

# بازنگری بر آورد سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران (۱۳۳۵-۱۳۸۵)\*

دکتر علیرضا امینی\*\*  
نویسندگان: حاجی محمد نشاط  
محمد رضا اصلاحچی

## چکیده

مطالعه حاضر به برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی در دوره ۱۳۳۵-۱۳۸۵ پرداخته است. برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل در فواصل بین دو سرشماری یا نمونه‌گیری متوالی با استفاده از روش‌های درون‌یابی اسپلاین طبیعی و اسپلاین یکنوای صعودی انجام شده است. برای درون‌یابی از یک متغیر توضیح‌دهنده استفاده شده که در هر فعالیت اقتصادی با توجه به نظریات تقاضای نیروی کار و ساختار بازار کار انتخاب شده است. بدین منظور از آمارهای سالانه ارزش افزوده، به قیمت جاری و ثابت سال ۱۳۷۶،

\* این مقاله برگرفته شده از گزارش تهیه شده به سفارش دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد کلان معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی است.

\*\* به ترتیب استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، کارشناس معاونت برنامه‌ریزی استانداری استان گلستان و کارشناس دفتر علوم، تحقیقات و فناوری معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی.

دستمزدها به قیمت جاری و ثابت و اشتغال از سایر منابع آماری به عنوان متغیر توضیح دهنده استفاده شده است. انتخاب تقریب‌های خطی و غیرخطی برای تابع اشتغال بر اساس تطابق برآوردها با ویژگی‌ها و ساختار بازار کار انجام شده است. در مطالعه حاضر نسبت به مطالعات قبلی، هم از داده‌های آماری بیشتری به عنوان گره استفاده شده و هم روش‌های پیشرفته‌تری برای درون‌یابی به کار گرفته شده که متکی بر فروض کمتر محدودکننده است. نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر به شکل بهتری نوسانات اشتغال را نشان می‌دهد و روند ایجاد اشتغال یکنواخت‌تر و منطقی‌تر است.

## ۱. مقدمه

وجود آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل برای مطالعات اقتصادسنجی بازار کار و طرف عرضه اقتصاد از اهمیت بسزایی برخوردار است. یکی از متغیرهای مهم در اقتصاد، اشتغال نیروی کار است که به همراه بهره‌وری آن از جمله عوامل اساسی تعیین رشد اقتصادی در کشور است. در مطالعات تخمین توابع تولید بخشی و کل اقتصاد و مدل‌های رشد اقتصادی، اشتغال به عنوان یکی از متغیرهای اساسی به شمار می‌رود. علاوه بر این، در برآورد تقاضای نیروی کار (یا تابع اشتغال) و به منظور بررسی تأثیر شوک (تکانه)های پولی و مالی بر متغیرهای حقیقی اقتصاد به آمارهای سری زمانی اشتغال نیازمند هستیم. سرانجام اینکه، در مطالعات بهره‌وری نیز عامل نیروی کار و بهره‌وری آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین، موجود بودن آمارهای سری زمانی اشتغال برای انجام تحقیقات اقتصادی بسیار ضروری است. با توجه به اینکه آمارهای جمعیت شاغل در مقاطع زمانی که سرشماری و یا نمونه‌گیری انجام شده موجود است و در فواصل بین آنها اطلاعات آماری موجود نیست، در نتیجه باید از روش‌های درون‌یابی<sup>۱</sup> در ساختن آمارهای سری زمانی استفاده کرد. با توجه به اینکه فرم تابعی تابع اشتغال مشخص نیست و در دوره‌های مختلف به دلایلی مانند تغییرات تکنولوژی (فناوری)، قوانین و مقررات ناظر بر بازار کار، تکانه‌های اقتصادی، تغییرات سیاست‌های اقتصادی (پولی، مالی و ارزی)، تغییر می‌کند،

---

۱. Interpolation

در نتیجه انتخاب فروض مناسب برای فرم تابعی و انتخاب متغیر درون‌یاب اهمیت بسیاری دارد. شایان ذکر است، براساس تئوری (نظریه) های بازار کار می‌توان مشخص کرد میزان اشتغال به متغیرهایی مانند تولید، هزینه‌های واقعی استفاده از نیروی کار و سرمایه، قیمت‌های نسبی انرژی و مواد خام، میزان انعطاف‌پذیری بازار کار و تغییرات فناوری بستگی دارد. با توجه به محدودیت داده‌های آماری در کشور و دید کارشناسی نسبت به میزان تأثیرپذیری اشتغال از متغیرهای مذکور، یکی از متغیرها به عنوان متغیر درون‌یاب انتخاب می‌گردد. مهم‌تر از اینها، در طول دوره درون‌یابی، باید رابطه بین اشتغال و متغیر درون‌یاب با مبانی نظری هماهنگ باشد. برای مثال، اگر اشتغال و تولید در سال آخر دوره درون‌یابی نسبت به سال اول افزایش یافته باشد، سپس می‌توان از متغیر تولید به عنوان متغیر درون‌یاب استفاده کرد.

تاکنون مطالعات انجام شده در ایران، به طور عمده بر فرض وجود رابطه خطی بین اشتغال و متغیر درون‌یاب بنا نهاده شده‌اند. در صورت نقض این فرض، نتایج به دست آمده ناسازگار و تغییرات اشتغال در طول زمان غیرمنطقی و به دور از واقعیت‌های بازار کار خواهند بود. به عبارت دیگر، ممکن است تقریب‌های غیر خطی به نتایج دقیق‌تر و سازگارتری منجر شود. بنابراین، فرضیه اصلی این تحقیق آن است که در برخی موارد ممکن است تقریب‌های غیرخطی به نتایج بهتر و نزدیک‌تر به واقعیت منجر شود. افزون بر این، هر چقدر تعداد مشاهدات جمعیت شاغل بیشتر و فواصل درون‌یابی کمتر باشد، دقت برآوردها بیشتر خواهد شد. در مطالعه حاضر درصد هستیم با استفاده از داده‌های آماری بیشتر و با در نظر گرفتن تقریب‌های خطی و غیرخطی، برآوردهای دقیق‌تر و سازگارتری نسبت به مطالعات قبلی به دست آوریم. در تقریب خطی از روش اسپالین طبیعی و در تقریب غیرخطی از روش اسپالین صعودی یکنوا برای درون‌یابی استفاده می‌کنیم. افزون بر این، سری زمانی اشتغال برای یک دوره طولانی‌تر و به روزتر ساخته خواهد شد که وجود چنین اطلاعاتی برای انجام مطالعات مدل‌سازی به روش اقتصادسنجی و رعایت مباحث جدید برآوردهای سری زمانی اشتغال ضروری می‌باشد.

در این مطالعه، ابتدا نظریه‌های تقاضای نیروی کار به طور مختصر مطرح می‌شود تا بر اساس آن بتوان متغیرهای درون‌یاب را مشخص نمود و سپس مبانی نظری روش درون‌یابی

اسپلین را معرفی می‌کنیم. در ادامه بحث، مروری بر مطالعات انجام شده در خصوص درونیایی جمعیت شاغل در ایران خواهیم داشت و بعد از آن به معرفی داده‌های آماری می‌پردازیم. در پایان، نتایج اجرای برآورد جمعیت شاغل بر مبنای تقریب‌های خطی و غیر خطی (درجه سوم) برای بخش‌های اقتصادی طی سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۸۵ ارائه و تحلیل می‌گردد.

## ۲. مروری بر مبانی نظری عوامل مؤثر بر اشتغال

به طور کلی، سطح اشتغال در کشور با توجه به میزان عرضه و تقاضای نیروی کار در اقتصاد تعیین می‌شود. در شرایطی که عرضه نیروی کار به میزان کافی وجود دارد و نسبت به تقاضای نیروی کار بیشتر است، میزان اشتغال برابر با سطح تقاضای نیروی کار است. با توجه به نتایج سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن و طرح آمارگیری نمونه‌ای در سال‌های مختلف، همواره جمعیت فعال (مجموع جمعیت شاغل و بیکار جویای کار) از جمعیت شاغل بیشتر بوده است، بنابراین در نظر گرفتن این فرض که تقاضای نیروی کار تعیین کننده سطح اشتغال است دور از انتظار نیست. بر این اساس، برای تعیین عوامل مؤثر بر اشتغال باید به شناسایی عوامل مؤثر بر تقاضای نیروی کار پرداخت. نظریه‌های مطرح شده در ادبیات تقاضای نیروی کار را می‌توان به دو طبقه عمده تقسیم‌بندی کرد. دسته اول، نظریه‌های ایستای تقاضای عامل کار هستند که در یک مقطع زمانی معین، وضعیت تقاضای عامل کار از سوی کارفرمایان را بررسی می‌کنند. در این باره، مدل‌های استخراج شده از حداکثر سازی تابع سود و حداقل سازی تابع هزینه تولیدکننده مورد بررسی قرار می‌گیرند. دسته دوم، نظریه‌های پویای تقاضای عامل کار هستند که تقاضای عامل کار از سوی واحدهای تولیدی را طی چند دوره زمانی در نظر می‌گیرند.

### ۲-۱. رهیافت ایستای تقاضای عامل کار

اولین روش استخراج تقاضای عامل کار بر مبنای حداکثر کردن تابع سود تولیدکننده است. یک تولیدکننده معمولاً می‌تواند سطح هزینه و تولید را در آن واحد تغییر دهد و هدف نهایی او حداکثر کردن سود است. از طریق حداکثر سازی تابع سود تولیدکننده و تشکیل شرایط مرتبه اول و

حل آنها برای نیروی کار ( $L$ ) و سرمایه ( $K$ ) بر حسب قیمت‌های کار ( $W$ )، سرمایه ( $R$ ) و محصول ( $P$ )، می‌توان تابع تقاضای نیروی کار را به صورت زیر بیان نمود:

$$L^d = L(W, R, P) \quad (۱)$$

تقاضای عامل کار معمولاً با هزینه‌های جاری استفاده از نیروی کار ( $W$ ) رابطه معکوس و با قیمت محصول رابطه مستقیم دارد و رابطه آن با هزینه‌های جاری استفاده از سرمایه می‌تواند مثبت یا منفی باشد. اگر نیروی کار و سرمایه جانشین باشند، رابطه تقاضای عامل کار با قیمت سرمایه مثبت و اگر مکمل باشند، این رابطه معکوس است. با توجه به اینکه تابع تقاضای عامل کار بر حسب  $P, R, W$  همگن از درجه صفر است، بنابراین، می‌توان رابطه (۱) را به صورت زیر نوشت:

$$L = L\left(\frac{W}{P}, \frac{R}{P}\right) \quad (۲)$$

که در آن  $\frac{W}{P}$  نرخ دستمزد واقعی و  $\frac{R}{P}$  قیمت واقعی سرمایه است. در این حالت، تقاضای عامل کار با دستمزد واقعی رابطه معکوس دارد و در صورتی که سرمایه و عامل کار مکمل باشند، رابطه تقاضای عامل کار با قیمت واقعی سرمایه منفی و در حالتی که دو عامل جانشین باشند این رابطه مثبت است.

با توجه به مطالب مطرح شده می‌توان نتیجه گرفت که تقاضای نیروی کار به دستمزدهای جاری، دستمزدهای واقعی، هزینه‌های جاری و واقعی استفاده از سرمایه و قیمت کالاها یا خدمات بستگی دارد.

دومین روش استخراج تابع تقاضای نیروی کار بر مبنای حداقل کردن هزینه تولیدکننده است. یکی از اهداف بنگاه‌ها حداقل کردن مخارج کل نهاده‌ها در رابطه با سطح مفروضی از تولید و قیمت‌های ستاده‌ها و نهاده‌هاست. به ازای سطوح مختلف تولید، حداقل مخارج لازم برای رسیدن به سطوح تولید مورد نظر به دست آورده می‌شود که همان تابع هزینه بنگاه‌هاست. این تابع هزینه به صورت تابعی از سطح تولید و قیمت‌های نهاده‌ها تعریف می‌شود. از حداقل‌سازی کل

مخارج نهاد به نسبت به محدودیت فناوری برای ستاده مفروض و قیمت‌های معین نهاده‌ها، توابع تقاضا برای نهاده‌ها به صورت تابعی از سطح تولید و قیمت‌های نهاده‌ها به دست می‌آید. در واقع، با استفاده از لم‌شپارد و مشتق‌گیری از تابع هزینه تولیدکننده نسبت به قیمت‌های نهاده‌ها، توابع تقاضای نهاده‌ها به دست می‌آید (Theil, ۱۹۷۹). می‌توان نشان داد تقاضای نیروی کار رابطه مستقیم با سطح تولید و رابطه معکوس با دستمزد جاری دارد و رابطه آن با هزینه جاری استفاده از سرمایه می‌تواند مثبت یا منفی باشد (بسته به رابطه جانشینی و مکملی بین دو عامل کار و سرمایه). تابع تقاضای نیروی کار به صورت زیر بیان می‌شود:

$$L^d = L(Y, W, R) \quad (۳)$$

تابع تقاضای نیروی کار نسبت به قیمت‌های نهاده‌ها همگن از درجه صفر است و بر اساس این ویژگی، تابع تقاضای نیروی کار به صورت زیر نیز بیان می‌شود:

$$L^d = L\left(Y, \frac{W}{P}, \frac{R}{P}\right) \quad (۴)$$

بنابراین، تقاضای نیروی کار به هزینه‌های واقعی استفاده از نیروی کار و سرمایه نیز بستگی دارد. در مواردی که هدف محقق بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای نیروی کار در سطح یک بخش اقتصادی است، به دلیل تعداد زیاد بنگاه‌ها و تولید انواع مختلف کالاها (خدمات)، امکان استفاده از تولید فیزیکی کالاها (خدمات) در تابع تقاضای نیروی کار وجود ندارد و برای رفع این مشکل از ارزش افزوده آن بخش اقتصادی به قیمت ثابت استفاده می‌شود. در چنین مواردی، توابع تقاضای نیروی کار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L^d = L\left(\frac{Y}{P}, W, R\right) \quad (۵)$$

$$L^d = L\left(\frac{Y}{P}, \frac{W}{P}, \frac{R}{P}\right) \quad (۶)$$

که در آن  $\frac{Y}{P}$  ارزش افزوده به قیمت ثابت است. فرم قابل تخمین توابع تقاضا به صورت زیر

