گزارش طرح پژوهشی

براورد کوچکْ ناحیه‌ای در طرح آمارگیری نیروی کار

مجری طرح:

دکتر نادر نعمت‌الهی

مشاور طرح:

دکتر حمیدرضا نواب‌پور

همکاران:

علی رحیمی

محمدرضا ریحانی

آسیه عباسی

نریمان یوسفی

گروه پژوهشی طرح‌های فنی و روش‌های آماری

پاییز ۱۳۹۲

به نام خداوند جان و خرد

پیش‌گفتار

آمارهای نیروی کار با توجه به نقش بالقوه‌ی آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی کشورها از اهمیت بالایی برخوردارند. این آمارها اغلب بر اساس تعریف‌ها و استانداردهای بین‌المللی و با محاسبه‌ی شاخص‌های شناخته‌شده به دست می‌آیند. رایج‌ترین منبع اطلاعاتی که برای براورد شاخص‌های نیروی کار مورد استفاده قرار می‌گیرد اطلاعات حاصل از آمارگیری‌های نمونه‌ای است، که به دلیل اهمیت موضوع، در اغلب کشورها به‌صورت یک آمارگیری مستمر در دوره‌های زمانی متوالی اجرا می‌شود. طراحی آمارگیری‌های نیروی کار معمولاً به‌گونه‌ای صورت می‌گیرد که براوردهای حاصل از اجرای آن در سطح کل کشور و استان‌ها یا ایالت‌های مختلف بهینه باشند و خطاهای نسبی براوردها از مقدار تعیین‌شده‌ای بیشتر نباشند.

آمارگیری نیروی کار ایران که از سال ۱۳۸۴ با طراحی جدید به‌صورت فصلی اجرا می‌شود براوردهای قابل اعتمادی در سطح کل کشور و استان‌ها ارائه می‌کند اما برای برنامه‌ریزی‌های بهتر و اجرای سیاست‌های مناسب‌تر توسط برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران، براورد شاخص‌های نیروی کار در سطح مناطق جغرافیایی کوچکتر از جمله شهرستان‌ها نیز مورد نیاز است. از آنجایی که آمارگیری نیروی کار ایران برای محاسبه‌ی براوردهای مورد نظر در سطح کل کشور و استان‌ها بهینه شده است، به‌کارگیری روش‌های براورد معمول برای محاسبه‌ی براوردهای نیروی کار در سطح شهرستان به‌دلیل نبود تعداد نمونه‌ی کافی در برخی شهرستان‌ها منطقی نیست. در چنین شرایطی استفاده از روش‌های براورد کوچکْ ناحیه‌ای یکی از راهکارهایی است که امکان محاسبه‌ی براوردهای مورد نظر با سطح درستی مطلوب را برای مناطق جغرافیایی یا زیرجامعه‌های کوچک فراهم می‌آورد.

پژوهشکده‌ی آمار با توجه به رسالت خود در زمینه‌ی اجرای طرح‌های پژوهشی با هدف افزایش کیفیت آمارها، اجرای طرح پژوهشی «براورد کوچکْ ناحیه‌ای در طرح آمارگیری نیروی کار» را در دستور کار خود قرار داد، که اجرای آن از تیر ۱۳۹۰ آغاز شد و گزارش نهایی آن اکنون در دسترس علاقه‌مندان قرار گرفته است. این پژوهش در گروه پژوهشی طرح‌های فنی و روش‌های آماری پژوهشکده‌ی آمار با همکاری آقای دکتر نادر نعمت‌الهی، مجری طرح، آقای دکتر حمیدرضا نواب‌پور، مشاور طرح و آقای علی رحیمی، آقای محمدرضا ریحانی، خانم آسیه عباسی و آقای نریمان یوسفی به‌عنوان همکاران اصلی طرح پژوهشی به انجام رسیده است، که بدین وسیله از ایشان، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

گروه پژوهشی طرح‌های فنی و روش‌های آماری

پژوهشکده‌ی آمار

فهرست

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ پیشینه‌ی تحقیق ۳

۱-۳ براوردگرهای کوچکْ ناحیه‌ای ۵

۱-۳-۱ مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای ۶

۱-۴ تجربه‌ی چند کشور در استفاده از براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای ۱۲

۱-۵ طرح آمارگیری نیروی کار مرکز آمار ایران ۱۹

۱-۶ تعریف مفاهیم ۲۱

۱-۷ هدف‌های تحقیق ۲۵

۱-۸ چشم‌انداز ۲۶

فصل دوم: براورد نرخ بیکاری با استفاده از مدل آمیخته‌ی لوجیتی چندجمله‌ای

۲-۱ مقدمه ۲۹

۲-۲ معرفی داده‌ها ۳۳

۲-۳ مشخصات مدل ۳۳

۲-۴ برازش مدل ۴۰

۲-۵ تشخیص مدل ۴۳

۲-۶ براورد کوچکْ ناحیه‌ای مشخصه‌های نیروی کار ۴۷

۲-۷ میانگین توان دوم خطا ۵۰

۲-۸ مطالعه‌ی شبیه‌سازی ۵۴
۲-۹ نتیجه‌گیری ۵۸

فصل سوم: براورد نرخ بیکاری با استفاده از مدل بیز سلسله‌مراتبی

۳-۱ مقدمه ۶۱
۳-۲ مدل مقطعی و سری زمانی ۶۳
۳-۳ تحلیل بیز سلسله‌مراتبی ۶۶
۳-۳-۱ مدل بیز سلسله‌مراتبی ۶۶
۳-۳-۲ روش نمونه‌گیری گیبزی ۶۷
۳-۳-۳ براورد پسینی ۶۸
۳-۴ کاربرد در طرح نیروی کار کانادا ۶۹
۳-۴-۱ توصیف داده‌ها ۶۹
۳-۴-۲ مدل‌گزینی ۷۲
۳-۴-۳ آزمون برازش مدل ۷۳
۳-۴-۴ براورد ۷۵
۳-۵ مدل ربطی لگ-خطی ۷۷
۳-۵-۱ واریانس نمونه‌گیری ۷۸
۳-۵-۱-۱ رویکرد مدل‌بندیCVهای برابر ۷۸
۳-۵-۱-۲ رویکرد مدل‌بندی اثرهای طرحی برابر ۷۹
۳-۵-۲ مدل بیز سلسله‌مراتبی یکپارچه ۷۹
۳-۵-۳ استنباط نمونه‌گیری گیبزی ۸۱
۳-۵-۴ کاربرد در داده‌های نیروی کار کانادا ۸۲
۳-۵-۵ برازش مدل با استفاده از توزیع پیش‌گوی پسینی ۸۴

۳-۵-۶ تشخیص اریبی با استفاده از تحلیل رگرسیونی ۸۴
۳-۶ نتیجه‌گیری ۸۵

فصل چهارم: براورد نرخ بیکاری شهرستان‌ها با استفاده از طرح آمارگیری از نیروی کار در ایران

