

کاربرد رویکرد منطق فازی در مدل‌سازی اقتصاد غیررسمی در ایران

محمد اخباری*، مهدیه اخباری**

چکیده

در این پژوهش، اندازه اقتصاد غیررسمی در ایران را با استفاده از رویکرد منطق فازی برای دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۹ مدل‌سازی کرده و در نهایت شاخصی برای آن استخراج می‌کنیم. برای این منظور سه شاخص نرخ مؤثر مالیات، نرخ بیکاری و حداقل دستمزد واقعی را به عنوان متغیرهایی که سهم بالایی در توضیح دهندگی اقتصاد غیررسمی دارند، تشخیص داده و با توجه به رویکرد مدل‌سازی این پژوهش (منطق فازی) پایگاه قواعد مورد نیاز را با اتکا به نظرات خبرگان اقتصادی تشکیل می‌دهیم. در پایان شاخص اقتصاد غیررسمی را استخراج کرده و با پژوهش‌های دیگر صورت گرفته در این خصوص مقایسه می‌کنیم. رویکردهای مختلف به نتایج متفاوتی در برآورد متغیرهای پنهان می‌رسند که این موضوع عمدتاً به تفاوت در رویکرد بررسی و نیز دوره مدل‌سازی ارتباط می‌یابد.

واژگان کلیدی: اقتصاد غیررسمی، منطق فازی، نرخ مؤثر مالیات، حداقل دستمزد واقعی، نرخ بیکاری.

طبقه‌بندی JEL: E26, H26.

* رئیس دایره طراحی الگوهای اقتصادی اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی ج.ا.ا. m.akhbari@cbi.com

** عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک m.akhbari@iauec.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۱/۳۰

۱. مقدمه

اقتصاد پنهان و غیررسمی بر خلاف اقتصاد رسمی کشور، قانون و قاعده‌های مصوب را نمی‌پذیرد و محیط خود را براساس ضوابط رفتاری در این اقتصاد مشخص می‌کند. این امر نشان می‌دهد که اخلاق عرفی که در اقتصاد رسمی با استناد به قانون، فرهنگ یا هر معیار دیگر وجود دارد، الزاماً در اقتصاد زیرزمینی مطرح نمی‌شود. ضابطه‌ها و استانداردهای اقتصاد زیرزمینی معیارهای جمعی و اجتماعی نیست. در جوامع مختلف براساس سلیقه پژوهشگران، اسم برگزیده این نوع اقتصاد تفاوت داشته و در موارد متعدد برخی از اسامی معنای خاص می‌یابند که تنها بخشی از اقتصاد غیررسمی را نشان می‌دهند. با وجود سابقه طولانی، اقتصاد پنهان نخستین بار در سال ۱۹۶۹ عنوان شده است.^۱ هر چند در ظاهر چنین به نظر می‌رسد که وجود این اقتصاد با پدیده‌هایی نظیر فقر، بیکاری، کم‌کاری و عارضه‌های اقتصادی مشابه همراه است، ولی این نوع نگاه حاکی از شناخت محدود از ماهیت اقتصاد غیررسمی است. اقتصاد غیررسمی مجموعه‌ای از فعالیت‌های اقتصادی است که ویژگی‌های کلی آن درست به اندازه اقتصاد رسمی کشورها، گسترده است و این بخش می‌تواند بسیاری از ویژگی‌های اقتصاد متشکل و رسمی را داشته باشد، اما صرفاً از نظارت و کنترل دولت خارج بماند. حوزه حضور اقتصاد غیررسمی مبحثی متکی بر قضاوت‌های فردی است که در واقع هرگز نمی‌توان با قاطعیت مرزهای مشخصی برای آن تعیین کرد.

اگر منطق وجودی اقتصاد غیررسمی شناسایی شود، به دقت می‌توان اثر حضور این اقتصاد را در ابعادی و رای ترکیب ظاهری آن ارزیابی و مشاهده کرد که چرا اقتصاد غیررسمی شکل گرفته است، یا چگونه می‌توان این بخش را در موارد ممکن به اقتصاد رسمی منتقل کرد، یا در چه وضعیتی انتقال فعالیت‌های غیررسمی به بخش رسمی مطلوب دیده می‌شود. با این بحث، جایگاه هر یک از نهادهای کشور در مقابله با بخش‌های مختلف اقتصاد غیررسمی قابل بازشناسی است.

با توجه به شناخت نسبی که هم‌اکنون نسبت به عوامل مؤثر بر شکل‌گیری و گسترش اقتصاد غیررسمی پیدا شده، همچنین تکنیک‌های کمی‌سازی که به موازات این شناخت توسعه یافته‌اند،

۱. خلعتبری. (۱۳۶۹).

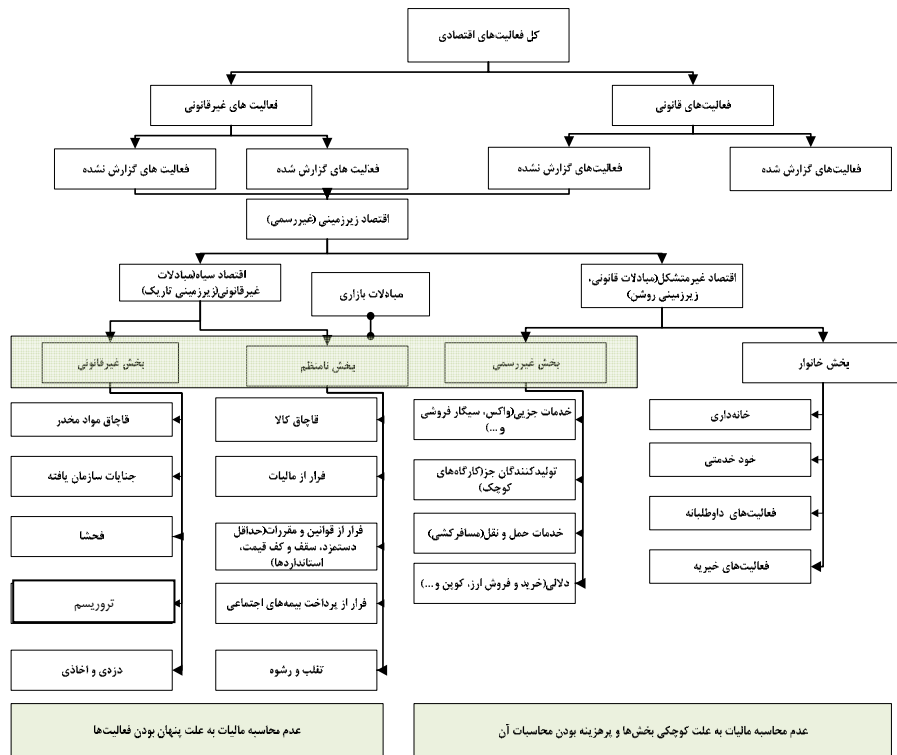
شناخت نسبت به بخش غیررسمی اقتصاد و نیز برآورد اندازه آن می تواند اهمیت فراوانی در طراحی و کارایی سیاست های پولی و مالی داشته باشد. به بیان دیگر، طراحی مجموعه سیاست های مالی، پولی و ارزی کشور بدون شناخت نسبت به این بخش از اقتصاد کشور نمی تواند به اهداف مورد نظر خود دست یابد. چنانچه اندازه این بخش از اقتصاد کشور به اندازه های بزرگ باشد که تمام فعالیت های رسمی کشور را تحت شعاع خود قرار دهد، در این شرایط برای مثال سیاست پولی انقباضی که در راستای مهار تورم اندیشیده شده است، می تواند موجب بزرگتر شدن اندازه این بخش پنهان اقتصاد شده و آثار پیش بینی شده سیاست را خنثی نماید.

به طور کلی، فعالیت های اقتصاد غیررسمی را می توان به بخش های خانوار، غیررسمی، غیرعادی و بخش غیرقانونی تقسیم نمود (شکل ۱). برای مثال خانوارها کالاها و خدمات زیادی را تولید می کنند که در خانواده مصرف شده و تولیدات آنها کمتر به بازار عرضه می شود و چنانچه ارزش افزوده این فعالیت ها در حساب های ملی وارد شود می تواند در مجموع تولید ناخالص داخلی را در اقتصاد افزایش دهد. بخش غیررسمی شامل تولیدکنندگان جزء و کارکنان آنها و کسبه و پیشه وران بدون کارگر و کارکنان خدمات تجاری، حمل و نقل و خدمات دیگر رسمی است. در کشورهای در حال توسعه از بارزترین نوع این فعالیت ها کسبه دوره گرد، دست فروش ها و کارگاه های کوچک بدون کارگر است که بیشتر در خانه ها قرار داشته و از نظر تعداد نیز قابل توجه هستند هر چند وجود مبادلات بازاری در این بخش باعث به وجود آمدن قیمت می شود و قاعدتاً باید در حسابداری ملی منظور شود، ولی به دلیل دشوار بودن و پرهزینه بودن جمع آوری اطلاعات و آمار در این بخش در عمل از بررسی آن صرف نظر می شود. باید توجه نمود که تولید و مصرف کالاها و خدمات تولید شده در بخش غیررسمی منع قانونی نداشته و این گونه فعالیت ها در اقتصاد کشور کاملاً مجاز است. بخش غیرعادی شامل فعالیت هایی می شود که تولید آنها قانونی است ولی به هر حال انجام آنها به نحوی همراه با مسایل خلاف قوانین موضوعه مملکتی است. این دسته از فعالیت ها در متون اقتصادی با نام های متعددی نظیر اقتصاد سیاه، زیرزمینی، پنهان، مخفی، غیررسمی، نامرئی، غیرقانونی، موازی، دوم، سایه، غیرقابل مشاهده، گزارش نشده و یا کلماتی از این دست خوانده می شود که مفهوم هر کدام به دلیل

نظر پژوهشگران مختلف و تمرکز پژوهش‌های آنها بر ویژگی خاصی از اقتصاد غیرعادی بوده است. ویژگی اصلی فعالیت‌های این بخش، قانونی و مجاز بودن اصل تولید کالا و خدمت است، ولی در نحوه تولید یا توزیع آن کاری خلاف و غیرقانونی صورت گرفته است. مثال‌های فراوانی در این بخش وجود دارد که برای مثال می‌توان فرار از مالیات به روش‌های مختلف، فرار از مقررات نظیر عدم رعایت قوانین مشرف بر تدابیر ایمنی کارگاه‌ها، عدم معرفی کارگران به بیمه‌های اجتماعی، حساب‌سازی دفاتر قانونی، فاکتور ندادن، فرار از قوانین حداقل دستمزد کارگران، ثبت نکردن، مجوز نگرفتن، سوء استفاده از بیمه‌های مختلف، تبانی با ممیزین مالیاتی، استفاده از نیروی کار مهاجرینی که به کارگیری آنها غیر قانونی است، نقل و انتقال و قاچاق ارز و موارد مشابه از این نوع اشاره نمود.

بخش چهارم اقتصاد غیررسمی بخش غیرقانونی است. در این بخش اصل تولید کالا و خدمات در بخش غیرقانونی، غیر مجاز است. به بیان دیگر، تمام فعالیت‌هایی که در این بخش قرار می‌گیرند همگی غیرقانونی هستند. در حساب‌های ملی تمام فعالیت‌هایی که به لحاظ قوانین موضوعه مملکتی غیرقانونی شناخته شده، در محاسبات حذف می‌شوند. دامنه فعالیت‌های غیرقانونی در بیشتر کشورها متفاوت بوده و برحسب کشورهای مختلف نوع فعالیت غیرقانونی در آن متغیر است. از سوی دیگر، مقایسه این بخش در کشورهای مختلف به دلیل تنوع قوانین و تضاد قوانین کشورها مبنی بر خلاف بودن یا نبودن یک فعالیت بسیار دشوار می‌نماید.

شکل ۱. فعالیت‌های اقتصادی قانونی و غیرقانونی



مأخذ: اسفندیاری و جمال منش (۱۳۸۱) و توماس، جی.جی. ریسکاوایچ، راتول (۱۳۷۶)

در این پژوهش، بر استخراج اندازه اقتصاد غیررسمی تمرکز می‌کنیم، البته با این توضیح که در برآورد اقتصاد غیررسمی، بخش خانوار مورد نظر نیست. برای این منظور، سه شاخص نرخ مؤثر مالیات، حداقل دستمزد واقعی و نرخ بیکاری را به عنوان مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر اندازه اقتصاد غیررسمی در نظر گرفته‌ایم. این مقاله را در پنج بخش تنظیم کرده‌ایم. در بخش دوم، مطالعات پیشین را مرور کرده و در بخش سوم، رویکردهای مختلف برآورد اقتصاد غیررسمی را مرور می‌کنیم. فصل چهارم را به ارائه روش شناسی رویکرد این پژوهش و نتایج مدلسازی اختصاص داده، ضمن اینکه مقایسه‌ای نیز با رویکردی دیگر انجام می‌دهیم. در نهایت در بخش پنجم نتیجه‌گیری از مباحث مطرح شده را ارائه خواهیم کرد.