است:

$$LL^d = c_0 + c_1 L\left(\frac{Y}{P}\right) + c_2 L(W) + c_3 L(R) \quad (۷)$$

$$LL^d = c_1 + c_2 L \left( \frac{Y}{P} \right) + c_3 L \left( \frac{W}{P} \right) + c_4 L \left( \frac{R}{P} \right) \quad (۸)$$

در روابط بالا حرف  $L$  جلوی متغیرها بیانگر لگاریتم طبیعی است. روابط (۷) و (۸) را به صورت زیر نیز می توان نوشت:

$$LL^d = c_1 + c_2 L(Y) - c_3 L(P) + c_4 L(W) + c_5 L(R) \quad (۹)$$

$$LL^d = c_1 + c_2 L(Y) - c_3 L(P) + c_4 L(W) - c_5 L(P) + c_6 L(R) - c_7 L(P) \quad (۱۰)$$

با مرتب سازی جملات رابطه (۱۰) می توان این رابطه را به صورت زیر نیز نوشت:

$$LL^d = c_1 + c_2 L(Y) - (c_3 + c_5 + c_7) L(P) + c_4 L(W) + c_6 L(R) \quad (۱۰')$$

در رابطه مذکور  $Y$  ارزش افزوده به قیمت جاری است. بنابراین، تقاضای نیروی کار با ارزش افزوده بخش به قیمت جاری رابطه مستقیم دارد.

با توجه به مطالب مطرح شده در روش حداقل سازی تابع هزینه می توان نتیجه گرفت عوامل مؤثر بر تقاضای نیروی کار در سطح هر یک از بخش های اقتصادی عبارتند از: ارزش افزوده بخش به قیمت جاری و ثابت، هزینه های جاری و واقعی استفاده از نیروی کار و سرمایه و شاخص تعدیل کننده ارزش افزوده بخش ( $P$ ). به نظر می رسد کارفرمایان در استخدام و اخراج نیروی کار هم به ارزش افزوده بنگاه به قیمت جاری و هم به قیمت ثابت توجه می کنند. توجه به ارزش افزوده به قیمت جاری در استخدام نیروی کار در جهت تسهیل کار شاغلان موجود است که به طور عمده در سطح بنگاه های کوچک و متوسط و بنگاه هایی که دارای کارکنان فامیلی بدون مزد هستند، مصداق دارد.

## ۲-۲. رهیافت پویای تقاضای عامل کار

در رهیافت پویای تقاضای عامل کار، فرض می شود بین سطح واقعی و مطلوب اشتغال فاصله وجود دارد که دلیل آن وجود هزینه های تعدیل و عدم تعادل است. هزینه هایی که بنگاه ها در

زمان تعدیل نیروی کار متحمل می‌شوند، هزینه‌های تعدیل می‌نامند.<sup>۱</sup> هزینه‌های تعدیل به دو دسته هزینه‌های ثابت و متغیر تقسیم‌بندی می‌شوند. هزینه‌های تعدیل متغیر بستگی به تعداد کارگرانی دارد که بنگاه قصد دارد آنها را اخراج یا استخدام کند. برای مثال، هزینه‌های آموزش کارگران جدید بستگی به تعداد کارگران لازم‌التعلیم دارد. برعکس، هزینه‌های تعدیل ثابت به تعداد کارگران استخدامی یا اخراجی بستگی ندارد. می‌توان نشان داد اگر هزینه‌های تعدیل ثابت مسلط و غالب باشد، بنگاه یا در سطح فعلی اشتغال خود باقی می‌ماند یا سریع به سطح اشتغال دیگری منتقل می‌شود و در این حالت تغییرات اشتغال در طول زمان یکنواخت و تدریجی نیست. در حالتی که هزینه‌های تعدیل متغیر مهم است، تغییرات اشتغال به آهستگی اتفاق می‌افتد، زیرا بنگاه‌ها در تصمیمات استخدام و اخراج خود تردید دارند و این تردید به واسطه اجتناب از تحمل هزینه‌های بالا در هنگام تغییرات زیاد عامل کار است. مدارک و شواهد تجربی حاکی از آن است که هر دو هزینه‌های ثابت و متغیر تعدیل نقش مهمی را در تعیین تقاضای عامل کار دارند.<sup>۲</sup>

هزینه‌های عدم تعادل به تفاوت بین تقاضای مطلوب عامل کار و تقاضای واقعی عامل کار بستگی دارد و یکی از اهداف بنگاه‌ها رسیدن به سطح مطلوب اشتغال است. هر چقدر بنگاه‌ها از سطح مطلوب اشتغال دورتر شوند هزینه عدم تعادل بیشتر می‌گردد و حداقل کردن شکاف بین سطح مطلوب و واقعی اشتغال باعث کاهش هزینه بنگاه‌ها می‌شود. اکنون سؤال اساسی این است که چرا بنگاه‌ها و واحدهای اقتصادی قادر نیستند به سمت مقدار مطلوب اشتغال حرکت کنند و چه موانعی در حداقل کردن هزینه عدم تعادل وجود دارد؟ پاسخ این سؤال را می‌توان در وجود هزینه‌های تعدیل یافت. بنابراین، بنگاه ممکن است هزینه عدم تعادل را به دلیل بالا بودن هزینه‌های تعدیل بپذیرد. بر این اساس، بنگاه‌ها به دنبال حداقل کردن مجموع هزینه‌های عدم تعادل و تعدیل هستند. با حداقل‌سازی تابع هزینه کل نسبت به سطح اشتغال می‌توان نشان داد فرم قابل تخمین تابع تقاضا به صورت زیر است (امینی، ۱۳۸۰):

۱. برای اطلاع بیشتر به (امینی، ۱۳۸۰) مراجعه شود.

۲. برای اطلاع از نمونه‌های مربوط به هزینه‌های متغیر به (Aizcorbe, ۱۹۹۲)، (Fair, ۱۹۸۵)، (Fay & Medoff, ۱۹۸۵) و برای هزینه‌های ثابت تعدیل به (Hamermesh, ۱۹۸۹)، (Nickel, ۱۹۸۴)، (Shapiro, ۱۹۸۶) مراجعه شود.



$$L(L_t) = (1 - \lambda)L(L_{t-1}) + \lambda L[f(x_t)] \quad (11)$$

که در رابطه بالا  $\lambda$  ضریب تعدیل نامیده می‌شود و  $\frac{1}{\lambda}$  سرعت تعدیل عامل کار است که بیانگر آن است که بعد از چند سال شکاف بین سطح مطلوب و واقعی اشتغال پر می‌شود.  $X_t$  بردار متغیرهای مؤثر بر اشتغال مانند سطح تولید، هزینه‌های استفاده از نیروی کار و سرمایه است.

علاوه بر موارد مطرح شده، می‌توان به نکات زیر در خصوص عوامل مؤثر بر اشتغال نیز توجه کرد:

۱. نکته مهمی که باید به آن توجه کرد این است که مدل‌های معرفی شده مربوط به رفتار بنگاه خصوصی است، در حالی که بخش دولتی ملاحظات غیر اقتصادی نظیر بالابودن بیکاری و امنیت ملی را نیز در نظر می‌گیرد و در برخی مواقع هدف یک کارفرمای دولتی حداکثرسازی سود و یا حداقل‌سازی هزینه بنگاه نیست. بنابراین، در بخش‌هایی که بنگاه‌های خصوصی و دولتی در کنار یکدیگر به فعالیت اقتصادی می‌پردازند و نقش بخش دولتی زیاد است، باید در تحلیل روند اشتغال به ملاحظات غیر اقتصادی نیز توجه نمود.
۲. پیشرفت فناوری نیز باعث می‌شود برای تولید هر واحد محصول از نیروی کار کمتری استفاده شود. بنابراین، پیشرفت فناوری بر اشتغال تأثیر منفی دارد.
۳. قیمت‌های سایر عوامل تولید نظیر انرژی و مواد خام نیز بسته به رابطه جانشینی و مکملی آن با نیروی کار می‌توانند اثر مثبت یا منفی بر اشتغال بگذارند.
۴. مطالعات تجربی انجام شده در برخی از کشورهای جهان نشان می‌دهد که تولید (ارزش افزوده)، دستمزدها، هزینه استفاده از سرمایه، قیمت‌های نسبی سوخت و مواد خام صنعتی و پیشرفت فناوری در تعیین اشتغال نقش مهمی دارند (امینی، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱).

از مجموعه مطالب مطرح شده در این قسمت می‌توان نتیجه گرفت برای انتخاب متغیر درون‌یاب در برآورد اشتغال در بخش‌های اقتصادی می‌توان از متغیرهایی نظیر ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت، هزینه‌های جاری و واقعی استفاده از نیروی کار و سرمایه، قیمت‌های جاری و نسبی انرژی و مواد خام و پیشرفت فناوری استفاده نمود. در ادامه بحث به بررسی ادبیات درون‌یابی و تقریب توابع به‌وسیله چند جمله‌ای‌ها می‌پردازیم (Davis, ۱۹۷۵).

### ۳. مروری بر ادبیات درون‌یابی و تقریب توابع به‌وسیله چند جمله‌ای‌ها

به‌طور کلی در مواردی که با داده‌های آماری مفقود در خصوص یک متغیر مواجه هستیم، از روش‌های درون‌یابی برای دستیابی به یک برآورد مطمئن از آن متغیر استفاده می‌شود.<sup>۱</sup> در ادبیات درون‌یابی، از داده‌های آماری موجود آن متغیر به‌عنوان نقاط گره<sup>۲</sup> یاد می‌شود. در این ارتباط، نقاط گره‌های داده‌های  $x_1, x_2, \dots, x_m$  را در نظر بگیرید. زیر تقسیم<sup>۳</sup>  $\Delta$  روی  $[a, b]$  را به صورت:

$$\Delta: a = x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1} < x_n = b$$

تعریف می‌کنیم. با فرض اینکه  $P_m$  مجموعه همه چند جمله‌ای‌های حداکثر از درجه  $m$  و  $C^k[a, b]$  مجموعه چند جمله‌ای‌های مشتق‌پذیر از مرتبه  $k$  ام که مشتق  $k$  ام آنها پیوسته است، در نظر گرفته شود آنگاه مجموعه:

$$S_m^k(\Delta) = \{s \in C^k[a, b], s|_{[x_i, x_{i+1}]} \in P_m, i = 1, 2, \dots, n-1\} \quad (12)$$

که در آن  $m \geq 0$  و  $k \geq 0$ ، مجموعه توابع اسپلاین از درجه  $m$  که همواری آنها نسبت به زیر تقسیم  $\Delta$  از رده  $k$  است، تعریف می‌شود (Gautschi, ۱۹۹۷). در رابطه (۱۲) همواره  $k < m$  فرض می‌شود. در حالت خاص اگر  $k = m$  باشد، آنگاه ثابت می‌شود:

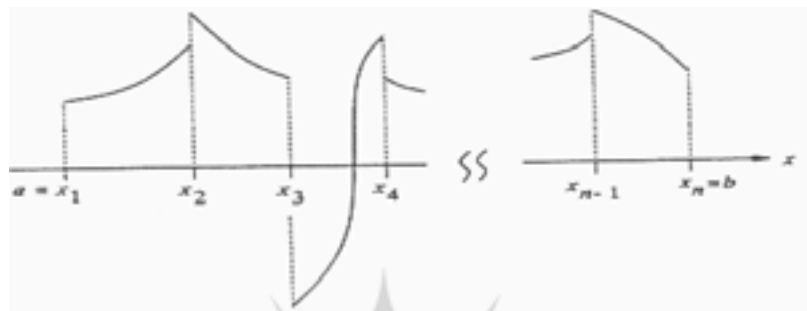
۱. برای اطلاع از کاربردهای درون‌یابی در اقتصاد به (Kenneth, ۱۹۹۹) مراجعه شود.

۲. Node

۳. Subdivision

$$S_m^m = P_m \quad (۱۳)$$

همچنین اگر  $k = -1$  در نظر گرفته شود سپس  $S_m^{-1}(\Delta)$  یک چند جمله‌ای قطعه‌ای از درجه حداکثر  $m$  است که تمام قطعات این چند جمله‌ای از هم جدا هستند (ر.ک. شکل ۱).



