

## فهرست مطالب

پنج	پیشگفتار	
۱	فصل ۷	روشهای نمونه‌گیری و توزیعهای نمونه‌گیری
۱	۱.۷	مقدمه
۲	۲.۷	نمونه تصادفی
مفهوم نمونه تصادفی - نمونه تصادفی ساده - نمونه تصادفی سیستماتیک - نمونه تصادفی طبقه‌بندی شده - نمونه تصادفی خوشای		
۱۱	۳.۷	پارامتر و آماره
۱۲	۴.۷	توزیع نمونه‌گیری میانگین
۱۵	۵.۷	روابط بین جامعه و توزیع نمونه‌گیری میانگین
رابطه بین میانگین جامعه و میانگین توزیع نمونه‌گیری $\bar{x}$ - رابطه بین انحراف معیار جامعه و انحراف معیار توزیع نمونه‌گیری میانگین		
۱۸	۶.۷	موارد نرمال بودن توزیع $\bar{x}$
قضیه حد مرکزی		
۲۰	۷.۷	استفاده از توزیع $\bar{x}$
۲۳	۸.۷	توزیع نمونه‌گیری نسبت ها
(۱) توزیع احتمال فوق هندسی - (۲) توزیع احتمال دو جمله‌ای		
۲۶	۹.۷	خصوصیات توزیع احتمال $\bar{P}$
الف : میانگین - ب : انحراف معیار		
۳۰	۱۰.۷	تمرینات
۳۴	۱۱.۷	چند تمرین بیشتر
۳۷	۸	استنباط آماری
۳۷	۱.۸	مقدمه
برآورد نقطه‌ای و فاصله‌ای		
۳۷	۲.۸	برآورد نقطه‌ای - خصوصیات برآورد کننده‌های نقطه‌ای

۱ . بدون تورش بودن -	۲ . کارائی -	۳ . میانگین مجدور خطا -	۴ . سازگاری برآورد (تخمین) فاصله‌ای	
۴۴	برآورد فاصله اطمینان میانگین جامعه			. ۳۰.۸
مفهوم فاصله اطمینان - برآورد فاصله اطمینان $\mu$ ، جامعه نرمال، $\sigma_x$ مشخص - برآورد فاصله اطمینان $\mu$ ، جامعه نرمال، $\sigma_x$ نامشخص - به دست آوردن فاصله اطمینان برای $\mu$ به صورت تقریبی				
۵۹	برآورد فاصله‌ای اختلاف بین میانگین دو جامعه			. ۴۰.۸
	برآورد فاصله‌ای اختلاف بین میانگین دو جامعه وقتی $\sigma_1^2$ و $\sigma_2^2$ نامشخص است.			
۶۳	برآورد فاصله اطمینان تقریبی برای نسبت جامعه (P)			. ۵۰.۸
۶۶	حجم نمونه انتخابی چقدر باید باشد؟			. ۶۰.۸
حجم نمونه برای برآورد نسبت مورد نظر در جامعه - حجم نمونه برای برآورد میانگین جامعه				
۷۱	فاصله اطمینان برای $\sigma^2$			. ۷۰.۸
	توزیع کای دو $\chi^2$ - ساختن فاصله اطمینان برای $\sigma^2$			
۷۷	فاصله اطمینان برای نسبت دو واریانس $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$			. ۸۰.۸
	توزیع F - ساختن فاصله اطمینان برای نسبت دو واریانس			
۸۲	تمرینات			. ۹۰.۸
۸۸	چند تمرین بیشتر			. ۱۰۰.۸
۹۳	استنباط آماری			. ۹۰.۹
۹۳	مقدمه			. ۱۰۰.۹
۹۳	روش آزمون فرضیه			. ۲۰۰.۹
خطای نوع اول و خطای نوع دوم - مراحل آزمون فرضیه - نتایج دو بررسی: کارخانه لاستیکسازی و فروشگاه نزدیک دانشگاه - آزمون فرضیه برای میانگین				
۱۰۲	ارتباط بین فاصله اطمینان و آزمون فرضیه			. ۳۰۰.۹
۱۰۴	آزمون یک دامنه			. ۴۰۰.۹
۱۰۵	آزمون فرضیه برای نسبت‌ها			. ۵۰۰.۹
۱۰۸	توان آزمون			. ۶۰۰.۹
۱۱۷	آزمون فرضیه برای اختلاف بین میانگین دو جامعه			. ۷۰۰.۹
۱۲۲	آزمون اختلاف بین دو نسبت			. ۸۰۰.۹
۱۲۶	آزمون فرضیه برای مساوی بودن واریانس دو جامعه			. ۹۰۰.۹
۱۲۹	آزمون فرضیه در مورد واریانس جامعه			. ۱۰۰۰.۹
۱۲۹	استفاده از توزیع کای دو برای آزمون کردن اختلاف بین دو نسبت			. ۱۱۰۰.۹
۱۳۴	آزمون استقلال			. ۱۲۰۰.۹

