداوند متعال و سراسر از اینکه به من توان و جسارت داد تا این خدمت ناچیز را ارائه نمایم. مقدمات تدوین این کتاب از سال ۱۳۵۶ شروع گردید و برای اولین مرتبه در سال ۱۳۶۰ بصورت جزوه آمار و احتمالات برای تدریس درسی تحت همین عنوان در دانشگاه صنعتی اصفهان انتشار یافت. جزوه درسی مزبور چندین مرتبه براساس تجربیات تدریس دوباره نویسی و تکثیر گردیده است. علیرغم مسئله کمبود کتاب درسی در اکثر رشته‌ها، خوشبختانه در زمینه آمار و احتمالات کتب ارزشمند متعددی انتشار یافته است و به همین دلیل نیز تاکنون انتشار این مجموعه در قالب یک کتاب مورد نظر نبود، خصوصاً اینکه جزوه مزبور بنحو مقتضی در اختیار علاقمندان قرار می‌گرفت.

اخیراً به تشویق برخی از همکاران و تقاضای دانشجویان واجب شدم تا نسبت به بازنویسی جزوه و چاپ کتاب مفاهیم آمار و احتمالات اقدام نمایم. مفاهیم آمار و احتمالات علیرغم اینکه به اشتباه، مشکل و ثقیل جلوه داده شده‌اند، بسیار شیرین و قابل درک می‌باشند. آنچه در این راستا مهم و قابل ذکر است، اینکه بایستی سعی گردد تا ارتباط مطالب به یکدیگر و تدویم مفاهیم مختلف درک شود. اصول آمار نیز نظیر سایر مطالب ریاضی با حل تمرین و مسئله فراگرفته می‌شود. به همین لحاظ سعی گردیده است که در پایان هر فصل تعدادی تمرین مطرح و پاسخ آنها نیز نه برای مراجعه سریع به آنها، بلکه بخاطر تطابق پاسخ‌های خواننده در انتهای کتاب ارائه گردد.

این کتاب شامل چهارده فصل است. از آنجا که آمار ابزار تحقیق علمی است، در فصل اول به مباحثی در این خصوص اشاره شده است. در فصل دوم برخی از مفاهیم اساسی در آمار معرفی شده‌اند. در فصل سوم اصول طبقه‌بندی مشاهدات به بحث گذاشته شده است. فصول چهارم و پنجم بترتیب به شاخص‌هایی که مرکزیت و نقطه ثقل داده‌ها و پراکندگی و تنوع آنها را نشان می‌دهند، اختصاص یافته است.

آمار به دو مبحث اساسی توصیفی و استنباطی تقسیم می‌شود. در آمار استنباطی سعی در تعمیم

نتایج تحقیق به موارد جامع‌تر است. از آنجائی که آمار کاربردی در صدد اثبات فضایا نمی‌باشد، این تعمیم همراه با احتمال صحت نتایج بیان می‌شود. بدین لحاظ فصل ششم به مفاهیم اساسی احتمالات و فصل هفتم به بحث پیرامون توزیع‌های احتمالی اختصاص یافته است. در فصل هشتم کتاب اصول نمونه‌برداری و برآورد شاخص‌های آماری شرح داده شده‌اند. اصول و مفاهیم قضاوت آماری موضوع فصل نهم کتاب است.

از فصل دهم این کتاب به بعد، مسائلی که جنبه کاربردی دارند مطرح می‌شوند. برآورد شاخص‌های آماری و قضاوت در خصوص آنها و مقایسه میانگین‌های دو جامعه در فصل دهم به بحث گذاشته شده است. فصل یازدهم به برآورد واریانس جامعه و آزمون‌های مربوطه اختصاص دارد. همچنین در بسیاری از تحقیق‌های علمی فراوانی پدیده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند، لذا در این فصل روش‌های استنباط آماری در خصوص نسبت‌ها و فراوانی‌ها معرفی گردیده‌اند.

