فصلنامه گزیده‌مطالب آماری
سال ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۵، صص ۸۴-۷۵

نمونه‌گیری چرخشی

زهره فلاح محسن‌خانی

پژوهشکده آمار

چکیده. معمولاً نمونه‌گیری‌های مهم در فاصله‌های زمانی منظم تکرار می‌شوند. این نمونه‌گیری‌ها تحت عنوان نمونه‌گیری مکرر شناخته می‌شوند، یکی از انواع نمونه‌گیری‌های مکرر، نمونه‌گیری چرخشی می‌باشد. در این مقاله نمونه‌گیری چرخشی معرفی و انواع براوردگرهای آن ارائه می‌شوند.

۱- مقدمه

هدف از آمارگیری به دست آوردن اطلاعات مربوط به مشخصه‌ها یا پارامترهای ناشناخته جامعه می‌باشد. آمارگیری نمونه‌ای را می‌توان به‌عنوان مطالعه‌ای مشتمل بر زیرمجموعه‌ای (یا نمونه‌ای) از افراد (یا اعضا) تعریف کرد که از جامعه‌ای بزرگ‌تر انتخاب می‌شوند. سپس متغیرها یا مشخصه‌های مورد نظر برای یکایک افراد (یا اعضا) نمونه‌گیری شده، مشاهده یا اندازه‌گیری می‌شوند [۳].

در بخش دوم این مقاله عمده‌ترین هدف‌های اجرای یک طرح آماری ارائه می‌شود و با توجه به این اهداف اهمیت آمارگیری مکرر، مسجل و در بخش ۳ آمارگیری مکرر معرفی می‌شود. در بخش ۴ نمونه‌گیری چرخشی که یکی از انواع نمونه‌گیری مکرر است شرح داده شده و در بخش آخر براورد پارامترها در این نوع نمونه‌گیری معرفی می‌شوند.

واژگان کلیدی: نمونه‌گیری مکرر؛ نمونه‌گیری چرخشی؛ براوردگر رگرسیونی؛ براوردگر نسبتی؛ براوردگر تفاضلی.

۲- اهداف نمونه‌گیری

طرح‌های نمونه‌گیری با توجه به اهداف طرح تعیین می‌شوند، از این‌رو شناخت اهداف طرح اهمیت زیادی دارد. عمده‌ترین هدف‌های اجرای یک طرح آماری ممکن است یکی از موارد زیر باشد [۴]:

الف) اندازه‌گیری ویژگی‌های ساختاری: در بسیاری از آمارگیری‌ها هدف اصلی کسب اطلاع در مورد یک ویژگی ساختاری در بلند مدت، نظیر الگوی باروری یا ساختار فعالیت اقتصادی است. در این موارد، برای حذف آثار فصلی و گذرا، مدت اجرای آمارگیری باید به اندازه کافی طولانی باشد؛

ب) رفع نیازهای خاص: برخی آمارگیری‌ها برای رفع نیازهای خاص طراحی می‌شوند، مانند ارزیابی وضعیت غیر عادی پس از وقوع بلایای طبیعی. در این حالت، زمان‌بندی طرح به هدف اصلی بستگی دارد و معمولاً بهتر است که دوره اجرای آمارگیری تا حد امکان کوتاه باشد؛

پ) متوسط‌گیری در طی زمان: اندازه بعضی از ویژگی‌ها مانند بیکاری و هزینه و درامد خانوار، متأثر از تغییرات فصلی، دوره‌ای و اتفاقی است. برای ارزیابی وضعیت واقعی، باید به‌روش متوسط‌گیری این تغییرات حذف شوند. این امر مستلزم توزیع دوره آمارگیری (به‌طور مثال در یک سال) و توزیع نمونه در زیر دوره‌ها است به‌طوری‌که در دوره مرجع (به‌طور مثال یک سال)، اثر تمام عوامل موقت به‌روش متوسط‌گیری حذف شود؛

ت) اندازه‌گیری سطوح جاری: بسیاری از آمارگیری‌ها در بازه‌های زمانی منظم تکرار می‌شوند تا یک سری زمانی از براوردهای جاری به دست آید. به‌عنوان مثال براوردهای ماهانه یا فصلی اشتغال و بیکاری؛

ث) اندازه‌گیری تغییرات خالص: منظور از تغییرات خالص تغییر در سطح کل است، به‌گونه‌ای که در سطح افراد، تغییراتی که در خلاف جهت هم بوده، اثر یکدیگر را خنثی کرده باشد. به‌عنوان مثال تغییرات ماهانه در نشانگرهای اقتصادی؛

