

تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه برای اقتصاد ایران

رضا علانی*

احمد صلاح‌منش**

سید عزیز آرمن***

چکیده

در مطالعه‌ی حاضر به تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه برای اقتصاد ایران در طی دوره‌ی ۱۳۶۹:۱ تا ۱۳۹۶:۴ پرداخته شده است. در این راستا تابع نااطمینانی هم‌زمان که شامل متغیرهای شکاف رشد تولید، تورم، نرخ ارز و پایه‌ی پولی است، در کنار سایر معادلات ساختاری اقتصاد ایران تصریح و پارامترهای آن توسط الگوریتم بهینه‌یابی جستجوی موجودات همزیست (SOS) به گونه‌ای تعیین شده است که تابع زیان بانک مرکزی ایران را حداقل کند. ضرایب به دست آمده برای متغیرهای شکاف رشد تولید، تورم، نرخ ارز و پایه‌ی پولی به ترتیب برابر با ۰/۲۲، ۱/۰۳، ۲/۰۷ و ۰/۹۹ است که بیانگر اهمیت بیشتر دو متغیر نرخ ارز و تورم در ایجاد نااطمینانی اقتصادی است. شاخص ایجاد شده مانا بوده و همچنین نشان دهنده‌ی بالا بودن سطح نااطمینانی در دو دهه‌ی هفتاد و نود نسبت به دهه‌ی هشتاد است. این شاخص نشان می‌دهد که فقط در هفت مقطع، مقدار شاخص نااطمینانی تقریباً برابر با صفر است که همه‌ی آن‌ها در دهه‌ی هشتاد قرار دارند و در سایر دوره‌ها مقدار شاخص مثبت و یا منفی است.

واژه‌های کلیدی: شاخص نااطمینانی بهینه، الگوریتم بهینه‌یابی SOS، معادلات ساختار

اقتصاد ایران، تابع زیان بانک مرکزی

طبقه‌بندی JEL: B22، C61، D81

rezaal66@gmail.com

* دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه شهیدچمران اهواز

salahmanesh@yahoo.com

** استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه شهیدچمران اهواز (نویسنده مسئول)

saarman2@yahoo.com

*** استاد گروه اقتصاد، دانشگاه شهیدچمران اهواز

این مقاله بر گرفته از رساله دکتری تحت عنوان «تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه برای ایران و بررسی اثر آن بر سازوکارهای انتقال پولی» می‌باشد که تحت حمایت «صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF)» قرار گرفته است.

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۱۴

فصلنامه راهبرد اقتصادی، سال هشتم، شماره بیست‌وهشتم، بهار ۱۳۹۸، صص ۱۴۵-۱۱۱

مقدمه

نااطمینانی اقتصادی به وجود ابهام و عدم قطعیت درباره‌ی وقایع اقتصادی آینده اشاره دارد. کار ابتدایی صورت گرفته توسط نایت^۱ (۱۹۲۱) پیامدهای نااطمینانی را توصیف و پس از آن، رکود بزرگ توجهات را به نتایج مضر بالقوه‌ی نااطمینانی بالا افزایش داد و منجر به گسترش توجه و تلاش محققان به بررسی اهمیت نااطمینانی و فرار از ابهام‌های ناشی از آن گردید. علی‌رغم اهمیت و اثرگذار بودن نااطمینانی اقتصادی، ولی مفهومی غیرقابل مشاهده است که در این راستا مطالعات گسترده‌ای تمرکز خود را بر اندازه‌گیری نااطمینانی اقتصادی معطوف کرده‌اند. گروهی از تحقیقات صورت گرفته تمرکز خود را بر نوسانات شرطی متغیرها به عنوان جانشینی برای شاخص‌های نااطمینانی قرار داده‌اند که در رویکرد این گروه، فقط به نااطمینانی منفرد متغیرهای اقتصادکلان از قبیل نااطمینانی تورم، نااطمینانی نرخ ارز، نااطمینانی نرخ بهره، نااطمینانی رشد پولی و نااطمینانی شاخص سهام تمرکز شده است (Ram:2001; Bredin & Fountas: 2005; Kumo: Serven: 1998) (2006; Cronin & Kennedy: 2011; Guglielminetti: 2013; Binder: 2017) این رویکردها تنها به نااطمینانی منفرد متغیرهای اقتصادکلان توجه می‌کنند و به نااطمینانی شرایط عمومی اقتصادکلان توجهی ندارند که این ویژگی می‌تواند به عنوان نقطه ضعفی برای سنجش اثر شاخص نااطمینانی بر متغیرهای مختلف قلمداد شود و برای سیاست‌گذاران اقتصادی نیز نتایج قابل اتکایی را در پی نداشته باشد. گروه دیگر نیز به دنبال ایجاد شاخصی که نااطمینانی کلی اقتصادکلان را در