۱۳۵	آزمون خوبی برآش	. ۱۳۰.۹
	آزمون خوبی برآش برای توزیع پواسن - آزمون خوبی برآش برای توزیع نرمال	
۱۴۲	تمرینات	. ۱۴۰.۹
۱۵۲	چند تمرین بیشتر	. ۱۵۰.۹
۱۵۹	آنالیز واریانس	فصل ۱۰
۱۵۹	مقدمه	۱.۰.۱۰
۱۶۰	بررسی اختلاف بین $k$ میانگین	. ۲.۰.۱۰
۱۶۴	آنالیز واریانس یک عاملی	. ۳.۰.۱۰
۱۶۷	تشکیل جدول آنالیز واریانس	. ۴.۰.۱۰
۱۷۱	آنالیز واریانس دو عاملی	. ۵.۰.۱۰
۱۷۷	تمرینات	. ۶.۰.۱۰
۱۷۹	چند تمرین بیشتر	. ۷.۰.۱۰
۱۸۳	رگرسیون خطی ساده	فصل ۱۱
۱۸۳	مقدمه	۱.۰.۱۱
	تابع خطی ساده	
۱۸۵	برآورد تابع خطی ساده	. ۲.۰.۱۱
۱۸۷	برآش خط مستقیم به روش حداقل مربعات	. ۳.۰.۱۱
۱۹۰	جامعه رگرسیون بر اساس نمونه‌ای از آن جامعه	. ۴.۰.۱۱
۱۹۳	فرض نرمال در مورد مدل رگرسیون	. ۵.۰.۱۱
۱۹۶	انحراف معیار خطای تخمین	. ۶.۰.۱۱
۱۹۹	استنباط‌های آماری در مورد پارامترهای خط رگرسیون جامعه آزمون فرضیه و ساختن فاصله اطمینان برای $\alpha$ , $\beta$ و $\sigma^2$	. ۷.۰.۱۱
۲۰۴	برآورد فاصله اطمینان $\mu$ به ازاء مقدار داده شده $X$	. ۸.۰.۱۱
۲۰۶	برآورد فاصله اطمینان برای $\lambda$ به ازاء مقدار داده شده $X$	. ۹.۰.۱۱
۲۰۷	آنالیز واریانس	۱۰.۰.۱۱
۲۱۰	ضریب تعیین	۱۱.۰.۱۱
۲۱۲	ضریب همبستگی	۱۲.۰.۱۱
	آزمون فرضیه برای ضریب همبستگی	
۲۱۹	تمرینات	. ۱۳.۰.۱۱
۲۲۴	چند تمرین بیشتر	. ۱۴.۰.۱۱
۲۲۹	تحلیل سریهای زمانی	فصل ۱۲
۲۲۹	مقدمه	۱.۰.۱۲
۲۳۰	اجزاء تشکیل دهنده سری زمانی	. ۲.۰.۱۲

۲۳۱	برآورد اجزاء تشکیل دهنده سری زمانی	. ۳۰۱۲
۲۴۷	مدلهای سری زمانی - مراحل مختلف در تحلیل یک سری زمانی - مکانیسم تحلیل	. ۴۰۱۲
۲۵۲	سریهای زمانی - ۱. به دست آوردن روند بلند مدت به روش میانگین‌های متحرک - ۲.	. ۵۰۱۲
۲۵۵	به دست آوردن روند بلند مدت به کمک روش رگرسیون	. ۶۰۱۲
۲۵۹		. ۱۳
۲۶۹	چند تمرین بیشتر	. ۱۰۱۲
۲۶۰	شاخص‌ها	. ۲۰۱۳
۲۶۲	فصل	. ۳۰۱۳
۲۷۳	مقدمه	. ۱۰۱۳
۲۸۱	شاخص قیمت ساده	. ۱۰۱۳
۲۸۶	شاخص قیمت مرکب	. ۱۰۱۳
۲۸۷	۱. شاخص قیمتهای غیر وزنی - ۲. شاخص قیمتهای وزنی الف. شاخص لاسپرس - ب. شاخص پاشه - ج. شاخص اجورث - د. شاخص ایده‌آل فیشر - ه. شاخص قیمتهای با وزن ثابت	. ۴۰۱۳
۲۹۱	شاخص‌های مهم متداول	. ۶۰۱۳
۲۹۵	۱. شاخص بهای کالاهای و خدمات مصرفی - ۲. شاخص بهای عمدۀ فروشی کالاهای - ۳. شاخص ضمنی قیمت کالاهای و خدمات	. ۷۰۱۳
۳۰۱	برخی کاربردهای شاخص قیمت	. ۵۰۱۳
۳۰۷	۱. قدرت خرید پول - ۲. حقوق و دستمزدهای واقعی - ۳. تثیت قیمت	. ۸۰۱۳
۳۲۱	شاخصهای مقدار	. ۶۰۱۳
۳۳۱	۱. تغییر زمان پایه و پیوند دادن دو شاخص	. ۷۰۱۳
۳۳۳	۱. تغییر زمان پایه - ۲. پیوند دادن دو شاخص	. ۸۰۱۳
	تمرينات	. ۸۰۱۳
	مروزی بر نماد $\Sigma$	. ۹۰۱۳
	چند آزمون فرضیه و فاصله اطمینان محدود به طور خلاصه	. ب
	جدولهای آماری	. ج
	واژه نامه انگلیسی - فارسی	. د
	فهرست منابع	. ه
	جواب تمرینات با شماره فرد	. و

## پیشگفتار

در چند دهه گذشته، کاربرد و گسترش تکنیکهای آماری، نوآوری و دگرگونیهای بسیاری را در زمینه اقتصاد و بازرگانی پدید آورده است. به خوبی آشکار است که آمار نیز طی سالهای اخیر، تحولات شگرفی را پذیرا شده و از نگرش انتزاعی و واپسگرایانه به مسایل، که تنها اطلاعات و ارقام گذشته را با ابزارهای توصیفی ارائه می‌کرد، به فرانگری و رای اطلاعات موجود مبدل شده است.

