

تعیین حجم نمونه

کریم منصورفر

تحلیل صحیح روند تغییرات اقتصادی - اجتماعی نیاز به اطلاعات آماری دقیق دارد که به یاری آن بتوان به کشف حقایق محدود و معین در زمینه گسترده مسائل اقتصادی و اجتماعی نایل آمد. فرآیند روشهای نمونه گیری به گونه ای وسیع و مؤثر، در انجام چنین بررسیهایی مورد استفاده قرار می گیرد. برای آنکه داده های آماری گویای واقعی جامعه در برنامه ریزی های اقتصادی - اجتماعی باشد باید الزاماً شرایط اساسی روش نمونه گیری در زمینه مورد نظر رعایت شود تا بتوان نتایج به دست آمده را با اطمینان به کار گرفت و به تحلیل درست رسید.

در کاربرد روش نمونه گیری برای تحقیق نموده های مختلف اقتصادی - اجتماعی توجه به سه مساله اساسی زیر حائز اهمیت است:

- تعیین حجم نمونه.

- روش انتخاب نمونه.

- برآورد و تعمیم نتایج تحقیق.

اگر ارتباط متقابل این سه موضوع با یکدیگر در یک نمونه گیری مهم و جدی تلقی شود در میزان کارایی و کیفیت بهتر مشاهدات نمونه و نزدیکتر کردن نتایج به دست آمده با واقعیات جامعه تاثیر می گذارد.

انتخاب حجم نمونه در طرح ریزی یک بررسی، از آنجا که نشان دهنده واقعیات جامعه است و از آن تبعیت می کند از موضوعهای کلیدی بررسی است. در این مورد آنچه قبل از هر چیز مد نظر قرار می گیرد «دقت نتایج بدست آمده» است که حد و حدود این دقت را فقط به کمک خطای نمونه می توان اندازه گیری کرد. محاسبه این خطا جزء جدانشدنی هر تحقیق با استفاده از روش نمونه گیری بشمار می رود. هر قدر خطای نمونه گیری در یک بررسی کمتر باشد، داده های نمونه نیز بهمان نسبت دقیقتر بوده و نتایجی که از این نمونه بدست می آید با نتایج سرشماری نزدیکتر است.

حجم نمونه به عنوان یک عامل، بر روی مقدار خطای متوسط تأثیر می گذارد و از همین رو درست بودن آن سبب بالا رفتن گویائی نمونه می شود. افزون بر این صحت و دقت نمونه گیری موجب کاهش هزینه مشاهدات و صرفه مندی انجام بررسی می گردد.

روشهای تعیین حجم نمونه در جامعه آماری، با هدف و برنامه پردازش و تحلیل نتایج مشاهدات، تعداد مشخصه های مورد مطالعه، اطلاعات متناظر و میزان تغییرپذیری آنها، روشهای برآورد پارامترهای آماری، عوامل هزینه ای و غیره رابطه مستقیم و تنگاتنگ دارد. محاسبه حجم نمونه با هدف برآورد پارامترها برای تمامی جامعه آماری یا طبقات جداگانه آن صورت می گیرد. منظور از طبقات جداگانه جامعه آماری، هر واحد دلخواه جغرافیائی مانند استان، شهرستان، دهستان، بخش، ناحیه یا فعالیت های عمده اقتصادی یا مشاغل گوناگون یا گروه های مختلف اجتماعی و غیره است.

منظور از برآورد صفات مورد مطالعه بر حسب کل جامعه و طبقات جداگانه جامعه آماری این است که بتوان مقدار خطای مطلق و نسبی برآوردهای صفات مورد مطالعه را نشان داد.

طبیعی است برای بدست آوردن برآوردهای پارامترهای آماری با درجه دقت مطلوب جهت کل جامعه، حجم کمتری نمونه مورد نیاز است تا برای خود طبقات جداگانه جامعه آماری. در حالت اخیر وقتی که برآوردها برای طبقات جداگانه تعیین می شود حجم کل نمونه برای جامعه از حاصل جمع حجم های نمونه های طبقات جداگانه بدست می آید.

در نظر اول شمای محاسبه حجم نمونه ساده بوده و به قرار زیر می باشد:

۱- از بین کلیه صفات مورد مطالعه توسط تحلیل اقتصادی و اجتماعی و آنالیز همبستگی

مجموعه صفت‌هایی که برای مشخص کردن پدیده‌های مورد مطالعه مهمتر است (صفات بارز) انتخاب شود.

۲- تغییر پذیری (پراکندگی - واریانس - ضریب تغییرات و ...) هر یک از صفات انتخاب شده را براساس:

الف - آمارگیریه‌ای پیشین جامعه مورد مطالعه و یا جامعه‌های مشابه.

ب - آمارگیری آزمایشی (با استفاده از این آمارگیری واریانس صفات مشخص می‌شود، آن‌گاه بوسیله واریانس حجم نمونه و همچنین تخصیص بهینه حجم‌های نمونه مورد استفاده قرار می‌گیرد).

پ - فرضیه‌های معین راجع به ساختار جامعه.

ت - عملی کردن واحدهای نمونه در دو مرحله (بدین معنی که اول بار یک نمونه انتخاب می‌شود سپس به کمک آن حجم نمونه کل تعیین می‌گردد آن‌گاه نمونه اولی را از حجم نمونه کل کسر کرده و بقیه نمونه‌گیری می‌شود، در واقع مجموع این دو نمونه حجم نمونه کل می‌باشد).

۳- براساس روابط نظری (فرمول‌ها) بین تغییرپذیری و نوع نمونه و خطای مجاز متناظر برای هر یک از صفات انتخاب شده حجم نمونه محاسبه می‌گردد.

۴- بزرگترین حجم نمونه محاسبه شده در بند (۳) به عنوان حجم اولیه نمونه (حجم موقتی نمونه) انتخاب می‌شود.

۵- حجم کلی جامعه مورد بررسی با جمع کردن تمامی حجم‌های اولیه نمونه که برای طبقات جداگانه جامعه محاسبه شده است تعیین می‌گردد.