ج) اندازه‌گیری تغییرات ناخالص: منظور از تغییرات ناخالص، تغییرات در سطح واحدها

(مثلاً افراد یا خانوارها) است. به‌عنوان مثال تغییرات در وضعیت فعالیت اقتصادی، رشته‌فعالیت، شغل، محل اقامت و... افراد، برای اندازه‌گیری تغییرات ناخالص لازم است از مجموعه‌ای یکسان از واحدها چندین بار آمارگیری به‌عمل آید به‌گونه‌ای که نتایج با هم قابل مقایسه باشند؛

چ) اندازه‌گیری پویایی تغییرات: برای اندازه‌گیری پویایی تغییرات نیز لازم است از یک مجموعه یکسان از واحدها به‌طور تعاقبی آمارگیری شود.

۳- آمارگیری مکرر

همان‌طوری که ملاحظه می‌شود بسیاری از آمارگیری‌های مهم در فاصله‌های زمانی معین و به‌طور منظم اجرا می‌شوند. می‌توان از داده‌هایی که طی نمونه‌گیری مکرر از یک جامعه در دوره‌ای از زمان به دست می‌آید، به‌منظور براورد پارامترهای مربوط به ویژگی‌های مورد مطالعه برای دوره زمانی جاری، براورد تغییرات پارامترها از دوره قبل تا دوره زمانی جاری، و براورد پارامترهایی مانند میانگین یا مجموع کل برای چند دوره زمانی استفاده کرد. همچنین می‌توان با تلفیق داده‌های دوره زمانی جاری و داده‌های قبلی، براوردهای دوره‌های زمانی را تعدیل و اصلاح نمود. آمارگیری‌های مکرر علاوه بر این که از وضعیت جامعه مورد مطالعه در زمان جاری اطلاعاتی به دست می‌دهند، امکان شناخت عوامل مؤثر بر جامعه مورد مطالعه در طی زمان را نیز فراهم می‌کند.

در طراحی یک آمارگیری مکرر دو مسئله مطرح می‌شود:

الف) تعداد دفعات نمونه‌گیری

ب) الگوی ترکیب نمونه مربوط به هر زمان با نمونه دوره‌های زمانی قبلی

تعداد دفعات آمارگیری باید با در نظر گرفتن ضرورت دستیابی به براوردهای دوره‌ای، میزان تغییرات پارامترهای مورد نظر در طی زمان، هزینه و مدت زمان لازم برای حصول براوردهایی با دقت مطلوب انتخاب شود. الگوی ترکیب در نمونه‌گیری مکرر ممکن است به‌گونه‌ای باشد که در هر زمان:

الف) نمونه شامل همان مجموعه واحدهایی شود که در دوره قبل نمونه‌گیری

شده‌اند؛

ب) نمونه شامل مجموعه واحدهایی کاملاً متفاوت با واحدهای نمونه‌گیری شده در دوره قبل شود؛

پ) نمونه، مجموعه‌ای از واحدهای نمونه‌گیری شده در دوره قبلی (واحدهای جور شده) و مجموعه‌ای از واحدهایی که در دوره قبل نمونه‌گیری نشده‌اند (واحدهای جور نشده) را شامل شود.

اولین الگوی ترکیب نمونه را داده‌های پانلی و نمونه‌گیری مکرر با استفاده از الگوی سوم را نمونه‌گیری چرخشی گویند [۲].

۴- نمونه‌گیری چرخشی

طبق تعریف در نمونه‌گیری چرخشی ممکن است برخی واحدها برای چند دوره زمانی متوالی در نمونه باقی بمانند و یا برخی واحدها پس از خروج از نمونه، مجدداً در دوره‌های بعدی وارد نمونه شوند. منظور از چرخش نمونه جایگزین شدن همه یا تعدادی از واحدهای نمونه با واحدهای جدید از یک دوره به دوره دیگر است [۵]. در بسیاری از آمارگیری‌ها، الگوی چرخش متقارن است، به این معنی که مجموعه واحدهای جدید طی دوره‌های زمانی منظم به نمونه وارد می‌شوند و پس از ورود به نمونه، هر مجموعه با تبعیت از الگویی یکسان در نمونه باقی مانده و یا حذف می‌شود. با برقراری این سیستم، میزان تداخل نمونه در دوره‌های متوالی و بین دو دوره با فاصله زمانی یکسان ثابت خواهد بود.