۲. مروری بر مطالعات پیشین

روش‌های مختلفی برای برآورد اقتصاد غیررسمی مطرح بوده، که به دو گروه اصلی روش‌های مستقیم و غیرمستقیم قابل تفکیک هستند. روش مستقیم مبتنی بر دریافت اطلاعات از افراد یا نهادهایی است که به طور مستقیم با موضوع اقتصاد غیررسمی در ارتباطند، تا از این طریق اطلاعات مستقیمی از میزان اقتصاد غیررسمی به دست آید. اما در روش غیرمستقیم، تلاش می‌شود تا اندازه اقتصاد غیررسمی از طریق اندازه‌گیری و بررسی ردپای به جای مانده در آمار رسمی به دست آید. از این روش‌ها بیشتر به عنوان رویکردهای شاخص هم نام برده می‌شود و در اجرای آن، بیشتر از آمارهای موجود اقتصاد کلان استفاده می‌کنند. رویکردهای اصلی که هم‌اکنون به برآورد میزان اقتصاد غیررسمی می‌پردازند، در حوزه این روش قرار دارند. این رویکرد بررسی طیف گسترده‌ای را شامل می‌شود که از آن جمله می‌توان به بررسی تفاوت مخارج ملی و آمارهای مربوط به سطح درآمد، تفاوت میان مقادیر واقعی و رسمی نیروی کار، رویکرد داده‌های فیزیکی (مصرف برق)، رویکرد معاملاتی، برآورد متغیرهای غیرقابل مشاهده از روش MIMIC^۱، رویکرد پولی و رویکرد مورد بررسی در این پژوهش اشاره نمود. با توجه به این رویکردها مطالعات قابل توجهی نیز در خصوص برآورد اندازه اقتصاد غیررسمی در ایران صورت گرفته است که در ادامه به آنها اشاره می‌کنیم.

مطالعات گسترده‌ای در ارتباط با عوامل شکل‌دهنده اقتصاد غیررسمی صورت گرفته است که هر یک بر عوامل مختلفی اشاره داشته‌اند. این مطالعات نشان می‌دهند که اقتصاددانان برآوردهای مختلفی از اقتصاد غیررسمی را برای یک کشور و برای یک زمان داشته‌اند، که دلیل اصلی این اختلاف‌ها به تعاریف و روش مورد استفاده برای برآورد اقتصاد غیررسمی ارتباط می‌یابد.^۲ اقتصاد غیررسمی با توجه به استدلال‌های استاندارد اقتصادی به میزان زیادی با مالیات‌بندی و تنظیمات اقتصادی ارتباط دارد که در این زمینه می‌توان به مطالعه کارلینگر (۲۰۰۹) اشاره کرد. اما در برخی دیگر از مطالعات نظیر مطالعات توماس (۱۹۹۲) بر مرحله توسعه اقتصادی که با GDP سرانه

^۱. Multiple Indicators and Multiple Causes.(MIMIC).

^۲. Lippert & Walker.(1997).

اندازه‌گیری شده است نیز اشاره می‌شود که بر این اساس پیشرفت اقتصادی ارتباط منفی با اندازه اقتصاد غیررسمی دارد. البته به تازگی دیدگاه‌های دیگری نیز مطرح شده است، برای مثال کارلینگر (۲۰۰۹) بر فرار از رقابت به عنوان یکی از عوامل افزایش اندازه اقتصاد غیررسمی در اواخر دهه ۱۹۹۰ اشاره دارد. مطالعه وی در خصوص ۴۵ کشور (OECD)، کشورهای در حال توسعه و گذار) از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ نشان می‌دهد که علاوه بر نرخ‌های مالیات، تنظیم بازار نیروی کار و قوانین و مقررات موضوعه، افزایش شدت رقابت در این دوره بر اندازه اقتصاد غیررسمی تأثیرگذار بوده است. اشنایدر (۲۰۰۵) نیز اندازه اقتصاد سایه را به صورت درصدی از GDP رسمی برای کشورهای در حال توسعه، در حال گذار و توسعه‌یافته (OECD) برای دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۰ برآورد نموده است. بر این اساس اندازه اقتصاد سایه در کشورهای در حال توسعه ۴۱ درصد، در حال گذار ۳۸ درصد و کشورهای توسعه‌یافته ۱۷ درصد برآورد شده است. مطالعه وی نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی رشد اقتصاد سایه، نرخ رشد GDP رسمی در کشورهای در حال توسعه ۰/۶ درصد کاهش می‌یابد، در حالی که نرخ رشد GDP رسمی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال گذار به ترتیب ۰/۸ و ۱/۰ درصد افزایش می‌یابد.

در کنار مطالعات بین‌المللی، مطالعات قابل توجهی نیز در خصوص وضعیت اقتصاد غیررسمی ایران صورت گرفته است (جدول ۱). برای مثال، خلعتبری (۱۳۶۹) با استفاده از رویکرد نسبت نقد و مینا قرار دادن سال‌های ۱۳۵۵ و ۱۳۵۶ به عنوان سال‌های پایه، یعنی سال‌هایی که در آن، اندازه اقتصاد زیرزمینی، صفر و یا نزدیک به صفر بوده است، اندازه اقتصاد زیرزمینی کشور را در حدود ۱۲۱۰ میلیارد ریال برآورد نموده است. وی در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از همان روش، اندازه اقتصاد زیرزمینی را برای دوره ۱۳۴۰-۱۳۷۳ با انتخاب دو سال پایه متفاوت یعنی ۱۳۴۹ و ۱۳۵۵-۱۳۵۶، برآورد نموده است. بر اساس برآوردهای وی، متوسط اندازه اقتصاد زیرزمینی به اقتصاد رسمی به ترتیب برابر ۶ و ۷ درصد بوده است. خلعتبری علاوه بر روش نقد، از روش اختلاف در بودجه خانوار نیز برای برآورد اندازه اقتصاد زیرزمینی بهره برده است و با در نظر گرفتن سال‌های ۱۹۷۶-۱۹۷۷ به عنوان سال پایه، نسبت اقتصاد زیرزمینی به اقتصاد رسمی را در سال ۱۹۹۰ در حدود ۲۴/۶۵ درصد محاسبه نموده است.^۱

^۱. خلعتبری. (۱۳۶۹).

در مطالعه‌ای دیگر طاهر فر (۱۳۷۶) از دو روش نسبت نقد و تقاضای پول به برآورد اندازه اقتصاد زیرمینی پرداخته است. بر اساس مطالعه وی، اندازه اقتصاد زیرمینی بین ۱۸ تا ۳۶ درصد در نوسان است. مطالعه باقری گرمارودی (۱۳۷۷) نیز که از روش پولی به برآورد اندازه اقتصاد زیرمینی می‌پردازد، نشان می‌دهد که اندازه این بخش از اقتصاد در حدود ۲۳ درصد اقتصاد رسمی در دوره ۵۵-۱۳۷۴ بوده است. اشرف‌زاده و مهرگان (۱۳۷۹) نیز اندازه اقتصاد زیرمینی را برای دوره ۱۳۴۸-۱۳۷۴ در حدود ۱۲ درصد اقتصاد رسمی برآورد کرده‌اند.

عرب مازار یزدی (۱۳۸۰) با استفاده از رویکرد MIMIC به برآورد اندازه اقتصاد پنهان پرداخته است. بر اساس برآورد وی برای سه دوره ۱۳۴۷-۱۳۵۷، ۱۳۵۸-۱۳۶۷ و ۱۳۶۸-۱۳۷۷ اندازه اقتصاد غیررسمی به اقتصاد رسمی به ترتیب ۱۰، ۸ و ۱۶ درصد بوده است.

دلایی میلان (۱۳۸۶) با استفاده از روش "علل چندگانه شاخص چندگانه" به برآورد و بررسی علل و آثار اقتصاد زیرمینی در ایران، در دوره ۴۱ ساله ۱۳۴۴-۱۳۸۴ پرداخته است. سپس، با استفاده از آزمون علیت گرنجر، رابطه علی بین اقتصاد زیرمینی و اقتصاد رسمی بررسی شده است. اندازه نسبی این پدیده در دوره ۴۱ ساله مورد بررسی روند افزایشی داشته و از ۶/۲۴ درصد اقتصاد رسمی در سال ۱۳۴۴ شروع و در سال ۱۳۴۶ به کمترین مقدار خود یعنی ۵/۵۰ درصد اقتصاد رسمی رسیده و در طی این مسیر همراه با فراز و نشیب‌هایی است که در نهایت در سال ۱۳۸۰ به بیشترین مقدار خود یعنی ۲۷/۷۶ درصد اقتصاد رسمی رسیده و به ۲۶/۱۵ درصد اقتصاد رسمی در سال ۱۳۸۴ خاتمه می‌یابد. میانگین اندازه نسبی اقتصاد زیرمینی در این دوره ۴۱ ساله، ۱۷/۵۴ درصد اقتصاد رسمی بوده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد روند تغییر و تحول اقتصاد زیرمینی در ایران به طور معناداری از دو متغیر بیکاری و محدودیت‌های تجاری تبعیت می‌کند. همچنین، آزمون علیت گرنجر نشان می‌دهد که اقتصاد رسمی علیت گرنجر اقتصاد زیرمینی است، ولی برای عکس این رابطه شواهدی یافت نشد.

در مطالعه‌ای دیگر، نیلی و ملکی (۱۳۸۵) با استفاده از یک مدل اقتصادسنجی مقطعی، به بررسی اندازه اقتصاد غیررسمی در ۶۳ کشور پرداخته‌اند. نتایج بررسی‌های آنها نشان می‌دهد که بار

مالیاتی، شدت مقررات، دخالت‌های دولت و فساد و رانت‌جویی از جمله عوامل تأثیرگذار بر ایجاد و گسترش بخش غیررسمی هستند.

اسفندیاری و مهریانی (۱۳۸۵) به برآورد اقتصاد زیرزمینی بر اساس روش‌های شکاف درآمد- هزینه خانوار و نسبت نقد پرداخته‌اند. بر اساس برآوردهای آنها حجم اقتصاد زیرزمینی در کشور در حال افزایش است؛ به گونه‌ای که در دوره ۸ ساله ۱۳۷۵-۱۳۸۲، اندازه اقتصاد زیرزمینی بر اساس رویکرد اول و دوم به ترتیب ۲۱/۸ و ۱۹/۶ درصد برآورد شده است.

اسفندیاری و جمال‌منش (۱۳۸۱) با استفاده از روش رگرسیونی تقاضای پول به بررسی اندازه اقتصاد زیرزمینی در دوره ۵۵-۱۳۷۹ پرداخته‌اند. در برآورد اقتصاد زیرزمینی، متغیرهای بار مالیاتی، بار ارزی، شاخص مواد مخدر، نرخ متوسط تعرفه و مابه‌التفاوت نرخ ارز به عنوان عوامل شکل‌گیری و تحول اقتصاد زیرزمینی و متغیرهای تقاضا برای اسکناس و مسکوک و تقاضای پول به عنوان شاخص‌های منعکس‌کننده آثار اقتصاد سیاه در نظر گرفته شده‌اند.

شکیبایی و رئیس‌پور (۱۳۸۶) نیز با استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری به برآورد اقتصاد سایه‌ای در ایران پرداخته‌اند. بر اساس برآورد آنها، میانگین اندازه اقتصاد غیررسمی برای دهه‌های ۱۳۵۰، ۱۳۶۰ و اوایل دهه ۱۳۷۰ به ترتیب ۱۰/۲، ۱۰/۱ و ۱۶/۴ درصد از اقتصاد رسمی است. شکیبایی و رئیس‌پور (۱۳۸۶) علت اصلی روند صعودی اقتصاد سایه‌ای در ایران را گسترش فزاینده بیکاری، گسترش جرایم اقتصادی و افزایش حضور دولت در اقتصاد می‌دانند.

کاربرد منطق فازی در برآورد شاخص اندازه اقتصاد غیررسمی به عنوان یک متغیر پنهان، سابقه محدود مطالعاتی داخلی و خارجی داشته که برای مثال می‌توان از مطالعه دراسک و گیلِس (۲۰۰۲)، تیفانی و همکاران (۲۰۰۶)، شکیبایی و صادقی (۱۳۸۲) و صادقی و شکیبایی (۱۳۸۰) نام برد. مطالعه اول به بررسی اقتصاد زیرزمینی کانادا و مطالعه دوم به بررسی اقتصاد زیرزمینی تایوان می‌پردازد، دو مطالعه دیگر که برای اقتصاد ایران صورت گرفته است از همان متغیرها و پایگاه اطلاعات مطالعات اول و دوم بهره برده‌اند.