شکل ۱. چند جمله‌ای قطعه‌ای از درجه حداکثر  $m$

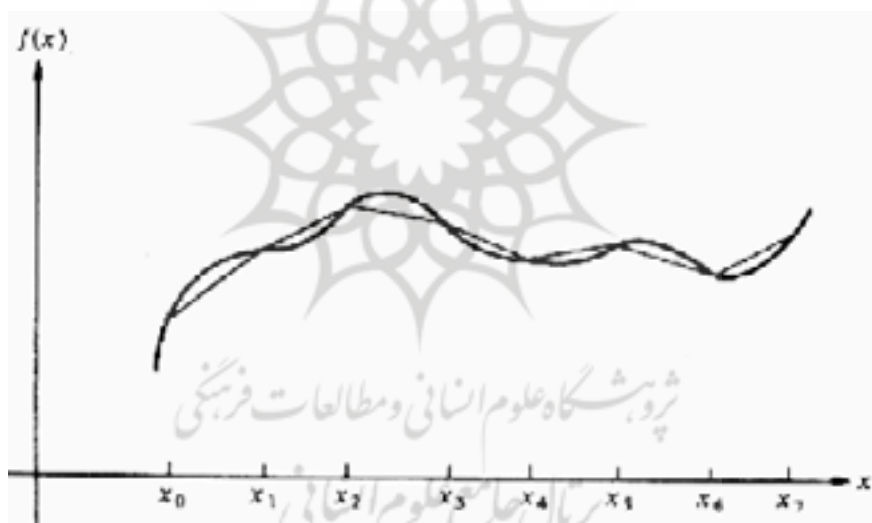
نکته بسیار مهم این است که اسپلاین‌ها فراتر از یک چند جمله‌ای درون‌یاب عمل می‌کنند. بدین مفهوم که در بحث درون‌یابی برای حل مسئله  $f(x_i) = y_i$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, n$  می‌توانیم یک چند جمله‌ای درجه  $n$  از گره‌های  $(x_i, y_i)$  بگذرانیم، اما در بحث اسپلاین می‌توانیم در بین هر دو گره متوالی هر درجه‌ای از چند جمله‌ای‌ها را که مد نظر ما باشد، داشته باشیم به طوری که خواصی مانند پیوستگی و مشتق‌پذیری نیز حفظ شود.

طبق تعریف  $S_p^1(\Delta)$  را اسپلاین مکعبی می‌نامند. در عمل اغلب از اسپلاین‌های مکعبی به دلیل حجم محاسبات کم و پایداری عددی استفاده می‌شود. اسپلاین‌های مکعبی کاربردهای زیادی در زمینه‌هایی نظیر گرافیک، پردازش تصویر، مدل‌سازی، درون‌یابی و... دارند. یکی از خصوصیات اسپلاین‌های مکعبی، کنترل شکل اسپلاین با حفظ ویژگی‌های اسپلاین است که موجب افزایش کاربرد در رشته‌های مختلف می‌شود. برای مثال می‌توان با توجه به نوع گره‌های داده شده، اسپلاین‌های مکعبی کنترل شده در نظر گرفت که به صورت صعودی (نزولی) از گره‌های مورد نظر عبور کند.

یک روش مناسب که می‌توان برای به دست آوردن توابع درون‌یاب به کار برد این است که بازه را به گردآیه‌ای از زیربازه‌ها تقسیم کرده و (عموماً) بر هر زیربازه چندجمله‌ای تقریب‌ساز متفاوتی بسازیم. تقریب به‌وسیله توابعی از این نوع، تقریب قطعه قطعه چندجمله‌ای نامیده می‌شود. ساده‌ترین نوع تقریب قطعه قطعه چند جمله‌ای، درون‌یابی قطعه قطعه خطی نام دارد و عبارت است از اتصال مجموعه‌ای از نقاط داده‌ها مانند:

$$\{(x_0, f(x_0)), (x_1, f(x_1)), \dots, (x_n, f(x_n))\}$$

که با رشته‌ای از خطوط مستقیم به یکدیگر متصل هستند (ر.ک. شکل ۲). نقص حل یک مسئله تقریب با استفاده از توابع از این نوع، یا مثلاً چندجمله‌ای درجه دو بین سه نقطه متوالی، این است که در هر نقطه انتهایی زیربازه‌ها اطمینانی به مشتق‌پذیری نیست، به بیان هندسی، یعنی تابع درون‌یاب در این نقاط هموار نیست.



شکل ۲. تقریب قطعه قطعه چند جمله‌ای خطی

چون اغلب یک تابع تقریب‌ساز به‌طور پیوسته مشتق‌پذیر مطلوب است، تقریب قطعه قطعه چندجمله‌ای از نوع هرمیتی و درجه دو در برقراری شرط‌های کافی تضمین ندارند، بنابراین از تقریب قطعه قطعه چندجمله‌ای مکعبی بین هر جفت گره متوالی، درون‌یابی اسپلاین مکعبی

به کار برده می‌شود که در حال حاضر یکی از متداول‌ترین روش‌های مورد استفاده است، چون یک چندجمله‌ای مکعبی چهار پارامتر دارد. در روند اسپلاین مکعبی نه تنها درون‌یاب بر بازه به‌طور پیوسته مشتق‌پذیر می‌شود، بلکه مشتق دوم نیز بر بازه پیوسته و انعطاف کافی خواهد داشت.

تعریف اسپلاین: فرض می‌کنیم تابع  $f$  بر بازه  $[a, b]$  در مجموعه‌ای از نقاط، یا گره‌ها، تعریف شده باشد به طوری که  $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$  باشد. یک درون‌یاب اسپلاین مکعبی برای  $f$  تابعی است مانند  $S$ ، که در شرایط زیر صدق کند (Burden & Faires, ۲۰۰۱):

(الف) تابع درون‌یاب  $S$  یک چند جمله‌ای مکعبی است که به ازای هر  $j = 0, 1, \dots, n-1$

بر زیر بازه  $[x_j, x_{j+1}]$  با  $S_j$  نموده می‌شود:

$$s(x_j) = f(x_j) \quad j = 0, 1, \dots, n \quad \text{(ب) به ازای هر}$$

$$s_{j+1}(x_{j+1}) = s_j(x_{j+1}) \quad j = 0, 1, \dots, n-2 \quad \text{(پ) به ازای هر}$$

$$s'_{j+1}(x_{j+1}) = s'_j(x_{j+1}) \quad j = 0, 1, \dots, n-2 \quad \text{(ت) به ازای هر}$$

$$s''_{j+1}(x_{j+1}) = s''_j(x_{j+1}) \quad j = 0, 1, \dots, n-2 \quad \text{(ث) به ازای هر}$$

(ج) یکی از شرایط مرزی زیر برقرار باشد:

$$s''(x_0) = s''(x_n) = 0 \quad \text{شرایط مرزی آزاد}$$

$$s'(x_n) = f'(x_n) \quad \text{و} \quad s'(x_0) = f'(x_0) \quad \text{شرایط مرزی مقید}$$

در حالت شرایط مرزی آزاد، اسپلاین را یک اسپلاین طبیعی می‌نامند و نمودارش تقریبی است به شکل منحنی انعطاف‌پذیر که باید از هر یک از نقاط گره‌ها  $\{(x_0, f(x_0)), (x_1, f(x_1)), \dots, (x_n, f(x_n))\}$  بگذرد. در بین دو گره متوالی، اسپلاین طبیعی تبدیل به لاگرانژ خطی می‌شود (امینی، نشاط و اصلاحچی، ۱۳۸۵).

به طور کلی، در شرایط مرزی مقید به دلیل این که اطلاعات بیشتری از متغیرهای گره‌ای را در الگوریتم تابع اسپلاین می‌توان لحاظ کرد به تقریب‌های دقیق‌تری از توابع مورد نظر منجر

می‌شوند. برای ساختن تابع درون‌یابی اسپلاین مکعبی برای تقریب تابع  $f$ ، می‌توان هر چند جمله‌ای مکعبی مشروط را تعریف کرد. به عبارتی  $S_j(x)$  را به شکل زیر نوشت:

$$S_j(x) = a_j + b_j(x - x_j) + c_j(x - x_j)^2 + d_j(x - x_j)^3 \quad \text{و} \quad j = 0, 1, \dots, n-1$$

واضح است که به راحتی می‌توان نوشت:

$$S_j(x_j) = a_j = f(x_j)$$

و اگر شرط (پ) به ازای هر  $j = 0, 1, \dots, n-1$  برقرار باشد، آنگاه می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} a_{j+1} &= s_{j+1}(x_{j+1}) \\ &= s_j(x_{j+1}) \\ &= a_j + b_j(x_{j+1} - x_j) + c_j(x_{j+1} - x_j)^2 + d_j(x_{j+1} - x_j)^3 \end{aligned}$$

با معرفی نمادهای:

$$h_j = x_{j+1} - x_j \quad j = 0, 1, \dots, n-1$$

$$a_n = f(x_n)$$

$$b_n = s'(x_n)$$

$$c_n = s''(x_n)/2$$

و استفاده از شرایط مذکور، رابطه ذیل به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} h_{j-1}c_{j-1} + 2(h_{j-1} + h_j)c_j + h_jc_{j+1} \\ = \frac{3}{h_j}(a_{j+1} - a_j) - \frac{3}{h_{j-1}}(a_j - a_{j-1}) \end{aligned} \quad (14)$$

که مقادیر مجهولات (۱۴) فقط متغیر  $\{c_j\}_{j=0}^n$  است، زیرا مقادیر  $\{h_j\}_{j=0}^{n-1}$  و  $\{a_j\}_{j=0}^n$  از قرارداد نقاط  $\{x_j\}_{j=0}^n$  در تابع  $f$ ، به راحتی محاسبه می‌شوند.

بیان مسئله اسپلاین صعودی: صورت کلی مسئله به طریق حل مسئله زیر دنبال می‌شود. دو

مجموعه صعودی  $X$  و  $Y$  به صورت:

$$X = \{x_i : -1 \leq i \leq n+1\} \quad , \quad Y = \{y_i = f(x_i) : -1 \leq i \leq n+1\}$$

تعریف شده‌اند. به عبارت دیگر، برای اعضای  $X$  و  $Y$  داریم:

$$x_i \leq x_{i+1}, y_i \leq y_{i+1}, \quad -1 \leq i \leq n$$

هدف ساختن یک تابع  $s \in C^r[x_0, x_n]$ ، است که شرایط زیر را برقرار می‌کند:

$$s(x_i) = y_i, \quad 0 \leq i \leq n, \\ s'(x) \geq 0, \quad x \in [x_0, x_n],$$

و تقریب  $f \in C^r[x_{-1}, x_{n+1}]$  به وسیله  $s$  در فاصله  $[x_0, x_n]$  است که در آن:

$$h = \text{Max} h_i, \quad h_i = x_{i+1} - x_i, \quad i = 1, \dots, n+1$$

در این مطالعه به دلیل استفاده از ویژگی نمایش برنشتاین-بزیه<sup>۱</sup> برای  $s'$ ، در برقراری شرایط کافی آسان‌تر شده و تفاوت این تحقیق با کارهای قبلی در برقراری این شرایط کافی است. به منظور اجتناب از طولانی شدن مقاله و طرح مسائل پیچیده ریاضی، موضوعاتی مانند نمایش موضعی  $S$  و  $s'$ ، شرایط کافی برای یکنوا بودن و نحوه به‌دست آوردن پارامترهای تابع درون‌یاب در پیوست پایانی حاضر ارائه شده است.<sup>۲</sup>

#### ۴. مروری بر مطالعات انجام شده در ایران

امینی، نهلوندی و صفاری پور در سال ۱۳۷۷ به برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی پرداخته‌اند. در این مطالعه از روش‌های درون‌یابی برونزا و درونزا استفاده شده است. روش درون‌یابی برونزا بدین معنی است که متوسط نرخ رشد سالانه اشتغال در فاصله دو سرشماری متوالی ثابت فرض می‌شود. در روش درون‌یابی درونزا، یک فرض در خصوص رفتار تغییرات بهره‌وری نیروی کار یا معکوس آن در طول زمان در نظر گرفته می‌شود و سپس بر اساس آن میزان اشتغال برآورد می‌شود. فروض استفاده شده عبارتند از: روند خطی بهره‌وری نیروی کار، روند نمایی بهره‌وری نیروی کار و روند خطی معکوس بهره‌وری نیروی کار در طول فاصله زمانی بین دو سرشماری متوالی. معیار انتخاب روش مناسب برای درون‌یابی، منطقی بودن میزان اشتغال ایجاد شده در هر سال از جنبه مسائل کارشناسی و اقتصادی است.

#### ۱. Bernstein-Bezier

۲. برای اطلاع از جزئیات بیشتر این روش به مطالعه امینی، نشاط و اصلاحچی (۱۳۸۵) مراجعه شود.