فصل دوازدهم کتاب به مسائلی در خصوص مقایسه میانگین‌های چند جامعه از روشی تحت عنوان تجزیه واریانس اختصاص دارد. موضوع ارتباط بین متغیرها و تعیین وابستگی یا عدم وابستگی آنها به یکدیگر، یکی از هدف‌های اساسی در بسیاری از پژوهش‌های علمی است و به همین لحاظ این موضوع در فصل سیزدهم کتاب، بطور نسبتاً مفصل مورد بررسی قرار گرفته است. در آخرین فصل کتاب، آمار غیرپارامتری معرفی شده است. در این بحث اصول قضاوت درباره متغیرهایی که فاقد توزیع فراوانی و الگوی تغییرات مفروضی هستند، ارائه شده است.

در تدوین جزوات قبلی و این کتاب از مراجع مختلفی استفاده شده که فهرست اهم آنها در پایان کتاب آورده شده است. اغلب مثال‌ها و تمرین‌های این کتاب عمدتاً از مراجع ۵ و ۶ اقتباس شده‌اند. در خاتمه لازم می‌دانم از همه کسانی که در این امر همکاری و تشویق نموده‌اند، خصوصاً آقایان فانی و تیرانی در سازمان انتشاراتی نشر مشهد که این مهم را فراهم ساختن تشکر نمایم. بدیهی است که کتاب حاضر خالی از نقص و اشباه نیست و لذا صمیمانه از کسانی که نظریات و پیشنهادهای خود را اعلام می‌فرمایند تشکر می‌کنم.

عبدالمجید رضایی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

## مقدمه

### تحقیق علمی

انسان در زمینه همه علوم تجربی، اجتماعی و اقتصادی و در سایه اتخاذ روش صحیح و علمی برای تحقیق به پیشرفت‌های شگرفی دست یافته است. تحقیق از نظر لغوی بمعنی جستجو برای یافتن حقیقت است و در اصطلاح علمی به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که بر اساس یک نظم فکری و طرح و اندیشه، به منظور کسب آگاهی از واقعیتها تدوین شده‌اند. تحقیق مایه حیات علم و گسترش آن است.

تاریخ تفکر بشر نشان می‌دهد که وی از دیرباز به طرق مختلف در صدد تعبیر وقایع اطراف خود بوده است. در این رابطه می‌توان از بدیهی‌پنداری، اتکاء به نظریات دیگران، پیروی محض و بالاخره روش علمی که موجه‌ترین راه حصول آگاهی است نام برد. روش علمی با مشاهده شروع می‌شود و بدنبال آن مسئله‌ای مطرح می‌گردد و فرض‌هایی بنا نهاده می‌شوند. همه افراد مشاهده می‌کنند ولی، این مشاهده توجه برخی از افراد را بیشتر جلب نموده و از این میان محقق است که فرضیاتی را در مورد آنها قائل شده و از طریق آزمایش سعی در جمع‌آوری شهود برآه با علیه آنها می‌نماید. لذا در روش علمی مشاهدات در معرض آزمون قرار می‌گیرند و نتایج مورد قضاوت منطقی واقع می‌شوند و به صورت فرضیه، اصل کلی و تئوری بیان می‌گردند. بنابراین در روش علمی پدیده‌هایی مطرح هستند که قابل مشاهده و تکرار شدن باشند. مبنای فلسفی روش علمی علت‌گرایی است، هدف آن دسترسی به حقیقت نسبی می‌باشد و دستورالعمل آن روش پژوهش است. در نتیجه تحقیق از شک شروع و به یقین خاتمه می‌یابد.

پژوهش در پدیده‌های طبیعت نوعی استدلال و تحقیق استقرایی است که به ابزار آمار و احتمالات نیازمند است. لذا هدف از بررسی‌های آماری عبارت است از:

تفاهم نمودن مبانی عینی برای تجزیه و تحلیل پدیده‌ها و مسائلی که در آنها مشاهدات از قانون علیت انحراف دارند. استدلال استقرائی که یک روش استدلال منطقی است در مورد این نوع مشاهدات دارای کاربرد است و امروزه به‌طور گسترده‌ای در تحقیقات علمی بکار گرفته می‌شود.