جدول ۱. برخی از مطالعات انجام شده در خصوص برآورد اقتصاد غیررسمی

پژوهشگر	دوره مورد بررسی	روش برآورد	میانگین برآورد (درصد)
خلعتیری (۱۹۹۴)	۱۳۴۰-۱۳۷۳	نسبت نقد (سال پایه ۱۳۴۹ و ۱۳۵۵) و روش تعدیل شده نسبت نقد (سال پایه ۱۳۴۹ و ۱۳۵۵)	روش اول ۶ و ۷ و روش دوم ۷ و ۹
معاونت بررسی‌های استراتژیک (۱۳۷۶)	۱۳۴۰-۱۳۷۱ و ۱۳۵۸-۱۳۷۰	نسبت نقد و تقاضای پول (دو مورد)	روش اول ۷ و روش دوم ۳۷ و ۸۶
طاهر فر	۱۳۵۷-۱۳۷۴	تقاضای پول (سه مورد)، نسبت نقد (سه مورد)	روش اول ۲۳، ۲۰ و ۱۸ و روش دوم ۳۶، ۳۴ و ۳۳
باقری گرمارودی (۱۳۷۷)	۱۳۵۰-۱۳۷۴	نسبت نقد	۲۳
اشرفزاده و مهرگان (۱۳۷۸)	۱۳۴۸-۱۳۷۴	تقاضای پول	۱۲
عرب مازار یزدی (۱۳۸۰)	۱۳۴۷-۱۳۷۷	شاخص چندگانه - علل چندگانه	۱۱
علی دلایی میلان (۱۳۸۶)	۱۳۴۴-۱۳۸۴	شاخص چندگانه - علل چندگانه	۱۷/۵
اسفندیاری و مهربانی (۱۳۸۵)	۱۳۷۵-۱۳۸۲	شکاف درآمد - هزینه خانوار و نسبت نقد	-
اسفندیاری و جمال منش (۱۳۸۱)	۱۳۵۵-۱۳۷۹	تقاضای پول	۱۲/۶
شکیبایی و صادقی (۱۳۸۲)	۱۳۴۳-۱۳۷۸	منطق فازی	-
شکیبایی و رئیس‌پور (۱۳۸۶)	۱۳۵۰-۱۳۸۰	MIMIC	۱۲/۵

۳. رویکردهای مختلف برآورد اقتصاد غیررسمی

روش‌های مختلفی برای برآورد اقتصاد غیررسمی مطرح بوده، که به دو گروه اصلی روش‌های مستقیم و غیرمستقیم قابل تفکیک هستند. روش مستقیم مبتنی بر دریافت اطلاعات از افراد یا نهادهایی است که به طور مستقیم با موضوع اقتصاد غیررسمی در ارتباطند، تا از این طریق اطلاعات مستقیمی از میزان فعالیت‌های اقتصاد غیررسمی به دست آید. اما در روش غیرمستقیم، تلاش می‌شود تا اندازه اقتصاد غیررسمی از طریق اندازه‌گیری و بررسی ردپای به جای مانده در آمار رسمی به دست آید. از این روش‌ها بیشتر به عنوان رویکردهای شاخص هم نام برده می‌شود و در اجرای آن، بیشتر از آمارهای موجود اقتصاد

کلان استفاده می‌کنند. رویکردهای اصلی که هم‌اکنون به برآورد میزان اقتصاد غیررسمی می‌پردازند، در حوزه این روش قرار داشته که از آن جمله می‌توان به MIMIC و رویکرد پولی اشاره نمود. در این پژوهش، از رویکرد غیرمستقیم منطق فازی به منظور برآورد اندازه اقتصاد غیررسمی بهره برده‌ایم. در ادامه، مروری بر رویکردهای مختلف برآورد اقتصاد غیررسمی خواهیم داشت.

۳.۱. رویکرد تقاضای نقدینگی

هسته اساسی این رویکرد بر این امر استوار است که اسکناس و مسکوک در گردش وسیله اصلی تأمین مالی معاملات غیررسمی است. اگر بتوان به طریقی سهم اقتصاد رسمی را از این متغیر استخراج کرد، پسماند باقی‌مانده، وجوهی است که در فعالیت داخلی غیررسمی، واردات و صادرات قاچاق مصرف شده‌اند.

درآمد و هزینه فرصت نگهداری اسکناس و مسکوک از جمله متغیرهایی هستند که معمولاً برای جداسازی آثار اقتصاد رسمی به کار می‌روند. در برآورد این اثر از نظریه معاملاتی پول استفاده می‌شود. بنابراین، بخش دوم یا پسماند باقی‌مانده از اسکناس و مسکوک در گردش، تابعی خواهد بود از متغیرهایی که بار مالیاتی را اندازه‌گیری می‌کنند. اگر فرض کنیم سرعت گردش پول در بخش غیررسمی برابر بخش رسمی است، میزان اسکناس و مسکوک در گردش در بخش غیررسمی ضرب در سرعت گردش پول، تولید ناخالص داخلی غیررسمی را به دست خواهد داد.

بنابراین، ترکیبی از متغیرهای مستقلی که آثار اقتصاد رسمی را اندازه‌گیری می‌کنند، مانند درآمد، هزینه فرصت نگهداری پول نقد (بهره) و متغیر بار مالیاتی در یک مدل می‌توانند برآوردی از پول نقد رایج در اقتصاد رسمی و غیررسمی را به دست دهند.

۳.۲. رویکرد MIMIC

با توجه به اینکه اندازه اقتصاد غیررسمی قابل مشاهده نیست، رویکرد MIMIC که مبتنی بر نظریه آماری متغیر نامشهود است، تلاش دارد تا اندازه اقتصاد غیررسمی را از طریق اندازه‌گیری و بررسی ردپای به جای مانده در آمار رسمی مشخص نماید. به طوری که در آن، شاخص‌ها و علل متعددی از اقتصاد غیررسمی مورد توجه قرار می‌گیرد.

برای این منظور، SEM^۱ به عنوان یک روش جالب توجه آماری مطرح شده است. در این روش، روابط آماری میان متغیرهای نامشهود و متغیرهای مشاهده شده مورد توجه قرار می‌گیرد. این روش، به طور غیرمستقیم بیان‌کننده ساختار کوواریانس ماتریس تجربی (بر پایه داده‌ای) است که با کوواریانس ماتریسی که مدل انتخاب شده پس از برآورد پارامترها نتیجه می‌دهد، مقایسه می‌شود. اگر این دو ماتریس نسبت به هم پایدار باشند، آنگاه مدل معادله ساختاری می‌تواند به عنوان یک توصیف احتمالی برای روابط میان متغیرهای آزمون شده تصور شود.

برای مثال، می‌توان اقتصاد غیررسمی η را به صورت خطی نسبت به جمله خطای ζ به وسیله مجموعه‌ای از علل خارجی قابل مشاهده X_1, X_2, \dots, X_q مشخص نمود.

$$\eta = \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \dots + \gamma_q X_q + \zeta \quad (۱)$$

متغیر نامشهود η به صورت خطی به همراه جملات اخلاص $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$ ، مجموعه‌ای از شاخص‌های درونزای قابل مشاهده y_1, y_2, \dots, y_p را تعیین می‌کنند.

$$y_1 = \lambda_1 \eta + \varepsilon_1, y_2 = \lambda_2 \eta + \varepsilon_2, \dots, y_p = \lambda_p \eta + \varepsilon_p \quad (۲)$$

جملات اخلاص ساختاری ζ و خطاهای اندازه‌گیری ε همگی به صورت نرمال توزیع شده‌اند و به صورت دو طرفه مستقل بوده و در تمامی متغیرها امید انتظاری صفر دارند.

بردارهای زیر را در نظر بگیرید:

$X' = (x_1, x_2, \dots, x_q)$	متغیرهای برونزای قابل مشاهده علی
$\gamma' = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_q)$	پارامترهای ساختاری (مدل ساختاری)
$y' = (y_1, y_2, \dots, y_p)$	شاخص‌های درونزای قابل مشاهده
$\lambda' = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p)$	پارامترهای ساختاری (مدل اندازه‌گیری)
$\varepsilon' = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p)$	خطاهای اندازه‌گیری
$V' = (V_1, V_2, \dots, V_p)$	انحراف معیار مربوط به ε

^۱. Structural Equation Modeling

معادلات ۱ و ۲ را می توان اینگونه نگاشت:

$$\eta = \gamma'X + \zeta \quad (3)$$

$$y = \lambda\eta + \varepsilon \quad (4)$$

با فرض اینکه $E(\zeta\varepsilon') = 0$ و تعریف $E(\zeta^2) = \sigma^2$ و $E(\varepsilon\varepsilon') = \Theta^2$ ، به طوری که Θ ماتریس قطری $(p \times p)$ است که V در قطر آن قرار دارد. در این معادلات، خطاهای تصادفی ζ و ε به ترتیب $p \times 1$ و اسکالر هستند.

مدل می تواند برای تابعی از متغیرهای قابل مشاهده، به صورت خلاصه شده زیر حل شود:

$$y = \lambda(\gamma'X + \zeta) + \varepsilon = \Pi'X + V \quad (5)$$

شکل خلاصه شده ماتریس ضرایب و بردار جملات اخلاص به ترتیب در زیر نشان داده شده است:

$$\Pi = \gamma\lambda', \quad V = \lambda\zeta + \varepsilon \quad (6)$$

بنابراین، ماتریس کواریانس یا به صورت تلویحی مدل اقتصاد غیررسمی، به صورت زیر به دست می آید:

$$\hat{\Sigma} = E(VV') = \delta^2\lambda\lambda' + \Theta^2 \quad (7)$$

این سیستم معادلات با مشکل شناسایی مواجه است ولی چنانچه یکی از عناصر را به یک مقدار از پیش طراحی شده مقید کنیم، عوامل آن قابل برآورد خواهند بود. البته در این صورت تنها می توان مقادیر نسبی عوامل را برآورد کرد. پس از آن، با استفاده از برآورد بردار و معادله می توان به یک سری زمانی، البته به صورت اعداد رتبه بندی شده (اردینال) برای اقتصاد غیررسمی دست یافت که این البته محدودیت اصلی این روش است.

۴. روش شناسی منطق فازی

منطق فازی نظریه ای برای اقدام در شرایط عدم اطمینان است. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم هایی را که نادقیق و مبهم هستند، چنانچه در عالم واقعیت در بیشتر موارد چنین است، صورت بندی ریاضی ببخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد^۱.

^۱. Zadeh, L.A. (1965).

در بسیاری از تحلیل‌های تجربی در زمینه‌های اقتصادی و مالی از نظریه مجموعه‌های فازی و مدل‌های منطق فازی استفاده می‌شود. بر خلاف روش‌های پارامتری مرسوم، منطق فازی از نیاز به مدلسازی ریاضی محض و فروض توزیعی مربوطه اجتناب می‌کند. منطق فازی توصیفات زبان طبیعی سیاست‌های تصمیم‌گیری را به الگوریتمی که از یک مدل ریاضی استفاده می‌کند، ترجمه می‌نماید. این چنین مدلی شامل فازی‌سازی، استدلال و فازی‌زدایی است. سیستم استدلال فازی را در ادامه شرح می‌دهیم.

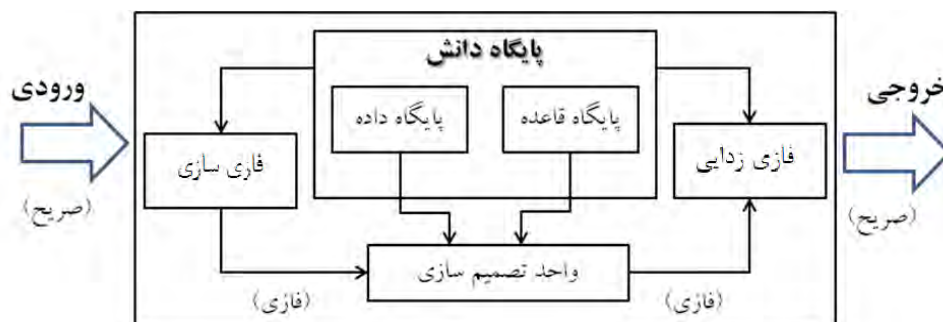
۱.۴. سیستم استدلال فازی

در سیستم‌های استدلال فازی معمولاً دانش افراد خبره با استفاده از قواعدی استخراج شده و مجموعه‌ای از این قواعد، یک پایگاه قاعده فازی را تشکیل می‌دهد که استنتاج از این قواعد با استفاده از سیستم استدلال فازی صورت می‌گیرد.

به صورت کلی، سیستم‌های استدلال فازی از پنج بخش اصلی تشکیل می‌شود (شکل ۲):

- پایگاه قاعده که مجموعه‌ای از قواعد فازی تشکیل شده است،
- پایگاه داده که توابع عضویت مجموعه‌های فازی به کار رفته در قواعد فازی را تعریف می‌نماید،
- واحد تصمیم‌گیری که عملیات استدلال از قواعد را اجرا می‌نماید،
- واسطه فازی‌سازی که عملیات تبدیل ورودی‌های صریح به درجه‌های عضویت در مجموعه‌های فازی یا مقادیر زبانی متناظر آنها را انجام می‌دهد،
- واسطه فازی‌زدایی که نتایج فازی به دست آمده از استنتاج را به خروجی صریح تبدیل می‌کند. معمولاً پایگاه قاعده و پایگاه داده را در یک مجموعه با عنوان پایگاه دانش قرار می‌دهند.