امینی در سال ۱۳۷۹ به برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل و فعال و محاسبه برخی از شاخص‌های بازار کار طی سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۷۵ پرداخته است. در بخشی از این مطالعه، آمارهای جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی به روش درون‌یابی برآورد شده است. در ضمن، برای درون‌یابی از فروض زیر با توجه به ملاحظات کارشناسی استفاده شده است:

۱. فرض خطی بودن روند بهره‌وری نیروی کار؛
۲. فرض خطی بودن روند معکوس بهره‌وری نیروی کار؛
۳. فرض روند نمایی بهره‌وری نیروی کار یا معکوس آن؛
۴. فرض ثابت بودن نسبت  $\frac{\Delta L}{\Delta Y}$  (که در آن  $\Delta L$  تغییرات اشتغال و  $\Delta Y$  تغییرات ارزش افزوده است)؛

۵. فرض روند نمایی نسبت اشتغال به جمعیت؛

۶. فرض ثابت بودن نسبت  $\frac{\Delta L}{\Delta TRA}$  (که در آن  $\Delta TRA$  تغییرات تعداد تراکتور است)؛

۷. فرض ثابت بودن نسبت  $\frac{\Delta L}{\Delta A}$  (که در آن  $\Delta A$  تغییرات مساحت جنگل‌های کشور است)؛

۸. استفاده از آمارهای اشتغال منابع دیگر آماری به منظور برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال. در مطالعه دیگر، امینی در سال ۱۳۸۳ دربارهٔ تجدید نظر و تکمیل مطالعه قبلی اقدام نموده است. در این مطالعه اول آنکه، دربارهٔ آمارهای سری زمانی اشتغال در دو بخش بازرگانی، رستوران و هتلداری و خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی تجدید نظر شده است، زیرا در مطالعه قبلی از متغیر جمعیت به‌عنوان متغیر مستقل برای درون‌یابی استفاده شده بود که خود این متغیر جنبه برآوردی دارد. دوم آنکه، آمارهای سری زمانی اشتغال برای دوره ۱۳۷۶-۱۳۷۹ نیز برآورد شده است. قابل توجه است، درون‌یابی آمارهای سری زمانی اشتغال برای دوره ۱۳۷۶-۱۳۷۹ به روش خطی لاگرانژ انجام شده است.

لالی (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای با عنوان کاربرد تقریب‌های درجه اول و دوم درون‌یابی دو متغیره لاگرانژ در تشکیل سری زمانی اشتغال بخش ساختمان به درون‌یابی جمعیت شاغل بخش ساختمان در سال‌هایی از دوره ۱۳۴۵-۱۳۷۹ که داده‌های آماری مربوط به آن وجود ندارد،



پرداخته است. متغیرهای استفاده شده برای درون‌یابی، ارزش افزوده و دستمزدها به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ هستند. برای تشکیل توابع درون‌یاب از دو چند جمله‌ای مرتبه اول که اولی از اطلاعات دو گره و دومی از سه گره استفاده می‌کند، بهره گرفته شده است. علاوه بر این، یک چند جمله‌ای درجه دوم که در آن سه گره به کار رفته نیز مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج به دست آمده، نشان دهنده آن است که بهترین برآورد از ترکیب نتایج درون‌یابی تمامی چند جمله‌ای‌های معرفی شده به دست می‌آید، یعنی تابع درون‌یاب تابعی چند ضابطه‌ای است که در آن برای هر دوره مفروض، یکی از چند جمله‌ای‌های معرفی شده به کار رفته است. نتایج تخمین تابع اشتغال با استفاده از آمارهای سری زمانی اشتغال درون‌یابی شده نشان‌دهنده آن است که قدرت تشریح تعدیل شده رگرسیون  $97/1$  درصد است و علامت‌های تمامی ضرایب تخمین‌زده شده مطابق انتظار نظری هستند.

امینی و لالی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای با عنوان، کاربرد تقریب‌های خطی و غیرخطی درون‌یابی دو متغیره لاگرانژ در تشکیل سری زمانی اشتغال بخش ساختمان، همانند مطالعه قبلی (لالی، ۱۳۸۳) به درون‌یابی جمعیت شاغل بخش ساختمان در سال‌هایی از دوره ۱۳۴۵-۱۳۷۹ که داده‌های آماری وجود ندارد، پرداخته‌اند. تفاوت این مطالعه با مطالعه قبلی در این است که از یک چند جمله‌ای درجه سوم نیز استفاده شده است. بنابراین، برای تشکیل توابع درون‌یاب از دو چند جمله‌ای مرتبه اول و دو چند جمله‌ای درجه دوم و سوم که اولی از سه گره و دومی از چهار گره استفاده می‌کند، بهره گرفته شده است. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که بهترین برآورد از ترکیب نتایج درون‌یابی تمامی چند جمله‌ای‌های معرفی شده به دست می‌آید و برآوردها نسبت به مطالعه قبلی اندکی بهبود می‌یابد.

اگرچه مطالعات مذکور سیر تکاملی را در بهبود برآورد آمارهای سری زمانی نشان می‌دهند، ولی وجه مشترک تمامی مطالعات انجام شده در این است که در درون‌یابی از فروض محدودکننده و روش‌های ساده ریاضی استفاده شده است که ممکن است دقت زیادی نداشته باشند. روش درون‌یابی خطی لاگرانژ مبتنی بر فرض رابطه خطی بین اشتغال و متغیر توضیح‌دهنده نظیر ارزش افزوده است که این فرض بنا به ضرورت درست نیست و ممکن است

تقریب غیرخطی مناسب‌تر باشد. استفاده از فروض دلخواه در خصوص روند تغییرات بهره‌وری نیروی کار و یا معکوس آن نیز یک فرض محدودکننده است و استفاده از آمارهای تولید شده برای مطالعات اندازه‌گیری بهره‌وری فاقد اعتبار خواهد بود. برای مثال، اگر فرض شود بهره‌وری نیروی کار در فاصله دو سرشماری متوالی طبق روند نمایی تغییر کند، این فرض به معنی آن است که نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار در هر سال یکسان است. حال آنکه طبق نظریه‌های اقتصادی انتظار می‌رود در سال‌هایی که نرخ رشد بهره‌وری بیشتر است، نرخ رشد تولید نیز بیشتر باشد. به عبارت دیگر، نرخ‌های رشد تولید در هر سال متفاوت است و انتظار می‌رود نرخ‌های رشد بهره‌وری نیز متفاوت باشد.

در مطالعه حاضر قصد داریم با تأکید بر جنبه‌های زیر، نتایج برآوردهای جمعیت شاغل را بهبود بخشیم:

الف) استفاده از داده‌های آماری بیشتر، به روز و سازگارتر در جهت کاهش طول فاصله درون‌یابی: همان طوری که در بخش بعد توضیح خواهیم داد، از تعداد مشاهدات بیشتر و به روزتری بر اساس اطلاعات به دست آمده از سرشماری‌ها و برخی از طرح‌های نمونه‌گیری به‌عنوان گره استفاده می‌شود و این امر سبب می‌شود، هم طول دوره درون‌یابی کمتر شود و دقت برآوردها افزایش یابد و هم امکان ارائه آمارهای سری زمانی تا سال ۱۳۸۵ مهیا گردد.

ب) تفکیک بیشتر فعالیت‌های اقتصادی: تفکیک بیشتر فعالیت‌های اقتصادی سبب می‌شود از جمع‌سازی فعالیت‌های غیرهمگن اجتناب شود و خطاهای مربوط به جمع‌سازی کاهش خواهد یافت. به عبارت دیگر، ساختار تولید، اشتغال، مالکیت و مدیریت در فعالیت‌های مختلف متفاوت است و تجمیع آنها و به‌دست آوردن یک تابع اشتغال مشترک برای آنها مشکل‌تر و با دقت کمتر امکان‌پذیر است.

ج) انتخاب بهتر متغیرهای درون‌یاب: انتخاب متغیر درون‌یاب در میزان دقت برآوردها بسیار مؤثر است و باید با دقت زیادی صورت گیرد. متغیر درون‌یاب یا باید روندی بسیار نزدیک با اشتغال داشته باشد و یا بر اساس مبانی نظری رابطه مشخصی با اشتغال داشته باشد و در صورت امکان بیشترین نقش را در تعیین اشتغال داشته باشد.

د) ترکیب تقریب‌های خطی و غیرخطی: با توجه به اینکه ممکن است برای برخی از دوره‌ها تقریب خطی و برای دوره‌ای دیگر تقریب غیرخطی برآوردهای بهتر و دقیق‌تری به دست دهد، از این رو، لازم است نتایج هر دو تقریب در نظر گرفته شود و سپس برای هر دوره بهترین برآورد انتخاب شود. شایان ذکر است، نوع رابطه اشتغال با متغیر درون‌یاب می‌تواند با تغییر سایر عوامل مؤثر بر اشتغال و یا تغییر نقش این عوامل در تعیین اشتغال تغییر یابد. بنابراین، یک تقریب معین بنا به ضرورت برای کل دوره درون‌یابی مناسب نبوده و لازم است در هر دوره، تقریب مناسب انتخاب گردد.

ه) استفاده از آمارهای به روز: در مطالعه حاضر برای اولین بار سری زمانی جمعیت شاغل برای دوره ۱۳۳۵-۱۳۸۵ محاسبه می‌شود.

در ادامه بحث به تشریح داده‌های آماری، چگونگی جمع‌آوری و مشکلات آنها می‌پردازیم.

## ۵. داده‌های آماری

در مطالعه حاضر از داده‌های آماری سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن در سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۴۵، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵، طرح‌های آمارگیری نمونه‌ای در سال‌های ۱۳۴۷ و ۱۳۵۰ و طرح آمارگیری جاری جمعیت در سال ۱۳۷۰، به‌عنوان گره استفاده می‌شود. قابل توجه است، در طرح‌های نمونه‌گیری نیروی کار معمولاً به‌دلیل طرح سؤالات زیاد در زمینه اشتغال، امکان شناسایی با دقت بیشتر کارکنان فامیلی بدون مزد وجود دارد و در نتیجه سهم کارکنان فامیلی بدون مزد در این طرح‌ها بیشتر از ارقام مشابه در سرشماری‌ها می‌باشد. با توجه به این که بخش عمده کارکنان فامیلی بدون مزد در فعالیت‌های سنتی اقتصاد (مانند کشاورزی، صنایع دستی و خانگی) مشغول فعالیت هستند، لذا توزیع اشتغال بر حسب بخش‌های اقتصادی در طرح‌های نمونه‌گیری متفاوت با نتایج سرشماری‌ها می‌باشد. افزون بر این، جامعه آماری نمونه‌گیری در بیشتر طرح‌های نمونه‌گیری خانوارهای معمولی ساکن است و به‌دلیل این که بخش عمده شاغلان متعلق به خانوارهای دسته جمعی در بخش خدمات عمومی (به‌ویژه در امور دفاعی) مشغول فعالیت هستند، در نتیجه توزیع اشتغال در طرح‌های نمونه‌گیری متفاوت با سرشماری‌ها

می‌باشد. قابل توجه است، در سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۸۰ جامعه آمارگیری نمونه شامل خانوارهای معمولی ساکن و در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۸۳ شامل خانوارهای دسته جمعی مرتبط با خانوارهای معمولی ساکن نیز بوده است و مجدداً از سال ۱۳۸۴ فقط از خانوارهای معمولی ساکن نمونه گرفته شده است. از سال ۱۳۸۴، هم روش نمونه‌گیری تغییر پیدا کرد و هم تعریف اشتغال به حداقل یک ساعت کار در هفته تغییر یافت. در ضمن، طرح آمارگیری از ویژگی‌های اشتغال و بیکاری خانوار در سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۷۹ در فصل پاییز و از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲ به صورت فصلی و در سال ۱۳۸۳ در فصول بهار و پاییز اجرا شده است و طرح آمارگیری نیروی کار نیز از سال ۱۳۸۴ به صورت فصلی و با روش چرخشی در حال اجراست. بنابراین، به دلیل تغییرات ایجاد شده در جامعه آمارگیری نمونه‌ها، روش نمونه‌گیری، زمان نمونه‌گیری و تعریف اشتغال، امکان استفاده از آمارهای طرح آمارگیری از ویژگی‌های اشتغال و بیکاری خانوار و طرح آمارگیری نیروی کار وجود ندارد.

با توجه به اینکه در برخی از سال‌ها اطلاعات جمعیت شاغل برخی از بخش‌های اقتصادی اشکالاتی داشته است، بنابراین بر اساس سایر منابع آماری اصلاح شده است که عبارتند از: الف) نمونه‌گیری انجام شده در سال‌های ۱۳۴۷ و ۱۳۵۰ مربوط به خانوارهای معمولی ساکن است و به دلیل در نظر نگرفتن جمعیت غیرساکن و خانوارهای دسته جمعی، اشتغال برخی از بخش‌ها کمتر از مقدار واقعی برآورد شده است. در این باره اشکال‌های زیر شناسایی شده است:

۱. اشتغال بخش صنعت در نمونه‌گیری سال ۱۳۴۷ کمتر از مقدار واقعی برآورد شده است به گونه‌ای که میزان اشتغال این بخش نسبت به سال ۱۳۴۵ کمتر است و روندی منطقی ندارد، زیرا طبق آمارهای موجود در مورد بخش صنایع کشور، اشتغال این بخش می‌بایست روندی صعودی داشته باشد.<sup>۱</sup> بنابراین، در درون‌یابی از آمارهای اشتغال بخش صنعت در این سال به‌عنوان گره استفاده نشده است.

۱. برای اطلاع بیشتر به آمارهای بخش صنعت در سالنامه‌های آماری مرکز آمار ایران در سال‌های مذکور مراجعه شود.

۲. آمار اشتغال بخش خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی کمتر از مقدار واقعی در نمونه‌گیری سال‌های ۱۳۴۷ و ۱۳۵۰ برآورد شده است که دلیل آن در نظر نگرفتن سربازهای شاغل در پادگان‌ها در جمعیت شاغل است، زیرا این افراد متعلق به خانوارهای دسته جمعی هستند که در نمونه‌گیری مورد پرسش قرار نمی‌گیرند. برای تصحیح آمارهای جمعیت شاغل در این بخش، از آمار شاغلان بخش دولت استفاده شده است.

ب) آمار اشتغال بخش نفت و گاز در سال ۱۳۶۵ کمتر از حد واقعی در سرشماری عمومی نفوس و مسکن گزارش شده است و با ارقام سال‌های قبل و بعد از آن هماهنگی ندارد. بر این اساس، آمار اشتغال بخش نفت و گاز با توجه به آمارهای ارائه شده برای بخش انرژی اصلاح گردیده است (وزارت نفت، ۱۳۶۸).