در بسیاری از آمارگیری‌ها از یک الگوی چرخش ساده استفاده می‌شود. نمونه شامل n زیرنمونه است، در ابتدای هر دوره آمارگیری، یک زیرنمونه جدید وارد نمونه می‌شود و هر زیرنمونه برای n بار (دوره) متوالی در نمونه باقی می‌ماند. میزان تداخل بین دوره‌ها با افزایش فاصله زمانی بین آن‌ها به‌طور خطی کاهش می‌یابد. میزان تداخل برای دو نمونه با فاصله زمانی i، تا زمانی‌که $i = n - ۱$ باشد، برابر $\frac{n-۱}{n}$ و برای $i \geq n$ برابر صفر است.

نکته دیگری که باید به آن توجه داشت این است که در بسیاری موارد، در یک نمونه‌گیری چند مرحله‌ای، نمونه در سطح واحدهای مراحل بالاتر به کندی و در سطح

واحدهای مراحل پایین‌تر با سرعت بیش‌تری چرخش می‌کند. یعنی مثلاً در یک نمونه‌گیری دو مرحله‌ای نمونه در سطح PSUها با سرعت کم‌تری نسبت به USUها تغییر می‌کند. حتی در مواردی نمونه در سطح واحدهای مراحل بالاتر ثابت مانده و چرخش نمی‌کند. این امر به‌دلیل کاهش هزینه و دشواری تغییر واحدهای نمونه‌گیری مرحله اول (PSUها) و سایر واحدهای مراحل بالاتر است.

در سطح نهایی، غالباً الگوی چرخش به‌جای خانوارها و افراد، برای آدرس‌ها و یا سایر واحدهای ساختاری اعمال می‌شود، زیرا احتمال تغییر مکان خانوارها و افراد زیاد است و این امر موجب کاهش تداخل واقعی بین دوره‌ها می‌شود.

انتخاب یک الگوی خوب چرخشی به همبستگی بین جواب‌ها از یک واحد نمونه‌گیری شده در دو دوره زمانی متوالی بستگی دارد، البته عوامل دیگری نیز هستند که با همین اهمیت هستند ولی به راحتی نمی‌توان آن‌ها را به‌صورت کمی بیان نمود. از میان دیگر عامل‌ها، بار تحمیل شده به پاسخگوهایی که چند بار نمونه‌گیری می‌شوند، می‌باشد. از نقطه‌نظر اداری هزینه نمونه‌گیری از واحد، هزینه‌ای است که برای قرار گرفتن واحد در بار اول نمونه‌گیری پرداخته می‌شود. این هزینه‌ها شامل فهرست‌برداری، شناسایی و مکان‌یابی واحدها می‌باشد.

۱-۴- اثر اریبی گروه چرخش

یکی از عوامل مؤثر در انتخاب یک الگوی خوب چرخشی، بار تحمیل شده به پاسخگوهایی است که چند بار نمونه‌گیری می‌شوند. مثالی از چنین مورد که می‌توان بیان کرد زمانی است که داده‌ها در دوره زمانی مشابه از عده‌ای از افراد نمونه‌گیری شده و با متفاوت بودن تعداد مصاحبه‌های قبلی افراد، جواب‌های پاسخگوها نیز با هم تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، یعنی تفاوت گروه‌ها، فقط در تعداد مصاحبه‌های قبلی آن‌ها باشد و این اثر اریبی گروه چرخش نامیده می‌شود.

مثال: طرح CPS (Current Population Survey) آمریکا که نمونه انتخاب شده برای این طرح به هشت گروه چرخش تقسیم می‌شود. هر گروه یک زیرنمونه از نمونه است. هر ماه یک گروه چرخش برای طرح انتخاب می‌شود. طول دوره آمارگیری در این

طرح ۱۶ ماه است، خانوارهای یک گروه چرخش برای چهار ماه پی‌در پی مصاحبه می‌شوند، هشت ماه از نمونه خارج شده و بعد دوباره چهار ماه در نمونه قرار می‌گیرند. الگوی چرخش آمریکا ۷۵ درصد تداخل نمونه در هر ماه و ۵۰ درصد تداخل نمونه در هر سال دارد.