شکل ۲. اجزای سیستم استدلال فازی



در ادبیات منطق فازی، انواع مختلفی از استنتاج‌های فازی پیشنهاد شده که از معروف‌ترین آنها سیستم استدلال سوگنو (۱۹۸۵) و سیستم استدلال ممدانی (۱۹۷۷) هستند. در این پژوهش، از سیستم استدلال ممدانی استفاده شده که در شکل ۳، نحوه استنتاج این سیستم در یک پایگاه قاعده با سه متغیر ورودی، با بردار (x_3, x_2, x_1) ، در بخش فرض و یک متغیر خروجی y ، در بخش نتیجه مشاهده می‌شود.

مراحل اجرایی استدلال فازی (عملیات استنتاج از قواعد اگر-آنگاه فازی) در این سیستم استدلال فازی به شرح زیر است:

۱. مقایسه بردار متغیر ورودی با توابع عضویت در بخش فرض که در نتیجه آن میزان عضویت یا سازگاری متغیر با هر یک از مجموعه‌های فازی یا برجسب‌های زبانی به دست می‌آید (این گام اغلب فازی‌سازی نامیده می‌شود).

به عنوان مثال، درجه عضویت x در مجموعه فازی A_1 در قاعده اول برابر با μ_{A_1} است.

۲. ترکیب مقادیر عضویت متغیرهای ورودی در بخش فرض با استفاده از عملگر T-نرم (معمولاً عملگر حداقل) که از طریق آن "قوه تحریک"^۱ هر قاعده به دست می‌آید.

به عنوان مثال، قوه تحریک قاعده اول (μ_1) به ازای بردار ورودی (x_1, x_2, x_3) ، برابر

^۱. Firing Strength

است با حداقل درجات عضویت سه متغیر ورودی در مجموعه‌های فازی متناظرشان در این قاعده، $(\mu_{CI}, \mu_{BI}, \mu_{AI})$ ، که در شکل ۲ نشان داده‌ایم.

۳. تولید نتایج فازی مناسب برای هر یک از متغیرهای ورودی با توجه به قوه تحریک به دست آمده و مجموعه‌های فازی بخش نتیجه.

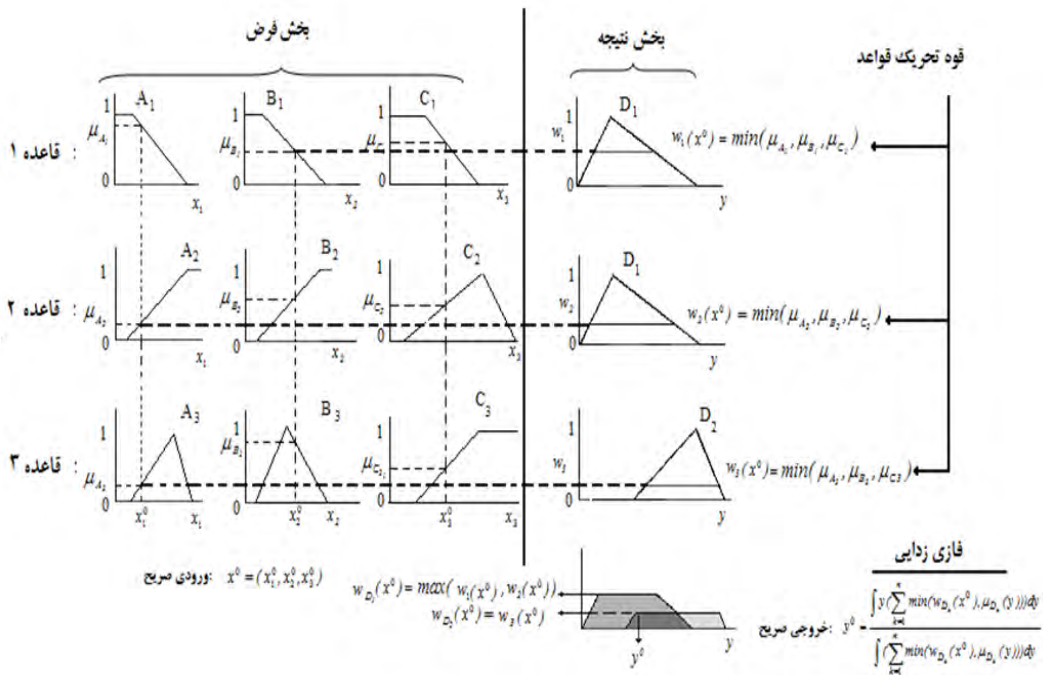
به عنوان مثال، خروجی متناظر با بردار ورودی (x_1, x_2, x_3) مجموعه فازی D_1 را در قاعده اول با قوه تحریک به دست آمده در مرحله پیشین تحریک می‌نماید.

۴. ادغام نتایج فازی به دست آمده از هر یک از قواعد و تولید یک خروجی صریح (این گام فازی‌زدایی نامیده می‌شود). در هنگام ادغام نتایج ممکن است با یک متغیر ورودی، دو قاعده متفاوت با مجموعه فازی یکسان در بخش نتیجه با میزان قوه تحریک‌های مختلف تحریک شوند، که در این حالت با استفاده از یک عملگر S -نرم مناسب (بیشتر اوقات عملگر ماکزیمم) قوه تحریک مربوط به این مجموعه فازی به دست می‌آید.

به عنوان مثال، خروجی متناظر با بردار ورودی (x_1, x_2, x_3) مجموعه فازی D_1 را در قاعده اول با درجه عضویت μ_1 و در قاعده دوم با درجه عضویت μ_2 تحریک می‌نماید که با استفاده از عملگر ماکزیمم، قوه تحریک نهایی بردار ورودی (x_1, x_2, x_3) در مجموعه فازی D_1 به دست می‌آید.

پس از تعیین قوه تحریک هر داده در مجموعه‌های فازی خروجی می‌توان نتایج را با یکدیگر ادغام و نتایج صریح را محاسبه نمود. روش‌های فازی‌زدایی مختلفی پیشنهاد شده که به برخی از آنها مانند مرکز سطح، مرکز مجموع‌های سطوح، روش ارتفاع و روش مرکز بزرگترین سطح می‌توان اشاره نمود. در شکل ۲، روش فازی‌زدایی مرکز مجموع سطوح برای فازی‌زدایی در نظر گرفته شده است.

شکل ۳. سیستم استدلال فازی ممدانی با سه متغیر ورودی و یک متغیر خروجی



۲.۴ کاربرد روش منطق فازی

در مقالات دراسک و گیلز (۲۰۰۲)، تیفانی و همکاران (۲۰۰۶)، شکیبایی و صادقی (۱۳۸۲) و صادقی و شکیبایی (۱۳۸۰) تنها از دو متغیر برای تبیین اقتصاد زیرزمینی استفاده شده و پایگاه قواعد با ۲۵ قاعده تنظیم شده است. متغیرهای توضیحی شامل نرخ مالیات مؤثر و شاخص تنظیم اقتصاد است. در این مطالعات، متغیر اقتصاد زیرزمینی به صورت صریح با مقیاس‌های اقتصاد زیرزمینی بسیار کوچک: صفر، کوچک: ۰/۲۵، متوسط: ۰/۵، بزرگ: ۰/۷۵ و بسیار بزرگ: ۱ منظور شده است. حال آن که در این پژوهش، متغیر اندازه اقتصاد غیررسمی نیز فازی شده است تا بتوان این شاخص را دقیق‌تر برآورد نمود. از نکات مهم دیگر می‌توان به رویکرد مرسوم مطالعات فازی اشاره کرد که از دو سیستم سوگنو و ممدانی استفاده می‌شود و این در حالی است که مطالعات پیش‌گفته از رویکرد استاندارد سوگنو و ممدانی بهره نبرده‌اند.

البته محدودیت استفاده از متغیر در بیشتر موارد به پیچیدگی مدل‌سازی و تشکیل پایگاه قواعد مربوطه ارتباط پیدا کرده که در این پژوهش با بسط رویکرد نظری مطالعات یادشده، سه متغیر به عنوان ورودی در نظر گرفته شده که سیستم استدلال مربوطه را نیز در شکل ۳ نشان داده‌ایم.

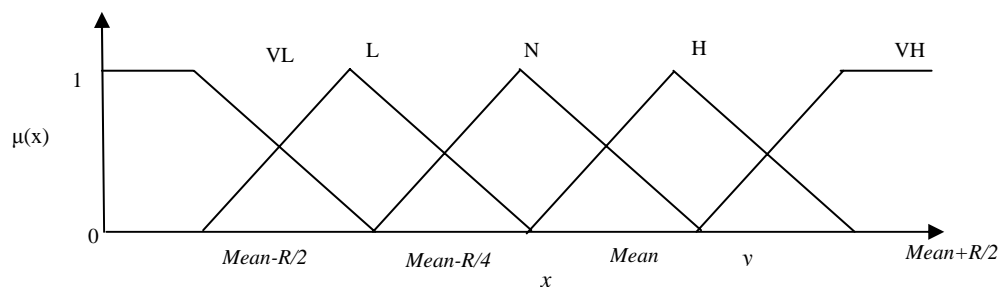
۲.۲.۴. فازی‌سازی

سه شاخص نرخ مؤثر مالیات، حداقل دستمزد واقعی و نرخ بیکاری به عنوان مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر اندازه اقتصاد غیررسمی شناسایی شده‌اند (جدول ۱). این متغیرها براساس مجموعه مطالعات صورت گرفته در این ارتباط شناسایی شده‌اند.

شاخص نرخ مؤثر مالیات، نسبت مالیات بر تولید ناخالص داخلی است. انتظار می‌رود با افزایش نرخ مؤثر مالیات، میزان فعالیت‌های پنهان اقتصادی افزایش یابد. درخصوص حداقل دستمزد واقعی نیز می‌توان اظهار داشت که افزایش آن حاکی از افزایش هزینه‌های کارفرمایان تلقی شده و در نتیجه برخی از کارفرمایان با پنهان کردن فعالیت‌های اقتصادی خود تلاش می‌کنند تا سقف‌های قانونی حداقل دستمزد را نپردازند. این شاخص می‌تواند نماینده مناسبی برای شاخص تنظیمات دولتی در اقتصاد نیز قلمداد شود. همچنین، نرخ بیکاری عامل مؤثری در افزایش انگیزه برای وارد شدن به فعالیت‌های پنهان و غیررسمی اقتصادی است^۱. به منظور فازی‌سازی این متغیرها، در مرحله اول برای هر یک از متغیرهای ورودی عبارات زبانی، خیلی پایین (VL)، پایین (L)، نرمال (N)، بالا (H) و خیلی بالا (VH) و از سوی دیگر، عبارات زبانی خیلی کوچک (VS)، کوچک (S)، متوسط (A)، بزرگ (B) و خیلی بزرگ (VB) به منظور توصیف اندازه اقتصاد غیررسمی در نظر گرفته شدند (شکل‌های ۴ و ۵). سپس، برای هر یک از عبارات زبانی متغیرهای ورودی، توابع عضویت مثلثی با تعیین میانگین (Mean) و دامنه (R) داده‌ها به دست آمد، که نحوه محاسبه آنها در جدول ۳ مشاهده می‌شود. توابع عضویت مجموعه‌های فازی خروجی نیز با تعیین مقیاس مورد نظر برای شاخص اندازه اقتصاد غیررسمی تعیین و در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

۱. در بیشتر مقالات نیز از متغیرهای پیشنهادی این پژوهش بهره برده‌اند، با این تفاوت که در این پژوهش از شاخص حداقل دستمزد واقعی به عنوان متغیر جایگزین میزان تنظیم دولت در اقتصاد استفاده شده است (برای مثال بسیاری از فعالیت‌های خدماتی در اقتصاد کشور نظیر فروشندگی، منشی‌گری و غیره به واسطه گریز کارفرما از مشمول شدن در قانون کار و در نتیجه، پرداخت حق بیمه و حداقل دستمزد واقعی، فعالیت‌های پنهان اقتصادی به شمار می‌روند).