1. Knight

خود جای دهد، بوده‌اند (Atta-Mensah: 2004; Pei-Tha Gan: 2014; Baker et al: 2015; Angus Moore: 2017) که در این میان دو مطالعه‌ی جان (۲۰۱۴) و اردم و یاماک^۱ (۲۰۱۶) نه تنها به دنبال ساخت شاخص نااطمینانی کلی اقتصادکلان بوده‌اند، بلکه این شاخص‌ها با توجه به شرایط ساختار اقتصادی ایجاد شده، بهینه بوده و با توجه به توانایی شاخص در شناسایی سطح نااطمینانی وضعیت اقتصادکلان، می‌تواند به عنوان یک راهنمای سیاستی برای سیاست‌گذاران اقتصادی در راستای شناخت موقعیت اقتصاد در نظر گرفته شود.

مرور مطالعات داخلی صورت گرفته در خصوص نااطمینانی اقتصادی بیانگر آن است که علی‌رغم تعدد مطالعات صورت گرفته در این خصوص، ولی آن‌ها نااطمینانی منفرد اقتصادکلان را در نظر گرفته‌اند و نه تنها مطالعه‌ای که شاخص ترکیبی نااطمینانی را ایجاد و مورد استفاده قرار دادند وجود ندارد، بلکه مطالعه‌ای که شاخص بهینه‌ی نااطمینانی را با توجه به ساختار اقتصاد ایران ایجاد و یا به کار گرفته باشد نیز مشاهده نگردیده است. به این منظور و با توجه به اثبات اهمیت تأثیر نااطمینانی بر رفتار کارگزاران اقتصادی (Dixit: 1989) و فعالیت‌های اقتصادی (Bloom et al: 2007; Bloom: 2009; Bachmann et al: 2013; Jurado et al: 2015)، ضرورت تعیین شاخصی که بتواند سطح نااطمینانی اقتصاد را تعیین کند حائز اهمیت بوده که مطالعه‌ی حاضر در راستای دستیابی به این هدف به دنبال تعیین شاخص نااطمینانی بهینه با توجه به شرایط اقتصادی ایران است. به دنبال دستیابی به این مهم، در بخش دوم ابتدا تمایز ریسک و نااطمینانی بیان گردیده و رویکردهای سنجش نااطمینانی معرفی شده‌اند. سپس در بخش سوم برخی مطالعات صورت گرفته در رابطه با نااطمینانی مرور گردیده و در بخش‌های چهارم و پنجم نیز روش‌شناسی تعیین شاخص نااطمینانی بهینه و تعیین شاخص نااطمینانی بهینه برای اقتصاد ایران ارائه شده است. در بخش آخر نیز نتیجه‌گیری بیان گردیده است.

۱. مفهوم نااطمینانی و رویکردهای سنجش نااطمینانی

مفهوم ریسک و نااطمینانی که برای تحلیل‌های اقتصادی به وجود آمده، توسط نایت^۱ (۱۹۲۱) بیان گردیده و سپس این مفاهیم توسط فون‌نیومن و مورگنستران^۲ (۱۹۴۴) که قواعد و بنیان‌های منطقی برای تصمیم‌گیری مطابق «مطلوبیت انتظاری»^۳ را توسعه داده‌اند، وارد نظریه‌ی اقتصادی گردیده است. تا آن جایی که به ریسک و نااطمینانی مربوط است، کیلاهیکو^۴ (۱۹۹۷) مطالعه‌ی گسترده‌ای را با تمرکز بر تئوری اقتصادی و روش‌شناسی انجام داده است. نایت (۱۹۲۱) تفاوت بین ریسک و نااطمینانی واقعی را بیان کرده است به طوری که ریسک اشاره به امکان رخداد پیامدهایی در آینده دارد که احتمال رخداد وضعیت‌های ممکن مختلف، شناخته شده است و این در حالی است که نااطمینانی اشاره به رخداد پیامدهایی در آینده دارد که اطلاعی از احتمالات مرتبط با وضعیت‌های ممکن مختلف آن وجود ندارد (Amélie Charles, Olivier Darné, Fabien Tripier: 2018). مرور مطالعات مختلف نشان می‌دهد که تمایزی که نایت (۱۹۲۱) بین ریسک و نااطمینانی ایجاد کرده است برخی توسط اقتصاددانان مورد مشاجره قرار گرفته است و برخی از آن‌ها بیان کرده‌اند که آن‌ها یک چیز مشابه را نشان می‌دهند (Schjaer-Jacobsen, 2004) و البته در عمل نیز تمایز بین این دو مفهوم سخت است. شاید بتوان اولین کاربرد مهم از تمایز نایتی بین ریسک و نااطمینانی را در مباحث مطرح شده توسط کینز^۵ (۱۹۳۷) در رابطه با دلایل رکود دهه‌ی ۳۰ میلادی اشاره کرد و به نظر می‌رسد که حداقل از زمان کینز (۱۹۳۷)، نااطمینانی نقش مهمی در درک چرخه‌های اقتصادی ایفا می‌کند ولی به هر حال اثر واقعی نااطمینانی بر فعالیت اقتصادی آشکار نیست^(۱). علی‌رغم اهمیت نااطمینانی اقتصادی و وجود منابع متعدد ایجادکننده‌ی آن از قبیل بازارهای اقتصادی و