در خصوص آمارهای جمعیت شاغل در سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۸۵ باید توجه نمود که بر اساس تعاریف موجود، آن دسته از بیکاران فصلی که جویای کار نیستند به‌عنوان شاغل در نظر گرفته شده‌اند، در حالی که در سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۵۵ بیکاران فصلی همه به‌عنوان بیکار در نظر گرفته شده‌اند. افزون بر این، در سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ تعریف فرد شاغل بر مبنای حداقل یک ساعت کار در هفته است، در حالی که در سرشماری‌های قبلی حداقل دو روز کار در هفته مبنای بوده است.<sup>۱</sup>

برای درون‌یابی آمارهای جمعیت شاغل در فاصله دو مقطع زمانی که نتایج سرشماری یا نمونه‌گیری موجود است از متغیرهای زیر به‌عنوان متغیر توضیح‌دهنده (متغیر مستقل) استفاده می‌شود:

۱. ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت سال ۱۳۷۶؛
۲. شاخص دستمزد (جبران خدمات سرانه) به قیمت جاری و ثابت؛
۳. کارکنان یک فعالیت مرتبط که روند اشتغال در آن بخش را توضیح می‌دهد.

---

۱. برای اطلاع از جزئیات بیشتر در مورد اخیر به مطالعه (امینی، ۱۳۸۶) مراجعه شود.

## ۶. برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال به تفکیک بخش‌های اقتصادی در سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۸۵

برای برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال در فاصله دو گره متوالی از تقریب‌های خطی و غیرخطی استفاده می‌شود. شایان ذکر است، روش درون‌یابی اسپلاین طبیعی برای دو گره تبدیل به تقریب خطی می‌شود ولی در روش اسپلاین صعودی یکنوا یک تقریب غیرخطی (درجه سه) به دست می‌آید. در مطالعه حاضر، برای درون‌یابی از روش اسپلاین طبیعی و اسپلاین صعودی یکنوا استفاده می‌شود. برای انتخاب روش مناسب درون‌یابی به منطقی بودن نتایج برآورد جمعیت شاغل توجه می‌شود. به عبارت دیگر، میزان خالص اشتغال ایجاد شده در هر سال باید در محدوده‌ای منطقی قرار داشته باشد. از جنبه نظری، اگر هزینه‌های تعدیل متغیر غالب و مسلط باشد، افزایش یا کاهش اشتغال تدریجی است، زیرا اخراج تعداد زیاد نیروی کار با پرداخت هزینه‌های اخراج و افزایش اشتغال مستلزم پذیرش و قبول هزینه‌های جست‌وجو و انتخاب نیروی کار و آموزش آنهاست، ولی اگر هزینه‌های تعدیل ثابت غالب و مسلط باشد، تغییرات اشتغال تدریجی و یکنواخت نخواهد بود. از جنبه تجربی، در برخی از فعالیت‌ها نظیر ساختمان‌سازی که قرارداد کار به‌طور عمده روزانه است، تعدیل نیروی کار به‌آسانی صورت می‌گیرد و نوسانات اشتغال بیشتر است. افزون بر این، در فعالیت‌های غیررسمی اقتصاد که تحت پوشش قوانین و مقررات کار و تأمین اجتماعی نیستند، تغییرات اشتغال به نسبت زیاد است. همچنین، در فعالیت‌هایی که کارکنان فامیلی بدون مزد سهم بالایی دارند، با بد شدن اوضاع اقتصادی و افزایش بیکاری در اقتصاد، کارفرمایان این نوع فعالیت‌ها با توجه به ملاحظات غیراقتصادی (اجتماعی و فرهنگی) و تسهیل کار شاغلان موجود نسبت به به‌کارگیری افراد وابسته به خانواده اقدام می‌کنند و با بهبود اوضاع اقتصادی و کاهش بیکاری در کشور، این کارکنان به‌طور داوطلبانه شغل خود را رها کرده، و به‌دنبال مشاغل بهتر می‌روند و انتظار می‌رود در این مشاغل نیز تغییرات اشتغال و سرعت تعدیل زیاد باشد. در فعالیت‌های بخش دولتی به دلیل نوع قوانین استخدام، میزان چسبندگی نیروی کار به شغل زیاد و کاهش اشتغال تدریجی و سرعت تعدیل کند است، ولی با تغییر سیاست‌ها و بهبود وضعیت درآمدی دولت، امکان افزایش

یکبارۀ اشتغال وجود دارد. بنابراین، انتظار می‌رود میزان اشتغال ایجاد شده و یا از دست رفته با توجه به توان اقتصاد در ایجاد اشتغال، قوانین کار و تأمین اجتماعی و ساختار اشتغال در یک محدوده‌ای منطقی قرار داشته باشد. بنابراین، انتخاب روش مناسب برای درون‌یابی بر مبنای نظر کارشناسی در خصوص ساختار بازار کار فعالیت‌های اقتصادی کشور است.

جدول ۱ روش مناسب درون‌یابی و متغیر توضیح‌دهنده برای برآورد جمعیت شاغل در هر یک از بخش‌های اقتصادی را برای دوره ۱۳۳۵-۱۳۷۵ نشان می‌دهد. انتخاب متغیر توضیح‌دهنده بر اساس نظریه‌های تقاضای نیروی کار و شرایط بازار کار کشور است. در نظریه‌های تقاضای نیروی کار، میزان اشتغال با تولید رابطه مستقیم و با دستمزدها رابطه معکوس دارد. در مقاطعی که هم تولید و اشتغال افزایشی است از متغیر ارزش افزوده به‌عنوان متغیر مستقل استفاده می‌شود و در مقاطعی که اشتغال کاهش‌ی است ولی دستمزدها و تولید افزایشی است، متغیر دستمزدها به‌عنوان متغیر توضیح‌دهنده مورد استفاده قرار می‌گیرد. شایان ذکر است، در برخی موارد از ارزش افزوده به قیمت جاری و در برخی دیگر از ارزش افزوده به قیمت ثابت استفاده می‌شود. برخی از بنگاه‌ها با توجه به حجم واقعی تولید کالاها و خدمات نسبت به استخدام نیروی کار و یا اخراج آنها اقدام می‌کنند که در این صورت متغیر مناسب برای نشان دادن حجم تولید کالاها ارزش افزوده به قیمت ثابت است و برخی دیگر از بنگاه‌ها به درآمد خالص (ارزش افزوده) جاری توجه می‌کنند و حتی با ثابت بودن حجم تولید واقعی کالاها و خدمات، نسبت به استخدام نیروی کار جدید اقدام می‌کنند که دلایل آن به‌طور عمده تسهیل کار شاغلان موجود، جذب کارکنان فامیلی بدون مزد و جلوگیری از آثار سوء بیکاری جوانان است. سرانجام اینکه در برخی از موارد که آمار سری زمانی اشتغال از یک منبع آماری دیگر وجود دارد، می‌توان از این آمار برای درون‌یابی استفاده نمود. برای مثال، آمار کارکنان بخش انرژی برای درون‌یابی جمعیت شاغل بخش نفت و گاز، کارکنان دولتی صنعت برق برای درون‌یابی جمعیت شاغل بخش برق، مناسب تشخیص داده شده است.





جدول ۲. متغیرهای مورد استفاده در گره‌ها و روش‌های برآورد در دوره ۱۳۷۵-۱۳۸۵

کشاورزی	معدن	صنعت، ساخت	تامین برق، آب و گاز	ساختمان	بازرگانی، رستوران و هتلداری	حمل و نقل و انبارداری و ارتباطات	خدمات مؤسسات مالی و پولی	خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی	خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی
خطی	اسپلاین	اسپلاین	اسپلاین	اسپلاین	اسپلاین	اسپلاین	اسپلاین	اسپلاین و خطی	تلفیق اسپلاین و خطی
ارزش افزوده به قیمت جاری و ثابت	ارزش افزوده به قیمت جاری	ارزش افزوده به قیمت جاری	ارزش افزوده به قیمت ثابت	ارزش افزوده به قیمت جاری	ارزش افزوده به قیمت جاری	ارزش افزوده به قیمت جاری و ثابت	ارزش افزوده به قیمت ثابت	ارزش افزوده به قیمت جاری	ارزش افزوده به قیمت جاری و ثابت

شایان ذکر است، به دلیل عدم انتشار نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ و نتایج تفصیلی حساب‌های ملی ایران در سال‌های ۱۳۸۳ - ۱۳۸۵، امکان برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک فعالیت‌های تفصیلی جدول ۱ وجود ندارد و فقط امکان برآورد سری مذکور در سطح فعالیت‌های عمده اقتصادی وجود دارد که در جدول ۲ ارائه شده است.

با ملاحظه جدول‌های ۱ و ۲ مشخص می‌گردد هم متغیر درون‌یاب و هم روش درون‌یابی در هر دوره تغییر می‌کند، یعنی در بخشی از دوره مورد بررسی از یک متغیر و یک روش درون‌یابی و در بخش دیگری از دوره از یک متغیر درون‌یاب و روش درون‌یابی دیگر استفاده شده است. همان‌طوری که پیشتر مطرح گردید میزان اشتغال تحت تأثیر عوامل متعددی است و در هر دوره یک متغیر می‌تواند تأثیر مسلط و غالب را داشته باشد و بنابراین متغیر درون‌یاب در هر دوره می‌تواند تغییر کند. تغییر روش درون‌یابی در دوره‌های مختلف نیز به واسطه این است که در برخی از دوره‌ها ممکن است تقریب خطی و در برخی از دوره‌ها به واسطه تغییرات نقش سایر عوامل مؤثر بر اشتغال، تقریب غیرخطی به شکل بهتر و دقیق‌تری رفتار واقعی اشتغال را برآورد کند.

در ادامه بحث، نتایج حاصل از درون‌یابی جمعیت شاغل در هر یک از بخش‌های اقتصادی را که در جدول‌های ۳ و ۵ ارائه شده است، بررسی می‌کنیم.

### تحلیل نتایج درون‌یابی در سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۷۵

قبل از تحلیل نتایج باید به این نکته دقت شود که بخشی از افزایش جمعیت شاغل در سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۵۵ در نتیجه تغییر تعریف فرد شاغل است. همان طوری که پیشتر توضیح داده شد، از سرشماری ۱۳۶۵ آن دسته از بیکاران فصلی که جوایب کار نیستند شاغل در نظر گرفته می‌شوند و این مسئله باعث افزایش جمعیت شاغل این سال نسبت به سرشماری ۱۳۵۵ می‌شود و این میزان افزایش ارتباطی با سیاست‌های بازار کار ندارد.

**کشاورزی:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در بخش کشاورزی از متغیرهای ارزش افزوده بخش

کشاورزی به قیمت جاری و ثابت استفاده شده و تنها در دوره ۱۳۴۷-۱۳۵۵ از متغیر مجموع ارزش افزوده بخش‌های صنعت، حمل و نقل، بازرگانی و ساختمان به‌عنوان متغیر توضیح‌دهنده استفاده شده است، زیرا در این دوره اشتغال بخش کشاورزی روندی نزولی داشته ولی ارزش افزوده این بخش روندی صعودی داشته است و در نتیجه از متغیر ارزش افزوده بخش کشاورزی نمی‌توان به‌عنوان متغیر توضیح‌دهنده استفاده نمود. کاهش اشتغال این بخش به واسطه وجود مازاد نیروی کار و مکانیزاسیون و آزاد شدن نیروی کار اضافی و جذب آنها در فعالیت‌های صنعتی، حمل و نقل، بازرگانی (خرده فروشی و عمده فروشی) و ساختمان است. بنابراین، افزایش نرخ‌های رشد ارزش افزوده فعالیت‌های مذکور به معنی ایجاد اشتغال بیشتر و جذب نیروی کار مازاد کشاورزی در نظر گرفته شده است.

بر اساس جدول ۴، خالص اشتغال ایجاد شده در بخش کشاورزی طی دوره ۱۳۳۵-۱۳۷۵ در محدوده ۱۴۳/۸- تا ۶۱ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۵ و ۱۳۷۴ بوده است. افزایش قیمت جهانی نفت در سال‌های ۱۳۵۳-۱۳۵۵ و تزریق درآمدهای حاصل از آن به داخل اقتصاد ایران سبب گردید وضعیت اقتصادی مناطق شهری بهبود یابد و فعالیت‌های ساختمانی و صنعتی توسعه سریعی پیدا کند و نیروی کار از مناطق روستایی به مناطق شهری مهاجرت نماید که نتیجه آن کاهش اشتغال در بخش کشاورزی بوده است. افزایش زیاد اشتغال در سال ۱۳۷۴ به دلیل رشد زیاد قیمت‌های محصولات کشاورزی و افزایش تولیدات در این سال بوده است.

**نفت و گاز:** با توجه به اینکه آمار کارکنان بخش انرژی به صورت سالانه وجود دارد و روند آن بسیار نزدیک به شاغلان بخش نفت و گاز است، از این متغیر برای درون‌یابی استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در این بخش در محدوده ۸/۲- تا ۲۸/۲ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۶۸ بوده است. با شروع بازسازی خسارات وارده بر امکانات و تجهیزات سرمایه‌ای بخش نفت و گاز در سال ۱۳۶۸، دولت نیروی کار زیادی را در این سال استخدام کرد. کاهش اشتغال در سال ۱۳۷۰ به دلیل سیاست دولت در خصوص تعدیل نیروی انسانی بوده، در حالی که در این سال ارزش افزوده بخش به قیمت ثابت افزایش داشته است.