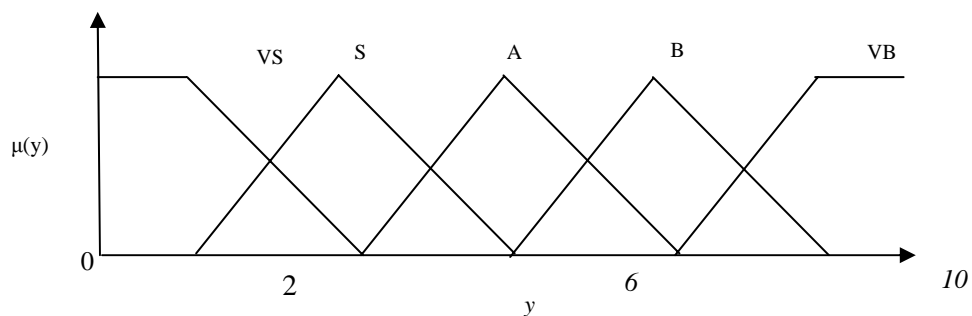
شکل ۴. نمایش توابع عضویت بخش فرض



جدول ۳. توابع عضویت متغیرهای بخش فرض

$\mu_{VL}(x) = 1$	If $x \leq \text{Mean} - R/2$
$\mu_{VL}(x) = \frac{\text{Mean} - R/4 - x}{R/4}$	If $\text{Mean} - R/2 \leq x \leq \text{Mean} - R/4$
$\mu_L(x) = \frac{x - \text{Mean} + R/2}{R/4}$	If $\text{Mean} - R/2 \leq x \leq \text{Mean} - R/4$
$\mu_L(x) = \frac{\text{Mean} - x}{R/4}$	If $\text{Mean} - R/4 \leq x \leq \text{Mean}$
$\mu_N(x) = \frac{x - \text{Mean} + R/4}{R/4}$	If $\text{Mean} - R/4 \leq x \leq \text{Mean}$
$\mu_N(x) = \frac{\text{Mean} + R/4 - x}{R/4}$	If $\text{Mean} \leq x \leq \text{Mean} + R/4$
$\mu_H(x) = \frac{x - \text{Mean}}{R/4}$	If $\text{Mean} \leq x \leq \text{Mean} + R/4$
$\mu_H(x) = \frac{\text{Mean} + R/2 - x}{R/4}$	If $\text{Mean} + R/4 \leq x \leq \text{Mean} + R/2$
$\mu_{VH}(x) = \frac{x - \text{Mean} - R/4}{R/4}$	If $\text{Mean} + R/4 \leq x \leq \text{Mean} + R/2$
$\mu_{VH}(x) = 1$	If $x \geq \text{Mean} + R/2$

شکل ۵. نمایش توابع عضویت بخش نتیجه (اقتصاد غیررسمی)



جدول ۴. توابع عضویت اندازه اقتصاد غیررسمی

$\mu_{VS}(y) = 1$	If $y \leq 2$
$\mu_{VS}(y) = -y/2 + 2$	If $2 \leq y \leq 4$
$\mu_S(y) = y/2 - 1$	If $2 \leq y \leq 4$
$\mu_S(x) = -y/2 + 3$	If $4 \leq y \leq 6$
$\mu_A(y) = y/2 - 2$	If $4 \leq y \leq 6$
$\mu_A(y) = -y/2 + 4$	If $6 \leq y \leq 8$
$\mu_B(y) = y/2 - 3$	If $6 \leq y \leq 8$
$\mu_B(y) = -y/2 + 5$	If $8 \leq y \leq 10$
$\mu_{VB}(y) = y/2 - 4$	If $8 \leq y \leq 10$
$\mu_{VB}(y) = 1$	If $y \geq 10$

در جدول‌های ۵، ۶، و ۷ میزان عضویت هر یک از متغیرهای ورودی و داده‌های مربوط به سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۹، به مجموعه‌های فازی متناظر آمده است (عملیات محاسباتی مربوطه با استفاده از برنامه‌نویسی Visual Basic در محیط نرم‌افزار Excel انجام شده است).

۳.۴. پایگاه قواعد فازی

پس از تعیین توابع عضویت فازی برای هر یک از عبارات زبانی مربوط به متغیرهای ورودی و متغیر خروجی، پایگاه قواعد مبتنی بر دانش خبره تشکیل می‌شود که در این خصوص از نظرات خبرگان اقتصادی استفاده کرده‌ایم. با توجه به اینکه برای هر یک از سه متغیر ورودی پنج مجموعه فازی تعریف کرده‌ایم، تعداد کل قواعد فازی برابر با $5^3 = 125$ می‌شود که در جدول ۸، قابل مشاهده است.

به عنوان مثال، قاعده اول بیان می‌کند که:

اگر حداقل دستمزد واقعی خیلی بالا، نرخ مؤثر مالیات خیلی بالا و نرخ بیکاری خیلی باشد، اندازه

اقتصاد غیررسمی خیلی بزرگ خواهد بود.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، قاعده بالا منطبق با برداشت منطقی فرد خبره از تأثیر این

متغیرها بر اندازه اقتصاد غیررسمی است. از این رو قواعد فازی بر خلاف مدلسازی‌های ریاضی دیگر، به سادگی قابل درک و کاربرد هستند.

درجه یا ضریب تعدیل (d) هر قاعده به منظور تعدیل در مجموعه‌های فازی خروجی مورد استفاده

قرار می‌گیرد. در واقع، با اعمال ضریب تعدیل بر مجموعه فازی، خروجی یک مجموعه فازی تعدیل

یافته به دست می‌آید. این ضریب نشان‌دهنده شدت تعلق یا عضویت اندازه اقتصاد غیررسمی (خروجی

قاعده) به تابع عضویت یا عبارت زبانی مربوطه است. به عنوان مثال، عضویت اندازه اقتصاد غیررسمی

به مجموعه خیلی بزرگ (VB) در قاعده یک نسبت به قاعده دو که دارای نرخ مؤثر مالیاتی (ETB)

پایین‌تری است ($H < VH$)، باید بیشتر باشد، که ضریب درجه تعدیل، برابر با 0.9 ، در قوه تحریک این

قاعده برای این منظور صورت می‌گیرد.

۴.۴. استدلال فازی

پس از ساخت پایگاه قواعد فازی، می‌توان عملیات استدلال فازی را روی آن انجام داد. سیستم

استدلال کاربردی در این مطالعه از نوع سیستم استدلال ممدانی است. ابتدا قوه تحریک داده‌ها برای

قواعد به دست می‌آید. بدین منظور از عملگر حداقل (min) به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$w_{UE_i} = \min(\mu_{RMW_i}(x), \mu_{ITB_i}(x), \mu_{UR_i}(x)).d_i \quad (۸)$$

که در آن، x بردار داده ورودی شامل مقادیر متغیرهای حداقل دستمزد واقعی، نرخ مؤثر مالیات و نرخ بیکاری، i شماره قاعده و RMW_i ، ETB_i و UR_i عبارات زبانی متغیرهای ورودی، d_i درجه قاعده i ام، UE_i عبارت زبانی مربوط به اندازه اقتصاد غیررسمی در قاعده i ام و w_{UE_i} قوه تحریک x در مجموعه فازی یا عبارت زبانی UE_i در قاعده i ام است.

به عنوان مثال، قوه تحریک داده‌های مربوط به سال ۱۳۵۱ در قاعده ۳۰ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$w_A(x_{1351}) = \min(\mu_{VL}(x_{RMW}), \mu_{VH}(x_{ITB}), \mu_H(x_{UR})) \times d_{30} \\ = \min(0.310, 1, 0.230) \times 0.8 = 0.184 \quad (9)$$

اگر داده x چند قاعده با عبارت زبانی خروجی یکسان را تحریک کند، با استفاده از عملگر حداکثر (\max) قوه تحریک نهایی x متناظر با آن عبارت زبانی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$w_M(x) = \max(\mu_{SI_i}(x), \mu_{SI_j}(x)), \text{ if } SI_i = SI_j = M \quad (10)$$

به عنوان مثال، داده مربوط به سال ۱۳۵۱ علاوه بر قاعده ۳۰، قواعد ۵۴ و ۵۵ که عبارت زبانی خروجی آن نیز متوسط A است، با قوه‌های تحریک ۰/۵۵۲ و ۰/۳۱۰ تحریک می‌نماید که قوه تحریک نهایی عبارت زبانی متوسط A برای داده سال ۱۳۵۱ برابر خواهد بود با:

$$\mu_A(x_{1351}) = \max(0.184, 0.552, 0.310) = 0.552 \quad (11)$$

قوه تحریک هر یک از مجموعه‌های فازی خروجی از پیش تعیین شده به ازای داده‌های مورد مطالعه در جدول ۷ مشاهده می‌شود. در واقع، در این مرحله خروجی فازی متناظر با هر یک از داده‌های ورودی به دست می‌آید.

۵.۴. فازی‌زدایی

پس از اجرای استدلال فازی، نتایج فازی به دست می‌آید. دستیابی به یک شاخص به منظور مقایسه داده‌های مختلف بر اساس اندازه اقتصاد غیررسمی مرتبط با آنها، مستلزم اجرای عملیات فازی‌زدایی است. در این بررسی از روش فازی‌زدایی مرکز مجموع سطوح بر اساس رابطه زیر استفاده کرده‌ایم.

$$y_0 = \frac{\int y \left(\sum_{k=1}^n \min(w_{D_k}(x), \mu_{D_k}(y)) \right) dy}{\int \left(\sum_{k=1}^n \min(w_{D_k}(x), \mu_{D_k}(y)) \right) dy} = \quad (12)$$

$$= \frac{\int y (\min(w_S(x), \mu_{VS}(y)) + \min(w_S(x), \mu_S(y)) + \min(w_A(x), \mu_A(y)) + \min(w_B(x), \mu_B(y)) + \min(w_B(x), \mu_{VB}(y))) dy}{\int (\min(w_S(x), \mu_{VS}(y)) + \min(w_S(x), \mu_S(y)) + \min(w_A(x), \mu_A(y)) + \min(w_B(x), \mu_B(y)) + \min(w_B(x), \mu_{VB}(y))) dy}$$

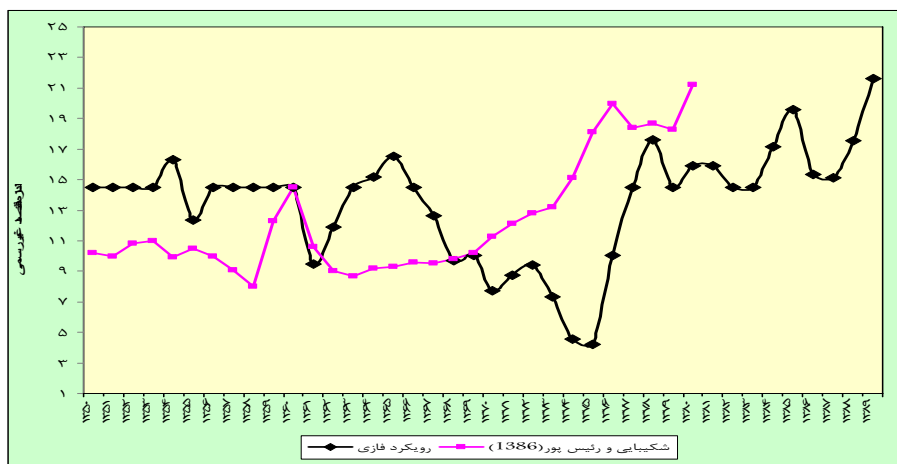
در این رابطه، $w_{D_k}(x)$ قوه تحریک بردار ورودی x در مجموعه فازی D_k است که در مرحله

قبلی تعیین شد و y_0 خروجی صریح به دست آمده، به ازای بردار ورودی x است.

شکل ۶. مقایسه اندازه اقتصاد غیررسمی رویکرد منطق فازی با روش MIMIC

(مطالعه شکلیایی و رئیس پور (۱۳۸۶))

(درصد از GDP)



مأخذ: یافته‌های پژوهش.