بنابراین آشنائی کلی با اصول آماری برای محققین و برای آنهایی که می‌خواهند پیشرفت‌هایی علمی منتج از تحقیقات را بکار گیرند لازم است. در این مقدمه عبارت فوق، که در برگزیده کلیه خطوط اصلی علم آمار است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای اینکه مفهوم "روش منطقی استدلال" روشن شود، به برخی از مفاهیم مقدماتی منطقی اشاره می‌گردد. اصولاً کلیه مسائل استدلالی به دو دسته استقرائی و قیاسی تقسیم می‌شوند.

### روش‌های استدلال در منطقی

به طور کلی در منطقی با دو نوع استدلال استقرائی و قیاسی برخورد می‌کنیم. استدلال استقرائی حکم از جزء به کل بوده و دارای دو مشخصه می‌باشد. (۱) نتیجه‌گیری بر مبنای اطلاعاتی است که به وسیله قسمتی از جامعه کسب می‌گردد و به کل جامعه تعمیم داده می‌شود و، (۲) نتیجه‌ای که از این استدلال‌ها حاصل می‌گردد صد در صد صحیح نبوده و احتمالی است و وقتی می‌توانیم آن را مورد استفاده قرار دهیم که احتمال صحت نتیجه زیاد باشد. تعیین میزان این احتمال نیز از موضوع‌های علم آمار و احتمالات می‌باشد و به وسیله آن تفاوت می‌شود که تا چه اندازه به نتیجه تحقیق خود اعتماد داشته باشیم. به عنوان مثال قبل از دسترسی به فرمول  $A = \pi R^2$  برای مساحت دایره، با تلاش و تحقیق و استقراء، یعنی بررسی و مطالعه دایره‌هایی با اندازه‌های مختلف سعی در تعیین یک رابطه کلی بین شعاع و مساحت آنها (جزء‌ها) شده است. همچنین به منظور دست‌یابی به میزان نیاز یک گیاه زراعی و تعیین مقدار افزایش محصول در اثر استفاده از کود شیمیائی، قطعات مختلفی زمین انتخاب می‌شوند و پس از کشت گیاه زراعی، در زمان مناسب مقدار مختلفی از کود شیمیائی مورد نظر به هر یک از آنها اضافه می‌شود و نتایج بررسی می‌گردد. در نظر داشته باشید که لازمه انجام چنین استدلال‌هایی پیاده نمودن یک سری آزمایش و کسب تعدادی مشاهده یا اطلاعات می‌باشد که این همان بررسی جزء است. سپس بر مبنای نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل این اطلاعات، استدلال استقرائی انجام می‌گیرد تا یک کلیت (قانون) نسبی حاصل شود. بدیهی است که این نتیجه صد در صد صحیح نمی‌باشد، زیرا عوامل متعددی در وقوع آن دخالت دارند، که در بخش‌های بعدی این کتاب به آنها اشاره خواهد شد. لذا نتایج توأم با احتمال صحت آنها بیان می‌شوند. بدیهی است که چنانچه این آزمایش‌ها توسط دیگر محققین نیز اجرا شوند و در شرایط

مختلف تکرار کردند، در نهایت می توان به یک قانون کلی دست یافت.