۴-۱ مقدمه ۸۷
۴-۲ امکان‌سنجی استفاده از مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای ۸۸
۴-۲-۱ براوردگر مستقیم ۸۹
۴-۲-۲ براوردگر هم‌گذاشتی ۹۱
۴-۲-۳ براوردگر ترکیبی ۹۳
۴-۲-۴ مدل لوجیتی چندجمله‌ای با اثرهای تصادفی ۹۳
۴-۲-۵ مدل بیز سلسله‌مراتبی ۹۳
۴-۳ مطالعه‌ی شبیه‌سازی ۹۳
۴-۳-۱ معیارهای مقایسه ۹۵
۴-۳-۲ یافته‌های مطالعه‌ی شبیه‌سازی ۹۶
۴-۴ براورد نرخ بیکاری شهرستان‌های استان خوزستان در پاییز ۱۳۸۵ با استفاده از مدل بیز سلسله‌مراتبی ۱۰۸
۴-۵ نتیجه‌گیری ۱۱۰
۴-۶ پیش‌نهادها ۱۱۱
مرجع‌ها ۱۱۳
واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی ۱۱۹
پیوست‌ها ۱۲۵

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱ شرح متغیرها در فایل داده‌های نیروی کار انگلستان سال ۲۰۰۰ ..... ۳۴

جدول ۲-۲ نتیجه‌های برازش مدل ۴۲

جدول ۲-۳ نتیجه‌های برازش مدل‌های (۲-۵) و (۲-۶) ۴۶

جدول ۴-۱ تعداد خوشه‌های نمونه در طرح آمارگیری از نیروی کار در استان‌های آذربایجان شرقی، خوزستان و فارس ۸۹

جدول ۴-۲ براورد مستقیم نرخ بیکاری شهرستان‌های استان خوزستان و ضریب تغییرات آن‌ها ۹۰

جدول ۴-۳ براورد تعداد بیکارها در شهرستان‌های استان خوزستان و ضریب تغییرات آن‌ها به روش هم‌گذاشتی..... ۹۲

جدول ۴-۴ براورد کارایی نسبی مجانبی براورد به روش مقطعی-سری زمانی نسبت به براورد مستقیم ۹۷

جدول ۴-۵ براورد کارایی نسبی مجانبی براورد به روش بیز سلسله‌مراتبی ساده نسبت به مستقیم ۱۰۰

جدول ۴-۶ براورد کارایی نسبی مجانبی براورد به روش مقطعی-سری زمانی نسبت به بیز سلسله‌مراتبی ساده ۱۰۳

جدول ۴-۷ براورد قدرمطلق اریبی نسبی در دو روش بیز سلسله‌مراتبی ساده و مقطعی-سری زمانی ۱۰۶

جدول ۴-۸ براورد نرخ بیکاری و ضریب تغییرات به دو روش بیز سلسله‌مراتبی ساده و مستقیم..... ۱۱۰

فهرست شکل‌ها

شـــکل ۲-۱ (*)میـــانگین نســـبت شـــاغلان و (o) بیکـــاران روی (آ) GOR، (ب) SEXAGE و (پ) رده‌هـــای CLUSTER ۳۵

شکل ۲-۲ لوجیت (آ) بیکاران و (ب) شاغلان در مقابل لگاریتم (REG.UNEMPLOYED) ۳۶

شکل ۲-۳ SAMP.EMPLOYED در مقابل SAMP.UNEMPLOYED ۳۷

شکل ۲-۴ (o) بیکاران/شاغلان و (*) غیرفعالان/فعالان در هر ناحیه ۳۸

شکل ۲-۵ مانده‌ها در مقابل مقدارهای پیش‌گویی‌شده برای شاغلان ۴۳

شکل ۲-۶ مانده‌ها در مقابل مقدارهای پیش‌گویی‌شده برای بیکاران ۴۴

شکل ۲-۷ براوردهای مدلْ مبنای مجموع (الف) بیکاران (ب) شاغلان در مقابل براوردهای مستقیم متناظر برای هر ناحیه ۴۸

شکل ۲-۸ نسبت ضریب تغییرات براوردهای مستقیم روی براوردهای مدلْ مبنای مجموع (الف) بیکاران و (ب) شاغلان برای هر ناحیه ۴۹

شکل ۲-۹ (*)براوردهای تحلیلی $mse^A(\widehat{ur}_d)$ و(O) براوردهای خودگردان $mse^B(\widehat{ur}_d)$ ، برای ۲۰۰ ناحیه‌ی اول ۵۴

شکل ۲-۱۰(*)مقدارهای تجربی $MSE(\widehat{ur}_d^L)$ و(O) مقدارهای تجربی $MSE(\widehat{ur}_d^M)$، برای کوچکْ ناحیه‌ی d در مقیاس لگاریتمی ۵۶

شکل ۲-۱۱ (×) مقدارهای واقعی $MSE(\widehat{ur}_d)$، (*)براوردهای تحلیلی $mse^A(\widehat{ur}_d)$ و (O)براوردهـای خـودگردان $mse^B(\widehat{ur}_d)$ ۵۸

شکل۳-۱ ضریب همبستگی‌های تأخیری برای نرخ بیکاری در طرح نیروی کار کانادا ۷۰

شکل۳-۲ مقایسه‌ی براوردهای مستقیم و بیز سلسله‌مراتبی (ژوئن ۱۹۹۹)..... ۷۵

شکل۳-۳ مقایسه‌ی ضریب تغییرات براوردهای مستقیم و سلسله‌مراتبی (ژوئن ۱۹۹۹)..... ۷۶

شکل۳-۴ مقایسه‌ی کاهش ضریب تغییرات براوردهای بیز سلسله‌مراتبی نسبت به مستقیم (ژوئن ۱۹۹۹)..... ۷۷

شکل۳-۵ مقایسه‌ی براوردهای مستقیم و بیز سلسله‌مراتبی نرخ بیکاری در طرح نیروی کار کانادا (ژوئن ۲۰۰۵)..... ۸۳

شکل۳-۶ مقایسه‌ی ضریب تغییرات براوردهای مستقیم و بیز سلسله‌مراتبی (ژوئن ۲۰۰۵) ۸۳

شکل۳-۷ نمودار پراکنش براورد مستقیم LFS در مقابل براورد بیز سلسله‌مراتبی مدلْ مبنا همراه با خط رگرسیون.... ۸۵

شکل۴-۱ براورد ضریب تغییرات براورد نرخ بیکاری به روش مستقیم و بیز سلسله‌مراتبی ساده..... ۱۰۹

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

تصمیم‌گیری بهینه و برنامه‌ریزی در هر جامعه‌ای، مستلزم در دست داشتن آمار و اطلاعات دقیق است. اطلاعات در جهان امروز جزء سرمایه‌ی ملی محسوب می‌شود. بدون وجود اطلاعات دقیق و جامع، حرکت در راه تهیه‌ی برنامه‌های توسعه، کاری غیرممکن است. برنامه‌های توسعه‌ای که مبتنی بر آمارهای دقیق نباشند برای کشورها مفید نخواهند بود.