جدول ۱- نحوه چرخش نمونه در CPS آمریکا

A1	A2	A3	A	.	.	.	.	.	.	.	.	A5	A6	A7	A8				
.	.	.	.	a5	a6	a7	a8	-											
B2	B3	B4	.	.	.	.	.	.	.	.	B5	B6	B7	B8	-				
.	.	.	b5	b6	b7	b8	-												
C3	C4	.	.	.	.	.	.	.	.	C5	C6	C7	C8	-					
		c5	c6	c7	c8	-													
D4									D5	D6	D7	D8	-						
	d5	d6	d7	d8	-														
E5	E6	E7	E8	-															
F6	F7	F8	-																
G7	G8	-																	
H8	-																		
	h1	h2	h3	h4	.	.	.	.	.	.	.	h5	h6	h7	h8	-			
					H5	H6	H7	H8	-										
		a1	a2	a3	a4	.	.	.	.	.	.	.	.	a5	a6	a7	a8	-	
						G5	G6	G7	G8	.	.								
			f1	f2	f3	f4	.	.	.	.	.	.	.	.	f5	f6	f7	f8	-
							F5	F6	F7	F8	-	-	-	-	-	-	-	-	
				e1	e2	e3	e4									e5	e6	e7	e8

برای به دست آوردن اثر اریبی گروه چرخش، شاخص T_1 و T_2 را به دو شکل مختلف به دست آوردند. شاخص T_1 مشخصه‌های مختلف را برای سال‌های ۶۹-۱۹۶۸ در هشت بار مصاحبه یکسان نشان می‌دهد. شاخص T_2 نیز مشخصه‌های مختلف را برای سال‌های ۷۲-۱۹۷۰ نشان می‌دهد، این شاخص از ایده‌ای که کمیته گردن ارائه کرده بود، استفاده کرده است. بر اساس گزارش کمیته گردن که سال ۱۹۶۲ ارائه شده بود می‌بایست اطلاعات بیش‌تری درباره کسانی که تشخیص داده می‌شود جزو نیروی کار نیستند جمع‌آوری شود. این عمل یک قسمت از اریبی گروه چرخش را پوشش می‌دهد زیرا جواب‌هایی که به پرسش‌ها داده می‌شود، باعث می‌شود افرادی که ابتدا تشخیص داده شده بود که در نیروی کار نیستند دوباره به افراد جزو نیروی کار و آن‌هایی که در نیروی کار نیستند، تقسیم شوند.

جدول ۲ نشان می‌دهد که مثلاً شاخص T_1 برای بیکاری در افراد نمونه برای نوبت اول ۱۲۰ و برای نوبت هشتم ۹۱ می‌باشد. متوسط این شاخص برای بیکاری در این

هشت نوبت ۱۰۰ می‌باشد، یعنی گروه چرخش در نمونه برای نوبت اول ۲۰ درصد بیش‌تر از متوسط تمام گروه‌های چرخش براورد می‌شود و گروه چرخش در نمونه برای نوبت آخر براوردش ۹ درصد از مقدار متوسط کمتر است در صورتی که شاخص T_2 برای بیکاری در افراد نمونه برای نوبت اول ۱۰۹/۲ و برای نوبت هشتم ۹۸/۲ می‌باشد. یعنی با استفاده از ایده گردن، یک تعادل در مقدار شاخص برای هشت دوره به‌وجود آمده است. زیرا در این شاخص متوسط مقدار برای هشت دوره تقریباً ۱۰۰ می‌باشد، ولی تفاوت گروه چرخش برای نوبت اول و نوبت آخر با ۱۰۰ خیلی کم‌تر از شاخص T_1 گردیده است [۱].

۵- براورد

براوردی که در بیش‌تر کتاب‌های نمونه‌گیری برای پارامترها در نمونه‌گیری چرخشی معرفی شده است، براوردگر مرکب می‌باشد. یک شکل از براوردگر مرکب برای پارامتر در زمان t ترکیب خطی وزن‌دار شده از براوردگری است که از واحدهای جور نشده در زمان t است و دیگری براوردگری که بر پایه واحدهای جور شده و براوردگر مرکب زمان $t-1$ است، می‌باشد. برای مثال، فرض کنید پارامتر مورد نظر میانگین جامعه باشد. $\bar{y}_{tm}$ و $\bar{y}_{t\mu}$ را به‌طور مجزا به‌عنوان میانگین‌های واحدهای جور شده و جور نشده، در زمان t در نظر بگیرید. براوردگر به‌شکل زیر به دست می‌آید.