۶- همچنین باید تعیین شود که آیا حجم کلی مشاهدات نمونه‌ای از نظر هزینه‌های تعیین شده برای انجام آن قابل قبول می‌باشد، یا نه؟ به سخن دیگر حجم نمونه کل با هزینه مورد نظر هماهنگی دارد؟ چنانچه جواب مثبت باشد حجم محاسبه شده نمونه را به عنوان حجم نهایی که اجازه می‌دهد پارامترهای آماری با دقت مطلوب هم برای طبقات جداگانه و هم برای خود کل جامعه برآورد شود، می‌پذیریم. در غیر این صورت، یعنی اگر حجم کل نمونه محاسبه شده با هزینه تعیین شده مغایرت داشته باشد، آن‌گاه حجم نمونه مجدد باید محاسبه گردد. حجم نمونه را می‌توان با استفاده از افزایش خطای مجاز برای صفتی که حجم اولیه بر پایه آن انتخاب شده است، پایین آورد.

اگر افزایش خطای مجاز و هزینه مورد نیاز امکان پذیر نباشد، آن‌گاه از مطالعه این صفت‌ها باید خودداری نمود، زیرا که براساس منابع موجود دقت مورد انتظار برای آنها کافی نخواهد بود.

آنچه به تصویر کشیده شد به طور کلی شمای محاسبه حجم نمونه کل و حجم نمونه‌های طبقات مختلف جامعه بود. لکن چنین روش محاسبه نتایج کاملاً رضایت بخش را در شرایطی تامین می‌نماید که حجم N (حجم جامعه یا طبقات جداگانه جامعه مورد مطالعه) از کمیت معین تجاوز ننماید. (راجع به کمیت معین بعداً سخن خواهد رفت).

اگر این محدودیت را در نظر نگیریم، آن‌گاه در شرایط یکسان دیگر (یعنی فقط حجم جامعه نمونه متفاوت باشد و سایر شرایط یکی باشد) حجم نمونه‌های محاسبه شده اعم از اینکه جامعه بزرگ یا کوچک باشد برهم منطبق خواهد بود، در این حالت حجم محاسبه شده فقط برای مشخص کردن مقدار متوسط صفت مورد مطالعه کافی خواهد بود، ولی برای منعکس کردن مناسبات ساختاری جامعه مورد مطالعه کافی و قابل استناد نخواهد بود. مثلاً، برای جوامع به حجم‌های $N_1=600000$ و $N_2=900000$ حجم نمونه‌های مورد نیاز به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده (و یا نمونه‌گیری سیستماتیک از جامعه‌ایکه افراد آن به طور تصادفی^(۱) قرار گرفته‌اند) در مطالعه صفت‌هایی با ضریب تغییرات ۵۰ درصد ($V=50\%$) و خطای مجاز مساوی ۷ درصد ($\eta=7\%$) و برای $t=2$ یکسان بوده مساوی ۲۰۴ واحد خواهد بود. نسبت واحدهای انتخاب شده برای جامعه با حجم $N_1=600000$ عبارت از 0.34% درصد از کل را تشکیل می‌دهد، در صورتی که برای جامعه با حجم $N_2=900000$ این نسبت برابر با 0.23% درصد از کل می‌شود. این نشان می‌دهد که در انتخاب از جامعه اول از هر ۲۹۴۱ واحد فقط یک واحد و در انتخاب از جامعه دوم از هر ۴۴۱ واحد فقط یک واحد به نمونه می‌افتد.

حال این سؤال مطرح است که آیا حجم نمونه محاسبه شده برای انعکاس مناسبات ساختاری اساسی جامعه مورد مطالعه کافی خواهد بود؟

هرچند که نسبت واحدهای انتخاب شده برای جامعه دوم بیشتر است، ولی حجم نمونه برای انعکاس مناسبات ساختاری اساسی کافی نخواهد بود. اما آیا می‌توان حجم نمونه را برای جامعه اولی که اندازه آن بیشتر از حجم جامعه دوم است به همان نسبت افزایش داد؟ گرچه چنین شکی ممکن است، ولی برای مثال مورد نظر این روش منطقی نیست زیرا که اجازه نمی‌دهد ساختار جامعه مورد مطالعه در نمونه منعکس گردد (حجم نمونه اول در این شق تا به ۱۳۶۱ واحد افزایش پیدا می‌کند ولی نسبت انتخاب در نمونه اول با نسبت انتخاب نمونه دوم برابر با 0.23% درصد می‌باشد).

در تحقیقات عملی این شق محاسبه حجم نمونه برای بدست آوردن برآوردهای طبقات جداگانه جامعه مورد مطالعه فراوان بکار می‌رود. لکن در این حالت نیز لازم است اندازه طبقات جداگانه جامعه مورد مطالعه چنان در نظر گرفته شود که از حد معین تجاوز ننماید.

از مثال یاد شده چنین برمی آید که اگر شرایط دیگر یکسان باشد برای جوامع با حجم‌های متفاوت نمونه‌ها باید با حجم یکسان انتخاب شود تا اینکه نتایج با دقت مطلوب بدست آید. این مطلب گویای آنست که در جامعه مورد مطالعه برای N حدمعینی وجود دارد که از آن ببعد حجم نمونه تغییر نمی‌کند و واضح است باید کمیت دیگری، مانند N' وجود داشته باشد ($N' < N$) که (با در نظر گرفتن مناسبات نظری بین n و N) از آن به بعد حجم نمونه بسیار ناچیز تغییر می‌کند.

$$\frac{x}{N'} \quad \frac{x}{N}$$

بررسی‌هایی که در این راستا انجام گرفته نشان می‌دهد که این کمیت‌ها را می‌توان تعیین کرد و آنها را در محاسبه حجم نمونه‌ها برای بدست آوردن برآوردهای طبقات جداگانه جامعه مورد مطالعه به کار گرفت.

وقتی هدف اصلی آمارگیری نمونه‌ی انعکاس و ویژگی‌های ساختاری جامعه مورد مطالعه باشد در محاسبه حجم نمونه استفاده از کمیت N' خیلی مناسب می‌باشد.

در این مقاله مراحل اساسی بررسی‌ها در زمینه تعیین حجم نمونه تصویر شده است. موضوع‌های اساسی تحقیق بدین قرار خواهد بود:

I - تحلیل مناسبات نظری بین n و N به منظور تعیین کمیت‌های N و N' مربوط به جامعه مورد مطالعه. در این مورد به سه دلیل زیر تحلیل فرمول محاسبه حجم نمونه تصادفی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الف - فرمول نامبرده برای محاسبه حجم نمونه‌گیری سیستماتیک نیز صادق است و در عمل روش نمونه‌گیری سیستماتیک بیشتر کاربرد دارد.
ب - تکنیک محاسبه N و N' خیلی ساده است.

پ - استنتاج راجع به حجم نمونه‌های مورد نیاز برای انعکاس مناسبات اساسی ساختاری جامعه مورد مطالعه برای نمونه‌گیری‌های نوع دیگر نیز صادق است.