**معدن:** برای درون‌یابی اشتغال در این بخش از ارزش افزوده به قیمت ثابت، دستمزدهای جاری و کارکنان معادن در حال بهره‌برداری به‌عنوان متغیر درون‌یاب استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۵/۱- تا ۱۳/۱ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۸ و ۱۳۵۵ است. کاهش ارزش افزوده بخش معدن در سال ۱۳۵۸ و افزایش دستمزدها موجب شده تا اشتغال این بخش کاهش یابد و افزایش اشتغال در سال ۱۳۵۵ نیز به دلیل رشد سریع تولیدات این بخش بوده است.

**صنعت:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از ارزش افزوده به قیمت ثابت و جاری، دستمزد جاری و کارکنان کارگاه‌های بزرگ صنعتی به‌عنوان متغیر درون‌یاب استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۶۴/۴- تا ۲۰۴/۴ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۸ و ۱۳۷۵ است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۵۸ به دلیل کاهش ارزش افزوده بخش به قیمت ثابت و افزایش فرصت‌های شغلی ایجاد شده در سال ۱۳۷۵ به دلیل رشد سریع ارزش افزوده بخش صنعت بوده است.

**آب:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از متغیر ارزش افزوده به قیمت‌های ثابت و جاری استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۳/۷- تا ۴/۶ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۴۱ و ۱۳۷۰ است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۴۱ به دلیل کاهش ارزش افزوده این بخش و افزایش اشتغال در سال ۱۳۷۰ به دلیل افزایش ارزش افزوده بوده است.

**برق:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل بخش برق از متغیرهای ارزش افزوده به قیمت ثابت و کارکنان دولتی صنعت برق استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۴/۱- تا ۱۶/۹ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۶۹ است. کاهش اشتغال این بخش در سال ۱۳۷۳ در حالی رخ داده که ارزش افزوده به قیمت ثابت افزایش یافته است. کاهش مذکور به‌طور عمده به واسطه سیاست‌های دولت در زمینه تعدیل نیروی انسانی مازاد و خصوصی‌سازی بوده است. افزایش اشتغال بخش برق در سال ۱۳۶۹ به دلیل نیاز دولت به استخدام نیروی کار جدید به‌منظور سرمایه‌گذاری در زمینه تولید برق و جبران کمبودها در نتیجه خسارات جنگ تحمیلی بوده است.

**ساختمان:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل بخش ساختمان از متغیرهای ارزش افزوده به قیمت جاری و ثابت استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۱۴/۲- تا ۲۷۶/۹ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۵۴ است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۴۵ به دلیل رکود فعالیت‌های ساختمانی و روزانه بودن قراردادهای کار منطقی است و افزایش اشتغال در سال ۱۳۵۴ به دلیل تزریق درآمدهای نفتی حاصل از افزایش قیمت جهانی نفت به اقتصاد ایران و گسترش فعالیت‌های ساخت و ساز در بخش دولتی و خصوصی بوده است. شایان ذکر است، بخش قابل ملاحظه‌ای از این افزایش اشتغال مربوط به جذب نیروی کار آزاد شده از بخش کشاورزی می‌باشد.

**بازرگانی، رستوران و هتلداری:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از متغیرهای ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۱۲/۷- تا ۱۹۳/۱ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۴۲ و ۱۳۷۴ است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۴۲ به دلیل کاهش ارزش افزوده و افزایش اشتغال در سال ۱۳۷۴ به دلیل رشد زیاد قیمت‌های خرده‌فروشی و عمده‌فروشی و افزایش ارزش افزوده در این بخش بوده است.

**حمل و نقل و انبارداری:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۲/۹- تا

۷۴/۶ هزار فرصت شغلی قرار داشته است که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۶ و ۱۳۷۵ است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۵۶ به دلیل کاهش ارزش افزوده این بخش بوده و این کاهش نیز تحت تأثیر کاهش تولید در بخش کشاورزی و نفت و گاز و افزایش اشتغال در سال ۱۳۷۵ به دلیل رشد ارزش افزوده به قیمت ثابت بوده است.

**ارتباطات:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت و دستمزد جاری استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۳- تا ۲۵/۲ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۶۹ است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۷۴ در حالی رخ داده که ارزش افزوده این بخش افزایش یافته است که دلیل عمده آن سیاست‌های دولت در زمینه تعدیل نیروی انسانی مازاد است. در ضمن، افزایش جبران خدمات سرانه شاغلان نیز به این کاهش کمک کرده است. افزایش اشتغال در سال ۱۳۶۹ به دلیل نیاز دولت به استخدام نیروی کار جدید به منظور بازسازی خسارات وارده بر امکانات سرمایه‌ای بخش ارتباطات در طول جنگ تحمیلی بوده است.

**خدمات مؤسسات مالی، پولی و خدمات حرفه‌ای و تخصصی:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۱۹/۶- تا ۵۱/۸ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۸ و ۱۳۷۲ است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۵۸ به دلیل کاهش شدید ارزش افزوده در فعالیتهای مؤسسات مالی و پولی به دلیل تغییر سیاست‌های دولت در خصوص بانکداری بوده است که در نتیجه آن برخی از مؤسسات مالی و پولی تعطیل و برخی ملی اعلام گردید. افزایش اشتغال در سال ۱۳۷۲ به دلیل رشد ارزش افزوده این بخش به قیمت جاری بوده است.

**خدمات املاک و مستغلات:** برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از ارزش افزوده به قیمت جاری و ثابت استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۴/۳- تا ۵/۶ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۸ و ۱۳۷۵ بوده است. کاهش اشتغال در سال ۱۳۵۸ به‌طور عمده به دلیل رکود فعالیتهای ساختمانی بوده که تعداد ساختمان‌های احداث شده کاهش یافته و بر اشتغال بخش خدمات املاک و مستغلات تأثیر منفی گذاشته و افزایش اشتغال در سال ۱۳۷۵ به دلیل رونق فعالیتهای ساختمانی بوده است.

خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی: برای درون‌یابی جمعیت شاغل در این بخش از متغیرهای ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت و دستمزد جاری بخش دولتی استفاده شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در محدوده ۷۶/۸- تا ۳۰۸/۱ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۵۸ است. افزایش اشتغال در سال ۱۳۵۸ به دلیل تغییر سیاست‌های دولت پس از انقلاب اسلامی در جهت مداخله بیشتر در اقتصاد و کاهش اشتغال در سال ۱۳۷۴ به دلیل سیاست‌های دولت در برنامه دوم توسعه در خصوص کوچک کردن اندازه دولت بوده است.

**فعالیت‌های غیرقابل طبقه‌بندی و اظهار نشده:** سرانجام، برای برآورد آمارهای جمعیت شاغل در فعالیت‌های غیرقابل طبقه‌بندی و اظهار نشده از روش درون‌یابی برونزا استفاده شده است، یعنی فرض شده است اشتغال در فاصله دو گره متوالی با نرخ رشد ثابتی تغییر می‌کند، زیرا شاغلان این بخش مشخص نیست به چه فعالیت‌هایی مشغول هستند و چه ویژگی‌هایی دارند و به طور طبیعی امکان معرفی متغیر درون‌یاب وجود ندارد.

**کل کشور:** از جمع اشتغال هر یک از بخش‌های اقتصادی، میزان اشتغال کل کشور محاسبه شده است. خالص اشتغال ایجاد شده در کل اقتصاد در محدوده ۴۹/۶ تا ۶۲۰/۱ هزار فرصت شغلی قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۴۰ و ۱۳۶۹ است. پایین بودن فرصت‌های شغلی ایجاد شده در سال ۱۳۴۰ به دلیل مقیاس کوچک اقتصاد در این سال بوده و بالا بودن فرصت‌های شغلی ایجاد شده در سال ۱۳۶۹ به دلیل رشد اقتصادی بسیار بالای کشور (حدود ۱۴/۱ درصد) ناشی از استفاده از ظرفیت‌های بیکار بوده است. همان‌طوری که از نمودار ۳ ملاحظه می‌شود، تغییرات خالص اشتغال ایجاد شده دارای نوسانات بسیار زیاد و غیرمنطقی نیست و نوسانات در یک محدوده قابل قبول قرار دارد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر، می‌توان مطرح نمود که برآوردهای به‌دست آمده با توجه به شرایط بازار کار کشور و منطق ریاضی قابل دفاع است. شایان ذکر است، مطالعه قبلی (امینی، ۱۳۸۳) محدود به دوره ۱۳۴۵-۱۳۷۹ بوده و ارقام اشتغال در سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵ به دلیل تفاوت فروض در نحوه احتساب بیکاران فصلی در جمعیت شاغل و بیکار با ارقام

استفاده شده در مطالعه حاضر متفاوت بوده و در نتیجه امکان مقایسه برآوردهای جمعیت شاغل بر اساس دو مطالعه در دوره ۱۳۴۵-۱۳۶۵ با یکدیگر وجود ندارد. افزون بر این، در مطالعه قبلی، ارقام جمعیت شاغل بخش‌های کشاورزی و صنعت در سال ۱۳۷۵ بابت کم شماری کارکنان فامیلی بدون مزد تعدیل گردیده است و تنها امکان مقایسه نتایج برای دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۰ وجود دارد. مقایسه نتایج برآوردها در دو مطالعه نشان می‌دهد برآوردهای مطالعه حاضر از برتری قابل توجهی نسبت به مطالعه قبلی برخوردار است، یعنی نوسانات منطقی‌تر و قابل قبول‌تری را نشان می‌دهد. برای مثال، خالص اشتغال ایجاد شده در سال ۱۳۷۰ بر اساس مطالعه قبلی حدود ۸۴۰ هزار فرصت شغلی است، در حالی که رقم مذکور در مطالعه حاضر حدود ۵۴۹ هزار فرصت شغلی است. ایجاد ۸۴۰ هزار فرصت شغلی علاوه بر تثبیت مشاغل قبلی، با توجه به توان اقتصاد و عملکرد گذشته بازار کار دور از انتظار به نظر می‌رسد و برآورد انجام شده دچار خطای بیش برآورد است.

### تحلیل نتایج درون‌یابی در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۵

همان‌طوری که از جدول ۲ ملاحظه می‌شود در بخش کشاورزی از روش درون‌یابی خطی لاگرانژ، در بخش خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی از تلفیق روش خطی و اسپلاین و در سایر بخش‌ها از روش اسپلاین استفاده شده است. متغیر درون‌یاب در دو بخش آب، برق و گاز و خدمات مؤسسات مالی و پولی، ارزش افزوده به قیمت ثابت، در بخش‌های حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات و خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی ارزش افزوده به قیمت جاری و ثابت و در سایر بخش‌ها ارزش افزوده به قیمت جاری است. نکته‌ای که باید به آن دقت کرد این است که بخشی از افزایش جمعیت شاغل در این دوره به واسطه تغییر تعریف فرد شاغل است که از حداقل دو روز کار در هفته به حداقل یک ساعت کار در هفته تقلیل یافته است<sup>۱</sup> و این میزان افزایش جمعیت شاغل ارتباطی با سیاست‌های بازار کار ندارد.

دامنه تغییرات افزایش اشتغال در بخش کشاورزی بین ۸/۵ تا ۵۹ هزار نفر قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۸۵ است. در بخش معدن، ارقام مذکور به ترتیب ۱ و ۶/۴

۱. برای اطلاع از میزان تأثیر این تغییر تعریف بر جمعیت شاغل به مطالعه (امینی، ۱۳۸۶) مراجعه شود.



هزار نفر است که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۸۰ است که روندی منطقی را نشان می‌دهد. در بخش صنعت، دامنه تغییرات افزایش اشتغال بین ۲۸/۱ تا ۱۵۳/۵ هزار نفر است که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۷۹ است. کاهش قیمت جهانی نفت در سال ۱۳۷۷ و تأثیر منفی آن بر اقتصاد ایران باعث شد صنعت با رکود مواجه گردد و مجدداً با افزایش قیمت جهانی نفت از سال ۱۳۷۸ شاهد رونق مجدد فعالیت‌های صنعتی در سال ۱۳۷۹ هستیم. در بخش آب، برق و گاز دامنه تغییرات افزایش اشتغال بین ۳/۹ تا ۱۲/۴ هزار نفر قرار دارد که به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۸۲ است که روندی منطقی را نشان می‌دهد. در بخش ساختمان، بیشترین افزایش اشتغال در سال ۱۳۸۱ به میزان ۲۲۳ هزار نفر اتفاق افتاده است و کاهش اشتغال تنها در سال ۱۳۷۶ به میزان ۳/۱ هزار نفر وجود داشته است. رونق بسیار زیاد فعالیت‌های ساختمانی در سال ۱۳۸۱ و رکود آن در سال ۱۳۷۶ دلیل افزایش و کاهش اشتغال در این سال‌ها بوده است. در بخش بازرگانی، رستوران و هتلداری، روند افزایش اشتغال ملایم و باثبات است و کمترین افزایش اشتغال در سال ۱۳۷۶ برابر با ۷۱ هزار نفر و بیشترین افزایش در سال ۱۳۸۱ برابر با ۱۳۲/۵ هزار نفر است.

در بخش حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات، بیشترین افزایش اشتغال برابر ۱۶۷/۳ هزار نفر در سال ۱۳۸۵ و کمترین افزایش در سال ۱۳۷۷ به میزان ۲۲/۲ هزار نفر اتفاق افتاده است. کاهش قیمت جهانی نفت در سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۷۷ به کاهش اشتغال‌زایی و رشد سریع ارزش افزوده تأثیر زیادی بر افزایش اشتغال این بخش گذاشته است.