هم اکنون تاکید آمار، بر تصمیمات و پیامدهای پیش‌بینی‌ها و برداشت‌هایی است که می‌باید در شرایط نااطمینانی، بر اساس اطلاعات موجود، گرفته شود و نه بر ارائه اطلاعات در قالب جدولها و در چارچوب نمودارهای گوناگون. پیچیده‌تر شدن روزافزون تصمیمات اقتصادی و بازرگانی، به عنوان واقعیت انکارناپذیر عصر حاضر، ایجاد می‌کند که یک اقتصاددان یا کارشناس امور بازرگانی و مدیریت، حداقل مفاهیم اساسی احتمالات و آمار را به درستی دریابد. کتابهای پیشین که به تشریح مفصل و مبسوط گردآوری و نمایش اطلاعات می‌پرداخت و کمترین توجه را به آمار استنباطی معطوف می‌داشت، نه تنها دیگر کفايت نمی‌کند، بلکه پذیرفتني هم نیست. دانشجوی رشته‌های اقتصاد، بازرگانی، بانکداری، حسابداری و مدیریت نیاز به درک عمیق و همه‌جانبه روش‌های علمی و چگونگی بهره‌گیری از آمار در بیان نتیجه‌گیریها و تصمیم‌گیریها، برپایه اطلاعات موجود دارد. در این جهت و برای شناخت اصول بنیادی و روابط و مفاهیم آماری، به کتابی نیاز است که تا حد امکان، هر دانشجو یا علاقمندی بتواند به تنهائی از روی آن بخواند، محتواهای مباحث را درک کند و با کسب قدرت علمی

کافی، متون آماری را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. وی حق دارد که انتظار داشته باشد کتاب، به زبانی نوشته شده باشد که فهم و درک آن، به راحتی، انجام پذیرد. کتابی که در دست دارید، باتاکید براین هدفها و ویژگیها، و با توجه به جوانب خاص یک کتاب درسی، زیر عنوان «آمار در اقتصاد و بازرگانی» تهیه و منتشر شده است. نخستین بار این کتاب در سال ۱۳۶۵ از سوی انتشارات دانشگاه شهید بهشتی منتشر شد و مورد استقبال فراوان علاقهمندان و دانش پژوهان قرار گرفت، به گونه‌ای که در مدت زمان نسبتاً کوتاهی چند بار نایاب و تجدید چاپ شد. اکنون پس از تجدیدنظرهای لازم و افزودن برترینات پایانی هر فصل، باری دیگر به چاپ رسیده در دسترس و دوستداران قرار می‌گیرد.

مطلوب ارائه شده در کتاب، به گونه‌ای تنظیم یافته که کاملاً بر فهرست مطالب درس آمار (۲) برنامه آموزشی دوره کارشناسی رشته‌های اقتصاد و بازرگانی مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی منطبق باشد. همچنین کوشش به عمل آمده تا همه موضوعات، با انتخاب مناسب و دقیق مثال‌ها، طوری معرفی شود که چیزی بیش از مفاهیم خاص ریاضی را نشان دهد. به زیان دیگر، تلفیق و ترکیب روابط ریاضی با بنیادهای آماری، به گونه‌ای انجام پذیرفته است که بر آمار استنباطی تاکید و استناد ویژه‌ای اعمال شود. از سوی دیگر در زمینه‌های اقتصاد و بازرگانی، مسایل بسیاری ارائه شده تا جنبه‌های کاربردی آمار، به خوبی، نمایان شود.

در تهیه مطالب این کتاب از منابع بسیاری بهره گرفته شده که فهرست کامل آنها در پایان کتاب آمده است، اما از سه کتاب زیر، به مراتب بیشتر استفاده شده، تا آنجا که اغلب مثال‌ها، از آنها برگرفته شده است.

1. Berenson, M.L. & D.M. Levine, Basic Business Statistics Concepts and Applications, Prentice-Hall, Second Edition, 1983.
2. Bown, E.K. & M.K. Starr, Basic Statistics For Business and Economics, McGraw-Hill, 1982.
3. Freund, J.E. & F.J. Williams, Elementry Business Statistics the Modern Approach, Prentice-Hall, Fourth Edition, 1983.

کتاب از فصل هفتم با بحثی در زمینه روش‌های نمونه‌گیری و توزیع‌های نمونه‌گیری آغاز می‌شود. به دنبال آن، در فصول هشتم، نهم و دهم برآوردهای آماری، آزمون فرضیه و آنالیز واریانس مورد بحث قرار می‌گیرد. رگرسیون ساده و همبستگی، سریهای زمانی و شاخص‌ها مباحثت دیگری است که فصول بعدی را دربرگرفته است. افزون بر این، کتاب دارای چند پیوست مفید است. پیوست «الف» مروری بر نمادهای «ب» چکیده‌ای سودمند از آزمون فرضیه‌ها و ساختن فاصله اطمینان‌ها را ارائه می‌کند. جدولهای آماری مورد نیاز در پیوست «ج» آمده است. برای آشنائی دانشجویان با اصطلاحات انگلیسی، علاوه بر تذکر آنها در پانوشت‌ها، واژه‌نامه‌ای نیز تنظیم شده که در پیوست «د» عرضه شده است. پیوست «ه» منابع مورد استفاده را مشخص کرده است. پاسخ تمرینهای با شماره فرد نیز در پیوست «و» ارائه شده است.