در استدلال قیاسی از کل به جزء و یا از اصل به نتیجه و از قانون به موارد اطلاق آن حکم می شود. تئوری علم آمار کاملاً قیاسی می باشد و روش های مختلف را برای استدلال استقرائی فراهم می سازد. به طور کلی در استدلال قیاسی یک یا مجموعه ای از اصول در دست می باشد و هدف تعیین واقعه ای است که در تحت شرایط معینی به وقوع می پیوندد. به عنوان مثال فرمول کلی مساحت دایره برابر با  $\pi R^2$  می باشد و می خواهیم مساحت دایره ای به شعاع یک متر را بدست آوریم. در اینجا چون اصل و قانون وجود دارد، اقدام به مقیاس می کنیم. همچنین فرض نمائید نیاز کودی گیاهی را می دانیم و در نظر است تعیین شود که با مصرف صد کیلوگرم فسفات آمونیم، میزان محصول به چه اندازه ای اصلاح می گردد. قابل ذکر است که برای اکثر مسائل تجربی از جمله پدیده هایی که در مسائل کشاورزی با آن روبرو هستیم، به خاطر نقش متفاوت عوامل محیطی، قوانین معدودی وجود دارد. همانچه به نوع مثال هایی که قبلاً آورده شدند توجه نمائید در بین آنها اختلافات مهمی را مشاهده خواهید کرد. در پیدا نمودن مساحت دایره هیچ گونه نامطمئنی در مورد نتیجه کسب شده وجود ندارد و برای هر شعاعی فقط یک مساحت وجود دارد. ولی در مورد استفاده از کود شیمیائی عوامل مختلف دیگری نظیر رطوبت آب و هوا، نوع بذر و غیره، می توانند در نتیجه نهائی موثر باشند و بنابراین نمی توانیم از نتیجه اصلی که بدست آورده ایم مطمئن باشیم. به این علت گفته می شود که یکی از هدف های آمار فراهم نمودن مبانی عینی برای تجزیه و تحلیل مسائلی است که در آنها مشاهدات از قانون علیت انحراف دارند. این گونه مسائل در کلیه زمینه های تحقیقاتی از جمله کشاورزی وجود دارند. پدیده های مختلف طبیعت و وقایع و تحولات اجتماعی، علت و معلول یکدیگر می باشند. وجود یا عدم وجود رابطه بین وقایع کم و بیش قابل کشف است، ولی هیچ گاه نمی توان این روابط را به طور صد در صد کامل مشخص و معین نمود بنابراین می توان به قوانینی دست یافت که تا حدودی این گونه روابط را نشان دهند.

### قضاوت های عینی و ذهنی

استدلال و تحقیقی، عینی است که بدون پیش داوری و بر اساس آزمایش و تجربه انجام شود. به عبارت دیگر استدلال و نتیجه آزمایش وابسته به عقاید شخصی نباشد. هرگاه بدون توجه به مشاهدات و تجربه و تنها به استناد هوش و سلیقه قضاوت گردد، تحقیق و استدلال ذهنی و تصویری خواهد بود. مزیت قضاوت عینی بر قضاوت ذهنی علاوه بر صحت و اعتباری که دارد، در این است که می توان نسبت به میزان اعتماد به صحت قضاوت پی برد. به همین دلیل است که در عبارت مقدمه "فراهم نمودن مبانی عینی" به عنوان یکی از اهداف علم آمار مطرح گردیده است.

## تعریف علم و روش تحقیق علمی

علم به مجموعه دانش‌های سازمان یافته‌ای گفته می‌شود که به روش عینی درباره واقعیت‌ها و پدیده‌های طبیعی کسب شده‌اند. روش علمی روشی است که برای پی بردن به روابط علت و معلول بین پدیده‌های طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد و اولاً متکی به اثبات است، و ثانیاً فرضی را که نمی‌تواند مورد آزمون قرار گیرد قبول نمی‌نماید. تحقیق علمی یک تلاش و جدیت فکری است برای استدلال، استنباط و کشف حقیقت نسبی، درباره موضوع و مسئله‌ای که مورد بررسی واقع می‌شود. این حقیقت نسبی چنانچه توسط محققین دیگر تعدیل داده شود و نهایتاً مورد تأیید قرار گیرد، به یک قانون علمی مبدل می‌شود. تحقیق حرکتی است از مجهول به معلوم و شامل مراحل مشخصی است که به ترتیب خاص از هر یک با روش معین انجام می‌گیرد. این مراحل و ترتیب آنها عبارتند از:

۱- تعریف موضوع و تعیین حدود آن

۲- تعیین فرضیه‌ها

۳- تجربه یا انجام آزمایش

۴- استقراء

۵- تفسیر نتایج و تعمیم آنها

بنابراین روش تحقیق در هر شاخه علمی عبارت است از مجموع راه‌ها و قواعدی که برای انجام تحقیق در آن علم بکار برده می‌شوند. هرگاه در بکار تحقیق کلیه مقررات و روش‌های علمی مربوطه رعایت شوند و بین مشاهدات و تجربیات حاصل روابط علمی برقرار باشد، آن تحقیق دارای اعتبار علمی است. توجه داشته باشید که چنانچه در تحقیقی روش تحقیق رعایت نگردد و نتیجه مطلوب و مورد دلخواه بدست آید، آن تحقیق اعتبار علمی ندارد. هرگاه روش تحقیق رعایت گردد و نتیجه دلخواه حاصل نشود، آن تحقیق علی‌رغم نتیجه غیرمنتظره دارای اعتبار علمی است.