1. Knight

2. Von Neumann And Morgenstem

3. Expected Utility,

4. Kylaheiko

5. Keynes, John Maynard

تحولات آن، شوک‌های ناشی از تغییرات غیرارادی و همچنین سیاست‌های اقتصادی، نااطمینانی اقتصادی ذاتاً مفهومی غیرقابل مشاهده است و به همین دلیل درک آن را سخت کرده است. ولی با این حال اقتصاددانان ادبیات گسترده‌ای را برای اندازه‌گیری نااطمینانی و ایجاد شاخص‌های جایگزین آن شکل داده‌اند (جدول ۱) که به طور کلی با مرور مطالعات مختلف می‌توان رویکردهای عمده‌ی ایجاد جایگزین‌های نااطمینانی را در چهار گروه ذیل جای داد:

● گروه ۱: شاخص‌های مبتنی بر نوسانات متغیرهای اقتصادی

در این رویکرد نوسانات شرطی متغیرهای مختلف اقتصادی از قبیل نرخ تورم، نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ رشد اقتصادی و شاخص بازار سهام را با روش‌های آماری متعددی از قبیل خانواده‌ی «ARCH» استخراج کرده و سپس آن را به عنوان جایگزین نااطمینانی اقتصادی تلقی می‌کنند. بیشتر مطالعات صورت گرفته در رابطه با شاخص نااطمینانی از این رویکرد استفاده کرده‌اند (جدول ۱ را ببینید). از جمله مزایای این رویکرد می‌توان به سهولت محاسبه‌ی آن اشاره کرد و البته اگر نوسان بازار سهام به عنوان جانشین نااطمینانی مورد استفاده قرار گیرد علاوه بر راحتی در دسترس بودن می‌تواند منجر به ایجاد سری‌های زمانی طولانی‌گردد. از جمله عیب‌های این رویکرد نیز این است که اگر خطاهای تصریح از قبیل متغیرهای حذف شده و تقریب‌های خطی شکل‌های غیرخطی وجود داشته باشد، این رویکردها تخمین‌های تورش‌دار، ناکازا و ناسازگاری را ایجاد می‌کنند. به علاوه، این رویکردها تنها به نااطمینانی منفرد متغیرهای اقتصاد کلان توجه می‌کنند و نه به نااطمینانی شرایط عمومی اقتصاد کلان (Feyza & Yamak, 2016).

● گروه ۲: شاخص‌های مبتنی بر اخبار

این گروه از شاخص‌ها به پیشگامی کارهای صورت گرفته توسط بیکر، بلوم و داویس^۱ (۲۰۱۳، ۲۰۱۵) شکل گرفته‌اند. آن‌ها به منظور بررسی نقش نااطمینانی