جدول ۱۰. اندازه اقتصاد غیررسمی در رویکردهای فازی و MIMIC

(درصد از GDP)

سال	فازی	شکلیابی و رئیس پور (MIMIC)	سال	فازی	شکلیابی و رئیس پور (MIMIC)
۱۳۵۰	۱۴/۵	۱۰/۲	۱۳۷۰	۷/۷	۱۱/۳
۱۳۵۱	۱۴/۵	۱۰	۱۳۷۱	۸/۷	۱۲/۱
۱۳۵۲	۱۴/۵	۱۰/۸	۱۳۷۲	۹/۴	۱۲/۸
۱۳۵۳	۱۴/۵	۱۱	۱۳۷۳	۷/۳	۱۳/۲
۱۳۵۴	۱۶/۳	۹/۹	۱۳۷۴	۴/۶	۱۵/۱
۱۳۵۵	۱۲/۴	۱۰/۵	۱۳۷۵	۴/۲	۱۸/۱
۱۳۵۶	۱۴/۵	۱۰	۱۳۷۶	۱۰/۰	۲۰
۱۳۵۷	۱۴/۵	۹/۱	۱۳۷۷	۱۴/۵	۱۸/۴
۱۳۵۸	۱۴/۵	۸	۱۳۷۸	۱۷/۶	۱۸/۷
۱۳۵۹	۱۴/۵	۱۲/۳	۱۳۷۹	۱۴/۵	۱۸/۳
۱۳۶۰	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۳۸۰	۱۵/۹	۲۱/۲
۱۳۶۱	۹/۵	۱۰/۶	۱۳۸۱	۱۵/۹	
۱۳۶۲	۱۱/۹	۹	۱۳۸۲	۱۴/۵	
۱۳۶۳	۱۴/۵	۸/۷	۱۳۸۳	۱۴/۵	
۱۳۶۴	۱۵/۲	۹/۲	۱۳۸۴	۱۷/۲	
۱۳۶۵	۱۶/۵	۹/۳	۱۳۸۵	۱۹/۶	
۱۳۶۶	۱۴/۵	۹/۶	۱۳۸۶	۱۵/۴	
۱۳۶۷	۱۲/۶	۹/۵	۱۳۸۷	۱۵/۱	
۱۳۶۸	۹/۷	۹/۸	۱۳۸۸	۱۷/۵	
۱۳۶۹	۱۰/۰	۱۰/۲	۱۳۸۹	۲۱/۶	

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

نتایج صریح شاخص اندازه اقتصاد غیررسمی در سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۹ با استفاده از رویکرد ارائه شده در این مطالعه به دست آمده و در شکل ۶ نشان داده شده است. در شکل مذکور مقادیر به دست آمده توسط روش MIMIC در مطالعه شکلیابی و رئیس پور (۱۳۸۶) نیز به منظور مقایسه با روش فازی ارائه شده است، از این جهت مطالعه شکلیابی و رئیس پور برای مقایسه انتخاب شده که هم از رویکرد متفاوتی استفاده کرده و هم اینکه نسبت به مطالعات دیگر صورت گرفته، از نظر زمانی به دوره مورد بررسی

این پژوهش نزدیکتر است. همان طور که مشاهده می شود، نتایج متفاوتی برای اندازه اقتصاد غیررسمی ایران ارائه شده است که این موضوع بیشتر به تفاوت در رویکرد و نیز متغیرهای مورد بررسی مربوط می شود.

با در نظر گرفتن سه متغیر ورودی نرخ مؤثر مالیات، نرخ بیکاری و حداقل دستمزد واقعی به عنوان متغیرهای اصلی در تعیین میزان اقتصاد غیررسمی و تشکیل پایگاه قواعد که مبتنی بر اجماع متخصصان حوزه مربوطه است، در نهایت، اندازه اقتصاد غیررسمی برای دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۹ را استخراج کرده ایم. گفتنی است که استخراج اندازه اقتصاد غیررسمی به صورت درصدی از GDP نیازمند اطلاعات تکمیلی است. برای این منظور سال ۱۳۶۰ را به عنوان سال مبنا انتخاب کردیم؛ چرا که همانند مطالعاتی که برخی دیگر از پژوهشگران نظیر عرب مازار یزدی (۱۳۸۰) و شکیبایی و رئیس پور (۱۳۸۶) انجام داده اند، از برآورد اقتصاد سایه ای مربوط به سال ۱۳۶۰ که توسط خلعتبری (۱۹۹۴) صورت گرفته است، استفاده کردیم. برآورد خلعتبری از اندازه اقتصاد سایه ای، برابر ۱۴/۵ درصد اقتصاد رسمی بوده است.

بر اساس نتایج برآوردی، روند صعودی اندازه اقتصاد غیررسمی در سال های اخیر با ثبت رقم ۴/۲ درصد از GDP در سال ۱۳۷۵ آغاز شد که با تداوم این روند - البته همراه با نوسان در سال های بعد - به ۲۱/۲ درصد در سال ۱۳۸۹ می رسد.

در خصوص پایین بودن اندازه اقتصاد غیررسمی در سال های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ به ترتیب به میزان ۴/۶ و ۴/۲ درصد از GDP می توان به ترتیب به حداقل بودن نرخ مالیات مؤثر و نرخ بیکاری به ترتیب به میزان ۰/۳۹ و ۸/۹ درصد در بین سال های مورد بررسی اشاره کرد. همچنین، در خصوص سال ۱۳۸۹ نیز با توجه به بالا بودن نرخ بیکاری در این سال (۱۳/۵ درصد)^۱، و نیز بالا بودن نرخ مالیات مؤثر به میزان ۰/۰۸۴ و در حداکثر قرار داشتن دستمزد واقعی در بین سال های مورد بررسی، برآوردها نیز حاکی از نرخ بالای ۲۱/۲ درصدی اقتصاد غیررسمی در این سال است (جدول ۲).

^۱. نرخ بیکاری سال ۱۳۸۹، پیش بینی است.

۵. نتیجه‌گیری

اندازه، روند و رفتار دوره‌ای اقتصاد غیررسمی کالا از موضوع‌های مهم در فرموله (رابطه‌مند) کردن سیاست‌های مالی و کلان اقتصادی کشورها قلمداد می‌شود. اقتصاد غیررسمی کالا متغیری پنهان بوده و از این رو تعیین اینکه کدام مدل به دقت بالاتری روند آن را برآورد می‌کند، کاری بسیار دشوار است. در این مطالعه، منطق فازی را برای برآورد شاخص اندازه اقتصاد غیررسمی کالا در اقتصاد ایران به کار گرفتیم. دو مزیت اصلی برای استفاده از منطق فازی وجود دارد: اول اینکه در مقایسه با روش پارامتری مرسوم، منطق فازی نیازی به مدلسازی ریاضی پیچیده و غیرمنعطف و نیز فروض توزیعی مربوطه ندارد؛ دوم، قواعد فازی که با عبارات زبانی بیان می‌شوند، به راحتی قابل فهم هستند. دولت به راحتی می‌تواند این قواعد را برای سیاست‌گذاری در کنترل ابعاد اقتصاد غیررسمی به کار گیرد. با توجه به نتایج این پژوهش، میانگین اندازه اقتصاد غیررسمی در دوره مورد بررسی ۱۳/۵ درصد برآورد شده که اختلاف اندکی با برآورد شکیبایی و رئیس‌پور یعنی ۱۲/۳ درصد دارد، و این در حالی است که انحراف معیار یافته‌های مطالعه حاضر (۳/۷۲) نسبت به مطالعه شکیبایی و رئیس‌پور (۳/۷۸) پایین‌تر می‌باشد. هر چند اختلاف در نتایج به خصوص در ارتباط با برآوردهای یک متغیر غیرقابل مشاهده، عمدتاً به تفاوت در رویکردهای مدلسازی و نیز متغیرهای مورد استفاده مربوط می‌شود.

منابع

- ۱- اسفندیاری، علی اصغر و مهربانی، فاطمه. (۱۳۸۵). بررسی اقتصاد زیرزمینی از دو روش شکاف درآمد هزینه خانوار و نسبت نقد. پژوهشنامه اقتصادی. شماره ۲.
- ۲- اسفندیاری، علی اصغر و جمال منش، آرش. (۱۳۸۱). اقتصاد زیرزمینی و تأثیر آن بر اقتصاد ملی. پژوهشنامه اقتصادی. شماره ۲.
- ۳- اسفندیاری، علی و جمال منش، آرش. (۱۳۸۱). اقتصاد زیرزمینی و تأثیر آن بر اقتصاد ملی. مجله برنامه و بودجه، شماره ۷۷.
- ۴- اشرفزاده، حمید و مهرگان، نادر. (۱۳۷۸). تخمین حجم فعالیت‌های اقتصادی زیرزمینی در ایران با استفاده از روش تقاضا برای اسکناس و مسکوک در گردش. سومین همایش ملی بررسی پدیده قاچاق کالا و راه‌های پیشگیری آن، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵- پایگاه اطلاعات بانک مرکزی ایران: <http://tsd.cbi.ir>
- ۶- توماس، جی جی. ریسک‌اویج، راتول. (۱۳۷۶). اقتصاد غیررسمی. ترجمه منوچهر نوربخش و کامران سپهری. موسسه تحقیقات پولی و بانکی.
- ۷- خلعتبری، فیروزه. (۱۳۶۹). اقتصاد زیرزمینی. مجله رونق، سال اول شماره ۱ و ۲.
- ۸- شکیبایی، علیرضا و صادقی، حسین. (۱۳۸۲). مدلسازی اقتصاد زیرزمینی با روش منطق فازی. مجله تحقیقات اقتصادی. شماره ۶۲.
- ۹- صادقی، حسین و شکیبایی، علیرضا. (۱۳۸۰). فرار مالیاتی و اندازه اقتصاد زیرزمینی ایران (با روش اقتصادسنجی فازی). نامه مفید. شماره ۲۷.
- ۱۰- طاهر فر، کورش. (۱۳۷۶). نقش فعالیت‌های اقتصاد زیرزمینی در ایران با تأکید بر انگیزه فرار مالیاتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۱۱- عرب مازار یزدی، علی. (۱۳۸۰). اقتصاد سیاه در ایران: اندازه، علل و آثار آن در سه دهه اخیر. مجله برنامه و بودجه، شماره ۶۲ و ۶۳.

۱۲- نیلی، مسعود و ملکی، منصور. (۱۳۸۵). اقتصاد غیررسمی: علل ایجاد، روش‌های تخمین و اثرات آن بر بخش رسمی. فصلنامه شریف. شماره ۳۶.

- 13- Becker, Gary, S. (1974). A Theory of Social Interactions. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, Vol. 82(6). PP. 1063-93. Nov-Dec.
- 14- Deflem, M and Turner, Henry, K.(2001). Smuggling, *The Encyclopedia of Criminology and Deviant Behaviour*. Clifton D. Bryant. Editor-in-Chief. Volume 2. Crime and Juvenile Delinquency.
- 15- Draeseke, R and Giles, D.E.A.(2002). A Fuzzy Logic Approach to Modeling the Newzealand Underground Economy. *Math. Comput. Simulat.* 59. PP. 115–123.
- 16- Hui-Kuang Yu, Tiffany., Wang, Han-Min, David. and Chen, Su-Jane.(2006). A Fuzzy Logic Approach to Modeling the Underground Economy in Taiwan. *Physica*, No. 362, PP. 471–479.
- 17- Karlinger, Liliane.(2009). The Underground Economy in the Late 1990s: Evading Taxes or Evading Competition? *World Development* Vol. 37, No. 10, PP. 1600–1611.
- 18- Lippert, O and Walker, M.(1997). (Eds.) *The Underground Economy: Global Evidences of its Size and Impact*. The razer Institute. Vancouver. BC.
- 19- Mamdani, E.H.(1977). Application of Fuzzy Set Theory to Control Systems. in Gupta et al. PP. 77-88.
- 20- Schneider, F and Enste, D. (2000). Shadow Economies: Size, Cause and Consequences. *The journal of Economic literature*. xxxvlll. PP. 77-114.
- 21- Sugeno, M. (1985). *Industrial Applications of Fuzzy Control*. Elsevier Science Pub. Co.
- 22- Thomas, J.J.(1992). *Informal Economic Activity*. LSE Handbooks in Economics. Harvester Wheatsheaf. London.
- 23- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Inf. Control* 8.
- 24- Zadeh, L.A. (1994). Fuzzy Logic, Neural Networks and Coftware Computing, *Commun. ACM* 37 (3) PP. 77–84.