II - به منظور برآورد طبقات جداگانه جامعه آماری که حجم آنها به طور وسیع نوسان می‌کند آزمونی جهت امکان استفاده از کمیت‌های N و N' در محاسبه حجم نمونه انجام می‌گیرد.

III - ساختن متدولوژی تعیین حجم نمونه‌ها برای بدست آوردن تخمین‌ها برحسب طبقات مختلف جامعه مورد مطالعه براساس بررسی‌های نظری و عملی.

مرحله اول

می دانیم که اندازه حجم نمونه در مورد نمونه گیری تصادفی ساده بدون جایگذاری بر طبق فرمول زیر است:

$$n = \frac{t^2 V^2 N}{N\eta^2 + t^2 V^2} \quad (1)$$

که در آن:

V ضریب تغییرات صفت بر حسب درصد.

N حجم جامعه اصلی.

η خطای نسبی مجاز حدی برای نمونه بر حسب درصد.

t ضریب مشخص کننده احتمال خطای حدی (یعنی احتمال اینکه خطای واقعی نمونه از خطای حدی تجاوز نخواهد کرد).

تحلیل این فرمول نشان می دهد که:

- حجم نمونه در صورتی که سایر شرایط یکسان باشد با افزایش حجم N بزرگتر می شود ولی نه به طور متناسب با افزایش حجم جامعه کل.

- حجم نمونه بیک حد میل می کند ولی از آن تجاوز نمی کند.

- حجم حدی نمونه وقتی که N بسمت بینهایت میل کند مساوی است با:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} n = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{t^2 V^2 N}{\eta^2 + \frac{t^2 V^2}{N}} = \frac{t^2 V^2}{\eta^2} \quad (2)$$

این حد گویای این است که مقدار N آنقدر بزرگ است که از آن به بعد حجم نمونه فقط از عبارت (۲) تبعیت می کند پس می توان گفت که n و N به طور نامتناسب نسبت به هم وابستگی دارند، بنابراین بلافاصله این سؤال مطرح می شود که مقدار N' (حجم جامعه کل) چقدر باید باشد که از آن به بعد حجم نمونه دیگر بطور قابل ملاحظه تغییر نمی کند؟ جواب سؤال مطرح شده را می توان از فرمول (۱) بدست آورد.

اگر حجم حدی نمونه را با K ($\frac{t^2 V^2}{\eta^2} = K$) و حجم جامعه کل را به صورت $N = KK'$ (که در آن عدد دلخواه حقیقی مثبت است) بیان کنیم، آنگاه فرمول (۱) چنین خواهد بود

$$n = \frac{K'K'}{KK' + K} = \left(\frac{K'}{K' + 1} \right) K \quad (3)$$

در عبارت (۳) ضریب K برای صفات مورد مطالعه با تغییر پذیری^(۲) معین و خطای مجاز نمونه کمیت ثابتی می باشد (مثلاً برای $V = 0.5$ ، $\eta = 0.5$ و $t = 2$ ، کمیت $K = 400$)، ولی

کسر $\frac{K'}{K'+1}$ که تغییرات حجم جامعه را منعکس می‌نماید، کمیت متغیر می‌باشد. با توجه به $N=K K'$ اگر K' باندازه یک واحد افزایش یابد یعنی $N=K(K'+1)$ در نتیجه حجم جامعه کل (جامعه اصلی) به اندازه K واحد افزایش خواهد یافت، آن‌گاه حجم n' نمونه برای $N=K(K'+1)$ و چنین خواهد بود.

$$n' = \left(\frac{K'+1}{K'+2} \right) K \quad (4)$$

بنابراین اختلاف بین n و n' برابر با:

$$n' - n = \frac{K}{(K'+2)(K'+1)} \quad (5)$$

بدین طریق اگر جامعه‌های $N=K K'$ و $N=K(K'+1)$ مورد مطالعه قرار گیرند، آن‌گاه اختلاف بین حجم نمونه‌ها برای این جامعه‌ها همواره توسط عبارت (۵) مشخص خواهد شد. در ضمن اگر $n' - n = 1$ باشد، آن‌گاه می‌توان قبول کرد که از مقدار معین N' به آن طرف با افزایش K واحد حجم جامعه، حجم نمونه دیگر بطور محسوس تغییر نمی‌کند.

با تحلیل عبارت (۵) می‌توان دریافت که تساوی $n' - n = 1$ وقتی برقرار می‌گردد که مخرج کسر (۵) یعنی $(K'+2)(K'+1)$ مساوی K گردد یعنی وقتی که تساوی $(K'-2)(K'-1) = K$ برقرار گردیده باشد. از حل معادله درجه دوم $K'^2 + 3K' + 2 = K$ می‌توان مقدار K' را تعیین کرد و در نتیجه حجم N' را مشخص نمود که از آن به بعد حجم نمونه دیگر بطور محسوس تغییر نمی‌نماید.

اگر تغییر پذیری صفات مورد مطالعه معلوم باشد و درجه دقت برای طرح نمونه‌گیری داده شده باشد، آن‌گاه معادله نامبرده همواره دارای جواب خواهد بود. برای تعیین حجم جامعه اصلی که از آن به بعد، حجم نمونه تغییر نمی‌کند، کافی است نامساوی $K - \left(\frac{K'}{K'+1} \right) K < 0.5$ و یا

$$K' > \frac{K - 0.5}{0.5} \quad (6)$$

حل گردد، که در آن 0.5 عددی است که، اختلاف بین مقدار محاسبه شده حجم نمونه (n) و مقدار حدی آن (K) را مشخص می‌نماید ($K - n < 0.5$)، یعنی در تمامی محاسبات n وقتی این نامساوی برقرار می‌گردد مقدار حدی آن به عنوان حجم نمونه قبول می‌گردد).

از عبارات (۵) و (۶) بدست آمده در این بررسی می‌توان ابتداء ضریب K' و سپس اندازه‌های جامعه‌های اصلی، N و N' را بدست آورد که از آن اندازه‌ها به بعد، حجم نمونه در ابتدا به طور نامحسوس تغییر می‌کند و در افزایش بعدی N' ، بطور کلی تغییرات حجم نمونه متوقف می‌گردد.