برای به دست آوردن اطلاعاتی با دقت کافی، اغلب، نیازمند آمارگیری از جامعه‌ی مورد نظر هستیم. با توجه به این‌که برای سرشماری از جامعه، زمان و هزینه‌ی زیادی مورد نیاز است، در بسیاری از کشورها، سرشماری هر ده سال یک‌بار انجام می‌شود. با توجه به رشد روزافزون جمعیت‌ها و ویژگی‌های آن‌ها در طول زمان و به‌هنگام نبودن اطلاعات آماری، در فاصله‌ی زمانی اجرای دو سرشماری، اطلاعات رضایت‌بخشی برای کوچکْ ناحیه‌ها معمولاً وجود ندارد. افزایش تقاضا از سوی سیاست‌گذاران برای داده‌های کمّی حاصل از آمارگیری‌ها باعث گسترش زمینه‌های آمارگیری نمونه‌ای شده است. گسترش زمینه‌های آمارگیری نمونه‌ای از قرن نوزدهم آغاز شد و در زمان جنگ جهانی دوم به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت.

آمارگیری نمونه‌ای یک روش رایج برای گردآوری داده‌ها از جامعه است. جامعه‌ی مورد نظر ممکن است از نظر ویژگی‌های انسانی از ترکیب عامل‌هایی چون سن، نژاد، جنسیت، تحصیلات، اشتغال و... تشکیل شده باشد. در تقسیم‌بندی‌های جامعه از نظر حوزه‌های جغرافیایی می‌توان به استان، شهرستان، حوزه‌های شهرداری‌ها و ... اشاره کرد.

در آمارگیری نمونه‌ای، یک براوردگر حوزه‌ای را براوردگر «مستقیم» می‌نامیم اگر تنها مبتنی بر داده‌های نمونه‌ای حوزه باشد. براوردگر مستقیم نوعاً «طرحْ مبنا» است. اگر نمونه‌ی حوزه به قدر کافی بزرگ باشد که «براورد مستقیم» با دقت بالا را به دست دهد، حوزه (ناحیه) «بزرگ» در نظر گرفته می‌شود. یک ناحیه را «کوچک» می‌نامیم اگر براوردهای مستقیم دقت و کارائی لازم را در براورد پارامترهای ناحیه نداشته باشند. به عبارت دیگر کوچک بودن ناظر بر ناکافی بودن اندازه‌ی نمونه‌ای برای محاسبه‌ی براوردهای دقیق است. در نمونه‌گیری از یک جامعه هنگامی‌که اندازه‌ی نمونه‌ای در سطح ملی بهینه می‌شود، ممکن است اندازه‌ی نمونه‌ای برای یک کوچکْ ناحیه بسیار کم یا حتی صفر باشد؛ در نتیجه براوردگرهای مستقیم دقت کافی برای براورد پارامترهای کوچکْ ناحیه‌ی مورد نظر را ندارند. در این شرایط با داشتن اطلاعات تکمیلی، علاوه بر داده‌های آمارگیری، می‌توان با کاهش واریانس، کیفیت براوردگرها را افزایش داد. وجود نمونه‌ای جامع شامل تمام کوچکْ ناحیه‌ها به‌طوری که اندازه‌ی نمونه‌ای مربوط به هر کوچکْ ناحیه، برای پشتیبانی براوردگرهای مستقیم به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد، تقریباً غیر ممکن است.

یکی از کاربردهای براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای درک بهتر مقدار و تغییرات شاخص‌های جامعه میان مناطق جغرافیایی است، به همین دلیل یکی از شایع‌ترین تقاضاهای سیاست‌گذاران، ساختن براوردگرهایی با دقت بالا در کوچکْ ناحیه‌های جغرافیایی است. به‌عنوان مثال یکی از طرح‌های آمارگیری که در مرکز آمار ایران انجام می‌شود، طرح آمارگیری نیروی کار است. این طرح به طور فصلی با هدف براورد شاخص‌های نیروی کار مانند نرخ بیکاری در سطح کل کشور، و در هر استان اجرا می‌شود. اما نیاز تصمیم‌گیران به داشتن براورد در سطح کوچک‌تر از استان مانند شهرستان، مرکز آمار ایران را بر آن داشته تا با استفاده از روش‌هایی مانند براورد کوچکْ ناحیه‌ای، به این تقاضاها پاسخ دهد. محدودیت‌های اعتباری و نیروی انسانی مانع از آن می‌شود که بتوان آمارگیری‌ها را با اندازه‌ی نمونه‌ی بزرگ‌تر اجرا کرد به طوری‌که براوردها با دقت بالا در سطح شهرستان‌ها قابل ارائه باشد. بنا بر این استفاده از روش‌های براورد کوچکْ ناحیه‌ای می‌تواند راهگشای این مسئله باشد. در این روش‌ها معمولاً با استفاده از اطلاعات کمکی براوردهایی قابل قبول و با خطایی کمتر از براورهای مستقیم به دست می‌آید.

۱-۲ پیشینه‌ی تحقیق

مطالعه‌های اولیه در زمینه‌ی براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای روی روش‌های جمعیت‌شناختی برای براورد جمعیت در سال‌های پس از سرشماری متمرکز بود. پرسل و کیش (۱۹۷۹) روش‌های جمعیت‌شناختی را به همراه روش‌های آماری براود کوچکْ ناحیه‌ای بازنگری کردند.

در پاسخ به نیاز جامعه به براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای و ترویج علم مربوط به آن، اولین کنفرانس بین‌المللی در مورد آماره‌های کوچکْ ناحیه‌ای وطرح‌های نمونه‌گیری در ورشو پایتخت لهستان (۱۹۹۲) و کنفرانس بین‌المللی اقماری در مورد براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای درشهر ریگا در لیتوانی (۱۹۹۹) برگزار شد.

براورد کوچکْ ناحیه‌ای از حدود سال ۱۹۵۱ میلادی در اداره‌ی آمار آمریکا مورد توجه بوده و در دو دهه‌ی اخیر استفاده از آن به طرز چشم‌گیری افزایش یافته است. رویکرد بهترین پیشگوی نااریب خطی تجربی[1] (EBLUP) برای نخستین بار توسط هندرسون (۱۹۵۰) گسترش یافت. نویسندگان زیادی بعد از آن، راه‌ها و زمینه‌های گوناگون استفاده از آن را به‌کار بستند. گونزالز و اکسبرگ (۱۹۷۳) براوردگرهای هم‌گذاشتی را معرفی کردند. مرکز ملی آمارهای بهداشت ایالت‌های متحده در استفاده از براوردهای هم‌گذاشتی پیشگام بود، زیرا اندازه‌ی نمونه‌ای در تعدادی از ایالت‌ها برای ساختن براوردهای مستقیم بسیار کوچک بود. مک‌گیبن و تامبرلین (۱۹۸۹) مدل‌های رگرسیونی لوژستیکی با اثرهای تصادفی ناحیه ویژه را معرفی کردند. طبق نظریه‌ی گوش و رائو (۱۹۹۴) براوردگرهای مرکب برای کوچکْ ناحیه‌ها، در مقابل بی‌ثباتی براوردگرهای مستقیم، یک روش طبیعی برای متعادل کردن اریبی بالقوه‌ی براوردگرهای هم‌گذاشتی هستند. شایبل (۱۹۹۶) سه نوع براوردگر نامستقیم به نام‌های حوزه نامستقیم، زمان نامستقیم و حوزه و زمان نامستقیم را معرفی کرد. او همچنین بیان داشت که وجود اطلاعات مکمل در مدل مناسب در ساختن براوردگرهای نامستقیم بسیار مهم است. وی تعدادی از کاربردهای براوردگرهای نامستقیم مدلْ مبنا را در امریکا نشان داده است. کوکران (۱۹۷۷) پهنه‌ی وسیعی از براوردگرهای مستقیم طرحْ مبنا را ارائه کرده است. مالک و همکاران (۱۹۹۷) مدل‌های رگرسیونی متفاوتی با ضریب‌های رگرسیونی تصادفی را معرفی کردند. رائو (۲۰۰۳a) بحث جامعی در باره‌ی روش‌ها و نظریه‌های موجود براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای، خصوصاً براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای مبتنی بر مدل‌های صریح کوچکْ