لازم می‌دانم مراتب قدردانی و سپاس خود را به استاد ارجمند جناب آقای دکتر عبدالامیر خلیلی که همواره در این راه مشوق بندۀ بوده‌اند و همکار گرامی جناب آقای دکتر عباس عرب‌مازار که نظرات ارزنده خویش را در تدوین این کتاب دریغ نفرمودند ابراز دارم. همچنین از تمامی صاحب‌نظران، همکاران و دانشجویان عزیزی که لطف کرده نظرات اصلاحی خویش را در جهت بهبود کیفیت کتاب ارائه نمودند، به ویژه همکار گرامی جناب آقای دکتر محمد علی کفائي، بسیار سپاسگزارم. مسئولیت هرگونه لغزش و ایراد موجود در کتاب، تنها متوجه اینجانب است. امید آن دارم که صاحب‌نظرات و دانش‌پژوهان منت‌نهاده اشکالات و نارسانیهای موجود را گوشزد کنند و از هرگونه اظهار نظر، راهنمائی و ارشاد دریغ نفرمایند.

در پایان از خانم سوزان خیری که تایپ اولیه این کتاب را به انجام رسانیدند صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم. همچنین تلاش پی‌گیر خواهران و برادران گرامی در انتشارات رسا برای چاپ دوباره این کتاب، در خور قدردانی و سپاس فراوان است.

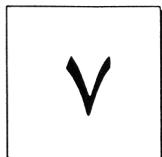
محمد نوفrstی

دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی

دانشگاه شهید بهشتی

بهار ۱۳۷۳





## روشهای نمونه‌گیری و توزیعهای نمونه‌گیری<sup>۱</sup>

### ۱.۱. مقدمه

فرض کنید می‌خواهید برای منزل یک جعبه آجیل بخرید. جعبه را باز می‌کنید و یک مشت آجیل بر می‌دارید و مشاهده می‌کنید که در آن قدری تخمه، بادام، فندق و یکی دو تا پسته است. تمامی آجیل‌های داخل جعبه، «جامعه» آجیل‌ها را تشکیل می‌دهد. مشت شما «نمونه‌ای» از آن جامعه است. نمونه، اطلاعاتی را در خصوص جامعه ارائه می‌کند. شما بر اساس اطلاعات حاصل از نمونه می‌توانید در مورد جامعه قضاوت کنید. به طریق مشابه، ۲۰۰ نفر از تماشاگران تلویزیون در ناحیه مرکزی شهر تهران نیز نمونه‌ای از تماشاگران تلویزیون در آن ناحیه را تشکیل می‌دهد. این نمونه اطلاعاتی را در خصوص جامعه تماشاگران تلویزیون ارائه می‌کند که می‌تواند در بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

هر یک از اجزاء تشکیل دهنده جامعه را «عنصر» می‌نامند. یک‌ایک تخمه‌ها، بادام‌ها، فندق‌ها و پسته‌ها، عناصر تشکیل دهنده جامعه آجیل‌ها هستند. هر تماشاگر تلویزیون عنصری از جامعه تماشاگران تلویزیون است. همانگونه که در فصل اول نیز بدان اشاره شد اصطلاح جامعه و نمونه مفهومی خاص در آمار دارد. «جامعه» تمامی عناصر تحت

---

1. Sampling Methods and Sampling Distributions

بررسی است که به گروه تعریف شده‌ای تعلق دارد. «نمونه» مجموعه عناصری است که بخشی از جامعه را تشکیل می‌دهد. جمع آوری اطلاعات از بخشی از جامعه «نمونه گیری» نامیده می‌شود، و جمع آوری اطلاعات از تمامی عناصر جامعه را اصطلاحاً «سرشماری» می‌گویند.

افرادی که در رأس تصمیم‌گیری‌ها قرار گرفته‌اند برای اتخاذ تصمیم نیاز به اطلاعات در خصوص جامعه دارند، اما کسب اطلاعات در خصوص کل جامعه اغلب پرهزینه است و یا بسیار وقت‌گیر است، بدین معنی که اطلاعات مورد نیاز نمی‌تواند به موقع در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار گیرد. بعلاوه، در بعضی موارد جمع آوری اطلاعات از کل جامعه غیر منطقی است. به عنوان مثال، اثر یک داروی جدید که در مراحل اولیه تهیه است را نمی‌توان بر روی کلیه افراد یک جامعه مورد آزمایش قرار داد.

برای تعیین میزان فشاری که باعث ترکیدن لاستیک‌های تولیدی کارخانه‌ای می‌شود، منطقی به نظر نمی‌رسد که تمام لاستیک‌های تولیدی را تحت فشار بترکانیم تا اطلاعات لازم را کسب کنیم. در نتیجه نمونه گیری به نحو وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا اطلاعات مورد نیاز تصمیم‌گیرندگان را فراهم آورد.

در این فصل ابتدا به شرح روش‌های نمونه گیری می‌پردازیم. سپس توضیح خواهیم داد که ممکن است اطلاعات کسب شده از نمونه‌ها با اطلاعات در جامعه متفاوت باشد. مطالب و فرمولهایی که در این مبحث خواهید آموخت مبنای بحث ما در خصوص آمار استنباطی تشکیل می‌دهد که در فصل بعد به آن خواهیم پرداخت.