افزون بر آن از عبارات (۵) و (۶) دیده می‌شود که برای تعیین ضریب K' باید مقدار حدی حجم نمونه (K) را از عبارت (۲) بدست آورد. همچنین باید متذکر شد که بسته به شرایط معین (تغییر پذیری صفات مورد مطالعه و خطای مجاز نمونه) مجموعه مقادیر K وجود دارد، بدین جهت مقادیر K باید براساس «درصد خطای مجاز نمونه‌های مختلف»، و «تغییر پذیری صفات مورد مطالعه (%)» که در اکثر تحقیقات اجتماعی و اقتصادی با آنها سروکار داریم، محاسبه گردد. استفاده از کمیت‌های نسبی در تعیین K ، امکان خواهد داد که از مقادیر بدست آمده در محاسبه حجم نمونه‌ها برای تحقیقات فرایندها و نمردهای اقتصادی و اجتماعی استفاده گردد. جدول یک مقادیر حدی حجم نمونه (K_{ij})، بسته به تغییر پذیری (V_j) صفات مورد مطالعه (که در آن $i = 0.30, 0.35, \dots, 0.75$) و خطای مجاز نمونه (η_j)، (که در آن: $0.20, 0.15, 0.10, 0.07, 0.05, 0.03, 0.01$ و $j = 0.1$) را با ۹۵ درصد اطمینان ($t=2$) نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱

خطای مجاز نمونه η ، %							ضرایب تغییرپذیری صفت V_i ، %
۲۰	۱۵	۱۰	۷	۵	۳	۱	
۹	۱۶	۳۶	۷۳	۱۴۴	۴۰۰	۳۶۰۰	۳۰
۱۲	۲۲	۴۹	۱۰۰	۱۹۶	۵۴۴	۴۹۰۰	۳۵
۱۶	۲۸	۶۴	۱۳۱	۲۵۶	۷۱۱	۶۴۰۰	۴۰
۲۰	۳۶	۸۱	۱۶۵	۳۲۴	۹۰۰	۸۱۰۰	۴۵
۲۵	۴۴	۱۰۰	۲۰۴	۴۰۰	۱۱۱۱	۱۰۰۰۰	۵۰
۳۰	۵۴	۱۲۱	۲۴۷	۴۸۴	۱۳۴۴	۱۲۱۰۰	۵۵
۳۶	۶۴	۱۴۴	۲۹۴	۵۷۶	۱۶۰۰	۱۴۴۰۰	۶۰
۴۲	۷۵	۱۶۹	۳۴۵	۶۷۶	۱۸۷۸	۱۶۹۰۰	۶۵
۴۹	۸۷	۱۹۶	۴۰۰	۷۸۴	۲۱۷۸	۱۹۶۰۰	۷۰
۵۶	۱۰۰	۲۲۵	۴۵۹	۹۰۰	۲۵۰۰	۲۲۵۰۰	۷۵

 (K_{ij})

(این جدول با توجه به مقادیر η و V از $(K = \frac{t^2 V^2}{\eta^2})$ بدست آمده است).
 با استفاده از مقادیر K_{ij} برای حل نامساوی (۶) و معادله درجه دوم در عبارت (۵) می توان برای هر حالت مشخص، ضرایب K'_{ij} و در نتیجه N_{ij} و N'_{ij} را تعیین کرد.
 در جدول (۲)، حجم جامعهها (N_{ij}) ، که از آن به بعد حجم نمونه دیگر تغییر نمی کند و مساوی می باشد با حجم حدی K_{ij} داده شده است.

جدول شماره ۲

خطای مجاز نمونه η ، %							ضرایب تغییرپذیری
۲۰	۱۵	۱۰	۷	۵	۳	۱	صفت V_i ، %
۱۶۲	۵۱۲	۲۵۹۲	۱۰۶۵۸	۴۱۴۷۲	۳۲۰۰۰۰	۲۵۹۲۰۰۰۰	۳۰
۲۷۶	۹۶۸	۴۸۰۲	۲۰۰۰۰	۷۶۸۳۲	۵۹۱۸۷۲	۴۸۰۲۰۰۰۰	۳۵
۵۱۲	۱۵۶۸	۸۱۹۲	۳۴۳۲۲	۱۳۱۰۷۲	۱۰۱۱۰۴۲	۸۱۹۲۰۰۰۰	۴۰
۸۰۰	۲۵۹۲	۱۳۱۲۲	۵۴۴۵۰	۲۰۹۹۵۲	۱۶۲۰۰۰۰	۱۳۱۲۲۰۰۰۰	۴۵
۱۲۵۰	۳۸۷۲	۲۰۰۰۰	۸۳۲۳۲	۳۲۰۰۰۰	۲۴۶۸۶۴۲	۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۵۰
۱۸۰۰	۵۸۳۲	۲۹۲۸۲	۱۲۲۰۱۸	۴۶۸۵۱۲	۳۶۱۲۶۷۲	۲۹۲۸۲۰۰۰۰	۵۵
۲۵۹۲	۸۱۹۲	۴۱۴۷۲	۱۷۲۸۷۲	۶۶۳۵۵۲	۵۱۲۰۰۰۰	۴۱۴۷۲۰۰۰۰	۶۰
۳۵۲۸	۱۱۲۵۰	۵۷۱۲۲	۲۳۸۰۵۰	۹۱۳۹۵۲	۷۰۵۳۷۶۸	۵۷۱۲۲۰۰۰۰	۶۵
۴۸۰۲	۱۵۱۳۸	۷۶۸۳۲	۳۲۰۰۰۰	۱۲۲۹۳۱۲	۹۴۸۷۳۶۸	۷۶۸۳۲۰۰۰۰	۷۰
۶۲۷۲	۲۰۰۰۰	۱۰۱۲۵۰	۴۲۱۳۶۲	۱۶۲۰۰۰۰	۱۲۵۰۰۰۰۰	۱۰۱۲۵۰۰۰۰۰	۷۵

 (N_{ij})

در جدول (۳) اندازه حجم جامعه اصلی (N'_{ij}) که از آن به بعد حجم نمونه به طور نامحسوس تغییر می‌کند، بیان شده است.