$$\hat{\mu}_t = w_u \bar{y}_{t\mu} + w_m \bar{y}^*$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲- شاخص‌های گروه چرخش در CPS برای دوره (T_1) ۶۹-۱۹۶۸ و (T_2) ۷۲-۱۹۷۰، برای ویژگی‌های انتخاب شده

ویژگی‌ها		ماه نمونه							
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
کل جمعیت ۱۶ ساله و	T۱	۱۰۲/۳	۱۰۰/۳	۹۹/۸	۹۹/۵	۱۰۰/۸	۹۹/۳	۹۹/۱	۹۹/۰
بیش‌تر نیروی کار کشور	T۲	۱۰۱/۶	۱۰۰/۰	۹۹/۶	۱۰۰/۳	۱۰۰/۰	۹۹/۱	۹۹/۲	۱۰۰/۰
شاغل	T۱	۱۰۱/۶	۱۰۰/۲	۹۹/۹	۹۹/۸	۱۰۰/۴	۹۹/۴	۹۹/۴	۹۹/۳
	T۲	۱۰۱/۱	۱۰۰/۰	۹۹/۷	۱۰۰/۳	۹۹۹/۹	۹۹/۴	۹۹/۵	۱۰۰/۱
بیکار	T۱	۱۲۰/۰	۱۰۱/۵	۹۶/۴	۹۲/۸	۱۰۹/۳	۹۶/۵	۹۲/۶	۹۱/۰
	T۲	۱۰۹/۲	۱۰۰/۳	۹۸/۱	۱۰۱/۲	۱۰۲/۳	۹۶/۷	۹۴/۱	۹۸/۲
ساعت‌های کار شده در هفته									
۱-۲۹	T۱	۱۰۵/۳	۱۰۰/۹	۱۰۰/۸	۹۸/۹	۱۰۱/۳	۹۸/۲	۹۷/۵	۹۶/۷
	T۲	۱۰۳/۹	۱۰۱/۱	۹۹/۸	۱۰۰/۱	۱۰۰/۷	۹۸/۴	۹۷/۳	۹۸/۷
۱-۲۹	T۱	۱۰۵/۳	۱۰۰/۹	۱۰۰/۸	۹۸/۹	۱۰۱/۳	۹۸/۲	۹۷/۵	۹۶/۷
	T۲	۱۰۳/۹	۱۰۱/۱	۹۹/۸	۱۰۰/۱	۱۰۰/۷	۹۸/۴	۹۷/۳	۹۸/۷
۳۰-۳۴	T۱	۱۰۱/۱	۱۰۱/۰	۹۹/۱	۱۰۰/۰	۹۸/۲	۱۰۰/۱	۱۰۰/۱	۱۰۰/۶
	T۲	۱۰۰/۶	۱۰۰/۸	۱۰۰/۷	۱۰۰/۷	۹۸/۷	۹۸/۵	۱۰۰/۴	۹۹/۷
۳۵-۴۰	T۱	۹۲/۹	۹۷/۹	۱۰۰/۱	۱۰۱/۷	۹۸/۷	۱۰۱/۹	۱۰۳/۰	۱۰۳/۸
	T۲	۹۳/۱	۹۷/۷	۹۹/۹	۱۰۱/۵	۹۹/۲	۱۰۱/۷	۱۰۳/۱	۱۰۳/۹
۴۱ و بیش‌تر	T۱	۱۱۳/۰	۱۰۳/۵	۹۹/۳	۹۶/۸	۱۰۲/۶	۹۶/۲	۹۴/۹	۹۳/۶
	T۲	۱۱۰/۸	۱۰۰/۶	۹۶/۹	۹۴/۹	۹۹/۷	۹۴/۴	۸۸/۷	۹۱/۷
مردان ۱۶ ساله و بیش‌تر									
شاغل	T۱	۱۰۰/۹	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۹۹/۸	۱۰۰/۲	۹۹/۸	۹۹/۷	۹۹/۷
	T۲	۱۰۰/۷	۹۹/۹	۹۹/۸	۱۰۰/۲	۹۹/۹	۹۹/۷	۹۹/۷	۱۰۰/۲
بیکار	T۱	۱۱۴/۱	۱۰۲/۶	۹۸/۰	۹۵/۶	۱۰۶/۰	۹۷/۷	۹۳/۴	۹۲/۶
	T۲	۱۰۵/۴	۱۰۱/۴	۹۹/۹	۱۰۱/۶	۱۰۰/۳	۹۸/۰	۹۵/۶	۹۷/۹
زنان ۱۶ ساله و بیش‌تر									
شاغل	T۱	۱۰۴/۰	۱۰۰/۶	۹۹/۵	۹۹/۲	۱۰۱/۴	۹۸/۷	۹۸/۴	۹۸/۱
	T۲	۱۰۲/۷	۱۰۰/۰	۹۹/۴	۱۰۰/۴	۱۰۰/۲	۹۸/۶	۹۸/۶	۱۰۰/۰
بیکار	T۱	۱۲۵/۵	۱۰۰/۲	۹۴/۶	۹۰/۵	۱۱۲/۵	۹۵/۱	۹۱/۸	۸۹/۵
	T۲	۱۱۳/۸	۹۹/۰	۹۵/۹	۱۰۰/۷	۱۰۴/۴	۹۵/۲	۹۲/۲	۹۸/۶