سیاست، در ابتدا یک شاخص نااطمینانی سیاست اقتصادی «EPU»^۱ برای آمریکا توسعه داده و تغییرات آن را از سال ۱۹۸۵ مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها این شاخص جدید از نااطمینانی اقتصادی (EPU) را بر مبنای تناوب پوشش روزنامه‌ها ایجاد کرده‌اند^(۲) به طوری که این شاخص منعکس‌کننده‌ی تناوب مقالات در ۱۰ روزنامه‌ی آمریکایی مهم که در برگیرنده‌ی کلمات سه‌گانه‌ی "اقتصادی یا اقتصاد"، "عدم اطمینان یا نااطمینانی"^۳ و یکی یا بیش از یکی از کلمات "کنگره"، "کسری"، "فدرال رزرو"، "قانون"^۴، "مقررات"^۵ و "کاخ سفید" بوده‌اند می‌باشد. برای هر روزنامه، تعداد مقالاتی که با معیار تطبیق دارند نسبت به تعداد کل مقالات منتشر شده در آن ماه اندازه‌گیری می‌شوند که تعداد کل مقالات استفاده شده برای مخرج شامل همه‌ی مقالات است. از جمله مزایای این شاخص می‌توان به دربرگیری محدوده‌ی گسترده‌ای از نااطمینانی (برخلاف شاخص مبتنی بر بازارهای مالی) و همچنین به روز بودن شاخص اشاره کرد به طوری که تحقیقات می‌تواند به صورت روزانه صورت بگیرد. البته نادوت و سایرین^۶ (۲۰۱۶) در مطالعه‌ی خود بیان کرده‌اند که علی‌رغم پذیرش و استفاده‌های گسترده از این شاخص، ولی برخی موضوعات مهم در ارتباط با ایجاد شاخص باقی مانده است. آن‌ها بیان می‌کنند که این روش احتمالاً مستعد هر دوی خطاهای نوع I و نوع II است. اول از همه، هر مقاله که با معیارهای جستجو مطابقت داشته باشد، به شاخص «EPU» اضافه می‌شود که شامل مقالاتی است که نویسندگان آن بیان می‌کنند نااطمینانی سیاستی وجود ندارد. در مرحله دوم، مقالاتی که مرتبط با نااطمینانی سیاستی می‌باشند، ولی به صورت صریح از کلمه‌ی "عدم اطمینان"^۷ استفاده نمی‌کنند، به شاخص «EPU» اضافه نمی‌شوند و بنابراین روش پیشنهادی

1. Economic Policy Uncertainty

2. Economic Or Economy

3. Uncertain Or Uncertainty

4. Legislation

5. Regulation

6. Tobback, E., Naudts, H., Daelemans, W., Junqu De Fortuny, E., & Martens, D

7. Uncertain

بیکر، بلوم و داویس (۲۰۱۵) می‌تواند منجر به نرخ بالای کاذب مثبت و منفی گردد. نادوت و سایرین (۲۰۱۶) در مطالعه‌ی خود تلاش کرده‌اند که بخش اخباری شاخص نااطمینانی سیاست اقتصادی «EPU» را با استفاده از روش «متن‌کاوی»^{۱(۳)} بهبود بخشند. در این مطالعه نویسندگان تلاش کرده‌اند که به مقایسه‌ی روش اصلی و طبقه‌بندی «ماشین‌های بردار پشتیبان»^{۲(۴)} در جهت ایجاد شاخص «EPU» در بلژیک بپردازند. برخی از مطالعات که این رویکرد را مورد استفاده قرار داده‌اند نیز در جدول ۱ بیان شده‌اند.

● گروه ۳: شاخص‌های مبتنی بر نظرسنجی‌ها

در این رویکرد^۵ از طریق پرسش‌نامه‌ها و نظرسنجی‌های مختلف نظر افراد را در خصوص آینده‌ی متغیرهای اقتصادی می‌پرسند و با توجه به بررسی نتایج به دست آمده میزان نااطمینانی اقتصاد را اندازه‌گیری می‌کنند به طوری که هر چه عدم توافق بین پیش‌بینی‌کنندگان بیشتر باشد بیان‌کننده‌ی نااطمینانی بیشتر در اقتصاد است و در واقع شاخص‌های پراکندگی بین پیش‌بینی‌کننده‌ها برای متغیرهای اقتصادی می‌تواند به عنوان جانشینی برای نااطمینانی اقتصادی باشد. یک مشکل این گونه از شاخص‌های پراکندگی این است که «مشاهدات دور افتاده»، قادر به اعمال اثرات بزرگ می‌باشند و بنابراین این شاخص‌ها دارای حساسیت هستند. یک پیش‌بینی مخالف قادر به ایجاد افزایش بزرگی در دامنه است حتی اگر بقیه‌ی پیش‌بینی‌ها به صورت نزدیک به هم طبقه‌بندی شده باشند (Moor, 2016). همچنین هر پیش‌بینی‌کننده ممکن است کاملاً مطمئن باشد ولی هنوز درجه‌ی بالایی از عدم توافق را داشته باشد (یا برعکس) و به همین دلیل برخی نویسندگان بیان می‌کنند پراکندگی پیش‌بینی‌کننده‌ها جانشین ضعیفی برای نااطمینانی است (Rich, Song & Tracy, 2012). از طرف دیگر، این شاخص‌ها همانند شاخص مبتنی بر بازار و برخلاف شاخص مبتنی بر اخبار، به صورت نزدیکی به فعالیت اقتصادی