## ۲.۷. نمونه تصادفی<sup>۱</sup>

### مفهوم نمونه تصادفی

نمونه‌ای را تصادفی گویند که نحوه انتخاب آن به گونه‌ای باشد که هر یک از عناصر جامعه دارای شанс مشخصی (غیر صفر) برای انتخاب شدن در آن نمونه باشد. توجه کنید که تعریف نمونه تصادفی در واقع تعریف روش انتخاب نمونه است. وقتی که نمونه‌ای انتخاب شد دیگر راهی وجود ندارد تا مشخص کنیم که آیا نمونه انتخاب شده

---

1. Random Sample

تصادفی است یا نه. بنابر این نمونه‌ای را تصادفی می‌گوئیم که روش انتخاب آن تضمین کند هر عنصر جامعه دارای شانس مشخص و غیرصفیر برای انتخاب شدن است. بدین نکته توجه کنید که کلمه «تصادفی» در مفهوم آماری به معنای هر چه پیش آید نیست و به این معنی هم نیست که روشی برای انتخاب وجود ندارد. در عین حال افراد در زبان عامیانه کلمه «تصادفی» را در مفهوم غیرآماری آن به کار می‌برند. برای مثال فرض کنید که گزارشگری بین ساعت ۱۰ تا ۱۱ صبح به دانشکده مراجعه می‌کند و با چند نفر از دانشجویان در مورد میزان امکانات رفاهی دانشکده و کیفیت آموزشی مصاحبه‌ای انجام می‌دهد. وی به هنگام ارائه گزارش خویش عنوان می‌کند که با «نمونه‌ای تصادفی» از دانشجویان مصاحبه کرده است. ولی در واقع کاری که وی انجام داده است مصاحبه با دانشجویانی بوده است که اتفاقاً در دسترس بوده‌اند. یک دلیل واضح برای گفتن اینکه نمونه انتخابی گزارشگر به مفهوم آماری تصادفی نبوده است اینست که تمام دانشجویانی که در آن ساعت سر کلاس بوده‌اند شناسشان برای انتخاب شدن در نمونه صفر بوده است.

در زیر چهار نمونه تصادفی مورد بحث قرار گرفته است. در عمل، عواملی که در انتخاب نوع نمونه‌گیری نقش تعیین کننده دارند عبارت از میزان دقت مورد نظر و هزینه تخصیص داده شده برای نمونه‌گیری است.

### نمونه تصادفی ساده<sup>۱</sup>

نمونه‌ای شامل  $n$  عنصر که از یک جامعه انتخاب شده است نمونه‌ای  $n$  تائی یا به حجم  $n$  نامیده می‌شود. نمونه تصادفی ساده آنچنان نمونه‌ای است که:

۱- هر عنصری در جامعه شانس مساوی داشته باشد که در نمونه انتخاب شود، و

۲- هر نمونه  $n$  تائی شانس مساوی داشته باشد که مورد انتخاب واقع شود.

برای روشن کردن این تعریف، فرض کنید که افراد A و B و C و D جامعه ماشین نویسهای دانشکده را تشکیل می‌دهند. هر چهار نفر تمایل دارند که هفته آینده را مرخصی بگیرند. ولی فقط دو نفر از آنها می‌توانند هم‌زمان از مرخصی استفاده کنند.

درنتیجه اسامی هر یک از چهار نفر بر روی قطعه کاغذی نوشته و در ظرفی ریخته می شود. رئیس قسمت دو اسم را چشم بسته از ظرف بیرون می آورد. نمونه های دو تائی ممکن عبارتند از:

AB , AC, AD, BC, BD, CD

توجه کنید که A در سه تا از شش نمونه ظاهر می شود، بنابر این:

$$P(A) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

به طریق مشابه،  $P(B) = P(C) = P(D) = \frac{1}{2}$ . پس: (۱) هر عنصر جامعه دارای شанс مساوی  $\frac{1}{2}$  است که برای رفتن به مرخصی انتخاب شود، و به علاوه، (۲) هر یک از شش نمونه ممکن دارای شанс مساوی  $\frac{1}{6}$  است که مورد انتخاب واقع شود. درنتیجه از آنجا که روش انتخاب به کار گرفته شده هر دو شرط (۱) و (۲) را تأمین می کند نمونه به دست آمده یک نمونه تصادفی ساده است.

مثال فوق خاطرنشان می سازد که روش انتخاب نمونه تصادفی ساده منطبق بر روش معمول انتخاب شماره ای به طور تصادفی از داخل یک ظرف در قرعه کشی ها است. این کار در بعضی مواقع توسط چرخ دوری که به ۱۰ قطاع مساوی تقسیم شده و از صفر تا ۹ شماره گذاری شده است انجام می گیرد.

آمارگران در انتخاب نمونه های تصادفی بجای استفاده از چرخ دور از جدول های اعداد تصادفی استفاده می کنند. در زیر نمونه ای از یک جدول تصادفی نشان داده شده است.