جدول شماره ۳

خطای مجاز نمونه $\eta, \%$							ضرایب تغییرپذیری صفت $V_i, \%$
۲۰	۱۵	۱۰	۷	۵	۳	۱	
۱۴	۴۰	۱۶۲	۵۱۸	۱۵۱۲	۷۴۰۰	۲۱۰۶۰۰	۳۰
۲۴	۷۱	۲۷۰	۸۵۰	۲۴۵۰	۱۱۸۵۹	۳۳۵۶۵۰	۳۵
۴۰	۱۰۷	۴۱۶	۱۳۱۰	۳۷۱۲	۱۷۹۱۷	۵۰۲۴۰۰	۴۰
۶۰	۱۶۲	۵۶۳	۱۸۸۱	۵۳۴۶	۲۵۶۵۰	۷۱۶۸۵۰	۴۵
۸۸	۲۲۷	۸۵۰	۲۶۱۱	۷۴۰۰	۳۵۳۳۰	۹۸۵۰۰۰	۵۰
۱۲۰	۳۱۷	۱۱۵۰	۳۵۱۲	۹۹۲۲	۴۷۳۰۹	۱۳۱۲۸۵۰	۵۵
۱۶۲	۴۱۶	۱۵۱۲	۴۶۰۱	۱۲۹۶۰	۶۱۶۰۰	۱۷۰۶۴۰۰	۶۰
۲۱۰	۵۳۸	۱۹۴۴	۵۸۹۳	۱۶۵۶۲	۷۸۵۹۴	۲۱۷۱۶۵۰	۶۵
۲۷۰	۶۸۲	۲۴۵۰	۷۴۰۰	۲۰۷۷۶	۹۸۴۴۶	۲۷۱۴۶۰۰	۷۰
۳۳۶	۸۵۰	۳۰۳۸	۹۱۴۸	۲۵۶۵۰	۱۲۱۲۵۰	۳۳۴۱۲۵۰	۷۵

 (N'_{ij})

در جدول (۴)، حجم نمونه (n'_{ij}) که لازم است نتایج با دقت داده شده بدست آید، بیان شده است.

جدول شماره ۴

خطای مجاز نمونه η ، %							ضرایب تغییرپذیری صفت V_i ، %
۲۰	۱۵	۱۰	۷	۵	۳	۱	
۵	۱۱	۲۹	۶۴	۱۳۱	۳۷۹	۳۵۳۹	۳۰
۸	۱۷	۴۱	۸۹	۱۸۱	۵۲۰	۴۸۲۹	۳۵
۱۱	۲۲	۵۵	۱۱۹	۲۳۹	۶۸۴	۶۳۱۹	۴۰
۱۵	۲۹	۷۱	۱۵۲	۳۰۵	۸۶۹	۸۰۰۹	۴۵
۱۹	۳۷	۸۹	۱۸۹	۳۷۹	۱۰۷۷	۹۸۹۹	۵۰
۲۴	۴۶	۱۰۹	۲۳۱	۴۶۱	۱۳۰۷	۱۱۹۸۹	۵۵
۲۹	۵۵	۱۳۱	۲۷۶	۵۵۱	۱۵۵۹	۱۴۲۷۹	۶۰
۳۵	۶۶	۱۵۵	۳۲۶	۶۴۹	۱۸۳۴	۱۶۷۶۹	۶۵
۴۱	۷۷	۱۸۱	۳۷۹	۷۵۵	۲۱۳۱	۱۹۴۵۹	۷۰
۴۸	۸۹	۲۰۹	۴۳۷	۸۶۹	۲۴۴۹	۲۲۳۴۹	۷۵

(n'_{ij})

داده‌های جداول (۱) و (۲) و (۳) و (۴) را تحلیل کرده نتیجه‌گیریهای زیر را می‌توان بیان کرد:
۱- حجم حدی نمونه، برای هر حجم دلخواه جامعه اصلی درجه دقت مورد نیاز را تامین می‌نماید.

۲- فقط در صورتی حجم نمونه براساس مقدار حدی آن محاسبه می‌شود که هیچ اطلاعاتی راجع به اندازه N در دسترس نباشد ولی اطمینان وجود داشته باشد که $N > K$ است.

۳- در بررسیهای اجتماعی و اقتصادی اکثراً خطای مجاز نمونه مساوی با ۵ درصد تا ۱۰ درصد مورد استفاده قرار می‌گیرد (برای بعضی از صفاتی که تشکیل نمونه بر آن استوار است و بالاترین اهمیت را دارد، خطای مجاز نمونه ۳ تا ۵ درصد را قبول می‌کنند). اگر محاسبه حجم نمونه بر طبق فرمول (۳) براساس مقدار حدی حجم نمونه $K=400$ انجام گیرد، آن‌گاه پس از انجام مشاهدات، خطای واقعی نمونه با احتمال $P=0/9545$ نباید از خطای مجاز تجاوز نماید:

$V \leq 30\%$	۳ درصد برای صفات با تغییر پذیری
$30\% \leq V \leq 50\%$	۵ درصد برای صفات با تغییر پذیری
$50\% \leq V \leq 70\%$	۷ درصد برای صفات با تغییر پذیری
$V \leq 70\%$	۱۰ درصد برای صفات با تغییر پذیری

۴- برای تمامی جامعه‌هایی که اندازه حجم آنها مساوی یا بیشتر از اندازه‌ای که در جدول (۲) نشان داده شده است، مقدار حدی حجم نمونه K_{ij} (جدول ۱)، فقط برای مشخص کردن مقدار متوسط صفات مورد مطالعه کافی می‌باشد. زیرا در این صورت نسبت واحدهای انتخابی از این جامعه‌ها آنقدر کوچک است که بحث راجع به انعکاس مناسبات ساختاری جامعه مورد مطالعه، مفهومی ندارد. در واقع اگر حجم جامعه مورد مطالعه (N) بیش از N_{ij} باشد آن‌گاه حتی اگر حجم نمونه حدی (K_{ij}) به نسبت $N:N_{ij}$ افزایش داده شود باز هم برای انعکاس اکثر ساختاری جامعه، حجم نمونه کافی نخواهد بود.

۵- اندازه حجم جامعه اصلی (N'_{ij}) چندین برابر از حجم N_{ij} کوچکتر می‌باشد، اگر حجم نمونه را برای طبقات مختلف جامعه با حجم N_{γ} ، $(N_{\gamma} > N'_{ij})$ براساس N'_{ij} و n'_{ij} که متناظراً در جداول (۳) و (۴) بیان شده است، محاسبه گردد، آن‌گاه حجم نمونه n بدست خواهد آمد که امکان می‌دهد اکثر مناسبات ساختاری جامعه مورد مطالعه منعکس شود.

حجم نمونه برای طبقات جامعه مورد مطالعه را می‌توان با فرمول:

$$n_{\gamma} = \frac{N_{\gamma}}{N'_{ij}} \times n'_{ij} \quad (V)$$

محاسبه کرد.