[1] Empirical best linear unbiased prediction

ناحیه‌ای انجام داده است. همچنین شمار زیادی از کاربردهای فن بیز تجربی[۲] (EB) و فن بیز سلسله‌مراتبی[۳] (HB) را در براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای، ارائه کرده است. رائو (b ۲۰۰۳) با تکیه بر انواع مدل‌ها و نظریه‌های آماری، براوردگرهای کوچکْ ناحیه‌ای را بازنگری کرده است. رویکرد بیزی توسط میدن (۲۰۰۳) برای براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای پیش‌نهاد شد. با استفاده از این فن، براوردهایی مناسب در سطح بالایی از دقت برای پارامترهای دیگر جامعه علاوه بر میانگین به‌دست می‌آید. رائو (a۲۰۰۳) و له‌وی (۱۹۷۱) کاربردهای براوردگرهای هم‌گذاشتی را در براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای مورد بررسی قرار دادند. یک بررسی جامع از نحوه‌ی استخراج براوردگرهای بهترین پیشگوی نااریب خطی تجربی همراه با مثال‌های کاربردی توسط رائو (a۲۰۰۳) و رابینسون (۱۹۹۱) ارئه شده است. ازیزور (۲۰۰۸) مروری بر فن براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای، انواع مدل‌های ضمنی و صریح و براوردگرهای نامستقیم کوچکْ ناحیه‌ای و همچنین فن‌های بیز تجربی و بیز سلسله‌مراتبی انجام داده است. رویکرد براوردگرهای مستقیم مدلْ مبنا برای کوچکْ ناحیه‌ها تحت مدل‌های آمیخته‌ی خطی توسط چاندرا و چمبرز (۲۰۰۵و ۲۰۰۹) مورد بررسی قرارگرفت. در این حالت فرض می‌شود که متغیرهای مورد علاقه از مدل خطی آمیخته پیروی می‌کنند. چاندرا و چمبرز (۲۰۰۹) دو براوردگر کوچکْ ناحیه‌ای برای نسبت را مقایسه کردند و نشان دادند که هر دو براوردگر مستقیم مدلْ مبنا و بهترین پیشگوی تجربی تحت مدل آمیخته‌ی خطی عمومی خوب عمل می‌کنند. محاسبه‌ی براوردگر مستقیم مدلْ مبنا و میانگین خطای استاندارد آن در مقایسه با محاسبه‌ی بهترین پیشگوی خطی، بسیار ساده است.

از جمله مطالعاتی که در زمینه‌ی براورد نرخ در کوچکْ ناحیه‌ها می‌توان به آن‌ها اشاره کرد، مطالعه‌ی یو و همکاران (۲۰۰۳) و همچنین یو (۲۰۰۸) است که از روش بیز سلسله‌مراتبی برای براورد نرخ بیکاری در سطح کوچکْ ناحیه‌ای (زیراستان) در کانادا استفاده کردند. همچنین در انگلستان، مولینا و همکاران (۲۰۰۷) از روش مدل آمیخته‌ی لوجیت چند جمله‌ای برای براود نرخ بیکاری بهره گرفتند.

پراساد و رائو (۱۹۹۰) روش بهترین پیشگوگر نااریب خطی را برای براورد نااریب پارامترهای کوچکْ ناحیه‌ای پیش‌نهاد کردند. جیانگ و لاهیری (۲۰۰۱) روش مشابه پراساد و رائو را برای براورد نسبت‌های کوچکْ ناحیه‌ای توسعه دادند. داتا و لاهیری (۲۰۰۰) بهترین پیشگوگر نااریب خطی تجربی را مورد بررسی قرار دادند و از آن برای براورد کوچکْ ناحیه‌ای استفاده کردند. آن‌ها همچنین روش ماکسیمم درست‌نمایی مقید را برای براورد واریانس مدل آمیخته‌ی

[2]Empirical Bayes method
[3]Hierarchical Bayes method

خطی مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که اریبی کمتری نسبت به براوردگر ماکسیمم درست‌نمایی دارد. رائو (۱۹۹۹) و رائو و یو (۱۹۹۴)، مدل‌های براورد کوچکْ ناحیه‌ای را توسعه دادند. سیرل و همکاران (۱۹۹۲) معادله‌های ماکسیمم درست‌نمایی و ماکسیمم درست‌نمایی مقید را برای واریانس اثرهای تصادفی در مدل خطی آمیخته به‌دست آوردند. سیرل و همکاران(۱۹۹۲)، وربک و مولنبرگز (۲۰۰۰) و پین‌هیرو و باتس (۲۰۰۰) نشان دادند که روش براورد ماکسیمم درست‌نمایی مقید به روش براورد ماکسیمم درست‌نمایی برای براورد واریانس در مدل‌های آمیخته‌ی خطی برتری دارد. گوش و رائو (۱۹۹۴)، رائو (۱۹۹۹) و پفرمن (۲۰۰۲) از بهترین پیشگوگر ناریب خطی تجربی اثرهای تصادفی، برای براورد کوچکْ ناحیه‌ای استفاده کردند. جیانگ و لاهیری (۲۰۰۶) مدل‌های آمیخته‌ی خطی را بازنگری کردند و از آن‌ها برای براورد کوچکْ ناحیه‌ای استفاده کردند. آن‌ها همچنین براوردگرهای ماکسیمم درست‌نمایی و ماکسیمم درست‌نمایی مقید را برای واریانس مدل مورد بررسی قرار دادند. تاتسویا (۲۰۰۹) مدل‌های آمیخته‌ی خطی و بهترین پیشگوگر ناریب خطی تجربی را بازنگری کرده است. او همچنین نشان داده است که چرا بهترین پیشگوگر ناریب خطی تجربی، براورد معتبری برای کوچکْ ناحیه‌ها است.

روش‌های جمعیت‌شناختی که براوردهای نامستقیم مبتنی بر مدل‌های پیونددهنده‌ی ضمنی را به کار می‌گیرند، تنها از داده‌های ثبتی و سرشماری بهره می‌گیرند و در آن‌ها نمونه‌گیری مطرح نیست، در صورتی‌که روش‌های براورد نامستقیم عمدتاً بر داده‌های آمارگیری نمونه‌ای همراه با اطلاعات کمکی جامعه استوارند.

۱-۳ براوردگرهای کوچکْ ناحیه‌ای

در این بخش مروری بر براوردگرهای کوچکْ ناحیه‌ای خواهیم داشت. برای توضیح بیشتر در مورد هر کدام از این براوردگرها، به بخش ۱-۶ و فصل‌های بعد مراجعه کنید.