جدول ۱۵۰. ۱.۷ رقم تصادفی

۳۶۸۶۱	۱۲۰۲۰	۱۶۳۵۱	۳۷۹۵۷	۷۰۲۹۶
۴۴۸۱۵	۷۵۷۹۴	۲۲۲۶۸	۳۴۱۹۳	۷۹۴۷۳
۸۷۴۵۹	۲۵۱۲۹	۶۲۲۲۹	۰۴۱۵۷	۹۰۵۵۴
۸۸۲۹۹	۳۱۶۶۴	۲۲۲۱۹	۷۵۳۴۶	۴۱۷۳۳
۱۶۴۶۶	۲۲۶۰۰	۳۶۸۲۶	۶۶۰۴۸	۱۵۸۰۵
۳۷۴۸۸	۳۲۹۹۰	۴۶۲۹۹	۸۹۱۳۰	۹۱۹۶۱

فرض کنید شرکتی دارای ۵۰ کارمند است. می‌خواهیم نمونه تصادفی ساده‌ای مرکب از ۱۵ کارمند شرکت انتخاب کنیم و نظر هر یک از کارمندان انتخاب شده در نمونه را در مورد سیاست پرداخت اضافه حقوق شرکت جویا شویم. به منظور انتخاب نمونه، ابتدا می‌باید برای هر یک از کارمندان شرکت یک شماره شناسائی تعیین کنیم. فرض کنید این شماره‌ها عبارت باشند از ۱۰۰۲، ۰۰۰۲، ...، ۴۹۹ و ۵۰۰. اکنون به جدول اعداد تصادفی (۱.۷) مراجعه می‌کنیم و به صورت اختیاری نقطه‌ای را برای شروع انتخاب می‌کنیم. فرض کنید نقطه شروع را اولین عدد سمت چپ بالای جدول (۳۶۸۶۱) انتخاب کنیم. از آنجاکه شماره نسبت داده شده به کارمندان سه رقمی است، بیایند سه رقم اول را در نظر بگیریم. به این ترتیب اولین عنصر انتخابی، کارمند شماره ۳۶۸ است. اکنون برای انتخاب بقیه عناصر به ترتیب خاصی در جدول پیش می‌رویم، مثلًاً از چپ به راست، و سه رقم اول را در نظر می‌گیریم. پس با این حساب نفر بعدی کارمند شماره ۱۲۰ خواهد بود. به طریق مشابه کارمندهای شماره ۱۶۳ و ۳۷۹ هم در نمونه خواهند بود. شماره بعدی عدد ۷۰۹ است ولی از آنجاکه بزرگترین عدد ما ۵۰۰ است این عدد را رها می‌کنیم و به عدد بعد می‌پردازیم که عدد ۴۴۸ است. اگر چنانچه به عدد تکراری برخورد کردیم آنرا نادیده گرفته عدد بعدی را انتخاب می‌کنیم. به همین ترتیب در جدول پیش می‌رویم تا ۱۵ کارمند مورد نظر انتخاب شوند. جدول (۲.۷) شماره‌های شناسائی ۱۵ کارمندی که به این طریق انتخاب شده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول ۲.۷. شماره‌های شناسائی نمونه تصادفی ساده‌ای مرکب از ۱۵ کارمند

۳۶۸	۱۲۰	۱۶۳	۳۷۹	۴۴۸
۲۳۲	۳۴۱	۲۵۱	۰۴۱	۳۱۶
۴۱۷	۱۶۴	۲۲۶	۱۵۸	۳۷۴

نمونه‌گیری تصادفی ساده موقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که:

- ۱- جامعه شماره گذاری شده باشد یا بتوان آنرا با هزینه کمی شماره گذاری کرد.
- ۲- عناصر نمونه به آسانی قابل دسترسی باشند (یعنی به سرعت و با هزینه کم قابل

دسترسی باشند). همانگونه که ملاحظه می‌کنید هر یک از این دو مورد در خصوص مثال فوق صادق است.

#### نمونه تصادفی سیستماتیک<sup>۱</sup>

نمونه تصادفی سیستماتیک نمونه‌ایست که هر زامین عنصر جامعه را شامل شود. برای مثال فرض کنید که ما جامعه ۱۵ عنصری زیر را داشته باشیم:

A B C D E F G H I J K L M N O

و بخواهیم که هر پنجمین عنصر ( $i = 5$ ) در داخل نمونه قرار گیرد. اکنون لازم است از یکی از پنج عنصر اول (A, B, C, D, E) شروع کنیم.

ابتدا این پنج عنصر را به ترتیب با شماره‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ شماره‌گذاری می‌کنیم و از جدول اعداد تصادفی یک نقطه شروع تصادفی را انتخاب می‌کنیم. قبل از آنکه به جدول اعداد تصادفی نگاه کنیم، توافق می‌کنیم که اولین رقم قابل استفاده (۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵) را از عدد سطر اول ستون آخر جدول اعداد تصادفی ۱.۷ انتخاب کنیم. با مراجعته به جدول مشاهده می‌شود که عدد مربوطه ۹۲۶ است. رقم‌های ۷ و ۰ و ۹ قابل استفاده نیست و لی رقم ۲ قابل استفاده است. پس دومین عنصر که B است در نمونه است. با شروع از B و انتخاب هر پنجمین عنصر، نمونه سیستماتیک BGL به دست می‌آید.