عملاً اکثر مقادیر N'_{ij} (جدول ۳) را می‌توان به عنوان اندازه ساختاری قسمتهای جامعه مورد مطالعه در نظر گرفت گرچه این اندازه‌ها ممکن است کمتر یا مساوی و یا بیشتر از N'_{ij} باشند. ولی اگر بخواهیم خصوصیات ساختاری قسمت مورد مطالعه جامعه منعکس گردد. آن‌گاه از تمامی مقادیر N'_{ij} (برای شرایط داده شده) مقداری را که برای آن، نسبت واحدهای انتخابی $\frac{n'_{ij}}{N'_{ij}}$ بزرگترین باشد، گزیده می‌شود.

همچنین اگر نیاز باشد برآوردها با درجه دقت مشخص برای طبقات مورد مطالعه یا بخش‌های ساختاری آن بدست آورده شود باید n'_{ij} در فرمول (۷) با مقادیر n''_{ij} که برای N'_{ij} به توسط فرمول‌های (۱) و (۳) محاسبه شده است، تعویض گردد. (البته برای شرایط داده شده).

مثلاً، گیریم اندازه قسمتی از جامعه مورد مطالعه ۶۰۰۰۰۰ واحد باشد. در آمارگیری

نمونه‌ای از این قسمت لازم است که شرایط زیر برقرار گردد:

اولاً نتایج برای صفت با تغییر پذیری $0.50 \leq V \leq 0.30$ نباید خطایی بیش از ۵ درصد مجاز و برای صفات با تغییر پذیری $0.70 \leq V \leq 0.50$ نباید خطایی بیش از ۷ درصد مجاز داشته باشند. (انحراف میانگین نمونه از میانگین جامعه، کوچکتر از ۵ درصد، و یا ۷ درصد، بسته به تغییر پذیری صفات قابل قبول است)، ثانیاً مناسبات ساختاری اساسی بر آن قسمت منعکس گردد. مطلوب است تعیین حجم نمونه در شرایط داده شده.

برای محاسبه حجم نمونه که شرط اول برقرار باشد کافی است که فرمول‌های (۱) و (۳) و یا جداول (۱) و (۲) استفاده قرار گیرد.

با توجه به شرایط داده شده ($V=0.50$ و $\eta=0.5$) در جدول (۲) برابر ۳۲۰۰۰۰ و حجم نمونه (K_{ij}) در جدول (۱) برابر با ۴۰۰ واحد است، همچنین اگر حجم نمونه طبق فرمول (۱) محاسبه گردد برابر $399/7$ خواهد بود. ملاحظه می‌شود که اندازه قسمت مورد آمارگیری (۶۰۰۰۰۰) تقریباً دو برابر حجم $N_{ij}=320000$ می‌باشد، در چنین حجم نمونه، نسبت واحدهای انتخابی 0.07 درصد را تشکیل می‌دهد ($\frac{400 \times 100}{600000} = 0.07$) یعنی از هر ۱۵۰۰ واحد جامعه یک واحد در نمونه می‌افتد. بنابراین نسبت واحدهای انتخاب شده آنچنان کوچک است که بحث راجع به انعکاس مناسبات ساختاری قسمت مورد مطالعه مفهومی ندارد.

برای اینکه حجم نمونه هم شرط اول و هم شرط دوم مثال فوق را تامین نماید، باید از فرمول (۷) استفاده شود.

در محاسبه حجم نمونه بر طبق فرمول (۷)، لازم است مشخص گردد که براساس چه مقدار از N'_{ij} باید محاسبه انجام گیرد. برای این منظور کافی است از جدول (۳) و (۴)، بزرگترین نسبت $f_{ij} = \frac{n'_{ij}}{N'_{ij}}$ (جدول ۷) برای شرایط داده شده، انتخاب شود برای $0.50 \leq V \leq 0.30$ و $\eta=0.5$ بزرگترین نسبت $f_{max} = \frac{131}{1512} = 0.0866$ و برای $0.70 < V \leq 0.50$ و $\eta=0.7$ بزرگترین نسبت $f_{max} = \frac{231}{3512} = 0.0658$ می‌باشد.

در فرمول (۷) آن مقدار N'_{ij} مورد استفاده قرار می‌گیرد که متناظر با بزرگترین نسبت واحدهای انتخاب شده باشد، یعنی متناظر با بزرگترین حجم نمونه (در شرایط داده شده) باشد.

در مثال بالا N_{ij} مساوی با ۱۵۱۲ پذیرفته می‌شود که حجم نمونه مساوی با ۵۱۹۸۴ $(n = \frac{600000 \times 131}{1512})$ خواهد بود.

از حجم بدست آمده می‌توان گفت:

اولاً: اکثر بخشهای ساختاری قسمت مورد مطالعه (باستثناء بخشهای کم حجم) منعکس خواهد شد، زیرا که برای نسبت انتخاب $f = \frac{51984}{600000} = 0/0866$ تقریباً از هر ۱۱ واحد یک واحد به نمونه وارد می‌گردد.

ثانیاً: خطای واقعی نمونه برای صفات با شرایط داده شده و احتمال $0/9545$ ، از 6 درصد تجاوز نمی‌نماید.

ثالثاً: در تمامی بخشهای قسمت مورد آمارگیری که اندازه آنها مساوی یا بیشتر از 4374 است نتایج با دقت داده شده (متناظر با احتمال $0/9545$ بدست خواهد آمد $(4374 = \frac{1512 \times 379}{131})$ که 379 در آن، عددی است که در جدول (۴) قرار گرفته است. این عدد بزرگترین حجم نمونه را برای شرایط داده شده در مثال بیان می‌کند، و حجم متناظر با جامعه اصلی (7400) در جدول (۳) می‌باشد که از این حجم به بعد حجم نمونه بطور محسوس تغییر نمی‌کند).

۶- در محاسبه حجم نمونه، جداول (۳) و (۴) در حالاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند که اولاً اندازه قسمتهای مورد مطالعه ($N\gamma$) چند برابر بیش از N'_{ij} برای شرایط داده شده باشد، ثانیاً مناسبات ساختاری آنها معلوم نباشد و ثالثاً هدف نمونه‌گیری، انعکاس ساختارهای اساسی این قسمتها و همچنین بدست آوردن برآوردها برای بعضی از آنها باشد. چنین حجم اکثراً در آمارگیری نمونه‌ای جمعیت از نظر جامعه‌شناسی، جمعیت‌شناسی، اقتصادی و ... مشاهده می‌گردد.