براوردگرهای کوچکْ ناحیه‌ای به دو گروه عمده‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- براوردگرهای مستقیم؛ و

۲- براوردگرهای نامستقیم.

برای افزایش دقت و کاهش انحراف استاندارد در براورد پارامترهای کوچکْ ناحیه‌ها از براوردگرهای نامستقیم استفاده می‌شود. انواع براوردگرهای نامستقیم عبارت‌اند از:

۱- براوردگرهای نامستقیم حوزه‌ای؛

۲- براوردگرهای نامستقیم زمانی؛ و

۳-براوردگرهای نامستقیم حوزه‌ای و زمانی.

براوردگر نامستقیم حوزه‌ای از مقدارهای متغیر مورد نظر مربوط به حوزه‌ای دیگر، اما نه از دوره‌ی زمانی دیگر، بهره می‌گیرد. براوردگر نامستقیم زمانی از مقدارهای مورد نظر مربوط به دوره‌ی زمانی دیگر برای حوزه‌ی مورد نظر، اما نه از حوزه‌ای دیگر، استفاده می‌کند. از سوی دیگر، براوردگر نامستقیم حوزه‌ای و زمانی از مقدارهای متغیر مورد نظر مربوط به حوزه‌ای دیگر و نیز دوره‌ی زمانی دیگر بهره می‌گیرد.

۱-۳-۱ مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای

مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای مسیری را که داده‌های مرتبط در فرایند براورد شرکت می‌کنند، نشان می‌دهند. استفاده‌ی مؤثر از براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای به کیفیت مدل برازش داده‌شده بستگی دارد. بنا بر این لازم است تا دقت براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای با مقیاس معتبری سنجیده شود. مدل‌های آماری به دو گروه عمده‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- مدل‌های ضمنی؛ و

۲- مدل‌های صریح.

در زمینه‌ی براوردگرهای حوزه‌ای نامستقیم، مدل‌های ضمنی با ناحیه‌های کوچک مرتبط، پیوندی برقرار می‌سازند ومدل‌های صریح کوچکْ ناحیه‌ای تغییرات محلی را به حساب می‌آورند. براوردگرهای نامستقیمی که براساس مدل‌های ضمنی به دست می‌آیند و شامل براوردگرهای هم‌گذاشتی، ترکیبی و براوردگرهای جمعیت‌شناختی هستند؛ براوردهای طرحْ مبنا نامیده می‌شوند.

براوردگرهای حاصل از مدل‌های پیوند دهنده‌ی صریح مبتنی بر اثرهای تصادفی ناحیه ویژه را که تغییرات بین ناحیه‌ای را فراتر از آن‌چه متغیرهای کمکی گنجانده شده در مدل تبیین می‌کنند به حساب می‌آورند، براوردگرهای مدلْ مبنا می‌نامند.

بسیاری از مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای حالت خاصی از مدل‌های آمیخته‌ی خطی تعمیم‌یافته هستند. با توجه به ماهیت داده‌های کوچکْ ناحیه‌ی مورد نظر (پیوسته یا چندحالتی) پهنه‌ی وسیعی از مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای وجود دارد. مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای به دو گروه عمده‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- مدل در سطح واحد آماری؛ و

۲- مدل در سطح ناحیه.

مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای در سطح واحد آماری به چهار گروه عمده تقسیم می‌شوند. بسیاری از مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای در سطح واحد آماری حالت خاصی از مدل‌های آمیخته‌ی خطی تعمیم‌یافته هستند. به این معنا که هر نوع از مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای با توجه به نوع متغیر پاسخ، توسعه‌یافته‌ی حالت استاندارد مدل آمیخته‌ی خطی تعمیم‌یافته است.

مدل آمیخته‌ی خطی تعمیم‌یافته به شکل $y = X\beta + zU + \varepsilon$ است، که y بردار متغیر پاسخ، X ماتریس معلوم متغیر کمکی، β بردار ضریب‌های رگرسیونی، z ماتریس معلوم از اثرهای تصادفی ناحیه‌ای، U بردار اثرهای تصادفی و بردار ε بردار خطاهای تصادفی است. در میان مدل‌های آمیخته‌ی خطی تعمیم‌یافته، مدل‌هایی که برای داده‌های دوحالتی به‌کار می‌روند؛ عبارت‌اند از:

۱- مدل‌های رگرسیونی لوژستیکی؛ و

۲- مدل‌های خانواده‌ی توزیع نمایی. (رائو، a ۲۰۰۳)

مدل رگرسیونی لوژستیکی

برای براورد نسبت کوچکْ ناحیه‌ای معمولاً از مدل رگرسیونی لوژستیکی با اثرهای ویژه‌ی کوچکْ ناحیه‌ای استفاده می‌شود. فرض کنید متغیرهای پاسخ، y_{ij}ها، دارای توزیع برنولی و مستقل از هم بوده $(y_{ij} = ۰, y_{ij} = ۱)$ و P_i پارامتر نسبت کوچکْ ناحیه‌یi ام باشد.

$$P_i = \sum_{j=۱}^{N_i} \frac{y_{ij}}{N_i}, \quad i = ۱, \ldots, m$$

y_{ij}، مشاهده‌ی jام در کوچکْ ناحیه‌ی i ام، N_i تعداد نمونه در کوچکْ ناحیه‌ی i ام و m تعداد کوچکْ ناحیه‌ها است. در این صورت یکی از حالت‌های مدل رگرسیونی لوژستیکی به صورت زیر است:

$$\left(y_{ij} \mid p_{ij}\right) \overset{\text{ind}}{\sim} \text{Bernoulli}\left(p_{ij}\right)$$

که

$$\text{logit}\left(p_{ij}\right) = \log \frac{p_{ij}}{۱ - p_{ij}} = x_{ij}^T \beta + v_i \qquad i = ۱,\ldots,m;\ j = ۱,\ldots,N_i$$

$$p_{ij} = P\left(y_{ij} = ۱ \mid p_{ij}\right)$$

که در آن x_{ij}ها متغیرهای کمکی و p_{ij}ها احتمال یک بودن متغیر پاسخ jام درکوچکْ ناحیه‌ی iام، v_iها اثرهای تصادفی کوچکْ ناحیه‌ها و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma_v^۲$ هستند. براورد مدلْ مبنای نسبت در کوچکْ ناحیه‌ی iام به صورت $\hat{P}_i = \sum_{j=۱}^{N_i} \hat{p}_{ij} \Big/ N_i$ است. که در آن با جای‌گذاری براورد β و تحقق اثر تصادفی کوچکْ ناحیه‌ی iام در معادله‌ی بالا به دست می‌آید. با استفاده از فن بیز سلسله‌مراتبی و بیز تجربی می‌توان β را براورد کرد (لیو ۲۰۰۹).