در روشی که توصیف شد هر عنصر از جامعه دارای شانس معلوم و غیرصفرا  $\frac{1}{5}$  برای انتخاب شدن در نمونه است، زیرا نقطه شروع را به طور تصادفی انتخاب کردیم (توجه کنید که احتمال انتخاب بقیه عناصر نمونه برابر احتمال انتخاب عنصر اول است). درنتیجه اکنون یک نمونه تصادفی در اختیار داریم. در عین حال بیشتر نمونه‌هایی که می‌توانست در یک نمونه‌گیری تصادفی ساده بروز کند نمی‌تواند در حالت انتخاب سیستماتیک ظاهر شود، به عنوان مثال ممکن نیست که نمونه‌ای با عناصر ABC انتخاب شود. بنابر این روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و نمونه‌گیری سیستماتیک دو روش متفاوت است.

نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک را می‌توان برای جامعه‌هایی که دارای نوعی ترتیب هستند به کار برد، از قبیل کلیه جوامعی که لیست شده‌اند (نام افراد در دفترچه تلفن، لیست اسامی دانشجویان کلاس). اگر عناصر جامعه به ترتیب باشند فقط لازم است که از عنصر اولیه را شماره‌گذاری کنیم تا تعیین نقطه شروع برای یک نمونه‌گیری سیستماتیک امکان‌پذیر شود. به عنوان یک مثال، فرض کنید می‌خواهیم با ۱۰۰ خانوار از کل ۱۰۰۰ خانوار موجود در منطقه خاصی مصاحبه کنیم، یعنی با یک خانه از هر ۱۰ خانه. بنابر این لازم است نقطه شروع را از بین ۱۰ خانه اول با استفاده از جدول اعداد تصادفی تعیین کنیم. فرض کنید نقطه شروع عدد ۷ باشد. اکنون مصاحبه‌گر می‌تواند از یک طرف خیابان شروع کند و هفتمنی خانوار را به عنوان اولین عنصر نمونه مورد مصاحبه قرار دهد. سپس وی در آن امتداد ۱ خانه پیش می‌رود و خانوار بعدی را مورد مصاحبه قرار می‌دهد و به همین نحو ادامه می‌دهد. هنگامی که به انتهای خیابان رسید کار خود را از سمت دیگر خیابان آغاز می‌کند. وقتی این امر برای کلیه خیابانهای منطقه انجام پذیرفت نمونه ۱۰۰ عنصری مورد نظر به دست آمده است. توجه کنید که در مثال فوق نیازی به داشتن لیستی از جامعه (۱۰۰۰ خانه) نبود.

مزیت روش نمونه‌گیری سیستماتیک در مواردی که می‌توان از آن استفاده کرد اینست که اولاً<sup>۱</sup> انجام آن آسان است و در ثانیاً پرهزینه نیست.

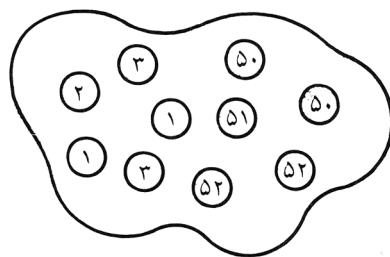
### نمونه تصادفی طبقه‌بندی شده<sup>۱</sup>

تقسیم یک جامعه آماری به طبقه‌های متمایز را طبقه‌بندی می‌نامند. روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده به این ترتیب است که ابتدا جامعه را طبقه‌بندی می‌نمایند و سپس نمونه‌ای تصادفی از هر طبقه را انتخاب می‌کنند. یکی از دلایل نمونه‌گیری از طبقات بجای گرفتن یک نمونه تصادفی ساده از کل جامعه اینست که می‌توان اطمینان حاصل کرد نمونه‌هایی با عناصر کافی از هر طبقه انتخاب شده است. برای مثال، فرض کنید که به آمار بیکاران در سطح کشور نیازمندیم. اگر نمونه تصادفی ساده‌ای از کل کشور انتخاب کنیم ممکن است افراد یکی دو استان در نمونه به اندازه‌ای کم باشند که نتوانند به عنوان

نماینده‌ای از آن استان تلقی شوند. در صورتی که اگر ابتدا کشور را به استانهایی تقسیم کنیم، می‌توانیم حجم نمونه را برای هر استان از قبل تعیین کنیم و درنتیجه انتخاب تعداد افراد را از هر استان به شانس واگذار نکنیم. بنابراین دلیل استفاده از نمونه گیری طبقه‌بندی شده اینست که می‌توان اطمینان پیدا کرد نمونه‌ای با حجم مناسب از هر طبقه به دست آمده است.

یکی دیگر از دلایل استفاده از روش نمونه گیری طبقه‌بندی شده به دست آوردن تخمین‌های بهتری برای پارامترهای جامعه است. اصل کلی اینست که اگر اختلاف عناصر بین طبقات بیشتر از اختلاف عناصر در داخل هر طبقه باشد، روش نمونه گیری طبقه‌بندی شده نتایج دقیق‌تری را نسبت به روش نمونه گیری تصادفی ساده ارائه می‌کند. برای روشن شدن مسئله به شکل ۱.۷ توجه کنید که جامعه‌ای مرکب از ۱۰ مهره را نشان می‌دهد.