در بخش خدمات مؤسسات مالی و پولی، بیشترین افزایش اشتغال در سال ۱۳۸۰ برابر با ۱۹/۲ هزار نفر و کمترین افزایش اشتغال در سال ۱۳۷۸ برابر با ۱/۱ هزار نفر وجود داشته است که افزایش زیاد اشتغال در سال ۱۳۸۰ به دلیل رشد بسیار بالای ارزش افزوده این بخش به قیمت ثابت بوده است (برابر با ۱۷/۲ درصد) و پایین بودن اشتغال ایجاد شده در سال ۱۳۷۸ به دلیل رشد کمتر از ۱ درصدی ارزش افزوده است.

در بخش خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی، بیشترین افزایش اشتغال به میزان ۵۶/۶ هزار نفر در سال ۱۳۸۵ و کمترین افزایش در سال ۱۳۸۲ به میزان ۲۱/۷ هزار نفر

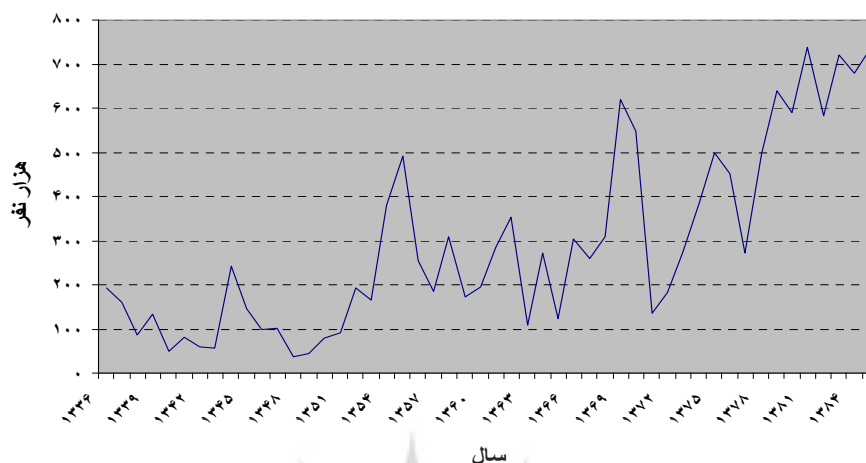


اتفاق افتاده است که روندی منطقی را نشان می‌دهد. در بخش خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی، روند افزایش اشتغال ملایم و به نسبت مستمر است و بیشترین افزایش اشتغال به میزان ۱۹۲/۶ هزار نفر در سال ۱۳۷۶ وجود داشته است و تنها در سال ۱۳۷۸ اشتغال در این بخش و به میزان ۱۶/۵ هزار نفر کاهش یافته است. شایان ذکر است، نرخ رشد ارزش افزوده این بخش در سال‌های مذکور به ترتیب ۵ درصد و ۲- درصد بوده است که به وضوح دلیل افزایش و کاهش اشتغال در این سال‌ها را توضیح می‌دهد. گسترش مشاغل آموزشی و بهداشتی در دهه اخیر از جمله دلایل اصلی افزایش اشتغال است که مرتبط با توسعه فعالیت‌های بخش خصوصی در فعالیت‌های آموزشی، بهداشت و مددکاری اجتماعی است. میزان اشتغال در فعالیت‌های نامشخص و غیرقابل طبقه‌بندی از ۲۵۷ هزار نفر در سال ۱۳۷۵ به ۴۸۷/۵ هزار نفر و سهم آنها از کل اشتغال از ۱/۸ درصد به ۲/۴ درصد افزایش یافته است.

در کل اقتصاد نیز بیشترین افزایش اشتغال در سال ۱۳۸۱ به میزان ۷۳۹ هزار نفر و کمترین افزایش در سال ۱۳۷۷ به میزان ۲۷۲/۶ هزار نفر اتفاق افتاده است. شایان ذکر است، نرخ رشد تولید غیرنفتی اقتصاد به قیمت ثابت ۱۳۷۶ در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۱ به ترتیب ۲/۹ و ۸/۱ درصد بوده که به وضوح تغییرات ایجاد شده در میزان افزایش اشتغال در این سال‌ها را توجیه می‌کند.

نمودار ۳ روند افزایش و کاهش اشتغال در سطح کل اقتصاد را در دوره ۱۳۳۶-۱۳۸۵ نشان می‌دهد. بیشترین افزایش اشتغال در سال ۱۳۸۱ برابر با ۷۳۹ هزار نفر و کمترین افزایش آن در سال ۱۳۴۰ به میزان ۴۹/۶ هزار نفر رخ داده است که کوچک بودن رقم سال ۱۳۴۰ به دلیل حجم کم فعالیت‌های اقتصادی در این سال است.

در جدول ۷ نیز سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های عمده اقتصادی در دوره ۱۳۳۵-۱۳۸۵ ارائه شده است. شایان ذکر است، شاغلان بخش نفت و گاز بر اساس طبقه‌بندی ISIC در بخش‌های استخراج معدن، صنعت و آب، برق و گاز گنجانده شده است.



### نمودار ۳. افزایش یا کاهش سالانه اشتغال در کل اقتصاد کشور

#### ۷. نتیجه‌گیری

وجود آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به منظور مطالعات بازار کار و بهره‌وری از اهمیت زیادی برخوردار است، ولی در ایران به دلیل فقدان آمارهای ثبتي چنین آمارهایی وجود ندارد و تنها در سال‌هایی که سرشماری و یا نمونه‌گیری انجام شده است، اطلاعات وجود دارد. برای رفع این مشکل از روش‌های درونیابی استفاده می‌شود تا بتوان برآوردهایی از جمعیت شاغل در سال‌هایی که داده‌های آماری وجود ندارد، به دست آورد. در مطالعه حاضر از روش‌های اسپلاین طبیعی و اسپلاین صعودی یکنوا برای درونیابی استفاده شده است. در این روش‌ها، اگر فقط دو گره را در نظر بگیریم، اسپلاین طبیعی به درونیابی خطی لاگرانژ تبدیل می‌شود، ولی در درونیابی اسپلاین صعودی یکنوا یک تقریب غیر خطی (درجه سه) به دست می‌آید. بنابراین، برای تقریب زدن رفتار تابع در فاصله دو گره می‌توان از تقریب‌های خطی و غیر خطی استفاده نمود. بر اساس نظریات تقاضای نیروی کار، رفتار تابع اشتغال بر حسب تولید و دستمزدها

غیرخطی است و این تابع غیر خطی می‌تواند توسط چند جمله‌ای خطی و غیرخطی تقریب زده شود. در برخی از مواقع تقریب خطی تابع اشتغال مناسب و در برخی مواقع تقریب غیر خطی مناسب‌تر است. از جنبه ریاضی، انتخاب بهترین تقریب بر اساس کران خطای چند جمله‌ای درون‌یاب انجام می‌شود. با توجه به اینکه فرم صریح تابع اشتغال مشخص نیست، بنابراین امکان محاسبه خطای چند جمله‌ای‌های درون‌یاب وجود ندارد. در چنین شرایطی، از دیدگاه‌های کارشناسی در خصوص بازار کار و ساختار آن برای انتخاب روش مناسب درون‌یابی استفاده می‌شود.

بر اساس ویژگی‌ها و ساختار بازار کار در فعالیتهای اقتصادی کشور می‌توان یک محدوده را برای تغییرات سالانه اشتغال در نظر گرفت. به عبارت دیگر، تغییرات اشتغال از یک سال به سال دیگر نمی‌تواند بسیار زیاد باشد و باید در یک دامنه منطقی قرار داشته باشد، زیرا تعدیل اشتغال با تحمل هزینه‌های تعدیل امکان‌پذیر است. البته در برخی از فعالیتهای اقتصادی نظیر ساختمان‌سازی تعدیل اشتغال سریع بوده و نوسانات اشتغال بیشتر است. افزون بر این، در فعالیتهای غیررسمی اقتصاد که تحت پوشش قوانین و مقررات کار و تأمین اجتماعی نیستند و در فعالیتهایی که کارکنان فامیلی بدون مزد سهم بالایی دارند، تغییرات اشتغال به نسبت زیاد است. در فعالیتهای بخش دولتی به دلیل نوع قوانین استخدام، میزان چسبندگی نیروی کار به شغل زیاد و کاهش اشتغال تدریجی و سرعت تعدیل کند است، ولی با تغییر سیاست‌ها و بهبود وضعیت درآمدی دولت، امکان افزایش یکباره اشتغال وجود دارد. بنابراین، انتظار می‌رود میزان اشتغال ایجاد شده و یا از دست رفته با توجه به توان اقتصاد در ایجاد اشتغال، قوانین کار و تأمین اجتماعی و ساختار اشتغال در یک محدوده منطقی قرار داشته باشد. با این استدلال، روش مناسب درون‌یابی در هر دوره زمانی تعیین گردیده است. برای تعیین متغیر توضیح‌دهنده (درون‌یاب) نیز به نظریات تقاضای نیروی کار مراجعه شده است. بر اساس نظریه‌های تقاضای نیروی کار، اشتغال با تولید رابطه مستقیم و با دستمزد رابطه معکوس دارد. در این باره، با توجه به نظریات مذکور و شرایط بازار کار از ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و ثابت و جبران خدمات سرانه

کارکنان به قیمت جاری و ثابت به‌عنوان متغیر درون‌یاب استفاده شده است. در برخی از فعالیت‌ها، آمارهای اشتغال از سایر منابع آماری موجود است که می‌تواند به‌عنوان متغیر توضیح‌دهنده استفاده شود، یعنی این آمارها روند تغییرات اشتغال در آن بخش اقتصادی را به‌خوبی نشان می‌دهند.

بر اساس نتایج به دست آمده، روند اشتغال در مطالعه حاضر نسبت به مطالعه قبلی (امینی، ۱۳۸۳) یکنواخت‌تر و منطقی‌تر است و نوسانات اشتغال را به نحو بهتری نشان می‌دهد، زیرا در این مطالعه هم از داده‌های آماری بیشتر و هم از روش‌های درون‌یابی پیشرفته‌تری استفاده شده است. برای مثال، خالص اشتغال ایجاد شده در سال ۱۳۷۰ بر اساس مطالعه قبلی حدود ۸۴۰ هزار فرصت شغلی است، در حالی که رقم مذکور در مطالعه حاضر حدود ۵۴۹ هزار فرصت شغلی است که با توجه به توان اقتصاد و عملکرد گذشته بازار کار می‌توان نتیجه گرفت، برآورد مطالعه قبلی دچار خطای بیش برآورد است.

با توجه به اینکه بزودی نتایج نهایی سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ منتشر خواهد شد و اطلاعات جدید و دقیق‌تری از حساب‌های ملی و سایر طرح‌های آمارگیری مرتبط با اشتغال نیز در اختیار قرار خواهد گرفت، از این رو، پیشنهاد می‌شود آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک فعالیت‌های تفصیلی اقتصاد برای دوره ۱۳۷۶-۱۳۸۵ برآورد گردد.





















### پیوست: چگونگی محاسبه پارامترهای تابع درون‌یاب اسپالین صعودی

قبل از طرح نحوه محاسبه پارامترهای تابع درون‌یاب، لازم است ابتدا بیانی از نمایش موضعی  $S$  و  $S'$  داشته باشیم.

نمایش موضعی  $S$  و  $S'$ : فرض کنید دو نقطه درونی  $I_i$  در بازه  $[x_i, x_{i+1}]$  نسبت به نقطه میانی متقارن باشند یعنی:

$$\xi_i = x_i + \delta_i h_i, \quad \eta_i = x_{i+1} - \delta_i h_i, \quad 0 < \delta_i \leq \frac{1}{3}, \quad 0 \leq i \leq n-1$$

و همچنین فرض می‌کنیم:

$$p_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{h_i}$$

حال اگر نمایش برنشتاین - بزیه از  $S'$  در هر زیر بازه  $I_i$  را در نظر بگیریم، برای هر

$$x \in [x_i, \xi_i]$$

$$s'(x) = m_i(1-u)^2 + 2a_i u(1-u) + b_i u^2, \quad u = \frac{x - x_i}{\delta_i h_i}$$

برای هر  $x \in [\xi_i, \eta_i]$  داریم:

$$s'(x) = b_i(1-v)^2 + 2w_i v(1-u) + c_i v^2, \quad v = \frac{x - \xi_i}{(1-2\delta_i)h_i}$$

برای هر  $x \in [\eta_i, x_{i+1}]$  داریم:

$$s'(x) = c_i(1-w)^2 + 2d_i w(1-w) + m_{i+1} w^2, \quad w = \frac{x - \eta_i}{\delta_i h_i}$$

دلیل تعریف  $u, v, w$  این است که چند جمله‌ای‌های برنشتاین - بزیه روی بازه  $[0, 1]$  تشکیل پایه برای فضای چند جمله‌ای‌ها را می‌دهند. حال با معرفی نمادهای:

$$s''(x_i) = r_i, \quad s''(x_{i+1}) = r_{i+1}$$

پارامترهای  $a_i, b_i, w_i, c_i, d_i$  به وسیله شرط‌های زیر به دست می‌آیند:

$$a_i = m_i + \frac{1}{\psi} \delta_i h_i r_i, \quad d_i = m_{i+1} - \frac{1}{\psi} \delta_i h_i r_{i+1}$$

$$\Rightarrow w_i = \psi p_i - m_i - m_{i+1} + \frac{1}{\psi} \delta_i h_i (\psi - \delta_i)(r_{i+1} - r_i)$$

$$b_i = \frac{((\psi - 2\delta_i)a_i + \delta_i w_i)}{(\psi - \delta_i)}$$

$$c_i = \frac{((\psi - 2\delta_i)d_i + \delta_i w_i)}{(\psi - \delta_i)}$$

روابط بالا نحوه به دست آوردن  $a_i, b_i, w_i, c_i, d_i$  را نشان می‌دهد که در الگوریتم

اسپالین یکنوا نقش اساسی دارند.