پیوست:

جدول ۲. روند نرخ بیکاری، نرخ مالیات مؤثر و شکاف نرخ ارز در دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۵

سال	(RMW حداقل دستمزد واقعی)	(ETB نرخ مالیات مؤثر)	(UR نرخ بیکاری)
۱۳۵۰	۱۲۲۷۹۶/۲	-/۰۸۶	۱۰/۶
۱۳۵۱	۱۴۴۴۷۷/۴	-/۰۸۵	۱۲/۳
۱۳۵۲	۱۶۹۹۸۶/۷	-/۰۷۷	۱۲/۹
۱۳۵۳	۲۰۰۰۰۰/۰	-/۰۵۳	۱۳/۸
۱۳۵۴	۲۳۵۳۱۲/۵	-/۰۸۳	۱۲/۵
۱۳۵۵	۲۳۱۳۱۵/۸	-/۰۷۸	۱۰/۲
۱۳۵۶	۲۳۵۰۰۰/۰	-/۰۸۷	۹/۸
۱۳۵۷	۲۴۲۳۰۷/۷	-/۰۹۳	۱۰/۲
۱۳۵۸	۵۸۶۵۵۱/۷	-/۰۶۱	۹/۲
۱۳۵۹	۵۲۹۱۶۶/۷	-/۰۵۴	۹/۸
۱۳۶۰	۴۳۲۹۵۴/۵	-/۰۷۲	۱۰/۰
۱۳۶۱	۳۵۹۴۳۴/۰	-/۰۶۱	۹/۷
۱۳۶۲	۳۱۷۵۰۰/۰	-/۰۶۴	۹/۴
۱۳۶۳	۲۸۴۳۲۸/۴	-/۰۶۶	۱۱/۲
۱۳۶۴	۳۰۴۲۳۵/۴	-/۰۷۲	۱۲/۴
۱۳۶۵	۲۴۵۴۵۴/۵	-/۰۷۰	۱۴/۱
۱۳۶۶	۲۰۱۷۶۹/۹	-/۰۵۷	۱۳/۸
۱۳۶۷	۱۷۱۷۲۴/۱	-/۰۴۹	۱۴/۱
۱۳۶۸	۱۴۵۶۱۴/۰	-/۰۴۷	۱۴/۱
۱۳۶۹	۱۶۱۲۹۰/۳	-/۰۴۹	۱۲/۸
۱۳۷۰	۲۲۳۲۵۸/۹	-/۰۵۷	۱۱/۱
۱۳۷۱	۲۴۳۷۶۳/۴	-/۰۵۹	۱۱/۳
۱۳۷۲	۲۶۱۸۶۵/۹	-/۰۴۱	۱۱/۵
۱۳۷۳	۲۵۲۳۱۱/۰	-/۰۴۲	۱۱/۱
۱۳۷۴	۲۲۱۲۱۲/۴	-/۰۳۹	۱۰/۳
۱۳۷۵	۲۴۳۲۰۴/۲	-/۰۵۰	۸/۹
۱۳۷۶	۲۵۴۴۶۰/۰	-/۰۵۹	۱۱/۵
۱۳۷۷	۲۵۱۴۸۱/۸	-/۰۷۶	۱۲/۷
۱۳۷۸	۲۵۵۱۶۹/۳	-/۰۹۳	۱۳/۱
۱۳۷۹	۲۸۶۷۹۴/۰	-/۰۶۳	۱۴/۰
۱۳۸۰	۳۱۹۲۳۴/۳	-/۰۶۳	۱۴/۷
۱۳۸۱	۳۳۹۰۵۸/۳	-/۰۵۵	۱۳/۸
۱۳۸۲	۳۵۸۲۶۲/۰	-/۰۵۸	۱۳/۰
۱۳۸۳	۳۸۱۳۴۲/۴	-/۰۵۸	۱۲/۳
۱۳۸۴	۴۱۱۸۲۸/۳	-/۰۷۳	۱۲/۹
۱۳۸۵	۴۲۹۱۸۴/۵	-/۰۶۷	۱۵/۱
۱۳۸۶	۴۴۲۲۳۴	-/۰۶۷	۱۰/۶
۱۳۸۷	۴۲۳۱۹۱	-/۰۷۱	۱۰/۵
۱۳۸۸	۴۵۸۳۲۹	-/۰۸۴	۱۲/۰
۱۳۸۹	۴۶۸۰۹۸	-/۰۸۴	۱۳/۵

مأخذ: مرکز آمار، بانک مرکزی و محاسبات این پژوهش (نرخ بیکاری و نرخ مالیات مؤثر برای سال ۱۳۸۹ برآورد شده‌اند).

جدول ۵. درجه عضویت حداقلی دستمزد واقعی در دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۹ در مجموعه‌های فازی متناظر

سال	RMW	VL	L	N	H	VH
۱۳۵۰	۱۲۲۷۹۶/۲	۰/۴۹۷	۰/۵۰۳			
۱۳۵۱	۱۲۴۴۷۷/۴	۰/۳۱۰	۰/۶۹۰			
۱۳۵۲	۱۶۹۹۸۶/۷	۰/۰۹۰	۰/۹۱۰			
۱۳۵۳	۲۰۰۰۰/۰		۰/۸۳۱	۰/۱۶۹		
۱۳۵۴	۲۳۵۳۱۲/۵		۰/۵۲۶	۰/۴۷۴		
۱۳۵۵	۲۳۱۲۱۵/۸		۰/۵۶۱	۰/۴۳۹		
۱۳۵۶	۲۲۵۰۰۰/۰		۰/۶۱۵	۰/۳۸۵		
۱۳۵۷	۲۴۲۲۰۷/۷		۰/۴۶۶	۰/۵۳۴		
۱۳۵۸	۵۸۶۵۵۱/۷					۱/۰۰۰
۱۳۵۹	۵۲۹۱۶۶/۷					۱/۰۰۰
۱۳۶۰	۴۲۲۹۵۴/۵				۰/۸۲۱	۰/۱۷۹
۱۳۶۱	۳۵۹۴۳۴/۰			۰/۴۵۶	۰/۵۴۴	
۱۳۶۲	۳۱۷۵۰۰/۰			۰/۸۱۷	۰/۱۸۳	
۱۳۶۳	۲۸۴۳۲۸/۴		۰/۱۰۳	۰/۸۹۷		
۱۳۶۴	۳۰۴۲۲۵/۴			۰/۹۳۲	۰/۰۶۸	
۱۳۶۵	۲۴۵۴۵۴/۵		۰/۴۳۹	۰/۵۶۱		
۱۳۶۶	۲۰۱۷۶۹/۹		۰/۸۱۵	۰/۱۸۵		
۱۳۶۷	۱۷۱۷۲۴/۱	۰/۰۷۵	۰/۹۲۵			
۱۳۶۸	۱۴۵۶۱۴/۰	۰/۳۰۰	۰/۷۰۰			
۱۳۶۹	۱۶۱۲۹۰/۳	۰/۱۶۵	۰/۸۳۵			
۱۳۷۰	۲۲۳۲۵۸/۹		۰/۶۳۰	۰/۳۷۰		
۱۳۷۱	۲۳۷۶۳۲/۴		۰/۴۵۳	۰/۵۴۷		
۱۳۷۲	۲۶۱۸۶۵/۹		۰/۲۹۷	۰/۷۰۳		
۱۳۷۳	۲۵۲۳۱۱/۰		۰/۳۸۰	۰/۶۲۰		
۱۳۷۴	۲۲۱۲۱۲/۴		۰/۵۶۱	۰/۴۳۹		
۱۳۷۵	۲۴۲۲۰۴/۲		۰/۴۵۸	۰/۵۴۲		
۱۳۷۶	۲۵۴۴۶۰/۰		۰/۳۶۱	۰/۶۳۹		
۱۳۷۷	۲۵۱۴۸۱/۸		۰/۳۸۷	۰/۶۱۳		
۱۳۷۸	۲۵۵۱۶۹/۳		۰/۳۵۵	۰/۶۴۵		
۱۳۷۹	۲۸۶۷۹۴/۰		۰/۰۸۲	۰/۹۱۸		
۱۳۸۰	۳۱۹۲۲۴/۳			۰/۸۰۲	۰/۱۹۸	
۱۳۸۱	۳۳۹۰۵۸/۳			۰/۶۳۱	۰/۳۶۹	
۱۳۸۲	۳۵۸۲۶۲/۰			۰/۴۶۶	۰/۵۳۴	
۱۳۸۳	۳۸۸۳۴۲/۴			۰/۳۰۶	۰/۷۹۴	
۱۳۸۴	۴۱۱۸۲۸/۳			۰/۰۰۴	۰/۹۹۶	
۱۳۸۵	۴۲۹۱۸۴/۵				۰/۸۵۴	۰/۱۴۶
۱۳۸۶	۴۴۲۲۳۴				۰/۷۴۱	۰/۲۵۹
۱۳۸۷	۴۲۳۱۹۱				۰/۹۰۶	۰/۰۹۴
۱۳۸۸	۴۵۸۳۲۹				۰/۶۰۳	۰/۳۹۷
۱۳۸۹	۴۶۸۰۹۸				۰/۵۱۸	۰/۴۸۲

جدول ۶. درجه عضویت نرخ مالیات مؤثر (ETB) دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۹ در مجموعه های فازی متناظر

سال	ETB	VL	L	N	H	VH
۱۳۵۰	۰/۰۸۶				۰/۵۲۸	۰/۴۷۲
۱۳۵۱	۰/۰۸۵				۰/۵۷۲	۰/۴۲۸
۱۳۵۲	۰/۰۷۷			۰/۱۷۰	۰/۸۲۰	
۱۳۵۳	۰/۰۵۲		۰/۹۰۱	۰/۰۹۹		
۱۳۵۴	۰/۰۸۲				۰/۷۳۲	۰/۲۶۸
۱۳۵۵	۰/۰۷۸			۰/۰۸۱	۰/۹۱۹	
۱۳۵۶	۰/۰۸۷				۰/۴۴۳	۰/۵۵۷
۱۳۵۷	۰/۰۹۲					۱/۰۰۰
۱۳۵۸	۰/۰۶۱		۰/۳۵۷	۰/۶۴۲		
۱۳۵۹	۰/۰۵۴		۰/۸۴۴	۰/۱۵۶		
۱۳۶۰	۰/۰۷۲			۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	
۱۳۶۱	۰/۰۶۱		۰/۳۴۰	۰/۶۶۰		
۱۳۶۲	۰/۰۶۴		۰/۱۱۱	۰/۸۸۹		
۱۳۶۳	۰/۰۶۶			۰/۹۴۷	۰/۰۵۳	
۱۳۶۴	۰/۰۷۲			۰/۵۵۲	۰/۴۴۸	
۱۳۶۵	۰/۰۷۰			۰/۶۸۳	۰/۳۱۷	
۱۳۶۶	۰/۰۵۷		۰/۵۹۳	۰/۴۰۷		
۱۳۶۷	۰/۰۴۹	۰/۲۲۶	۰/۷۷۴			
۱۳۶۸	۰/۰۴۷	۰/۲۳۴	۰/۶۶۶			
۱۳۶۹	۰/۰۴۹	۰/۲۰۵	۰/۷۹۵			
۱۳۷۰	۰/۰۵۷		۰/۶۲۰	۰/۳۸۰		
۱۳۷۱	۰/۰۵۹		۰/۵۱۵	۰/۴۸۵		
۱۳۷۲	۰/۰۴۱	۰/۸۳۲	۰/۱۶۸			
۱۳۷۳	۰/۰۴۲	۰/۷۵۱	۰/۲۴۹			
۱۳۷۴	۰/۰۳۹	۰/۹۵۷	۰/۰۴۳			
۱۳۷۵	۰/۰۵۰	۰/۱۰۸	۰/۸۹۲			
۱۳۷۶	۰/۰۵۹		۰/۴۴۸	۰/۵۵۲		
۱۳۷۷	۰/۰۷۶			۰/۲۵۴	۰/۷۴۶	
۱۳۷۸	۰/۰۹۲				۰/۰۹۰	۰/۹۹۰
۱۳۷۹	۰/۰۶۲		۰/۱۵۴	۰/۸۴۶		
۱۳۸۰	۰/۰۶۳		۰/۱۹۷	۰/۸۰۳		
۱۳۸۱	۰/۰۵۵		۰/۷۴۸	۰/۲۵۲		
۱۳۸۲	۰/۰۵۸		۰/۵۶۰	۰/۴۴۰		
۱۳۸۳	۰/۰۵۸		۰/۵۵۴	۰/۴۴۶		
۱۳۸۴	۰/۰۷۲			۰/۴۸۷	۰/۵۱۳	
۱۳۸۵	۰/۰۶۷			۰/۸۸۹	۰/۱۱۱	
۱۳۸۶	۰/۰۶۷			۰/۸۹۳	۰/۱۰۷	
۱۳۸۷	۰/۰۷۱			۰/۶۰۳	۰/۳۹۷	
۱۳۸۸	۰/۰۸۴				۰/۶۷۲	۰/۳۲۸
۱۳۸۹	۰/۰۸۴				۰/۶۷۲	۰/۳۲۸

جدول ۷. درجه عضویت متغیر نرخ بیکاری (UR) سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۹ در مجموعه‌های فازی متناظر