شکل ۱.۷

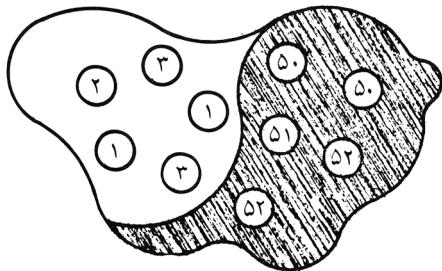


جمع کل جامعه (جمع اعدادی که بر روی مهره‌ها نوشته شده است) برابر ۲۶۵ است. می‌خواهیم این جمع را به وسیله انتخاب نمونه تصادفی ساده‌ای مرکب از دو مهره تخمین بزنیم. به این ترتیب که ابتدا دو مهره را با هم جمع کنیم و سپس حاصل را در عدد ۵ ضرب کنیم (۵ ضرب در ۲ مهره مساوی ۱۰ مهره). اگر نمونه تصادفی ساده‌ای انتخاب کنیم امکان انتخاب هر جفت مهره‌ای هست. بعضی از این جفت‌ها تخمین بسیار ضعیفی را ارائه خواهند کرد. برای مثال مهره‌های که بر روی آنها اعداد ۱ و ۲ نوشته شده است. جمع کل (۲۶۵) را به میزان زیر تخمین خواهند زد.

$$5 \times (1 + 2) = 15$$

اکنون تصور کنید که جامعه را به صورتی که در شکل ۲.۷ آمده است طبقه‌بندی کنیم، و از هر طبقه مهره‌ای را به صورت تصادفی انتخاب کنیم. یکی از طبقه با اعداد پائین (L)، و دیگری از طبقه با اعداد بالا (H).

شکل ۲.۷



ملاحظه می‌شود که چنانچه ابتدا طبقه‌بندی صورت گیرد و بعد از هر طبقه نمونه‌گیری شود، گرفتن دو عدد کوچک یادو عدد بزرگ غیرممکن خواهد بود. کوچکترین تخمین جمع کل جامعه (یعنی ۲۶۵) وقتی به دست خواهد آمد که نمونه ما اعداد ۱ و ۵۰، یعنی کوچکترین اعداد هر طبقه باشند. این تخمین عبارت خواهد بود از:

$$5 (1 + 50) = 255$$

بزرگترین تخمین جمع کل جامعه (یعنی ۲۶۵) عدد ۲۷۵ خواهد بود و آن وقتی است که نمونه ما شامل بزرگترین عدد هر دو طبقه باشد، یعنی:

$$5 (3 + 52) = 275$$

مثالی که در بالا عنوان شد اغراق‌آمیز است، ولی این اصل را عیان می‌سازد که، وقتی اختلاف بین طبقه‌ها بیشتر از اختلاف داخل طبقه است، نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده تخمین‌های دقیق‌تری از خصوصیات جامعه را ارائه می‌کند تا نمونه‌گیری تصادفی ساده. نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده به نحو وسیعی برای نمونه‌گیری از جوامع افراد انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمونه‌ها اغلب بر اساس خصیصه‌هایی چون سن، سطح تحصیلات جنس، سطح درآمد و ناحیه جغرافیائی طبقه‌بندی می‌شوند. نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده از

این جهت مورد استفاده قرار می‌گیرد که (۱) برای هر طبقه، نمونه‌ای به اندازه مناسب در نظر می‌گیرد و (۲) تخمین‌های دقیق‌تری از خصوصیات جامعه را نسبت به سایر نمونه‌گیری‌ها ارائه می‌کند.

### نمونه تصادفی خوش‌های<sup>۱</sup>

مفهوم نمونه‌گیری خوش‌های، انتخاب‌گروههای (خوش‌های) از عناصر جامعه است. بعد از آنکه خوش‌ها انتخاب شدند عناصر هر خوش قسمتی از نمونه‌ها را تشکیل می‌دهند. برای مثال اگر بخواهیم نظر کارگران کارخانه‌ها را نسبت به شرایط محیط کار در یک منطقه صنعتی جویا شویم، مسلماً لیستی از نام هزاران کارگری که در این منطقه کار می‌کنند در دسترس نیست و جمع آوری آن هم پرهزینه است. ولی شاید به سادگی بتوان لیستی از کارخانه‌های آن منطقه تهیه کرد. هر کارخانه شامل گروهی از کارگران است (یک خوش). اکنون می‌توان یک نمونه تصادفی ساده از کارخانه‌ها (خوش‌ها) انتخاب کرد و با نمونه تصادفی ساده‌ای از کارگران آن مصاحبه نمود. علت به کارگیری این روش بیشتر به خاطر کم‌هزینه بودن آن است. ولی هزینه نمونه‌گیری باید در مقابل دقت نتایج بدست آمده سنجیده شود. در این روش فقط تعدادی از کل خوش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد و بقیه خوش‌ها کنار گذاشته می‌شود. درنتیجه شرط همگن بودن جامعه در این نوع نمونه‌گیری نقش مهمی را ایفا می‌کند. در مواردی که جامعه تحت بررسی چندان همگن نیست می‌توان ابتدا آنرا طبقه‌بندی کرد، زیرا روش طبقه‌بندی طبقاتی را به وجود خواهد آورد که افراد آن تا حد زیادی همگن‌اند. پس از آن‌که جامعه به طبقات یا گروههای همگن‌تری تقسیم شد می‌توان در داخل هر طبقه نمونه‌گیری خوش‌های انجام داد. برای مثال ابتدا می‌توان افراد یک شهر را به طبقات پر درآمد، با درآمد متوسط و کم درآمد تقسیم کرد. سپس در هر منطقه چندین بلوک را به عنوان خوش‌های انتخاب نمود و آنگاه در خصوص مسئله مورد نظر به جمع آوری اطلاعات پرداخت.