شرایط کافی برای یکنوا بودن: با استفاده از ویژگی برنشتاین-بزیه، شرایط زیر برای

مثبت بودن  $s'$  کافی هستند (Manni, ۱۹۹۷):

$$\begin{cases} m_i \geq 0 & , & m_{i+1} \geq 0 \\ a_i \geq 0 & , & d_i \geq 0 \end{cases} \quad (15)$$

$$b_i + w_i \geq 0 \quad , \quad w_i + c_i \geq 0 \quad (16)$$

با جایگذاری پارامترهای به دست آمده از بخش‌های قبلی، در نامعادلات (۱۵) و (۱۶)، قضیه ذیل

به دست می‌آید.

**قضیه ۳:** شرایط کافی برای اینکه روی بازه  $[x_n, x_{n+1}]$ ،  $s' \geq 0$  باشد این است که داشته

باشیم:

$$\begin{cases} m_i \geq 0, m_{i+1} \geq 0 \\ a_i = m_i + \frac{1}{\psi} h_i \delta_i r_i \geq 0, \quad d_i = m_{i+1} - \frac{1}{\psi} h_i \delta_i r_{i+1} \geq 0 \end{cases} \quad (17)$$

$$\begin{cases} q_1(\delta_i) = \psi(3p_i - m_{i+1}) + \delta_i(h_i r_{i+1} - 4m_i) - h_i \delta_i^\psi (r_i + r_{i+1}) \geq 0 \\ q_2(\delta_i) = \psi(3p_i - m_i) - \delta_i(h_i r_i + 4m_{i+1}) + h_i \delta_i^\psi (r_i + r_{i+1}) \geq 0 \end{cases} \quad (18)$$

با توجه به روابط بیان شده، نامعادله (۱۷) همان نامعادله (۱۵) است.

**تبصره ۱.** اگر شرطهای  $0 < m_{i+1} < 3p_i$  و  $0 < m_i < 3p_i$  برقرار باشند، آنگاه داریم:

$$\forall (3p_i - m_{i+1}) > 0 \Rightarrow q_1(0) > 0$$

$$\forall (3p_i - m_i) > 0 \Rightarrow q_2(0) > 0$$

از طرفی چون  $q_1$  و  $q_2$  دو چند جمله‌ای برحسب  $\delta_i$  می‌باشند و چند جمله‌ای‌ها پیوسته هستند از این رو،  $q_1$  و  $q_2$  در یک همسایگی صفر مثبت هستند. بنابراین یک  $\delta_i$  به قدر کافی کوچک وجود دارد به طوری که:

$$q_1(\delta_i) > 0, \quad q_2(\delta_i) > 0$$

**تبصره ۲.** در مورد قیود (۱۸)، در مثال‌های عددی ثابت می‌شود که در بیشتر حالت‌ها  $\delta_i = \frac{1}{3}$

اتفاق می‌افتد. اگر شرطهای (۱۸) برای  $\delta_i = \frac{1}{3}$  برقرار باشد،  $\delta_i = \frac{1}{3}$  را انتخاب می‌کنیم. در غیر

این صورت کوچکترین ریشه مثبت معادله‌های  $q_1 = 0$  و  $q_2 = 0$  در فاصله  $(0, \frac{1}{3})$  را

به‌عنوان  $\delta_i$  انتخاب می‌کنیم. به راحتی ثابت می‌شود که این ریشه در فاصله  $(0, \frac{1}{3})$  وجود دارد.

**انتخاب پارامترها و جواب مسئله:** جهت حل مسئله (۱۷) و (۱۸) لازم است پارامترهای  $m_i$  و

$r_i$  به صورت تقریب برآورد شوند. بنابراین با برآورد  $m_i$  طبق رابطه ذیل:

$$\hat{m}_i = \frac{h_{i-1}p_i + h_i p_{i-1}}{h_{i-1} + h_i}$$

یک تقریب مرتبه دو برای مشتق اول  $f$  در  $x_i$ ، و برآورد  $r_i$  طبق رابطه ذیل:

$$\hat{r}_i = \frac{\forall(p_i - p_{i-1})}{h_{i-1} + h_i}$$

نیز یک تقریب مرتبه یک برای مشتق دوم  $f$  در  $x_i$  به‌دست می‌آید (اصلاحچی، ۱۳۷۹).



حال ممکن است که  $\min\{p_i, p_{i-1}\} \leq \hat{m}_i$  باشد که در این صورت تبصره (۱) اعمال نمی‌شود. برای حل این مسئله پارامترهای کنترل را به صورت زیر در الگوریتم محاسبه می‌کنیم:

$$\lambda_i = \frac{p_{i-1} p_i}{p_{i-1}^2 + p_i p_{i-1} + p_i^2}$$

$$m_i = \lambda_i \frac{h_{i-1} p_i + h_i p_{i-1}}{h_{i-1} + h_i}, \quad r_i = \lambda_i \frac{p_i - p_{i-1}}{h_{i-1} + h_i} \quad (19)$$

ثابت می‌شود [اصلاحچی، ۱۳۷۹] که اگر روابط  $m_i$  و  $r_i$  طبق رابطه (۱۹) تعریف شده باشند در روابط زیر صدق می‌کنند:

$$m_i \geq 0, \quad m_{i+1} \geq 0, \quad a_i \geq 0, \quad d_i \geq 0$$

حال اگر  $\delta_i$  طوری تعیین شود که شرایط (۱۸) از قضیه (۳) برای  $\delta_i$  تعیین شده برقرار باشد، تمام پارامترهای مجهول به‌دست آمده است. بنابراین پارامتر  $\delta_i$  با توجه به اینکه  $m_i$  و  $r_i$  طبق رابطه (۱۹) محاسبه می‌شود،

الف) اگر  $\delta_i = \frac{1}{3}$  در شرایط (۱۸) صدق کند آنگاه  $\delta_i$  را برابر  $\frac{1}{3}$  می‌گیریم در غیر این صورت؛  
ب)  $\delta_i$  را کوچکترین ریشه مثبت  $q_1$  و  $q_2$  که طبق تبصره ۲ در بازه  $(\frac{1}{3}, 0)$  است می‌گیریم.

تمام پارامترهای مجهول مسئله اسپلاین صعودی از طریق مراحل بیان شده به صورت مثبت به‌دست می‌آیند (Pruess, ۱۹۹۳). با پیاده‌سازی الگوریتم اسپلاین صعودی حل شده در معادلات ذکر شده و اجرای برنامه کامپیوتری (رایانه‌ای) Maple فرآیند درون‌یابی انجام می‌شود.<sup>۲</sup>

۱. برای اطلاع بیشتر به (Archer & Gruyer, ۱۹۹۳) مراجعه شود.  
۲. برای اطلاع بیشتر به (امینی، نشاط و اصلاحچی، ۱۳۸۵) مراجعه شود.



## منابع

## الف) فارسی

- اصلاحچی، محمدرضا (۱۳۷۹). اسپلاین‌های یکنوا از تئوری تا پیاده‌سازی، سمینار مدل‌سازی و طراحی هندسی، دانشگاه صنعتی شریف.
- امینی، علیرضا، مجید نهبوندی و مسعود صفاری‌پور (۱۳۷۷). «برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال و موجودی سرمایه در بخش‌های اقتصادی ایران»، *مجله برنامه و بودجه*، شماره ۳۱ و ۳۲.
- امینی، علیرضا و زهره لالی (۱۳۸۴). کاربرد تقریب‌های خطی و غیرخطی درون‌یابی دو متغیره لاگرانژ در تشکیل سری زمانی اشتغال بخش ساختمان، سی و ششمین کنفرانس ریاضی ایران، ۱۹ تا ۲۲ شهریور ۱۳۸۴، انتشارات دانشگاه یزد.
- امینی، علیرضا (۱۳۷۹). «برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۷۵»، *مجله برنامه و بودجه*، شماره ۵۱.
- امینی، علیرضا (۱۳۸۰). *تحلیل عوامل مؤثر بر تقاضای نیروی کار و موانع ایجاد اشتغال در اقتصاد ایران*، (پایان نامه دکتری اقتصاد)، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.
- امینی، علیرضا (۱۳۸۱). «تحلیل عوامل مؤثر بر تقاضای نیروی کار در بخش‌های اقتصادی و پیش‌بینی اشتغال در برنامه سوم توسعه»، *مجله برنامه و بودجه*، شماره ۷۴.
- امینی، علیرضا (۱۳۸۳). «نقد مدل‌های تقاضای نیروی کار در برنامه سوم توسعه و ارائه مدل‌های مناسب»، *مجله برنامه و بودجه*، شماره ۸۸.
- امینی، علیرضا (۱۳۸۶). ارزیابی گزینه نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ و طرح آمارگیری نیروی کار، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد کلان.
- امینی، علیرضا، حاجی محمد نشاط و محمد رضا اصلاحچی (۱۳۸۵). *برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی*، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد کلان.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حساب‌های ملی ایران به قیمت‌های جاری و ثابت ۱۳۷۶ در سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۷۹.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، طرح‌های آمارگیری از کارگاه‌های بزرگ صنعتی، اداره آمارهای اقتصادی.

روحانی، فؤاد (۱۳۵۶). *صنعت نفت ایران: ۲۰ سال پس از ملی شدن*، تهران.

لالی، زهره (۱۳۸۳). «کاربرد تقریب‌های درجه اول و دوم درون‌یابی دو متغیره لاگرانژ در تشکیل سری زمانی اشتغال بخش ساختمان»، *فصلنامه دانشگاه پیام نور، پیک نور علوم انسانی*، ویژه اقتصاد، سال دوم، شماره چهارم.

مرکز آمار ایران، آمارگیری جمعیت سال ۱۳۷۰.

مرکز آمار ایران، سالنامه‌های آماری سال‌های مختلف.

مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۴۵، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵.

مرکز آمار ایران، طرح‌های آمارگیری نمونه‌ای از ویژگی‌های اشتغال و بیکاری خانوار در سال‌های ۱۳۴۷، ۱۳۵۰، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰، ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳.

نوروزی، لادن (۱۳۸۲)، بررسی مشکلات طرح آماری ویژگی‌های اشتغال و بیکاری خانوار و ارائه داده‌های آماری مورد نیاز برای برآورد مدل‌های بازار کار در برنامه چهارم توسعه.

وزارت نفت، عملکرد ۲۰ ساله وزارت نفت (۱۳۴۷-۱۳۶۷)، ۱۳۶۸.

## ب) انگلیسی

Aizcorbe, A. (۱۹۹۲). "Procylical Labor Productivity, Increasing Returns to Labor, and Labor Hoarding in U.S Auto Assembly Plant Employment", *Economic Journal*, Vol. ۱۰۲: ۸۶۰-۸۷۳.

Archer, J.C. & Gruyer, L.E. (۱۹۹۳). Two Shape Preserving Lagrange  $C^2$  - Interpolates, Number. Math. Vol. ۶۴, ۱-۱۱.

Burden, R.L. & Faires, J.D. (۲۰۰۱). *Numerical Analysis* (Seventh edition), Thomson Learning.

Davis, P.J. (۱۹۷۵). *Interpolation and Approximation*, Dover publication.

Fair, R. (۱۹۸۵). "Excess Labor and the Business Cycle", *American Economic Review*, Vol. ۷۵: ۲۳۹-۲۴۵.

- Fay, J & Medoff, J.(۱۹۸۵). "Labor and Output over the Business Cycle", *American Economic Review*, Vol ۷۵: ۶۳۸-۶۵۵.
- Gautschi, W.(۱۹۹۷). Numerical Analysis: An Introduction, Birkhauser, Boston.
- Hamermesh, D.S. (۱۹۸۹). "Labor Demand and Structure of Adjustment Costs". *American Economic Review*, Vol. ۷۹: ۶۷۴-۶۸۹.
- Kenneth,L.J. (۱۹۹۹). Numerical Methods in Economics, MIT Press, Cambridge, Massachusets.
- Manni, C. (۱۹۹۷). Monotone Interpolation of Order ۳ by  $C^۳$  Cubic Splines, IMA J. Number . Anal.Vol. ۱۷: ۳۰۵-۳۲۰.
- Nickel, S. (۱۹۸۴)."An Investigation of the Determinants of Manufacturing Employment in the United Kingdom", *Review of Economic Studies*, Vol.۵۱ :۵۲۹-۵۵۷.
- Pruess, S. (۱۹۹۳). Shape Preserving  $C^۳$  Cubic Spline Interpolation , IMA. J. Number. Anal. Vol. ۱۳: ۴۹۳-۵۰۷.
- Shapiro, M. (۱۹۸۶). "The Dynamic Demand for Capital and Labor", *Quarterly journal of Economics*, Vol. ۱۰۱: ۵۱۳-۵۴۲.
- Theil, H.(۱۹۷۹). "The System Wide Approach to Microeconomic".