مدل‌های خانواده‌ی نمایی

در این مدل y_{ij}ها با شرطی شدن روی θ_{ij} مستقل از هم توزیع شده‌اند و از تابع چگالی احتمالاتی که متعلق به خانواده‌ی نمایی است، از صورت زیر پیروی می‌کند:

$$f\left(y_{ij} \mid \theta_{ij}\right) = \exp\left[\frac{۱}{\varphi_{ij}}\left(\theta_{ij} y_{ij} + a\left(\theta_{ij}\right)\right) + b\left(y_{ij}, \theta_{ij}\right)\right]$$

که در آن φ_{ij} وتابع‌های $a(\cdot)$ و $b(\cdot)$ معلوم هستند. تابع بالا شامل توزیع‌های برنولی، پواسون و نرمال است (رائو، ۲۰۰۳b). هدف در این‌جا، انجام استنباط‌هایی درباره‌ی پارامتر کوچکْ ناحیه‌ای θ_{ij} است. به‌عنوان مثال $\theta_{ij} = \text{logit}\left(p_{ij}\right)$ و p_{ij} نسبت مربوط به یک متغیر دو حالتی را در رده‌ی jام در ناحیه‌ی iام نشان می‌دهد.

سه رویکرد برای براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای مدلْ مبنا استفاده می‌شود:

- رویکرد بهترین پیشگوی نااریب خطی تجربی (EBLUP)؛
- رویکرد بیزی تجربی (EB)؛ و
- رویکرد بیزی سلسله‌مراتبی (HB).

فن EBLUP

این فن برای پیشگویی اثرهای تصادفی یا آمیخته‌ی مدل‌های کوچکْ ناحیه‌ای به‌کار می‌رود. براوردگرهای بهترین پیشگوی نااریب خطی (BLUP)، در رده‌ی براوردگرهای ناریب خطی، MSE را مینیمم می‌سازند و به نرمال بودن اثرهای تصادفی وابسته نیستند. اما به واریانس‌ها و کواریانس‌های اثرهای تصادفی بستگی دارند. با بکارگیری مولفه‌های براوردشده در براوردگر BLUP، براوردگری دو مرحله‌ای به‌دست می‌آوریم که در قیاس با براوردگر EB از آن به‌عنوان براوردگر BLUP تجربی یا EBLUP یاد می‌شود.

فن EB

فن EB بسیار کاربردی‌تر از فن EBLUP است. فن EB با استفاده از تابع‌های چگالی شرطی $f\left(y \mid \mu, \lambda_1\right)$ و $f\left(\mu \mid \lambda_2\right)$، تابع چگالی پسین شرطی پارامتر کوچکْ ناحیه‌ای مورد نظر $f\left(\mu \mid y, \lambda\right)$ را به دست می‌آورد که μ پارامتر کوچکْ ناحیه‌ای، y متغیر پاسخ و $\gamma = \left(\lambda_1^T, \lambda_2^T\right)^T$ پارامترهای مدل هستند. سپس پارامترهای مدل، λ، را از چگالی حاشیه‌ای $f\left(y \mid \lambda\right)$ براورد کرده و در نهایت از چگالی پسین براورد شده‌ای $f\left(\mu \mid y, \hat{\lambda}\right)$ که در آن $\hat{\lambda}$ براوردی از λ است، برای استنباط درباره‌ی λ استفاده می‌کند.

می‌دانیم در ناحیه‌هایی که اندازه‌ی نمونه‌ای مربوط به آن‌ها کوچک است، اطلاعات مکمل با داده‌های مشخص x به‌عنوان متغیر کمکی در مدل آمیخته‌ی خطی تعمیم‌یافته در نظر گرفته می‌شوند. معمولاً فرض می‌شود که داده‌های معینی برای کوچکْ ناحیه‌ها موجود هستند. در بسیاری از حالت‌ها این داده‌های کمکی از برخی ناحیه‌های دیگر یا داده‌های مربوط به همان ناحیه ولی در یک آمارگیری دیگر به‌دست می‌آیند.

در بیان این فن برای متغیرهای دو حالتی دو رویکرد مورد بررسی قرار می‌گیرند:

در حالت اول هیچ متغیر کمکی برای متغیرهای پاسخ وجود ندارد. در این حالت مدل دو مرحله‌ای برای متغیر پاسخ در نظر گرفته می‌شود. در مرحله‌ی اول فرض می‌شود که y_{ij}ها $(i = ۱,...,m, j = ۱,...,N_i)$ مستقل و دارای توزیع برنولی با پارامتر p_{ij} و در مرحله‌ی دوم p_{ij}ها دارای توزیع بتا با پارامترهای α و β هستند.

در حالت دوم که متغیر کمکی وجود دارد، مدل دومرحله‌ای بالا مدل آمیخته خطی لوژستیکی نامیده می‌شود (رائو، ۲۰۰۳a). در این حالت در مرحله‌ی دوم پارامترهای p_{ij} با فرض یک مدل رگرسیون لوژستیک شامل اثرهای ناحیه‌ای تصادفی با هم پیوند می‌یابند، یعنی $\text{logit}\left(p_{ij}\right) = x_{ij}^T \beta + v_i$، که در آن $v_i \overset{iid}{\sim} N(۰, \sigma_v^۲)$ و x_{ij} بردار متغیرهای کمکی ثابت‌اند.

فن HB

استفاده از این فن بسیار ساده است و فقط نیازمند دانستن تابع چگالی پیشینی پارامترهای مدل است. در رویکرد بیز سلسله‌مراتبی، یک توزیع پیشین ذهنی $f(\lambda)$ برای پارامترهای مدل، λ، مشخص می‌شود و توزیع پسینی $f(\mu|\lambda)$ پارامترهای (تصادفی) کوچکْ ناحیه‌ای μ به شرط داده‌های y به‌دست آورده می‌شود. مدل دومرحله‌ای $f(y|\mu,\lambda_۱)$ و $f(y|\mu,\lambda_۲)$، با پیشین ذهنی برای $\lambda = (\lambda_۱^T, \lambda_۲^T)^T$ با استفاده از قضیه بیز ترکیب می‌شوند تا پسین $f(\mu|\lambda)$ حاصل شود.

رویکرد HB سرراست است، و استنباط‌های آن روشن و دقیق‌اند، اما به مشخص‌سازی یک پیشین ذهنی $f(\lambda)$ برای پارامترهای مدل λ احتیاج دارند.

از دیگر مدل‌های براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای می‌توان به دو مدل زیر اشاره کرد:

مدل‌های مربوط به نرخ‌های مرگ و میر و بیماری

نرخ‌های مربوط به مرگ و میر و بیماری مربوط به کوچکْ ناحیه‌های یک منطقه یا شهرستان اغلب برای تدوین نقشه‌های بیماری از قبیل اطلس‌های سرطان به‌کار می‌روند. چنین نقشه‌هایی برای نشان‌دادن تغییرات جغرافیایی یک بیماری و شناسایی ناحیه‌های با نرخ بالا که مداخله را ایجاب کند مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک مدل کوچکْ ناحیه‌ای ساده با این فرض که شمارهای کوچکْ ناحیه‌ای مشاهده شده‌ی y_i، متغیرهای مستقل با توزیع

پواسون با میانگین شرطی $E\left(y_i|\lambda_i\right)=n_i\lambda_i$ هستند که $\lambda_i \sim gamma(\alpha,v)$ به‌دست می‌آید. در این‌جا λ_i نرخ واقعی و n_i تعداد افرادی است که در ناحیه‌ی i در معرض بیماری قرار گرفته‌اند و (α,v) پارامترهای مقیاس و شکل توزیع گاما هستند.