۷- جداول (۱) و (۴) در محاسبه حجم نمونه، برای تعیین برآوردها در خانه‌های جدول استخراج که در آمارگیری نمونه‌ای باید بدست آورده شود و همچنین برای تعیین اینکه در چه سطح و مقدار حجم و با چه دقت می‌توان جداول استخراجی را بدست آورد، نقش مهم را ایفاء می‌کنند. البته در اینجا چنین مسایل مورد بحث قرار نمی‌گیرد، زیرا که آنها اهمیت خاص جداگانه دارند.

مرحله دوم

در این مرحله نیز برای اینکه مطلب گویاتر گردد مثال عملی برای تعیین حجم نمونه جهت برآورد طبقات جداگانه جامعه مورد مطالعه در نظر می‌گیریم که اندازه آنها بطور وسیع نوسان می‌کند.

جدول (۵) به صورت ماتریس 3×4 اندازه حجم ۱۲ تقسیم‌بندی جامعه مورد مطالعه آورده شده است. می‌خواهیم براساس نتایج آمارگیری نمونه‌ای، مناسبات ساختاری اساسی آنها منعکس گردد و برای این طبقات خواه به صورت کلی و خواه بر حسب قسمت‌های ساختاری آنها، خطای واقعی نمونه از ۵ درصد و ۷ درصد (به ترتیب برای صفات با تغییرپذیری از ۳۰ تا ۵۰ و از ۵۰ تا ۷۰) تجاوز نکند، بدست آوریم (شرایط مثال در بند ۵) با تحلیل جدول (۵) و مقایسه آن با اندازه‌های N_{ij} و N'_{ij} (در جدول ۲ و ۳)، می‌توان نتیجه گرفت، استفاده از فرمول‌های (۱) و (۳) برای محاسبه حجم نمونه برحسب هر قسمت کاراتر نمی‌باشد. زیرا اگر از فرمول‌های نامبرده استفاده گردد، با توجه به مقادیر N_{24} ، N_{21} ، N_{14} جدول ۵ ملاحظه می‌شود که حجم نمونه‌ها برای طبقات عملاً یکسان می‌باشد ($n=396$) و از مقدار حدی حجم نمونه که برای شرایط داده شده ۴۰۰ است بطور نامحسوس اختلاف دارد.

جدول شماره ۵

i \ j	۱	۲	۳	۴
۱	۱۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۳۲۵۰۰	۳۸۴۰۰
۲	۴۲۳۰۰	۱۵۰۰۰۰	۶۲۶۰۰	۴۴۶۰۰
۳	۸۸۲۰۰	۶۰۰۰۰۰	۷۹۶۰۰	۷۱۸۰۰

وانگهی استفاده از کوچکترین رقم جدول ($N_{14}=38400$) و حجم نمونه محاسبه شده برای آن ($n_{14}=396$) برای تعیین حجم نمونه‌های قسمت‌های دیگر (ارقام دیگر جدول) نیز غیرقابل قبول است زیرا که نسبت واحدهای انتخاب از این مجموعه زیاد نیست ($f = \frac{396}{38400} = 0/0103$) و تقریباً از هر ۹۷ واحد یک واحد به نمونه می‌افتد. بنابراین حل این مسأله به کمک جداول (۳) و (۴) کاراتر می‌باشد. در این حالت، حجم نمونه برای هر یک از قسمت‌ها را می‌توان بتوسط فرمول

(۷) محاسبه کرد. با در نظر گرفتن مطالب بیان شده در بند ۵ راجع به انتخاب N_j و همچنین مطابقت شرایط مثال، با شرایط مثال در بند ۵، کمیت N'_j مساوی با ۱۵۱۲ را بجای اینکه محاسبه شود، می پذیریم.

در جدول (۶) حجم نمونه‌های مورد نیاز برای بدست آوردن نتایج با دقت داده شده برحسب بخشهای ساختاری قسمت‌های مورد مطالعه (که در جدول ۵ آورده شده است) و انعکاس مناسبات ساختاری اساسی این قسمت‌ها بیان شده است.

جدول شماره ۶

i \ j	۱	۲	۳	۴
۱	۱۰۳۹۷	۸۶۶۴	۱۱۴۸۰	۳۳۲۷
۲	۳۶۶۵	۱۲۹۹۶	۵۴۲۴	۳۸۶۴
۳	۷۶۴۲	۵۱۹۸۴	۶۸۹۷	۶۲۲۱

حجم کل نمونه برای تمامی جامعه مساوی است با ۱۳۲۵۶۱، در چنین حجم نمونه برای تمامی قسمت‌ها می توان انتظار داشت که پس از انجام آمارگیری نمونه‌ی نتایجی بدست خواهند آمد با درجه دقت داده شده (متناظر با $P = ۰/۹۵۴۵$)، نسبت واحدهای انتخابی برای تمامی قسمت‌های جدول ۵ یکسان بوده و برابر با $۰/۰۸۶۶$ است $(f = \frac{n}{N} = \frac{۱۳۲۵۶۱}{۱۵۳۰۰۰۰} = ۰/۰۸۶۶)$ ، با این نسبت از هر ۱۱ واحد جامعه یک واحد به نمونه می افتد. بنابراین با ۹۵ درصد اطمینان می توان گفت که مناسبات ساختاری اساسی برای تمامی قسمت‌های جامعه مورد مطالعه منعکس خواهد بود.

مرحله سوم

براساس بررسی انجام شده می توان شمای زیر را به منظور محاسبه حجم نمونه برای بدست آوردن برآوردها برحسب قسمت‌های مختلف جامعه مورد مطالعه پیشنهاد نمود:

- ۱- طبقات یا قسمت‌هایی از جامعه مورد نظر را که می خواهند برآورد کنند مجزی می کنند.
- ۲- به منظور انتخاب فرمول برای محاسبه حجم نمونه که شرط‌های مورد نظر طرح تامین شود باید حجم قسمت‌های مورد مطالعه تحلیل گردند.

برای بخشهایی که حجم آنها تقریباً یکسان است، اگر حجم آنها از حجم بیان شده در جدول ۳ بزرگتر باشد آن گاه حجم نمونه n_t برای هریک از بخش‌ها به توسط فرمول (۳) محاسبه می‌شود، در نتیجه حجم کل نمونه برای L بخش مساوی با $n = L \times n_t$ خواهد بود.