## میدان عمل علم آمار

و نوع هر پدیده معلول علل مختلفی است که می‌توان تعدادی از آنها را شناخت و بر حسب وسایل و امکانات موجود مقدار آنها را تا حدودی اندازه گرفت. ولی تعدادی از این علل را به دلیل اینکه وسایل موجود توانائی شناخت آنها را ندارند، نمی‌شناسیم و ناچاراً نمی‌توانیم اندازه‌گیری نمائیم. بنابراین تا کمک مطالعات و تجربیات علمی می‌توان وجود تعدادی از این روابط و عدم وجود تعداد دیگری را تا حدودی کشف نمود. همان‌طور که قبلاً گفته شد مجموعه اقداماتی که برای کشف این قوانین بکار می‌روند "تحقیق" نامیده می‌شوند و موقعی تحقیق دارای ارزش است که نتوان از موضوع تحت بررسی اطلاع کافی حاصل نمود و نسبت به آنها قضاوت‌های صحیح و مبتنی بر

مشاهده، تجربه و تکرار انجام داد. در چنین مواردی است که علم آمار به روش‌های علمی تحقیق کمک می‌نماید. دانستن آمار تنها برای انجام تحقیق نیست، بلکه برای هر شخصی که به نوعی علاقمند به شناخت و مطالعه مفاهیم علمی است، آگاهی از اصول آمار ضروری می‌باشد. برای آگاهی کامل از واقعیت‌های علمی و بهره‌گیری از آنها لازم است که چگونگی حصول و مراحل تکرار آنها دانسته شود. این مراحل مبتنی بر علم آمار می‌باشند.

علم آمار به روش‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌شود. آمار تنوری یا آمار ریاضی یک علم نظری است و از رنجیه تجربی بی‌نیاز است. آمار کاربردی که در هر رشته علمی متداول است با موضوع آن علم و روش‌های تحقیق در آن بستگی و تناسب دارد و مباحثی در خصوص شناخت روش‌ها و متدولوژی را شامل می‌شود. برای مثال آمار کاربردی در علوم وابسته به موجودات زنده، اقتصاد و جامعه‌شناسی به ترتیب مباحث و رشته‌هائی تحت عناوین بیومتری<sup>۱</sup>، اکونومتری<sup>۲</sup> و سوشیومتری<sup>۳</sup> را به وجود آورده است.

در بررسی‌های آماری دو هدف اصلی و مشخص دنبال می‌شوند. هدف اول که در آمار توصیفی منظور می‌شود، عبارت است از توصیف مشاهدات تجربی یا نتایجی که از راه آزمایش درباره موضوع تحقیق گردآوری شده‌اند. این توصیف‌ها، به روش‌های خاصی انجام می‌شوند و به صورت شاخص‌های آماری و نمودارها بیان می‌گردند. هدف دوم که در آمار استنباطی گنجانیده می‌شود عبارت است از تحلیل نتایج توصیفی و بیان آنها همراه با احتمال صحت و در رابطه با فرض‌هائی که محقق در انجام تحقیق در نظر گرفته است.