مدل‌های پایه‌ای در سطح ناحیه با ساختارهای سری‌های زمانی

بسیاری از آمارگیری‌های نمونه‌ای با جانشین کردن بخشی از واحدهای نمونه‌ای، در طول زمان تکرار می‌شوند. برای مثال در آمارگیری جمعیت جاری ماهیانه‌ی ایالت‌های متّحده، هر خانوار به مدت چهار ماه متمادی در نمونه باقی می‌ماند. سپس برای هشت ماه بعدی از نمونه خارج می‌شود و برای چهار ماه بعدی به نمونه باز می‌گردد. در چنین آمارگیری‌های مکرّر با وام گرفتن قدرت، هم از کوچکْ ناحیه‌ها و هم از دوره‌های زمانی، می‌توان افزایش قابل ملاحظه‌ای در کارایی براوردگرها به‌دست آورد (رائو ۲۰۰۳a).

رائو و یو (۱۹۹۲، ۱۹۹۴) گسترشی از مدل فی–هریوت را برای داده‌های سری زمانی و مقطعی پیش‌نهاد کردند. مدل آن‌ها شامل یک مدل خطای نمونه‌گیری به صورت:

$$\hat{y}_{it}=\theta_{it}+e_{it}, \quad i=1,\ldots,m \;;\; t=1,\ldots,T \;;\; N=kT$$

و مدل پیوند دهنده‌ی

$$\hat{\theta}_{it}=x_{it}^T\beta+u_{it}+v_i$$

است، که m، تعداد کوچکْ ناحیه‌ها و t، شاخص زمان است. در این‌جا $\hat{y}_{it}$، براوردگر آمارگیری مستقیم برای کوچکْ ناحیه‌ی i در زمان t است و $\theta_{it}=g(\bar{Y}_{it})$ تابعی از میانگین کوچکْ ناحیه‌ای $\bar{Y}_{it}$ است. بردار u_{it}، بردار خطای مدل و بردار e_{it}، بردار خطاهای نمونه‌گیری که دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و ماتریس کوواریانس قطری بلوکی معلوم Ψ با بلوک‌های ψ_i است و x_{it}^T برداری از متغیرهای کمکی ناحیه ویژه است که بعضی از آن‌ها، مانند داده‌های ثبتی، ممکن است با زمان تغییر کنند.

۱-۴ تجربه‌ی چند کشور در استفاده از براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای

در این بخش به بررسی کاربردهای روش‌های براورد کوچکْ ناحیه‌ای در اداره‌های آماری ملی تعدادی از کشورها می‌پردازیم. این مطالعه دیدگاه‌های مختلف کشورها برای براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای شاخص‌های مختلف و کارایی هر کدام را نشان می‌دهد.

- **آمریکا**

دفتر سرشماری آمریکا از اوایل دهه‌ی ۹۰، شروع به تولید آمارهای کوچکْ ناحیه‌ای در زمینه‌ی براورد درامد و فقر کرده است. این دفتر به‌طور مستمر براورد خصیصه‌های مختلف درامد و فقر را ارائه می‌دهد. به‌طور کلی این کشور دو طرح براورد بیمه‌ی سلامت کوچکْ ناحیه‌ای[۴] (SAHIE) و براورد فقر و درامد کوچکْ ناحیه‌ای[۵] (SAIPE) را در زمینه‌ی براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای اجرا کرده است. اکثر روش‌های مورد استفاده، مدلْ مبنا (مانند بیز سلسله‌مراتبی) بوده‌اند. اخیراً گرشونسکایا و لاهیری (۲۰۰۸) روشی برای تعیین نرخ رشد اشتغال ماهانه در آمارگیری اشتغال ارائه کرده‌اند که در آن از روش بیز سلسله‌مراتبی در سطح واحد استفاده شده است.

- **کانادا**

کانادایی‌ها در سال‌های اخیر مقاله‌های پژوهشی بسیاری در زمینه‌ی براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای منتشر کرده‌اند. اغلب این مقاله‌ها بر روی روش بیز سلسله‌مراتبی متمرکز شده‌اند. به‌عنوان مثال یو و رائو (۲۰۰۳) از روش بیز سلسله‌مراتبی برای براورد نرخ بیکاری در سطح کوچکْ ناحیه در کشور کانادا استفاده کرده‌اند. داده‌های مورد استفاده در این مقاله مربوط به طرح آمارگیری نیروی کار کانادا در سال ۱۹۹۹ بوده که شامل ۶۲ کوچکْ ناحیه است، متغیر کمکی بیمه‌ی اشتغال و پارامتر مورد نظر نرخ بیکاری ناحیه‌ی iام در ژوئن ۱۹۹۹ است. یو (۲۰۰۸) دقیقاً مانند یو و رائو (۲۰۰۳) عمل کرده است با این تفاوت که داده‌های طرح نیروی کار کانادا در سال ۲۰۰۵ را مورد استفاده قرار داده است. فولر و رائو (۲۰۰۱) از روش براوردگر مرکب رگرسیونی با کاربرد آن در طرح آمارگیری از نیروی کار کانادا استفاده کرده‌اند.

[4] Small Area Health Insurance Estimate
[5] Small Area Income and Poverty Estimates

لازم به ذکر است که طرح آمارگیری نیروی کار در کانادا به طور ماهانه اجرا می‌شود و شامل آمـارگیری از ۵۳۰۰۰ خانوار است. روش نمونه‌گیری (چرخشی) طبقه‌بندی چندمرحله‌ای است. در هر ماه یک‌ششم نمونه‌ها جایگزین می‌شوند و سایر نمونه‌ها بین دو ماه متوالی مشترک هستند.

- **نروژ**

در زمینه‌ی استفاده از براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای، شواهدی از انتشارات رسمی اداره‌ی آماری ملی این کشور یافـت نشد. البته مقاله‌های پژوهشی در این زمینه موجود هستند، به‌ویـژه در مقالـه‌هـای ژانـگ (۲۰۰۰)، تاریخچـه‌ای از ایـن فعالیت‌ها برای ارائه‌ی براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای بیان شده‌اند. به‌عنوان مثال از براوردگر هم‌گذاشتی در سـال ۱۹۷۸ و سپس در سال ۱۹۸۷ براوردهایی در سطح استانی برای نیروی کار ارائه شده است و به استفاده از براوردگر مرکب و بیـز تجربی و مدل رگرسیونی نیم‌پارامتری عمومی و لوجیت و غیـره نیـز اشـاره شـده اسـت. ژانـگ (۲۰۰۰) برخـی از ایـن براوردگرها را برای ارائه‌ی براورد در زمینه‌ی آمارگیری نیروی کار در سطح شهری و همچنین آمارگیری شیلات نروژ به کار برده و مقایسه‌هایی انجام داده است. در نیروی کار از اطلاعات ثبتی کمکی سن، جنسیت و وضـع اشـتغال اسـتفاده شده است.