که وزن‌های w_u و w_m معمولاً توابع معکوس از واریانس‌های براوردگرهای $\bar{y}_{tu}$ و $\bar{y}^*$ هستند. مثال‌هایی از براوردگر $\bar{y}^*$ به‌شکل زیر می‌باشد:

الف) یک نوع براوردگر رگرسیونی

$$\bar{y}^* = \bar{y}_{tm} + b\left(\hat{\mu}_{t-1} - \bar{y}_{(t-1)m}\right)$$

ب) یک نوع براوردگر نسبتی

$$\bar{y}^* = \left(\bar{y}_{tm} / \bar{y}_{(t-1)m}\right)\hat{\mu}_{t-1}$$

پ) یک نوع براوردگر تفاضلی

$$\bar{y}^* = \left(\bar{y}_{tm} - \bar{y}_{(t-1)m}\right) + \hat{\mu}_{t-1}$$

وقتی یک واحد بیش از دو دوره متوالی نمونه‌گیری می‌شود، فرض می‌شود همبستگی بین پاسخ‌ها با افزایش تعداد متوسط دوره‌های زمانی کاهش می‌یابد. به‌عنوان دلیل، داده‌های جمع‌آوری شده بر پایه یک واحد پیشین در زمان $t-1$ معمولاً فقط به‌طور غیر مستقیم در براوردگر ترکیبی برای زمان $t-1$ استفاده می‌شوند. بیش‌تر توضیحاتی که درباره براورد مرکب هستند، این فرض را دارند که ساختار همبستگی، حاصل ضربی است یعنی اگر ρ همبستگی بین پاسخ‌های یک واحد در دوره متوالی باشد ρ^k، همبستگی پاسخ‌هایی است که k بار در نمونه آمده است. الگوی چرخش بهینه ممکن است به‌عنوان الگویی که واریانس براوردگر مرکب را برای یک اندازه نمونه مشخص شده، مینیمم می‌کند، تعریف شود. برای طرح بهینه، فرمول‌ها برای سهم واحدهای جور شده در هر نقطه زمانی به‌عنوان تابعی از همبستگی بین پاسخ‌های واحد جور شده، می‌تواند در نظر گرفته شود. برای یک اندازه نمونه مشخص، تعداد بهینه واحدهای جور شده برای این که در نمونه در زمان t باشند به‌طور معکوس با همبستگی مرتبط می‌شوند.

رهیافت براورد مرکب فرض می‌کند که بین مشاهدات مربوط به یک واحد در طی زمان همبستگی وجود دارد. گرچه، این فرض در مورد مقادیر پارامتر مورد نظر در طی زمان وجود ندارد. یک راه دیگر استفاده از روش‌ها و مدل‌های سری‌های زمانی برای براورد بر پایه مدل‌بندی پارامتر جامعه می‌باشد. داده y_t در زمان t به‌عنوان مجموع پارامتر مورد نظر θ_t و خطای نمونه‌گیری e_t معرفی می‌شود، یعنی $y_t = \theta_t + e_t$ برای تمام tها، وقتی θ_t و e_t فرایندهای پایای ناهمبسته شده فرض شوند [۲].

مرجع‌ها

[1] Bailar, B. A. (1975). Basic reference on rotation group bias J. Amer.Statist. Ass 70, 23-30.
[2] Kotz Samuel, et al, (2005), Encyclopedia of Statistical Sciences, Volume 11, John Wiley & Sons.
[3] Lemeshow, S.(1999), Sampling of Population.
[4] Sarndal C. E. And Swensson B. And Wretman J.(1993), Model Assisted Survey Sampling.
[5] Verma Vijay, 1991, Sampling Methods. 157-162.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی