

رویکرد منطق فازی برای مدل‌سازی اقتصاد زیرزمینی در ایران

دکتر علی قنبری*

استادیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

سیدهادی مخزن موسوی**

کارشناس ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس

صفحات: ۹۱-۱۱۳

تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۱

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۲۰

دستیابی به اطلاعات مربوط به اندازه اقتصاد زیرزمینی در قاعده‌سازی سیاست‌های کلان اقتصادی بسیار ارزشمند و با اهمیت می‌باشد. با توجه به طبیعت پنهان اقتصاد زیرزمینی، اندازه‌گیری و مطالعه مستقیم آن با مشکل روبروست و به همین دلیل روش‌های اندازه‌گیری رایج عموماً به طور غیرمستقیم به تخمین حجم این فعالیت‌ها پرداخته‌اند که در نتیجه با فرض‌های محدود کننده‌ای همراه می‌باشند. در این مقاله نوشتار از روش منطق فازی برای تبیین روند سالانه متغیر نامشهود اقتصاد زیرزمینی در ایران برای دوره (۱۳۸۵-۱۳۵۷) استفاده شده است. سه متغیر ورودی استفاده شده شامل نرخ مالیات مؤثر، شاخص درجه مقررات دولتی و نرخ بیکاری می‌باشند. نتایج مطالعه حاضر با تحقیق دیگری که با مدل MIMIC صورت گرفته، مقایسه شده است. گرچه این دو مطالعه در مواقعی روندهای متفاوتی را به دست می‌دهند، اما در نهایت نتایج قابل دفاع و تقریباً مشابهی را از اقتصاد زیرزمینی در ایران دارند. علاوه بر این، پدیده برجسته ارزش‌های شاخص فازی نشان می‌دهد که منطق فازی می‌تواند الگوهای بهتری از اقتصاد زیرزمینی را ارائه دهد. بکارگیری منطق فازی دارای دو مزیت عمده می‌باشد. یکی اجتناب از محاسبات پیچیده در مدل‌های اقتصادسنجی مرسوم و دیگری اینکه قوانین فازی با متغیرهای زبانی برای درک انسان‌ها بسیار آسان می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL: C5, H1, H2

کلید واژه‌ها:

اقتصاد زیرزمینی، منطق فازی، نرخ مالیات مؤثر، شاخص درجه مقررات دولتی، نرخ بیکاری

* Email: dr_alighanbari@yahoo.com

** Email: s_20_mousavi@yahoo.com

مقدمه

اقتصاد زیرزمینی^۱ به فعالیت‌ها و مبادلاتی اطلاق می‌شود که ممکن است خود قانونی یا غیرقانونی باشند، اما بدلیل عدم گزارش، اندازه‌گیری نمی‌شوند. فقدان گزارش معمولاً بدلیل فرار از بار مسئولیت‌های مالیاتی و همچنین قوانین و مقررات دولتی می‌باشد. از آنجایی که فعالیت‌های اقتصادی زیرزمینی نقش اساسی در اقتصادهای در حال گذار ایفا می‌کنند^۲، توجه به این بخش از اقتصاد و دستیابی به اطلاعات مربوط به اندازه آن در قاعده‌سازی سیاست‌های کلان اقتصادی بسیار ارزشمند و با اهمیت می‌باشد. زیرا بعید به نظر می‌رسد که سیاست‌های بناشده بر متغیرهای کلان ناصحیح به موفقیت بیانجامد. از سوی دیگر، با توجه به معمول بودن کسری بودجه، دولت با چالش تعادل مخارج و درآمدها مواجه می‌باشد که اطلاع از اندازه اقتصاد زیرزمینی می‌تواند به دولت در ایجاد سیستم مالیاتی مناسب کمک نماید.

روش‌های گوناگونی برای تخمین و محاسبه اندازه اقتصاد زیرزمینی از قبیل محاسبه نسبت نقد، روش برآورد حجم نقل و انتقالات، روش مدل‌های رگرسیونی، مدلسازی تقریبی، مطالعه بازارکار، روش متغیرهای غیرقابل مشاهده، روش برآورد اختلاف بین ارقام درآمد وهزینه، روش برآورد اختلاف بین آمارهای مالیاتی و اقلام درآمد ملی، روش برآورد اختلاف بین درآمد و هزینه خانوار، روش علت‌یابی، روش بررسی موردی صنایع، روش همه‌پرسی، روش مراجعه مستقیم به مأموران مالیات، روش مطالعات اجتماعی، مطالعات مالی و ...^۳ وجود دارد. این روش‌ها را می‌توان به صورت کلی به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم نمود. با توجه به طبیعت پنهان اقتصاد زیرزمینی، اندازه‌گیری و مطالعه مستقیم آن با مشکلات فراوانی روبروست و به همین دلیل عموماً از روش‌های اندازه‌گیری غیرمستقیم برای تخمین حجم این

1. Underground Economy

2. Feige, Edgar L., Urban, Ivica;" Measuring underground (unobserved, non-observed, unrecorded) economies in transition countries: Can we trust GDP?"; *Journal of Comparative Economics*, Vol. 36, No. 2, (June 2008), p. 287.

۳. علی اصغر، اسفندیاری، فاطمه مهربانی، "بررسی اقتصاد زیرزمینی از دو روش شکاف درآمد هزینه خانوار و نسبت نقد"،

پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۲۳ (زمستان ۱۳۸۵)، صص ۱۴۳-۱۴۲

فعالیت‌ها استفاده شده است که در نتیجه با فرض‌های محدود کننده‌ای همراه می‌باشند. بنابراین، نیازی ضروری به روش‌های پیشرفته و نوین برای اندازه‌گیری حجم اقتصاد زیرزمینی غیرقابل مشاهده، وجود دارد. در این نوشتار برای اجتناب از نیاز به مدل‌سازی‌ها و فرضیات پیچیده ریاضیاتی و همچنین تبیین ساده مسئله از نظریه منطق و مجموعه فازی^۱ برای تخمین روند متغیر نامشهود اقتصاد زیرزمینی در ایران برای دوره (۱۳۸۵-۱۳۵۷)، استفاده شده است. شایان ذکر است که پیش از این دریسک و گیلز^۲ و کونگ یو و همکاران^۳ نیز از روش فازی برای ایجاد سری زمانی اقتصاد زیرزمینی به ترتیب در نیوزلند و تایوان استفاده نموده‌اند. با توجه به بررسی‌های انجام شده، نوشتار حاضر تنها مطالعه‌ای است که برای تبیین روند اقتصاد زیرزمینی از سه متغیر علی ورودی بهره گرفته است. سه متغیر اصلی مؤثر بر اندازه اقتصاد زیرزمینی مورد استفاده تحت عناوین نرخ مالیات مؤثر^۴، شاخص درجه مقررات دولتی^۵ و نرخ بیکاری^۶ می‌باشند.

بخش اول به مروری بر ادبیات و مطالعات مربوط به اقتصاد غیر رسمی اختصاص دارد. بخش دوم برخی اصول اساسی مربوط به مجموعه و منطق فازی و طرح‌های اصلی برای روش شناسی کلی را مورد بحث قرار می‌دهد. جزئیات گام به گام این روش‌شناسی در بخش سوم آمده و نتایج بر اساس داده‌های ایران در این بخش توصیف شده است. نتیجه‌گیری نیز در بخش چهارم تبیین گردیده است.

1. Fuzzy Set theory and Fuzzy Logic
2. R. Draeseke, D.E.A. Giles, "A fuzzy logic approach to modeling the New Zealand underground economy", *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 59, Issue1-3 (May 2002), 115-123
3. Tiffany Hui-Kuang Yu, David Han-Min Wang, Su-Jane Chen, "A fuzzy logic approach to modeling the underground Economy in Taiwan", *Physical A*, Vol.362, No.2 (April 2006), 471-479
4. Effective Tax Rate
5. Index of the Degree of Regulation
6. Unemployment Rate

مروری بر ادبیات اقتصاد زیرزمینی

مطالعات مختلف، دیدگاه‌های گوناگونی را در مورد عوامل مؤثر بر اقتصاد زیرزمینی بیان نموده و همچنین روش‌های متنوعی را برای محاسبه این بخش از اقتصاد پیشنهاد کرده‌اند. از پیشگامان روش‌های گوناگون برای تخمین اقتصاد زیرزمینی می‌توان از فری و پومرن^۱ و ویک‌هانمن^۲ نام برد.

ایگنر و همکاران^۳ بر این باورند که عوامل مختلفی بر اندازه اقتصاد سایه‌ای (زیرزمینی) مؤثرند که از آن جمله افزایش نرخ مالیات می‌باشد و همچنین نتیجه گرفته‌اند که مقررات دولتی نیز تأثیر شگرفی بر اقتصاد زیرزمینی دارد. جانسون و دیگران دریافته‌اند که افزایش مقررات و آیین‌نامه‌ها و همچنین مالیات‌های مستقیم سبب زیاد شدن اندازه اقتصاد زیرزمینی می‌شوند.^۴

تراندل و اسنو^۵ نیز نرخ مالیات را مؤثر بر تغییرات حجم اقتصاد زیرزمینی می‌دانند و بر این نکته تأکید دارند که افزایش نرخ مالیات باعث رشد اقتصاد زیرزمینی می‌گردد. گیلز^۶ بر این باور است که اولاً اندازه اقتصاد زیرزمینی در دو، سه دهه گذشته افزایش یافته است و ثانیاً افزایش در اقتصاد زیرزمینی را متأثر از افزایش در بار مالیاتی می‌داند و ثالثاً بر این عقیده است که بین فعالیت‌های اقتصاد زیرزمینی و درجه آزادی اقتصادی وابستگی وجود دارد.

1. Bruno S. Frey, Werner W. Pommerehne, "The hidden economy: state and prospects for measurement", *Review of Income & Wealth*, Vol. 30, (March 1984), pp. 1-23

2. H. Weck-Hannemann, B.S. Frey, "The hidden economy as an unobserved variable", *European Economic Review*, Vol. 26, No.1-2 (1984), pp. 33-53

3. D.j. Aigner, F. Schneider & D. Ghosh, "Me and my shadow: estimating the size of the US underground economy from time series data", in: W. Barnett, E. Berndt, H. White (Eds.), *Dynamic Econometric Modeling*, Cambridge University Press, Cambridge (Mass.) (1988), pp. 224-243

4. S. Johnson, D. Kaufmann, P. Zoido-Lobaton, "Regulatory discretion and the unofficial economy", *American Economic Review*, Vol. 88, No. 2, (May 1998), p.387

5. G. Trandel, Arthur Snow, "Progressive income taxation and the underground economy", *Economics Letters*, Vol. 62, No. 2 (February 1999), p.222

6. David E. A. Giles, "Measuring the hidden economy: implication for econometric modeling", *The Economic Journal*, Vol. 109, No. 456 (June 1999), p. 370

اشنایدر و انست^۱ بیان کرده‌اند که رشد اقتصاد زیرزمینی در اثر عوامل گوناگونی به وجود می‌آید که بار مالیاتی و مقررات دولتی از مهم‌ترین آنها می‌باشند.

تدز و گیلز^۲ نیز به طور تجربی تصدیق نموده‌اند که وضع مالیات رابطه مستقیمی با اقتصاد زیرزمینی دارد. فوگازا و جاکیوس در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیده‌اند زمانی که بار مالیاتی و مقررات دولتی افزایش می‌یابد، برآورد هزینه اقتصاد زیرزمینی افزایش پیدا خواهد کرد.^۳ بعلاوه، مطالعه ایشان نشان می‌دهد که وجود اقتصاد زیرزمینی اجرای سیاست‌های دولتی را مسدود خواهد کرد و پیشنهاد می‌کنند که دولت بجای ایجاد ممنوعیت‌ها و مجازات‌ها، می‌بایست انگیزه مردم برای روی گردانی از اقتصاد غیررسمی را افزایش دهد. کریستوپولوس با بکارگیری آمار مربوط به یونان در دوره (۱۹۶۰-۱۹۹۷) بدین نتیجه دست یافت است، که اقتصاد زیرزمینی رابطه معکوسی با تغییرات مالیات دارد. بنابراین، زمانی که مالیات‌ها افزایش می‌یابند، مالیات دهندگان به سرعت سراغ اقتصاد زیرزمینی می‌روند.^۴

آیریگ و مو^۵ نشان داده‌اند که هر دو عامل بار مالیاتی و سیاست‌های مقرراتی دولت مؤثر بر اندازه اقتصاد غیررسمی می‌باشند. همچنین، ایشان پیشنهاد می‌کنند که کاهش نرخ مالیات به همراه افزایش مقررات و مجازات‌های دولت شبیه جریمه، اندازه اقتصاد زیرزمینی را کاهش خواهد داد.

هیوکونگ یو و همکاران^۶ برای محاسبه اندازه اقتصاد زیرزمینی در تایوان طی سال‌های (۱۹۶۰-۲۰۰۰) از روش منطق فازی استفاده نموده‌اند و در مطالعه خویش نرخ

1. F. Schneider, D. Enste, "Shadow economies: size, causes and consequences", J. Econ. Literature, Vol. 38, No. 1 (Mar 2000), pp. 77-114.

2. L. Tedds, D. Giles, "Taxes and the Canadian underground economy", (Toronto: Canadian Tax Foundation 2002)

3. Tiffany Hui-Kuang Yu, David Han-Min Wang, Su-Jane Chen, "A fuzzy logic approach to modeling the underground Economy in Taiwan", Physical A, Vol. 362, No. 2 (April 2006), p.472

4. Dimitris K. Christopoulos, "Does underground economy respond symmetrically to tax changes? Evidence from Greece", Economic Modelling, Vol. 20, No. 3, (May 2003), p. 563.

5. J. Ihrig, K. Moe, "Lurking in the shadows: the informal sector and government policy", *Journal of Development Economics*, Vol. 73, No. 2 (April 2004), pp. 541

6. Tiffany Hui-Kuang Yu, David Han-Min Wang, Su-Jane Chen "A fuzzy logic approach to modeling the underground Economy in Taiwan", Physical A, Vol. 362, No. 2 (April 2006), p. 471-479

مالیات مؤثر و درجه مقررات دولتی را به‌عنوان عوامل مؤثر بر رشد اقتصاد زیرزمینی در نظر گرفته‌اند.

صرف‌نظر از این دو عامل مؤثر بر اقتصاد زیرزمینی به نظر می‌رسد نرخ بیکاری نیز از جمله عوامل مؤثر و مورد تأکید اندیشمندان باشد تا جایی که گیلز و تدز نشان داده‌اند که اندازه اقتصاد زیرزمینی همراه با افزایش نرخ بیکاری افزایش می‌یابد.^۱

هستن^۲ در مقاله‌ای به طور خاص اثر حرکت چرخه کسب و کار و تغییرات در مالیات و سیاست‌های پولی را بر اقتصاد زیرزمینی مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان می‌دهد که وجود بخش زیرزمینی درونی (درون‌زا) مفهوم مهمی در اداره و هدایت سیاست‌های پولی و مالی دارد. ویتو تانزی^۳ نیز در مطالعه خود به بررسی رابطه بین اقتصاد زیرزمینی و نرخ بیکاری و همچنین فرار مالیاتی^۴ پرداخته است.

فوگازا و ژاک در ضمن اینکه افزایش فعالیت‌های اقتصاد زیرزمینی را متأثر از قوانین و مالیات‌های تحمیلی دولت می‌دانند، هدف اصلی مطالعه خویش را تبیین رابطه بین اقتصاد زیرزمینی و نهاد بازارکار و همچنین وضع مالیات معرفی می‌کنند. ایشان در مطالعه‌ای رابطه بین نهاد بازارکار و مالیات را با فعالیت اقتصاد زیرزمینی مورد بررسی قرار داده‌اند و بر این عقیده‌اند که اقتصاد زیرزمینی برخاسته از نوعی رفتار جانبدارانه مقررات و مالیات تحمیلی توسط دولت است.^۵

البته علاوه بر سه عامل مهم اشاره شده، اندیشمندان دیگر به عوامل متفاوتی اشاره نموده‌اند. از جمله تانزی^۶ فساد در روابط دولتی را عامل بروز اقتصاد زیرزمینی می‌داند و همچنین لینچ بر این عقیده است که حقوق (عواید) بیکاری بر اندازه اقتصاد زیرزمینی اثرگذار

1. Ibid, p.471

2. Joel F. Houston, "The policy implications of the underground economy", *Journal of Economics and Business*, Vol.42, No.1 (February 1990), p. 27

3. Vito Tanzi, "Uses and abuses of estimates of the underground economy", *the Economic Journal*, Vol. 109, No. 456 (June 1999), pp. 338-347

4. Tax Evasion

5. M. Fugazza, J. F. Jacques, "Labor market institutions, taxation and the underground economy", *Journal of Public Economics*, Vol.88 (January 2004), p.395

6. V. Tanzi, "The underground economy", *Finance & Development*, Vol. 20, No.4 (December 1983), pp.10-13.

می‌باشد.^۱ بوردیگنون و زاناردی^۲ نمایان ساخته‌اند که شغل آزاد منجر به تغییر در اندازه اقتصاد زیرزمینی می‌شود. الیت و زینز^۳ دریافته‌اند که نرخ جرم بر رشد سریع‌تر اقتصاد زیرزمینی تأثیرگذار می‌باشد و بالاخره کورشکوا در مطالعه‌ای رابطه بین تورم و اقتصاد زیرزمینی را مورد مطالعه قرار داده و بر این باور است که اندازه اقتصاد زیرزمینی رابطه مستقیمی با نرخ تورم و رابطه معکوسی با نرخ مالیات بر درآمد دارد.^۴

همان‌گونه که بیان گردید، در میان عواملی که بر اقتصاد زیرزمینی تأثیر می‌گذارند، سه عامل بار مالیاتی، شاخص درجه مقررات دولتی و نرخ بیکاری به عنوان مهم‌ترین آنها مطرح شده‌اند. لذا در این نوشتار نیز برای تبیین روند اقتصاد زیرزمینی در ایران از این سه شاخص استفاده می‌گردد.

در میان آثار منتشر شده توسط پژوهشگران ایرانی، خلعت‌بری (۱۳۶۹) شاید بیش از همه این حیطة از فعالیت‌های اقتصادی را مورد مطالعه قرار داده و تألیفاتی در این زمینه داشته است. وی در نخستین کوشش خود برای برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی در ایران از روش نسبت نقد استفاده نموده و با مبنا قراردادن سال‌های (۱۳۵۵-۱۳۵۶) به عنوان سال‌های پایه (سال‌هایی که در آن حجم اقتصاد زیرزمینی در کشور معادل صفر یا نزدیک به آن بوده است) حجم درآمدهای اقتصاد زیرزمینی در سال ۱۳۶۵ را معادل $8/32$ درصد درآمد اقتصاد رسمی محاسبه نموده است. روش خلعت‌بری در خصوص محاسبه میزان اقتصاد زیرزمینی توسط معاونت بررسی‌های استراتژیک نهاد ریاست جمهوری (۱۳۷۶)، کورش طاهرفر (۱۳۷۶)، احمدرضا باقری گرمارودی (۱۳۷۷)، حمیدرضا اشرف‌زاده (۱۳۷۸) دنبال گردیده است. وجه اشتراک تمام این مطالعات استفاده از روش پولی است.

1. G. J. Lynch, "Currency, Marginal Tax Rates, and the Underground Economy", *Journal of Economics and Business*, Vol. 37, NO. 1 (February 1985), p. 59
2. M. Bordignon, A. Zanardi, "Tax evasion in Italy", *G. Econ. Ann. Econ.*, Vol. 56 (December 1997), pp. 169-210
3. Y. Eilat, C. Zinnes, "The Evolution of the Shadow Economy in Transition Countries: Consequences for Economic Growth and Donorassistance", CAER II Discussion Paper, 83, Harvard Institute for International Development, (2000)
4. T. A. Koreschkova, "A quantitative analysis of inflation as a tax on the underground economy", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 53, No. 4 (May 2006), p.793

معاونت بررسی‌های استراتژیک نهاد ریاست جمهوری (۱۳۷۶) در کاربرد روش نسبت نقد، طی دو گزینه متفاوت، یکبار سال‌های (۱۳۵۳-۱۳۵۲) و بار دیگر سال‌های (۱۳۵۶-۱۳۵۵) را به عنوان سال پایه در نظر گرفت. متوسط اندازه نسبی اقتصاد زیرزمینی در سال‌های (۱۳۷۱-۱۳۴۰) بر اساس دو گزینه فوق به ترتیب ۷ و ۸ درصد تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری شده است.

طاهر فر (۱۳۷۶) با انتخاب سال ۱۳۵۶ به عنوان سال پایه، میانگین اندازه نسبی اقتصاد زیرزمینی در دوره (۱۳۵۷-۱۳۷۴) براساس گزینه‌های مختلف پیشنهادی نسبت نقد را ۳۶، ۳۴ و ۳۳ درصد اقتصاد رسمی برآورد کرده است.

باقری گرمارودی (۱۳۷۷) با تعریف اقتصاد زیرزمینی به صورت مجموعه فعالیت‌های غیرقانونی، پنهان و فعالیت‌های بخش غیرمتشکل از روش تخمین معادله رگرسیون تقاضای پول برای تخمین اندازه این پدیده در ایران طی سال‌های (۱۳۷۴-۱۳۵۰) استفاده نموده است. متوسط اندازه اقتصاد زیرزمینی ایران براساس محاسبات وی معادل ۲۳ درصد اقتصاد رسمی است.^۱

اشرف‌زاده و مهرگان (۱۳۷۸) نیز روش فوق را با انجام اصلاحاتی برای اندازه حجم اقتصاد زیرزمینی در ایران طی سال‌های (۱۳۷۴-۱۳۴۸) بکار برده‌اند. متوسط اندازه این پدیده بر اساس محاسبات ایشان معدل ۱۲ درصد اقتصاد رسمی برآورد شده است.^۲

عرب مازار (۱۳۷۹) با استفاده از روش MIMIC^۳ به تخمین میزان اقتصاد زیرزمینی پرداخته است. در الگوی تخمین زده شده وی از متغیرهای بار مالیات مستقیم، بار مالیات بر واردات، رشد قیمت کالای مصرفی، بیکاری، شاخص باز بودن اقتصاد و درآمد سرانه به‌عنوان عوامل شکل‌گیری و تحول اقتصاد سیاه در ایران و از متغیرهای مصرف سرانه مابه‌التفاوت نرخ

۱. علی، عرب‌مازار، "اقتصاد سیاه در ایران: یک رویکرد کلان اقتصادی"، رساله دکتری دانشگاه علامه طباطبائی، (۱۳۷۹) صص ۱۲۰-۱۱۸

۲. حمیدرضا، اشرف‌زاده، نادر مهرگان، "تخمین حجم اقتصاد زیرزمینی در ایران با استفاده از روش تقاضا برای اسکناس و مسکوک در گردش"، مجموعه مقالات سمینار قاجاق، (تهران: دانشگاه تربیت مدرس، آذر ۱۳۷۸)، صص ۴۴-۲۵

3. Multiple Indicators, Multiple Causes

ارز، نسبت نقد و مصرف انرژی، به‌عنوان شاخص‌های منعکس‌کننده آثار آن استفاده شده است. نتایج تخمین الگوها با استفاده از اطلاعات مربوط به سال‌های (۱۳۷۷-۱۳۴۷) حاکی از آن است که تغییرات درآمد سرانه، شاخص باز بودن اقتصاد، بار مالیاتی و رشد قیمت کالاهای مصرفی به ترتیب مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تحولات اندازه نسبی اقتصاد سیاه در ایران طی دوره مورد بررسی بوده‌اند و افزایش هر یک از آن‌ها بر حجم نسبی تولید غیرقانونی و پنهان کشور افزوده است.^۱

اسفندیاری و مهربانی (۱۳۸۵) در پژوهشی ضمن برشمردن روش‌های مختلف سنجش حجم اقتصاد زیرزمینی به برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی با استفاده از دو روش شکاف درآمد - هزینه خانوار و نسبت نقد پرداخته‌اند. ایشان بیان می‌دارند که در روش شکاف درآمد- هزینه خانوار اختلاف بین درآمد و هزینه خانوار نشان‌دهنده اقلام گزارش نشده درآمد خانوار و خالص خلاف‌گویی خانوار در دو طرف درآمد و هزینه است و سعی نموده‌اند که از طریق تعیین خالص نسبی در زمینه خلاف‌گویی خانوار در مورد هزینه‌ها و درآمدها به حجم اقتصاد زیرزمینی پی ببرند. همچنین، در روش نسبت نقد، از طریق حجم نقل و انتقالات صورت گرفته با وجه نقد و تغییرات حجم اسکناس و مسکوک به بررسی و برآورد اقتصاد زیرزمینی پرداخته‌اند. در مطالعه ایشان حجم اقتصاد زیرزمینی طی دوره (۱۳۸۲-۱۳۷۵)، با روش شکاف درآمد هزینه خانوار بطور متوسط ۳۰/۸۱ درصد و با استفاده از روش نسبت نقد ۱۹/۶۴ درصد حجم اقتصاد رسمی برآورد شده است.^۲

روش‌شناسی

همان‌گونه که اشاره شد تاکنون راه‌های گوناگونی برای محاسبه میزان اقتصاد زیرزمینی مورد استفاده قرار گرفته است که با توجه به طبیعت غیرقابل مشاهده بودن این

۱. علی، عرب مازار، "اقتصاد سیاه در ایران: یک رویکرد کلان اقتصادی"، رساله دکتری دانشگاه علامه طباطبائی، (۱۳۷۹).

۲. علی، اصغر اسفندیاری، فاطمه مهربانی، "بررسی اقتصاد زیرزمینی از دو روش شکاف درآمد هزینه خانوار و نسبت نقد"، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۲۳ (زمستان ۱۳۸۵)، صص ۱۶۲-۱۳۳.

بخش از اقتصاد دارای فروض محدودکننده و بعضاً محاسبات و مدل‌سازی‌های پیچیده می‌باشند. در مقابل روش‌های مرسوم، منطق فازی از نیاز به مدل‌سازی‌های پیچیده ریاضی و ارائه فرضیات گوناگون اجتناب می‌کند و علاوه بر آن توصیف زبان طبیعی تصمیم‌گیری را به الگوریتم‌های مدل ریاضی ترجمه می‌نماید. چنین مدلی شامل فازی‌سازی^۱، استنتاج فازی^۲ و قطعی‌سازی^۳ می‌باشد که پس از بیان کلیاتی از مجموعه و منطق فازی و همچنین متغیرهای تحقیق بدان پرداخته می‌شود.

مجموعه و منطق فازی

در دنیایی که ما در آن زندگی می‌کنیم، اغلب چیزهایی که درست به نظر می‌رسند نسبتاً صحیح هستند و در مورد صحت و سقم پدیده‌های واقعی همواره درجاتی از عدم قطعیت صدق می‌کند.^۴ منطق فازی یک منطق چند ارزشی است که در آن به جای درست یا نادرست، سیاه یا سفید، سایه‌های نامحدودی از خاکستری بین سیاه و سفید وجود دارد.^۵ این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند - چنانچه در عالم واقع اکثراً چنین است - صورت‌بندی ریاضی بخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد.^۶

مفهوم منطق فازی نخستین بار در سال ۱۹۶۵ توسط دکتر لطفی‌زاده^۷ استاد دانشگاه کالیفرنیا در برکلی ارائه گردید. وی مقاله‌ای تحت عنوان مجموعه‌های فازی منتشر ساخت تا مفهوم فازی را از منطق دودویی که در زمان او مطرح بود، دور سازد.

1. Fuzzification
2. Fuzzy Inference
3. Defuzzication

۴. بارت، کاسکو، *تفکر فازی*، ترجمه علی غفاری و دیگران؛ چاپ اول، (تهران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۷)، ص ۴

۵. عادل آذر، حجت فرجی، *علم مدیریت فازی*، (تهران، موسسه کتاب مهربان نشر، ۱۳۸۶)، ص ۹

۶. سیدمحمود طاهری، *آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی*؛ (مشهد، جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۸)، ص ۷

7. L. A. Zadeh, "Fuzzy S3ets", *Information and Control*, Vol. 8, No. 3 (June 1965), pp. 338-353

این نظریه از زمان ارائه آن تاکنون گسترش و تعمیق بسیاری یافته و کاربردهای گوناگونی در زمینه‌های مختلف علوم، به‌ویژه کامپیوتر، تحلیل سیستم، برق، مهندسی الکترونیک و رشته‌های مربوط به آنها پیدا کرده است. هنگامی که استفاده از منطق فازی در علوم فیزیکی (مادی) گسترش یافته بود، تقاضا برای این ابزار در علوم اجتماعی نیز پدیدار شد و در رشته‌های روانشناسی و اقتصاد نیز مورد استفاده قرار گرفت.^۱ با توجه به اینکه منطق فازی فناوری جدیدی است که شیوه‌هایی را که برای طراحی و مدل‌سازی نیازمند یک سیستم ریاضیاتی پیچیده و پیشرفته است، با استفاده از مقادیر زبانی^۲ و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد و همچنین برای درک انسان‌ها آسانتر می‌باشد، در تحقیق حاضر برای دستیابی به روند اقتصاد زیرزمینی در ایران از این روش استفاده شده است.

متغیرهای تحقیق

با توجه به مطالبی که در مورد نظریه منطق فازی بیان گردید و با عنایت به ادبیات موجود در زمینه اقتصاد زیرزمینی، در این تحقیق برای تبیین روند اقتصاد زیرزمینی در ایران برای سال‌های (۱۳۸۵-۱۳۵۷) از سه متغیر علی نرخ مالیات مؤثر (TR)، شاخص درجه مقررات دولتی (REG) و نرخ بیکاری (UR) استفاده شده است.

نرخ مالیات مؤثر، برابر نرخ درآمد مالیاتی به GDP می‌باشد. در این تحقیق از نسبت مخارج مصرفی دولت به GDP به عنوان نشان‌دهنده شاخص درجه مقررات دولتی استفاده شده است.^۳ اطلاعات مربوط به محاسبه این دو شاخص از آمارهای بانک مرکزی استخراج

1. R. Draeseke, D. E. A. Giles, "A Fuzzy Logic Approach to Modeling the New Zealand Underground Economy", *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 59, and Issue 1-3 (May 2002), p. 116

2. Linguistic Terms

3. Su-Jane Chen و David Han-Min Wang، Tiffany Hui-Kuang Yua, تبیین‌کننده شاخص درجه مقررات دولتی استفاده نموده‌اند:

4. Tiffany Hui-Kuang Yu, David Han-Min Wang, Su-Jane Chen "A Fuzzy Logic Approach to Modeling the Underground Economy in Taiwan", *Physical A*, Vol. 362, No. 2 (April 2006), pp. 471-479

شده است و سری زمانی نرخ بیکاری از محاسبات دفتر اقتصاد کلان معاونت راهبردی ریاست جمهوری بکارگرفته شده است.

در هر حال، انتظار همراهی مثبت (مستقیم) هر سه متغیر با روند اقتصاد زیرزمینی وجود دارد. به این معنا که به زبان فازی اگر میزان نرخ مالیات، شاخص درجه مقررات دولتی و نرخ بیکاری زیاد باشد، انتظار می‌رود حجم اقتصاد زیرزمینی نیز بالا باشد.

جزئیات تحلیل

همان‌گونه که اشاره شد به صورت کلی در فرایند تحلیل به روش فازی با سه مرحله فازی‌سازی، استنتاج فازی و قطعی‌سازی مواجه می‌باشیم که در ادامه بدان پرداخته شده است.

مرحله اول: فازی‌سازی (توابع عضویت)^۱

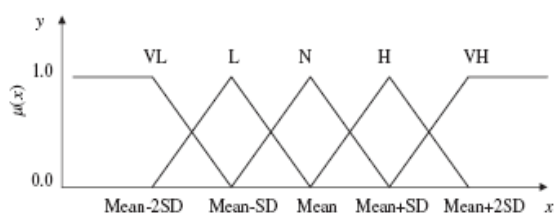
نخستین گام در تبیین تحلیل، ساخت توابع عضویت می‌باشد. در این مقاله برای ایجاد مقدار «پایه»^۲ برای هر TR، REG و UR در هر سال از میانگین متحرک استفاده شده است. در منطق فازی هر سه فاکتور می‌توانند با استفاده از متغیرهای زبانی همانند خیلی کم (VL)، کم (L)، نرمال (N)، زیاد (H) و خیلی زیاد (VH) توصیف گردند. علاوه بر این، متغیرهای زبانی برای اقتصاد زیرزمینی خیلی کوچک (VS)، کوچک (S)، میانگین (A)، بزرگ (B) و خیلی بزرگ (VB) می‌باشند. تمام این ضوابط در جدول (۱) به طور خلاصه آورده شده است. برای آنکه چرخه‌های احتمالی در داده‌ها به حساب آورده شود، داده‌های شش سال در میانگین متحرک گنجانده شده است. از آنجایی که هدف، تبیین معیاری از اقتصاد زیرزمینی (و روند آن) برای دوره (۱۳۸۵-۱۳۵۷) می‌باشد، این کار از سال ۱۳۵۲ آغاز می‌شود. برای هر سری و برای هر سال، متوسط مقدار گذشته داده‌ها، مقدار نرمال را به دست می‌دهد، بنابراین به‌عنوان مثال، در سال ۱۳۸۰ این مقدار برابرست با متوسط داده‌های سال‌های (۱۳۷۵-۱۳۸۰).

1. Membership functions
2. Bench

جدول ۱. متغیرهای زبانی

TR: نرخ درآمد مالیاتی				
(VL) خیلی کم	(L) کم	(N) نرمال	(H) زیاد	(VH) خیلی زیاد
-2SD	-SD	Mean	+SD	+2SD
REG: شاخص درجه مقررات دولتی				
(VL) خیلی کم	(L) کم	(N) نرمال	(H) زیاد	(VH) خیلی زیاد
-2SD	-SD	Mean	+SD	+2SD
UR: نرخ بیکاری				
(VL) خیلی کم	(L) کم	(N) نرمال	(H) زیاد	(VH) خیلی زیاد
-2SD	-SD	Mean	+SD	+2SD
UE: اقتصاد زیرزمینی				
(VS) خیلی کوچک	(S) کوچک	(A) متوسط	(B) بزرگ	(VB) خیلی بزرگ

حد بالا و پایین این توابع عضویت با اضافه و کم کردن یک انحراف معیار از میانگین به دست می‌آید. برای هر مورد در هر سال، پنج تابع عضویت تعریف شده است که نقطه ماکزیمم آن‌ها بیانگر سطوح بسیار زیاد، زیاد، نرمال، کم و بسیار کم می‌باشد و حد بالا و پایین هر کدام به ترتیب با اضافه و کم کردن یک انحراف معیار به دست می‌آید که می‌توان این توابع عضویت را در نمودار زیر ملاحظه نمود.



نمودار ۱. توابع عضویت

بدین ترتیب که:

جدول ۲. توابع عضویت

$\alpha_{VL}(x) = 1.0$	<i>if</i> $x \leq Mean - 2SD$
$\alpha_{VL}(x) = \frac{Mean - SD - x}{SD}$	
<i>if</i> $Mean - 2SD \leq x \leq Mean - SD$	
$\alpha_L(x) = \frac{x - Mean + 2SD}{SD}$	
<i>if</i> $Mean - 2SD \leq x \leq Mean - SD$	
$\alpha_L(x) = \frac{Mean - x}{SD}$	
<i>if</i> $Mean - SD \leq x \leq Mean$	
$\alpha_N(x) = \frac{x - Mean + SD}{SD}$	
<i>if</i> $Mean - SD \leq x \leq Mean$	
$\alpha_N(x) = \frac{Mean + SD - x}{SD}$	
<i>if</i> $Mean \leq x \leq Mean + SD$	
$\alpha_H(x) = \frac{x - Mean}{SD}$	
<i>if</i> $Mean \leq x \leq Mean + SD$	
$\alpha_H(x) = \frac{Mean + 2SD - x}{SD}$	
<i>if</i> $Mean + SD \leq x \leq Mean + 2SD$	
$\alpha_{VH}(x) = \frac{x - Mean - SD}{SD}$	
<i>if</i> $Mean + SD \leq x \leq Mean + 2SD$	
$\alpha_{VH}(x) = 1.0$	<i>if</i> $x \geq Mean + 2SD$

VL: خیلی کم، L: کم، N: نرمال، H: زیاد، VH: خیلی زیاد

برای رسم این توابع عضویت، خطوط شیب‌داری از مقدار حداکثر متغیرهای زبانی با $\alpha(x) = 1$ تا مقدار حداکثر متغیرهای زبانی مجاور با $\alpha(x) = 0$ ترسیم شده است. به عنوان

مثال، برای نشان دادن متغیر زبانی L ، یک خط شیب‌دار از $Mean - SD$ با $\alpha(x) = 1$ تا $Mean - 2SD$ با $\alpha(x) = 0$ رسم می‌شود. به‌طور مشابه خط دیگری از $Mean - SD$ با $\alpha(x) = 1$ تا $Mean$ با $\alpha(x) = 0$ رسم می‌گردد. برای نشان دادن هر متغیر زبانی همان‌طور که نمودار (۱) نشان می‌دهد، توابع عضویت برای هر متغیر با توجه به جدول (۲) استخراج می‌شود.

بنا بر این برای هر سال مورد مطالعه، پنج مجموعه هر یک با ۵ عدد که مربوط به TR ، REG و UR است، ایجاد می‌گردد. به این پنج مجموعه، نقاط شکست گفته می‌شود. به‌عنوان مثال، در سال ۱۳۸۰ نقاط شکست برای UR عبارتند از $۱۳/۷$ ، $۱۲/۴$ ، « $۱۱/۲$ »، $۹/۹$ و $۸/۷$. مقداری که در گیومه نشان داده شده است میانگین UR در دوره (۱۳۷۵-۱۳۸۰) است. به همین ترتیب، مقدار $۱۲/۴$ عبارت است از میانگین فوق به اضافه یک انحراف معیار، $۱۳/۷$ برابرست با میانگین به اضافه دو انحراف معیار، $۹/۹$ حاصل میانگین منهای یک انحراف معیار و بالاخره $۸/۷$ برابر میانگین منهای دو زمان انحراف معیار در این نمونه متحرک خاص است. جداول ضمیمه الف (الف-۱)، الف-۲ و الف-۳ نشان‌دهنده محاسبات انجام گرفته می‌باشند. پس از اینکه نقاط شکست متغیرهای گوناگون به‌دست آمد، می‌بایست مقادیر داده‌ها با رده‌های اندازه‌ها مرتبط شود، به عنوان مثال، اگر داده‌های سال ۱۳۸۰ را در نظر بگیریم، مقدار واقعی داده برای UR برابر با $۱۲/۵$ می‌باشد که در جایی میان زیاد و خیلی زیاد قرار می‌گیرد. منطق فازی یا چند ارزشی از مجموعه‌های منعطف که اعضاء آن بوسیله توابع عضویت تعیین می‌شود بوسیله وضعیت "همه یا هیچ" تعریف نمی‌شود، بلکه یک مقدار TR ، REG و UR می‌تواند با بیش از یک مجموعه یا تابع عضویت همراه گردد. همان‌گونه که گفته شد مقدار UR هم "زیاد" است و هم "خیلی زیاد"، اما اینکه چگونه "زیاد" و "چطور" خیلی زیاد" به محل آن نسبت به نقاط شکست مربوط می‌شود. یعنی با توجه به توابع عضویت تعریف شده، معین می‌گردد که مقدار واقعی داده‌ها در کدام ناحیه قرار می‌گیرند. در مرحله بعد - با عنایت به اینکه حدود مشخص شده است - با وارد نمودن مقدار واقعی داده برای هر متغیر با توجه به اینکه در کدام ناحیه قرار می‌گیرد یکی از سطوح بسیار زیاد، زیاد، نرمال، کم و خیلی کم به عنوان خروجی برای هر سال مشخص می‌شود.

مرحله دوم: استنباط فازی (قواعد تصمیم‌گیری)

در این مرحله ورودی‌هایمان، خروجی‌های مرحله گذشته می‌باشند. در هر سناریو، سه سری داده به‌عنوان ورودی وارد می‌گردد، سپس قواعد تصمیم‌گیری بوجود می‌آیند که مشخص می‌کنند چگونه توابع عضویت برای هر سه متغیر با یکدیگر ترکیب شوند تا سطوح همراهی برای اقتصاد زیرزمینی ایجاد گردد. با توجه به توابع عضویت، اگر تنها دو متغیر به‌عنوان عوامل اثرگذار بر اقتصاد زیرزمینی در نظر گرفته می‌شد با داشتن تنها ۲۵ قاعده تصمیم‌گیری، می‌توانستیم به تحلیل سیستم پردازیم، اما در این حالت که سه متغیر به‌عنوان عوامل مؤثر بر میزان اقتصاد زیرزمینی یکباره مورد نظر قرار گرفته شده، احتیاج به ۱۲۵ قاعده تصمیم‌گیری می‌باشد که آن قواعد برای تحلیل حالت مذکور تدوین گردیده است (جدول الف-۵).

جدول مذکور با استفاده از ملاک‌های ساده تصمیم‌گیری «اگر - آنگاه»^۱ تفسیر می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر TR، REG و UR خیلی زیاد بودند، آن گاه گفته می‌شود میزان شاخص اقتصاد زیرزمینی بسیار بزرگ است.^۲

نکته ای که بسیار حایز اهمیت به نظر می‌رسد، رابطه مستقیم TR، REG و UR با اندازه اقتصاد زیرزمینی می‌باشد یعنی هر چه TR، REG و UR بیشتر باشند، اقتصاد زیرزمینی بیشتر خواهد بود. قواعد پایه (۱ و ۷ و ۱۳ و ۱۹ و ۲۵ و...) به طور مستقیم منتسب شده‌اند و سپس از روش لیندستروم^۳ برای منتسب کردن دیگر قواعد استفاده شده است. شایان ذکر است که در روند تدوین قواعد برای هر سه متغیر وزن یکسانی در نظر گرفته شده است.

مرحله سوم: قطعی‌سازی (استخراج روند اقتصاد زیرزمینی)

آخرین مرحله از تحلیل، قطعی‌سازی می‌باشد که در آن ارزش‌های زبانی به اعداد قطعی تبدیل می‌گردند تا تصمیم‌گیری صورت گیرد. این کار با منتسب ساختن مقادیر صفر،

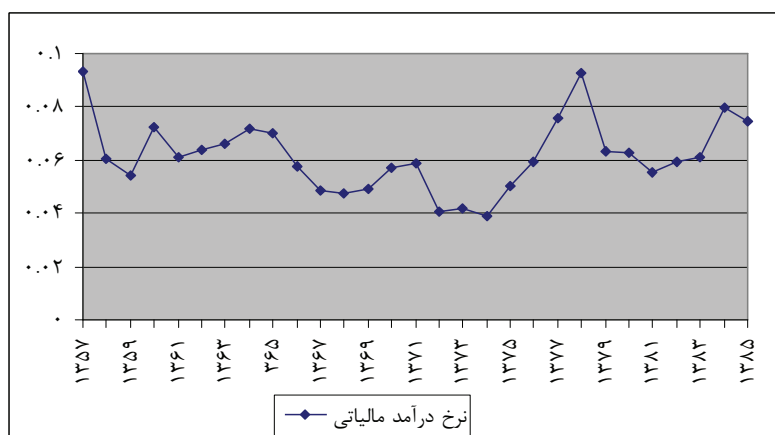
1. If - Then

2. If (TR is VH) and (REG is VH) and (TU is VH) Then (Underground Economy is VB) (1)

3. T. Lindström, "A Fuzzy Design of the Willingness to Invest in Sweden", *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 36, No. 1, (July 1998), pp. 1-17

۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ به سطح بسیار کوچک، کوچک، متوسط، بزرگ و بسیار بزرگ برای اندازه اقتصاد زیرزمینی صورت می‌گیرد. برای محاسبه و تحلیل مقدماتی فرایند فوق از بسته نرم افزاری MATLAB استفاده شده که با توجه به داده‌های ورودی و قوانین موجود، خروجی‌هایی برای هر سال به دست می‌دهد که عددی است بین صفر و یک و توصیفی از وضع اقتصاد زیرزمینی در هر سال می‌باشد.

همان‌طور که اشاره شد، نرخ مالیات (TR)، نرخ بیکاری (UR) و شاخص مقررات اقتصادی (REG) به عنوان عوامل اثرگذار بر میزان اقتصاد زیرزمینی در نظر گرفته شده اند که رابطه مستقیمی با اندازه اقتصاد زیرزمینی دارند. در نتیجه، باید انتظار داشت که روند اقتصاد زیرزمینی به دست آمده متأثر از روند سه شاخص مذکور باشد. نرخ درآمد مالیات همان‌گونه که در نمودار ۲ ملاحظه می‌شود به غیر از سال‌های ۱۳۵۷ و ۱۳۷۸ که میزانی بیشتر از ۰/۰۸ را دارد تقریباً در مابقی سال‌ها بین ۰/۰۴ تا ۰/۰۸ در نوسان می‌باشد و در سال ۱۳۷۵ به کمترین میزان خود در طول دوره مورد بررسی می‌رسد.

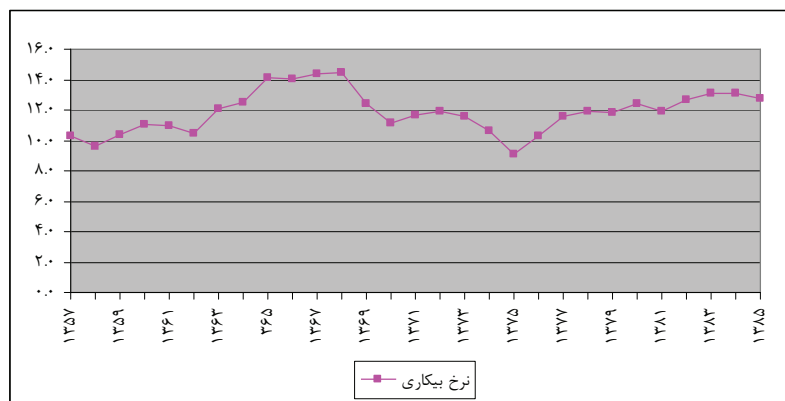


نمودار ۲. روند نرخ مالیات در سال‌های ۱۳۵۷-۱۳۸۵

نرخ بیکاری طی سال‌های مورد بررسی را می‌توان به سه دوره عمده تقسیم‌بندی نمود. با توجه به نمودار (۳)، از سال ۱۳۵۸ تا ۱۳۶۸ بجز سال ۱۳۶۲ نرخ بیکاری افزایش

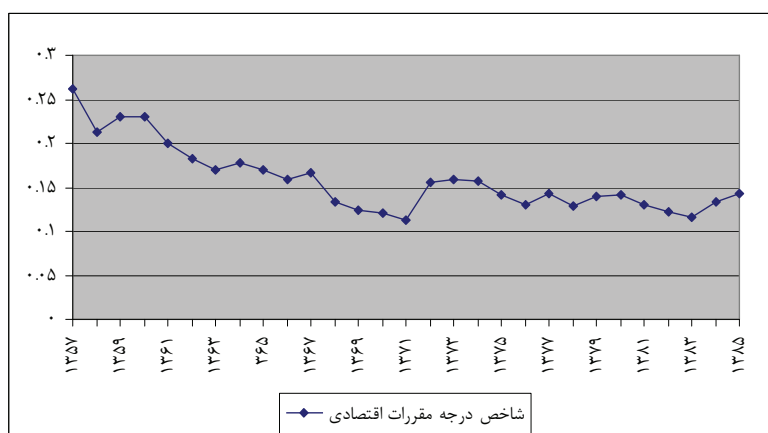
یافته است. این افزایش نرخ ممکن است متأثر از طولانی شدن جنگ تحمیلی از یک سو و کاهش شدید درآمدهای نفتی از سوی دیگر باشد.

به تدریج از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۵ نرخ بیکاری سیر نزولی به خود می‌گیرد و در سال ۱۳۷۵ به کمترین حد خود طی سال‌های مورد بررسی می‌رسد. این روند نزولی را شاید بتوان معلول برگشت درآمدهای نفتی به شرایط سابق، اتمام جنگ و از سوی دیگر، رهاسازی اقتصاد که موجبات افزایش واردات را فراهم می‌آورد، دانست. پس از سال ۱۳۶۷ مجدد روند نرخ بیکاری رو به افزایش می‌گذارد و این افزایش بجز کاهش اندک در سال ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۸۴ ادامه می‌یابد و مجدداً در سال ۱۳۸۵ مقداری کاهش می‌یابد.



نمودار ۳. روند نرخ بیکاری در سال‌های (۱۳۷۵-۱۳۸۵)

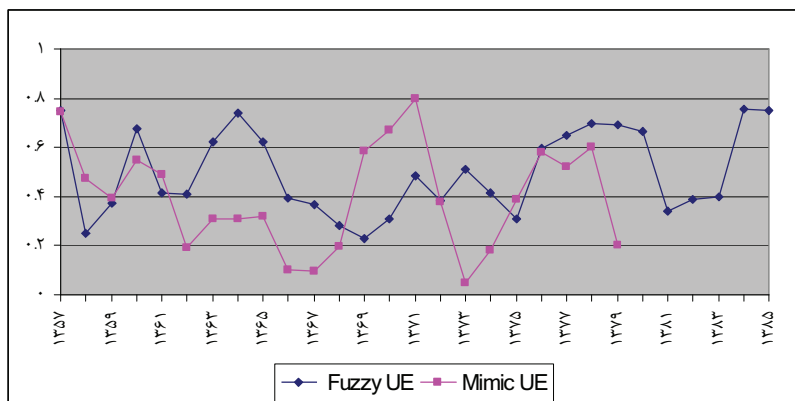
همان‌گونه که اشاره شد، در این مقاله از نسبت مخارج مصرفی دولت به GDP به عنوان نشان‌دهنده شاخص درجه مقررات دولتی استفاده شده است که روند این شاخص برای سال‌های (۱۳۷۵-۱۳۸۵) در نمودار (۴) ترسیم شده است.



نمودار ۴. روند شاخص درجه مقررات دولتی در سال‌های (۱۳۵۷-۱۳۸۵)

با توجه به آنچه که در مورد ورودی‌ها و قواعد فازی بیان گردید می‌توان نتایج حاصل را در نمودار (۵) مشاهده نمود.

داده‌های مربوط به ورودی‌های سه متغیر TR ، UR و REG و همچنین خروجی حاصل از آنها برای سال‌های مورد بررسی در جدول ضمیمه (الف-۴) قابل ملاحظه است. روند اقتصاد زیرزمینی به دست آمده همان‌گونه که در نمودار (۵) ملاحظه می‌شود، دارای نظم منسجم خاصی نیست، اما فرایند ایجاد شده کاملاً متأثر از روند سه متغیر ورودی می‌باشد. بدین ترتیب که کاهش در نرخ درآمد مالیاتی، نرخ بیکاری و همچنین شاخص درجه مقررات دولتی در سال ۱۳۵۸ اثر خود را بر میزان اقتصاد غیررسمی گذاشته و شاهد پایین بودن حجم این بخش از اقتصاد در این سال می‌باشیم. همچنین، بالا بودن اندازه اقتصاد زیرزمینی در سال ۱۳۶۰ تحت تأثیر بالا بودن سه متغیر علی بیان شده در این سال می‌باشد و به همین ترتیب در مابقی سال‌ها همان‌طور که مشاهده می‌شود، اندازه اقتصاد غیررسمی پس از سال ۱۳۶۴ روندی نزولی به خود گرفته تا جایی که در سال ۱۳۶۹ به کمترین میزان خود در دوره مورد بررسی می‌رسد. پس از فراز و نشیب‌های بوجود آمده تا سال ۱۳۵۷، حجم این بخش از اقتصاد تا سال ۱۳۸۰ روند صعودی به خود گرفته و پس از کاهش تقریباً شدید در سال ۱۳۸۱، مجدداً روند افزایشی خود را پی می‌گیرد.



نمودار ۵. مقایسه روش‌های فازی و Mimic در محاسبه روند اقتصاد زیرزمینی ایران

در انتها، روند به‌دست آمده برای اندازه اقتصاد زیرزمینی در ایران به روش فازی با سری زمانی به‌دست آمده توسط عرب مازار (۱۳۷۹) که از روش Mimic استفاده کرده است، مقایسه شده است. دو روند اقتصاد زیرزمینی ایران برای سال‌های بررسی شده در نمودار (۵) نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اگرچه این دو مطالعه در مواقعی نتایج متفاوتی را به‌دست می‌دهند اما در کل تقریباً روندهای مشابهی را طی دوره به نمایش می‌گذارند. البته از آنجایی که سری حقیقی اندازه اقتصاد زیرزمینی شناخته شده نمی‌باشد بیان اینکه کدام یک از این دو سری دقیق‌تر می‌باشند کار دشواری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

اندازه، روند و حرکت دوره‌ای اقتصاد زیرزمینی از مسائل مهمی است که باید در تدوین سیاست‌های مالی و کلان اقتصادی مورد ملاحظه قرار گیرد. تجدید علاقه سیاستگذاران اقتصادی به محاسبه میزان اقتصاد زیرزمینی باعث کشف و ابداع روش‌های جدید و گوناگونی برای محاسبه این پدیده در سطح بین‌المللی شده است. در این مطالعه از منطق فازی برای برآورد روند اقتصاد زیرزمینی در ایران استفاده شده است. استفاده از منطق فازی دارای دو

مزیت می‌باشد. نخست، در برابر روش‌های پارامتری مرسوم از نیاز به مدل‌سازی‌های انعطاف‌ناپذیر ریاضیاتی و همچنین فروض پیچیده اجتناب می‌کند و دوم اینکه قواعد فازی با متغیرهای زبانی برای فهم آسان هستند. با توجه به بررسی‌های انجام شده مقاله حاضر تنها مدلی می‌باشد که با رویکرد منطق فازی از سه متغیر علی برای مدل‌سازی و اندازه‌گیری روند اقتصاد زیرزمینی استفاده نموده است که به نظر می‌رسد با بکارگیری سه عامل، قدرت توضیح‌دهندگی مدل و همچنین قضاوت در مورد نتایج به‌دست آمده، دقیق‌تر و واقع‌بینانه‌تر باشد. در ضمن، نتایج تجربی مطالعه حاضر روند تقریباً مشابهی را با مطالعه انجام شده به روش Mimic نشان می‌دهد که البته بدلیل اینکه اقتصاد زیرزمینی متغیری نامشهود می‌باشد، تعیین اینکه کدام مدل دقیق‌تر است بسیار مشکل به نظر می‌رسد.

شایان ذکر است که پدیده برجسته ارزش‌های شاخص فازی نشان می‌دهد که منطق فازی می‌تواند الگوهای بهتری از اقتصاد زیرزمینی را به‌دست دهد. بنابراین، دولت می‌تواند از قوانین فازی استفاده نماید تا سریعتر موقعیت و میزان اقتصاد زیرزمینی را مشخص نموده و راهکارهای مناسبی را برای کنترل این بخش از اقتصاد بکار برد. در پایان، با استفاده از روشی مشابه تحلیل نوشتار حاضر می‌توان سایر متغیرهای مهم و کاربردی اقتصادی که ذاتاً غیرقابل مشاهده می‌باشند را نیز اندازه‌گیری نمود.

پی‌نوشت‌ها

۱. آذر، عادل و حجت فرجی. *علم مدیریت فازی*. تهران: مؤسسه کتاب مهربان نشر، (۱۳۸۶).
۲. اسفندیاری، علی‌اصغر و فاطمه مهربانی، "بررسی اقتصاد زیرزمینی از دو روش شکاف درآمد هزینه خانوار و نسبت نقد"، *پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۲۳ (زمستان ۱۳۸۵): ۱۶۲-۱۳۳.
۳. اشرف‌زاده، حمیدرضا و نادر مهرگان. "تخمین حجم اقتصاد زیرزمینی در ایران با استفاده از روش تقاضا برای اسکناس و مسکوک در گردش". *مجموعه مقالات سمینار قاچاق*، دانشگاه تربیت مدرس (آذر ۱۳۷۸): ۲۵-۴۴.
۴. طاهری، سیدمحمود. *آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی*. مشهد: جهاد دانشگاهی مشهد، (۱۳۷۸).
۵. عرب‌مازازه، علی. "اقتصاد سیاه در ایران: یک رویکرد کلان اقتصادی". *رساله دکتری دانشگاه علامه طباطبائی*، (۱۳۷۹).
۶. کاسکو، بارت. *تفکر فازی*. ترجمه علی غفاری و دیگران، چاپ اول، تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، (۱۳۷۷).
7. Aigner, D.J., Schneider, F. & Ghosh, D. *Me and my Shadow: Estimating the Size of the US Underground Economy from Time Series Data*, in: W. Barnett, E. Berndt, H. White (Eds.), *Dynamic Econometric Modeling*, Cambridge University Press, Cambridge (Mass.), (1988), PP. 297-334.
8. Bordignon, M., Zanardi, A. "Tax Evasion in Italy", *G. Econ. Ann. Econ*, Vol. 56 (December 1997), PP. 169-210.
9. Christopoulos, Dimitris K. "Does Underground Economy Respond Symmetrically to Tax Changes? Evidence from Greece", *Economic Modeling* Vol. 20, No. 3 (May 2003), PP. 563-570.
10. Draeseke, R., Giles, D.E.A. "A Fuzzy Logic Approach to Modeling the New Zealand Underground Economy", *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 59, Issue 1-3 (May 2002), PP. 115-123.
11. Eilat, Y., Zinnes, C. "The Evolution of the Shadow Economy in Transition Countries: Consequences for Economic Growth and Donor assistance", *CAER II Discussion Paper*, 83, Harvard Institute for International Development, (2000).
12. Feige, Edgar L., Urban, Ivica. "Measuring Underground (Unobserved, non-Observed, Unrecorded) Economies in Transition Countries: Can we trust GDP?", *Journal of Comparative Economics*, Vol. 36, No. 2 (June 2008), PP. 287-306.
13. Frey, Bruno S., Pommerehne, Werner W. "The Hidden Economy: State and Prospects for Measurement", *Review of Income & Wealth*, Vol. 30, (March 1984), PP. 1-23.
14. Fugazza, M., Jacques, J. F. "Labor Market Institutions, Taxation and the Underground Economy", *Journal of Public Economics*, Vol. 88, (January 2004), PP. 395-418.

15. Johnson, S., Kaufmann, D., Zoido-Lobaton, P. "Regulatory Discretion and the Unofficial Economy", *American Economic Review*, Vol. 88, No. 2 (May1998), PP. 387–392.
16. Houston, Joel F. "The Policy Implications of the Underground Economy", *Journal of Economics and Business*, Vol. 42, No. 1 (February1990), PP. 27-37.
17. Hui-Kuang Yu, T., Wangb, D. H.M., Chenc, S.J. "A Fuzzy Logic Approach to Modeling the Underground Economy in Taiwan", *Physical A*, Vol. 362, No. 2, (April 2006), PP. 471–479.
18. Ihrig, J., Moe, K. "Lurking in the Shadows: the Informal Sector and Government Policy", *Journal of Development Economics*, Vol. 73, No. 2, (April2004), PP. 541–557.
19. Giles, David E. A. "Measuring the Hidden Economy: Implication for Econometric Modeling", *the Economic Journal*, Vol. 109, No. 456 (June1999), PP. 370–380.
20. Koreshkova, Tatyana A. "A Quantitative Analysis of Inflation as a Tax on the Underground Economy", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 53, No. 4 (May 2006), PP. 773–796.
21. Lindström, T. "A Fuzzy Design of the Willingness to Invest in Sweden", *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 36, No. 1 (July 1998), PP. 1–17.
22. Lynch, G. J. "Currency, Marginal Tax Rates, and the Underground Economy", *Journal of Economics and Business*, Vol. 37, No. 1 (February1985), PP. 59-67.
23. Schneider,F., Enste, D. "Shadow Economies: Size, Causes and Consequences", *Journal of Economic Literature*, Vol. 38, No. 1 (Mar 2000), PP. 77–114.
24. Tanzi, V. "The Underground Economy: Causes and Consequences of this Global Phenomenon", *Finance & Development*, Vol. 20, No. 4 (December 1983), PP. 10–13.
25. Tanzi, V. "Uses and Abuses of Estimates of the Underground Economy", *the Economic Journal*, Vol. 109, No. 456 (June1999), PP. 338–347.
26. Tedds, L., Giles, D. *Taxes and the Canadian Underground Economy*, Toronto: Canadian Tax Foundation, (2002).
27. Trandel, G., Snow, Arthur. "Progressive Income Taxation and the Underground Economy", *Economics Letters*, Vol. 62, No. 2 (February 1999), PP. 217–222.
28. Weck-Hannemann, H., Frey, B.S. "The Hidden Economy as an Unobserved Variable", *European Economic Review*, Vol. 26, No. 1–2 (1984), PP. 33–53.
29. Zadeh, L.A. "Fuzzy Sets", *Information and Control*, Vol. 8, No. 3 (June1965), PP. 338–353.