سال	UR	VL	L	N	H	VH
۱۳۵۰	۱۰/۶		-/۱۸۶۶۲۹	-/۱۳۳۳۷۱		
۱۳۵۱	۱۲/۲			-/۷۷۰۴۰۴	-/۲۲۹۵۹۶	
۱۳۵۲	۱۲/۹			-/۴۱۳۰۹۴	-/۵۸۶۹۰۶	
۱۳۵۳	۱۲/۸				-/۸۳۲۷۴۸	-/۱۶۷۲۵۲
۱۳۵۴	۱۲/۵			-/۶۷۵۴۶۹	-/۲۲۲۵۲۱	
۱۳۵۵	۱۰/۲	-/۱۴۳۷۱۲	-/۱۵۶۲۸۱			
۱۳۵۶	۹/۸	-/۳۸۴۱۳۱	-/۶۱۵۸۷۹			
۱۳۵۷	۱۰/۲	-/۱۲۷۸۳۱	-/۸۷۲۱۶۹			
۱۳۵۸	۹/۲	-/۷۸۹۳۰۵	-/۲۱۰۶۹۵			
۱۳۵۹	۹/۸	-/۴۰۹۷۳۴	-/۵۹۰۳۷۶			
۱۳۶۰	۱۰/۰	-/۲۳۱۳۹	-/۷۶۸۶۱			
۱۳۶۱	۹/۷	-/۴۲۴۱۸	-/۵۷۵۸۲			
۱۳۶۲	۹/۴	-/۶۳۷۰۸۷	-/۳۶۲۹۱۳			
۱۳۶۳	۱۱/۲		-/۵۱۰۰۱	-/۴۸۹۹۹		
۱۳۶۴	۱۲/۴			-/۷۴۸۲۰۴	-/۲۵۱۷۹۶	
۱۳۶۵	۱۴/۱				-/۶۱۳۷۸۴	-/۳۸۷۲۱۶
۱۳۶۶	۱۳/۸				-/۸۲۸۸۶۵	-/۱۷۷۱۳۵
۱۳۶۷	۱۴/۱				-/۶۴۲۱۱۲	-/۳۵۷۸۸۱
۱۳۶۸	۱۴/۱				-/۶۱۲۶۹۴	-/۳۸۷۳۰۶
۱۳۶۹	۱۲/۸			-/۴۵۲۲۲۸	-/۵۴۷۷۷۲	
۱۳۷۰	۱۱/۱		-/۵۳۱۸۶	-/۴۶۸۱۴		
۱۳۷۱	۱۱/۳		-/۴۲۴۳۳۴	-/۵۷۵۶۷۶		
۱۳۷۲	۱۱/۵		-/۲۹۷۳۷۱	-/۷۰۲۶۲۹		
۱۳۷۳	۱۱/۱		-/۵۶۷۵۱۷	-/۴۳۳۴۸۳		
۱۳۷۴	۱۰/۲	-/۰۶۱۹۸۷	-/۹۳۸۰۱۳			
۱۳۷۵	۸/۹	-/۹۶۲۶۳۱	-/۰۳۷۳۷۹			
۱۳۷۶	۱۱/۵		-/۲۷۳۶۶	-/۷۲۶۳۴		
۱۳۷۷	۱۲/۷			-/۵۱۳۷۹۵	-/۴۸۷۲۰۵	
۱۳۷۸	۱۲/۱			-/۲۳۹۸۲۵	-/۷۶۰۱۷۵	
۱۳۷۹	۱۴/۰				-/۷۰۴۵۳۶	-/۲۹۵۴۶۴
۱۳۸۰	۱۴/۷				-/۲۱۷۷۲۱	-/۷۸۲۲۶۹
۱۳۸۱	۱۲/۸				-/۸۰۶۱۷۲	-/۱۹۳۸۲۸
۱۳۸۲	۱۳/۰			-/۳۴۹۱۲۷	-/۶۵۰۸۷۳	
۱۳۸۳	۱۲/۲			-/۷۵۴۰۸	-/۳۴۵۹۲	
۱۳۸۴	۱۲/۹			-/۳۹۴۱۱۱	-/۶۰۵۸۸۹	
۱۳۸۵	۱۵/۱					۱
۱۳۸۶	۱۰/۶		-/۸۷۰۸۱۳	-/۱۲۹۱۸۷		
۱۳۸۷	۱۰/۵		-/۹۳۴۸۵۱	-/۰۶۵۱۴۹		
۱۳۸۸	۱۲/۰			-/۹۷۴۳۷۸	-/۰۲۵۷۲۲	
۱۳۸۹	۱۵/۰				-/۰۵۳۱۲۲	-/۹۴۶۸۶۸

جدول ۸. پایگاه قواعد

قاعده	RMW	ETB	UR	UE	درجه
۱	VH	VH	VH	VB	۱
۲	H	VH	VH	VB	۱
۳	M	VH	VH	VB	۰/۸۵
۴	I	VH	VH	B	۱
۵	VI	VH	VH	A	۰/۸
۶	VH	H	VH	VB	۱
۷	H	H	VH	VB	۰/۸۵
۸	M	H	VH	B	۱
۹	I	H	VH	A	۰/۸
۱۰	VI	H	VH	A	۰/۸۵
۱۱	VH	M	VH	VB	۰/۸۵
۱۲	H	M	VH	B	۱
۱۳	M	M	VH	A	۰/۸
۱۴	I	M	VH	A	۰/۸۵
۱۵	VI	M	VH	A	۱
۱۶	VH	I	VH	B	۱
۱۷	H	I	VH	A	۰/۸
۱۸	M	I	VH	A	۰/۸۵
۱۹	I	I	VH	A	۱
۲۰	VI	I	VH	A	۰/۸۵
۲۱	VH	VI	VH	A	۰/۸
۲۲	H	VI	VH	A	۰/۸۵
۲۳	M	VI	VH	A	۱
۲۴	I	VI	VH	A	۰/۸۵
۲۵	VI	VI	VH	A	۰/۸
۲۶	VH	VH	H	VB	۱
۲۷	H	VH	H	VB	۰/۸۵
۲۸	M	VH	H	B	۱
۲۹	I	VH	H	A	۰/۸
۳۰	VI	VH	H	A	۰/۸۵
۳۱	VH	H	H	VB	۰/۸۵
۳۲	H	H	H	B	۱
۳۳	M	H	H	A	۰/۸

ادامه جدول ۸

قاعده	RMW	ETB	UR	UE	درجه
۳۴	I	H	H	A	-/۸۵
۳۵	VI	H	H	A	۱
۳۶	VH	M	H	B	۱
۳۷	H	M	H	A	-/۸
۳۸	M	M	H	A	-/۸۵
۳۹	I	M	H	A	۱
۴۰	VI	M	H	A	-/۸۵
۴۱	VH	I	H	A	-/۸
۴۲	H	I	H	A	-/۸۵
۴۳	M	I	H	A	۱
۴۴	I	I	H	A	-/۸۵
۴۵	VI	I	H	A	-/۸
۴۶	VH	VI	H	A	-/۸۵
۴۷	H	VI	H	A	۱
۴۸	M	VI	H	A	-/۸۵
۴۹	I	VI	H	A	-/۸
۵۰	VI	VI	H	S	۱
۵۱	VH	VH	M	VB	-/۸۵
۵۲	H	VH	M	B	۱
۵۳	M	VH	M	A	-/۸
۵۴	I	VH	M	A	-/۸۵
۵۵	VI	VH	M	A	۱
۵۶	VH	H	M	B	۱
۵۷	H	H	M	A	-/۸
۵۸	M	H	M	A	-/۸۵
۵۹	I	H	M	A	۱
۶۰	VI	H	M	A	-/۸۵
۶۱	VH	M	M	A	-/۸
۶۲	H	M	M	A	-/۸۵
۶۳	M	M	M	A	۱
۶۴	I	M	M	A	-/۸۵
۶۵	VI	M	M	A	-/۸
۶۶	VH	I	M	A	-/۸۵

ادامه جدول ۸

قاعده	RMW	ETB	UR	UE	درجه
۶۷	H	I	M	A	۱
۶۸	M	I	M	A	۰/۸۵
۶۹	I	I	M	A	۰/۸
۷۰	VI	I	M	S	۱
۷۱	VH	VI	M	A	۱
۷۲	H	VI	M	A	۰/۸۵
۷۳	M	VI	M	A	۰/۸
۷۴	I	VI	M	S	۱
۷۵	VI	VI	M	VS	۰/۸۵
۷۶	VH	VH	I	B	۱
۷۷	H	VH	I	A	۰/۸
۷۸	M	VH	I	A	۰/۸۵
۷۹	I	VH	I	A	۱
۸۰	VI	VH	I	A	۰/۸۵
۸۱	VH	H	I	A	۰/۸
۸۲	H	H	I	A	۰/۸۵
۸۳	M	H	I	A	۱
۸۴	I	H	I	A	۰/۸۵
۸۵	VI	H	I	A	۰/۸
۸۶	VH	M	I	A	۰/۸۵
۸۷	H	M	I	A	۱
۸۸	M	M	I	A	۰/۸۵
۸۹	I	M	I	A	۰/۸
۹۰	VI	M	I	S	۱
۹۱	VH	I	I	A	۱
۹۲	H	I	I	A	۰/۸۵
۹۳	M	I	I	A	۰/۸
۹۴	I	I	I	S	۱
۹۵	VI	I	I	VS	۰/۸۵
۹۶	VH	VI	I	A	۰/۸۵
۹۷	H	VI	I	A	۰/۸
۹۸	M	VI	I	S	۱
۹۹	I	VI	I	VS	۰/۸۵
۱۰۰	VI	VI	I	VS	۱
۱۰۱	VH	VH	VI	A	۰/۸
۱۰۲	H	VH	VI	A	۰/۸۵
۱۰۳	M	VH	VI	A	۱

ادامه جدول ۸

فاعده	RMW	ETB	UR	UE	درجه
۱۰۴	I	VH	VI	A	۰/۸۵
۱۰۵	VI	VH	VI	A	۰/۸
۱۰۶	VH	H	VI	A	۰/۸۵
۱۰۷	H	H	VI	A	۱
۱۰۸	M	H	VI	A	۰/۸۵
۱۰۹	I	H	VI	A	۰/۸
۱۱۰	VI	H	VI	S	۱
۱۱۱	VH	M	VI	A	۱
۱۱۲	H	M	VI	A	۰/۸۵
۱۱۳	M	M	VI	A	۰/۸
۱۱۴	I	M	VI	S	۱
۱۱۵	VI	M	VI	VS	۰/۸۵
۱۱۶	VH	I	VI	A	۰/۸۵
۱۱۷	H	I	VI	A	۰/۸
۱۱۸	M	I	VI	S	۱
۱۱۹	I	I	VI	VS	۰/۸۵
۱۲۰	VI	I	VI	VS	۱
۱۲۱	VH	VI	VI	A	۰/۸
۱۲۲	H	VI	VI	S	۱
۱۲۳	M	VI	VI	VS	۰/۸۵
۱۲۴	I	VI	VI	VS	۱
۱۲۵	VI	VI	VI	VS	۱

توضیح:

VH = خیلی بالا، H=بالا، N=نرمال (معمولی)، L=پائین، VL=خیلی پائین
 VB = خیلی بزرگ، B=بزرگ، A=متوسط، S=کوچک، VS=خیلی کوچک

جدول ۹. درجه عضویت اندازه اقتصاد غیررسمی در دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۹ در مجموعه های فازی متناظر

سال	VS	S	A	B	VB
۱۳۵۰			۰/۴۷		۰/۰۰
۱۳۵۱			۰/۵۷		۰/۰۰
۱۳۵۲			۰/۵۰		۰/۰۰
۱۳۵۳			۰/۷۱		۰/۰۰
۱۳۵۴			۰/۵۳	۰/۲۷	۰/۰۰
۱۳۵۵		۰/۰۸	۰/۴۸		۰/۰۰
۱۳۵۶			۰/۵۶		۰/۰۰
۱۳۵۷			۰/۴۷		۰/۰۰
۱۳۵۸			۰/۶۴		۰/۰۰
۱۳۵۹			۰/۵۹		۰/۰۰
۱۳۶۰			۰/۵۰		۰/۰۰
۱۳۶۱		۰/۳۴	۰/۵۴		۰/۰۰
۱۳۶۲		۰/۱۱	۰/۵۱		۰/۰۰
۱۳۶۳			۰/۴۹		۰/۰۰
۱۳۶۴			۰/۵۵	۰/۰۷	۰/۰۰
۱۳۶۵			۰/۴۸	۰/۳۲	۰/۰۰
۱۳۶۶			۰/۵۰		۰/۰۰
۱۳۶۷		۰/۰۷	۰/۵۵		۰/۰۰
۱۳۶۸		۰/۳۰	۰/۵۲		۰/۰۰
۱۳۶۹	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۴۷		۰/۰۰
۱۳۷۰		۰/۵۳	۰/۳۷		۰/۰۰
۱۳۷۱		۰/۴۲	۰/۴۹		۰/۰۰
۱۳۷۲	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۵۶		۰/۰۰
۱۳۷۳	۰/۳۲	۰/۵۷	۰/۳۵		۰/۰۰
۱۳۷۴	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۰۳		۰/۰۰
۱۳۷۵	۰/۳۹	۰/۵۴	۰/۰۳		۰/۰۰
۱۳۷۶		۰/۲۷	۰/۵۵		۰/۰۰
۱۳۷۷			۰/۴۴		۰/۰۰
۱۳۷۸			۰/۲۸	۰/۶۵	۰/۰۰
۱۳۷۹			۰/۶۰		۰/۰۰
۱۳۸۰			۰/۶۳	۰/۲۰	۰/۰۰
۱۳۸۱			۰/۶۳	۰/۱۹	۰/۰۰
۱۳۸۲			۰/۴۷		۰/۰۰
۱۳۸۳			۰/۵۵		۰/۰۰
۱۳۸۴			۰/۳۹	۰/۵۱	۰/۰۰
۱۳۸۵				۰/۸۵	۰/۱۲
۱۳۸۶			۰/۷۴	۰/۱۱	۰/۰۰
۱۳۸۷			۰/۶۰	۰/۰۷	۰/۰۰
۱۳۸۸			۰/۴۸	۰/۴۰	۰/۲۸
۱۳۸۹				۰/۰۵	۰/۴۸