## مراحل عمده تحقیق علمی

هر تحقیق علمی مراحلی دارد که در بخش قبل نام برده شدند. تعریف موضوع و تعیین حدود آن اولین مرحله در تحقیق علمی می‌باشد. هدف تحقیق باید روشن باشد، زیرا چنانچه ندانیم که بدنبال یافتن چه هستیم، چیزی را که پیدا می‌کنیم، نمی‌دانیم چیست. مسیر پژوهش به وسیله هدف مشخص می‌شود. هر تحقیق علمی یا مکمل و ادامه تحقیقات قبلی است و یا خشت اولی است که بنا نهاده می‌شود. در هر دو صورت باید موضوع هر تحقیق روشن، قابل وصول، علمی، ارزنده و متضمن فایده باشد. طرح موضوع تحقیق کاری دقیق است و مهارت و اطلاع محقق را نشان می‌دهد. دومین مرحله در تدوین یک تحقیق داشتن فرض و یا حدس و پندار درباره نتیجه آن است. هر چه توان محقق در پیش‌بینی نتایج تحقیق بیشتر باشد، طرح تحقیق معتبرتر است. این توان از طریق مطالعه و بررسی تحقیقات دیگری که در زمینه تحقیق مورد نظر و زمینه‌های مشابه انجام شده است



حاصل می‌شود. به‌طور کلی نتایج هر تحقیق نسبت به فرض‌های آن سنجیده می‌شوند. فرض‌های تحقیق معمولاً به‌صورت مکمل یا مخالف یکدیگر بیان می‌شوند تا هر کدام با نتیجه تحقیق تناسب و انطباق بیشتر یافت پذیرفته شود. مثلاً در یک آزمایش کشاورزی ممکن است فرض شود که یک روش بخصوص آبیاری (فرضاً جوی پشته) باعث افزایش راندمان آبیاری و بهره اقتصادی می‌شود و محصول را زیاد می‌کند. این فرض به‌طور ضمنی مفهوم مخالف آنرا نیز مطرح می‌کند. بنابراین بهتر است که هر دو جنبه فرض تحقیق به‌طور صریح بیان شود و در صورت لزوم ابعاد مختلف هر یک در نظر گرفته شوند. در فصل نهم این کتاب موضوع فرض‌های تحقیق و نحوه تدوین آنها به بحث گذاشته شده است.

مرحله سوم تحقیق علمی تجربه است. تجربه به جمع‌آوری اطلاعات و شواهد بر له یا علیه فرض‌های تحقیق اطلاق می‌شود. این اطلاعات به داده‌های تحقیق یا مشاهدات خام آماری معروف هستند. روش‌های مختلف جمع‌آوری اطلاعات در مبحثی از علم آمار بنام طرح‌های آزمایشی<sup>۱</sup> گنجانیده می‌شوند. طرح آزمایش الگوش را برای ساده نمودن آن به‌منظور دسترسی به اطلاعات صحیح و دقیق و بنابراین نتیجه‌گیری درست و دقیق در اختیار قرار می‌دهد. این موضوع در فصل‌های ۱۰ و ۱۱ این کتاب مورد اشاره قرار می‌گیرد، ولی بحث کامل آن از عهده این کتاب خارج است.

مرحله بعدی در تحقیق علمی استدلال به روش استقرایی است و عبارت از تحلیل و بررسی اطلاعات و مشاهداتی است که با تجربه جمع‌آوری شده‌اند. استقراء عبارت است از تعیین واقعیت یک پدیده از طریق تجزیه و ترکیب شواهد و قرائنی که در اختیار می‌باشد. بخشی از استقراء انجام قضاوت‌های آماری یا علمی و منطقی در خصوص فرض‌های تحقیق است. از آنجا که نتیجه یک استدلال استقرایی صد در صد صحیح نمی‌باشد، آمار کاربردی نیز در صد اوقات قضا یا نیست. لذا در این خصوص از روش برهان خلف استفاده می‌گردد. به عبارت دیگر به جای قبول یک فرض، مخالف آن رد می‌شود.

مرحله آخر در تحقیق علمی تفسیر نتایج و بیان آنها به‌صورت یک رابطه یا قانون علمی است. تعمیم نتایج به حالت یا حالت‌های کلی تر بخشی از اهداف تحقیق علمی را تشکیل می‌دهد. این موضوع یکی از مفاهیم اساسی در آمار استنباطی است. هدف پژوهش، استنباط خصوصیات جامعه با توجه به اطلاعاتی است که از بخشی از آن به نام نمونه کسب می‌گردد.