اگر بین بخشهای مورد مطالعه بخشی با حجم N_γ وجود داشته باشد که براساس اندازه آن، می‌توان حجم نمونه را محاسبه کرد (نسبت واحدهای انتخاب از آن برای انعکاس مناسبات ساختاری اساسی کافی باشد)، آن گاه برای تعیین حجم نمونه n_γ برای این بخش، فرمول‌های (۱) و (۳) مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای بخش‌های دیگر ($N_t > N_j$) حجم نمونه n_t بر طبق فرمول:

$$n_t = \frac{N_t}{N_\gamma} \times n_\gamma \quad (۸)$$

محاسبه می‌شود.

حجم کل نمونه برحسب تمامی بخشها

$$n = \sum_t^L n_t \quad (۹)$$

می‌باشد.

در صورتی که بخشی به اندازه N_γ نباشد آن گاه با استفاده از فرمول (۷) حجم نمونه محاسبه می‌شود.

۳- از جدول (۳) مقادیر N'_{ij} متناظر با شرایط داده شده، انتخاب، و برای N'_{ij} ها از جدول (۴) حجم نمونه n'_{ij} بدست آورده می‌شود.

$$f_{ij}^{(۳)} = \frac{n'_{ij}}{N'_{ij}} \quad (۴) \text{ بر طبق فرمول}$$

نسبت انتخاب می‌شود.

۵- از بین نسبت‌های f محاسبه شده (جدول ۷) بزرگترین نسبت گزیده می‌شود (که متناظر با حجم نمونه مورد نیاز بوده و با درجه دقت داده شده، بیانگر انعکاس مناسبات ساختاری اساسی باشد).

۶- بتوسط جدول (۳) مقادیر N'_{ij} متناظر با بزرگترین نسبت انتخاب (f) تعیین و به کمک جدول (۴) مقدار n'_{ij} که باید از واحدهای N'_{ij} انتخاب گردد، بدست آورده شود.

۷- با در نظر گرفتن مقادیر N'_{ij} و n'_{ij} تعیین شده، بر طبق فرمول (۷) برای هریک از بخش‌ها حجم نمونه محاسبه شود.

۸- با جمع کردن حجم نمونه‌ها برای بخشها، حجم کل نمونه تعیین می‌گردد.

جدول شماره ۷
جدول $f_{ij} = \frac{n'_{ij}}{N'_{ij}}$

خطای مجاز نمونه $\eta, \%$							ضرایب تغییرپذیری
۲۰	۱۵	۱۰	۷	۵	۳	۱	صفت $V_i, \%$
۰/۳۵۷۱	۰/۲۷۵	۰/۱۷۹۰	۰/۱۲۳۶	۰/۰۸۶۶	۰/۰۵۱۲	۰/۰۱۶۸	۳۰
۰/۳۳۳۳	۰/۲۳۹۴	۰/۱۵۱۹	۰/۱۰۴۷	۰/۰۷۳۹	۰/۰۴۳۸	۰/۰۱۴۴	۳۵
۰/۲۷۵۰	۰/۲۰۵۶	۰/۱۳۲۲	۰/۰۹۰۸	۰/۰۶۴۴	۰/۰۳۸۲	۰/۰۱۲۶	۴۰
۰/۲۵۰۰	۰/۱۷۹۰	۰/۱۲۶۱	۰/۰۸۰۸	۰/۰۵۷۱	۰/۰۳۳۹	۰/۰۱۱۲	۴۵
۰/۲۱۵۹	۰/۱۶۳۰	۰/۱۰۴۷	۰/۰۷۲۴	۰/۰۵۱۲	۰/۰۳۰۵	۰/۰۱۰۰	۵۰
۰/۲۰۰۰	۰/۱۴۵۱	۰/۰۹۴۸	۰/۰۶۵۸	۰/۰۴۶۴	۰/۰۲۷۶	۱۰/۰۰۹۱	۵۵
۰/۱۷۹۰	۰/۱۳۲۲	۰/۰۸۶۶	۰/۰۶۰۰	۰/۰۴۲۵	۰/۰۲۵۳	۰/۰۰۸۴	۶۰
۰/۱۶۶۷	۰/۱۲۲۷	۰/۰۷۹۷	۰/۰۵۵۳	۰/۰۳۹۲	۰/۰۲۳۳	۰/۰۰۷۷	۶۵
۰/۱۵۱۹	۰/۱۱۲۹	۰/۰۷۳۹	۰/۰۵۱۲	۰/۰۳۶۳	۰/۰۲۱۶	۰/۰۰۷۲	۷۰
۰/۱۴۲۹	۰/۱۰۴۷	۰/۰۶۸۸	۰/۰۴۷۸	۰/۰۳۳۹	۰/۰۲۰۲	۰/۰۰۶۷	۷۵

یادداشتها

۱- موقعی که لیستی دارای خاصیت دوره‌ای پنهانی است یعنی به طرز تناوبی تغییر می‌کند نمونه‌گیری سیستماتیک نمونه‌ای که نماینده جامعه نیست در نمونه قرار می‌گیرد و نتایج حاصل تورش زیاد خواهد داشت.

۲- تغییرپذیری (واریانس - انحراف معیار - ضریب تغییرات...) Variability

۳- برای f_{ij} جدولی تنظیم شده می‌توان با توجه به شرایط مقدار آن را به دست آورد.

منابع و مأخذ.

- 1- Cochran w.G.: Sampling techniques.
John Wiley & Sons, Inc. New york - London.1963
- 2- Deming W.E.: Some Theory of Sampling
John Wiley & Sons, Inc. New york - London-1950
- 3- Des Raj: Sampling Theory.
Tata Me Graw-Hill publishing Company. Ltd. Bombay- New
Delhi;1968
- 4- Druzinin N.K.: Sampling Methods and its Application in Socio-
Economical Research.1970
- 5- Hansen M. H., Hurwitz W.N. and Madow W.G,;
Sample Survey Methods and Theory. VOL.1,2.
John Wiley & Sons, Inc. New york 1953.
- 6- Jessen R.J,: Statistical Survey Techniques
John Wiley & Sons New york 1978.
- 7- Murthy M.N.: Sampling theory and Methods Statistical
Publishing Society. Calcutta 1967.
- 8- Sukhatme P.D. Sampling theory of Surveys With
Application Food and Agriculture Organization of the United Nations
Rome 1973
- 9- Sukhatme P.V. and Sukhatme B.v. Sampling theory of Surveys with
Application. Asia Publishing House. Bomboy - Calcutta- New Delhi-
London- New york 1977
- 10- Yates F.: Sampling Methods for Censuses and Surveys. Charles Grippin &
Company Limited - London 1960