آمارگیری نیروی کار نروژ از سال ۱۹۷۲ به‌صورت فصلی آغاز شده و از سال ۱۹۹۶، آمارگیری به‌صورت پیوسـته بـا ارائه‌ی نتیجه‌های فصلی طراحی شده است. آمارگیری از نوع نمونه‌گیری چرخشی بوده و بر اساس یک فهرست ثبتی از خانوارها و به‌صورت تصادفی با طبقه‌بندی استانی انجام می‌گیرد. از هر عضو خانوار با سن ۱۶–۷۴ سـال، پرسـش‌هـایی درباره‌ی وضعیت اشتغال در طول هفته‌ی مرجع پرسیده می‌شود. چارچوب نمونه‌گیری به‌طور پیوسته از طریق اداره‌هـای ثبت جمعیت محلی به‌روز رسانی می‌شود. به‌طور متوسط اندازه‌ی نمونـه‌ای در هـر فصـل شـامل ۲۴۰۰۰ نفـر (۱۲۰۰۰ خانوار) است که متناسب با نرخ نمونه‌گیری ۰/۰۰۸ است. هر خانوار به‌صـورت متـوالی ۸ بـار در بـازه‌هـای ۳ ماهـه در آمارگیری شرکت می‌کند.

- **فرانسه**

در فرانسه، سرشماری موضوعی قانونی نبوده و در صورت کفایت بودجه انجام می‌شود ولی جمعیت بایـد هـر سـاله اعلام شود. بنابراین در سال ۱۹۹۳، مؤسسه‌ی آمار ملی فرانسه گروه‌ی را با هدف ارائه‌ی یک نظام برای بهبود مسـتمر

راهبرد موجود برای ارائه‌ی براوردهای کوچکْ ناحیه‌ای جمعیتی تشکیل داد. برای براورد جمعیت سالانه در سال‌های بین دو سرشماری متوالی از براوردگر هم‌گذاشتی استفاده می‌شود و این براوردها در سطح محله ارائه می‌شوند. اطلاعات کمکی نیز از داده‌های مراقبت‌های سلامت به تفکیک سن و جنسیت و همچنین از تعداد واحدهای مسکونی در سطح جغرافیایی مورد نظر حاصل می‌شوند.

- **استرالیا**

در ارائه‌ی براوردهای نیروی کار استرالیا از روش‌های براورد کوچکْ ناحیه‌ای استفاده می‌شود. نشریه‌های رسمی استرالیا به‌عنوان مثال، نشریه‌ی بازارهای کار کوچکْ ناحیه‌ای، داده‌های بازار کار منطقه‌ای را برای هر یک از تقریباً ۱۴۰۰ ناحیه‌ی محلی آماری[6] (SLA) به‌عنوان کوچک‌ترین واحدهای جغرافیایی موجود بر اساس یک استان/قلمرو و کلان‌شهرها/غیرکلان‌شهرها ارائه می‌کنند. براوردهایی برای مراکز استان‌ها نیز ارائه می‌شوند.

روش مورد استفاده برای محاسبه‌ی نرخ اشتغال، بیکاری و براوردهای نیروی کار در سطح SLAها براورد حافظ ساختاراست. سه منبع اصلی برای ارائه‌ی این براوردها عبارت‌اند از:

– داده‌های تأمین اجتماعی افرادی که مستمری شروع کار یا مستمری جوانان دریافت می‌کنند به همراه کدپستی آن‌ها (این موضوع شامل کسانی که مکمل‌های سهیم شدن در توسعه‌ی اجتماعی اشتغال دریافت می‌کنند، نیست)،

– داده‌های آمارگیری نیروی کار توسط دفتر آمار استرالیا در سطح مناطق نیروی کار، و

– داده‌های نیروی کار در سرشماری عمومی نفوس و مسکن قبلی در سطح SLA.

براوردهای بیکاری با تقسیم میزان بیکاری یک منطقه که توسط دفتر آمار استرالیا (ABS) منتشر می‌شوند، به هر یک از SLAهای داخل آن منطقه متناسب با توزیع استفاده‌کنندگان از مستمری شروع کار یا جوانان تولید می‌شوند. در این مورد، براوردهای بیکاری که در سطح کلان‌شهرها/غیرکلان‌شهرها محک زده شده‌اند نیز به حساب آورده می‌شوند.

براوردهای نیروی کار با تخصیص کل نیروی کار هر منطقه‌ی نیروی کار به هر یک از SLAهای داخل آن منطقه مطابق با وزن‌های به دست آمده از سرشماری قبلی حاصل می‌شود.

[6] Statistical Local Area (SLA)

البته تحقیقات جدیدی برای بهبود براوردهای نیروی کار با استفاده از مدل آمیخته‌ی لوجیت چندجمله‌ای در مقاله‌ی سیلی (۲۰۱۰) بررسی شده است. متغیرهای مورد استفاده در این مقاله عبارت‌اند از:

- ۱۰ شاخص سن/جنسیت شامل ۵ رده‌ی سنی ۱۵-۲۴، ۲۵-۳۴، ۳۵-۴۴، ۴۵-۵۴، ۵۵-۶۴ و دو رده‌ی جنسی مرد و زن،
- ۸ شاخص ایالتی شامل:
- نسبت جمعیت در طبقه‌ای که برای دریافت مبلغ کامل مستمری شروع کار (استفاده‌کنندگان از تسهیلات بیکاری) و یا مستمری جوانان ثبت نام کرده‌اند،
- نسبت جمعیت در طبقه‌ای که برای دریافت کامل سایر تسهیلات پرداختی ثبت نام کرده‌اند (مانند بازنشستگی، مستمری همسران و ...) در سطح سن/جنسیت،
- سه شاخص دور افتادگی (شهر اصلی، ناحیه‌های دور دست و ناحیه‌های نزدیک)،
- ۴ شاخص اقتصادی-اجتماعی (۴ طبقه بر اساس میزان محرومیت با استفاده از شاخص SEIFA[۷])،
- نسبت جمعیت سرشماری در طبقه‌ی خانوارهای ساکن، شامل یک زوج تنها یا یک زوج با حدّ اقل یک فرزند ۱۵ ساله و بالاتر،
- نسبت جمعیت سرشماری‌شده در طبقه‌ی خانوارهای ساکن، شامل یک زوج با فرزندان کوچک‌تر از ۱۵ سال،
- نسبت جمعیت سرشماری‌شده در طبقه‌ی خانوارهای ساکن، شامل یک فرد یا یک فرد با حدّ اقل یک فرزند ۱۵ ساله و بالاتر، و
- نسبت جمعیت سرشماری‌شده در طبقه‌ی خانوارهای ساکن، شامل یک فرد با فرزندان کوچک‌تر از ۱۵سال.

انتخاب نمونه در آمارگیری نیروی کار استرالیا از نمونه‌ی پایه‌ی آمارگیری جمعیتی که از چارچوب آمارگیری جمعیتی به دست آمده است، صورت می‌گیرد. در این نمونه‌گیری که در یک فرایند سه مرحله‌ای خوشه‌ای با طبقه‌بندی است، ۲۹۰۰۰ خانوار از سراسر استرالیا معادل ۰/۰۰۳۳ جمعیت در نمونه قرار می‌گیرند. در این آمارگیری یک الگوی چرخش شامل ۵ موج مورد استفاده قرار می‌گیرد و هر واحد مسکونی برای ۵ فصل در نمونه باقی می‌ماند و یک پنجم نمونه در هر فصل جایگزین می‌شود.

[7] Socio-Economic Indeces For Areas