1. Text Mining

2. Support Vector Machines

3. Outlying Observations

مرتبط هستند و همان گونه که بایندر^۱ (۲۰۱۷) بیان می‌کند این گونه پیمایش‌هایی که انتظارات احتمالی پاسخ‌دهنده‌ها را استخراج می‌کند، شاخص مستقیمی از نااطمینانی را فراهم می‌کند ولی با این حال نسبتاً غیرمعمول هستند. برخی مطالعات صورت گرفته در این زمینه نیز در جدول ۱ ارائه شده است.

● گروه ۴: شاخص‌های مبتنی بر ساختار اقتصاد

این رویکرد به پیشگامی جان^۲ (۲۰۱۴) آغاز گردیده است. وی در مقاله‌ی خود به تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه در یک مدل اقتصادکلان ساده برای کشورهای مختلف پرداخته است و هدف مطالعه‌ی خود را تعیین شاخصی بیان می‌کند که در ابتدا این شاخص بتواند به عنوان یک ابزار خلاصه‌ی اطلاعاتی خوب برای مشخص کردن سطح نااطمینانی تحت شرایط اقتصادکلان مختلف به کار گرفته شود و سپس به عنوان یک ابزار سیاست‌هدایتی برای بهبود سطح نااطمینانی تحت شرایط اقتصادکلان مختلف مورد استفاده قرار گیرد. فیزا و یاماک^۳ (۲۰۱۶) نیز به پیروی از رویکرد جان (۲۰۱۴) به تعیین شاخص نااطمینانی بهینه برای ترکیه پرداخته‌اند. از جمله ویژگی‌های این رویکرد این است که نااطمینانی اندازه‌گیری شده برای اقتصاد، کلی و بهینه بوده و در واقع جنبه‌های مختلف نااطمینانی را در خود جای داده است. در مطالعه‌ی حاضر نیز با انجام تعدیلاتی از رویکرد جان (۲۰۱۴) استفاده شده است.

1. Carola C. Binder

2. Gan, Pei-Tha

3. Havvanur Feyza Erdem, Rahmi Yamak

جدول ۱. رویکردهای شاخص سازی نااطمینانی اقتصادی و مطالعاتی که از آن‌ها استفاده کرده‌اند

مطالعه	رویکرد شاخص سازی
سرون: ۱۹۹۸؛ گوئل و رام: ۲۰۰۱؛ بردین و فونتاس: ۲۰۰۵؛ کومو: ۲۰۰۶؛ زوآ: ۲۰۰۹؛ کرونین و سایرین: ۲۰۱۱؛ اسکاتی: ۲۰۱۲؛ گوگلیلمینی: ۲۰۱۳؛ بیکارت: هورووا و لو دوکا: ۲۰۱۳؛ بیکر و بلوم: ۲۰۱۳؛ کایانو، کاستلنواوو و گروهی: ۲۰۱۴؛ جورادو و سایرین: ۲۰۱۵؛ روسی و سکپوزیان: ۲۰۱۵؛ لودویگسون و سایرین: ۲۰۱۵؛ بالی و زوآ: ۲۰۱۵؛ فرناندز-ویلاوردی و سایرین: ۲۰۱۵. ^۱	مبتنی بر نوسانات متغیرهای اقتصادی
زلینسکی: ۲۰۱۲؛ بیکر و سایرین: ۲۰۱۲؛ نادوت و سایرین: ۲۰۱۶؛ سردا، سیلوا و والتی: ۲۰۱۷. ^۲	مبتنی بر اخبار
پوپسکو و اسمیت: ۲۰۱۰؛ باکمن و ایلستر و سیمز: ۲۰۱۳؛ استرالی: ۲۰۱۵؛ لیداک و لیو: ۲۰۱۵. ^۳	مبتنی بر نظر سنجی
جان: ۲۰۱۳؛ فیزا و یاما: ۲۰۱۶. ^۴	مبتنی بر ساختار اقتصاد

منبع: نتایج پژوهش

۲. مرور مطالعات

مرور مطالعات صورت گرفته در خصوص نااطمینانی اقتصادی نشان می‌دهد که بیشتر آن‌ها به بررسی اثر شاخص‌های نااطمینانی منفرد موجود بر متغیرهای اقتصادی پرداخته و تعداد محدودی از مطالعات هستند که به ایجاد شاخص نااطمینانی کلی اقتصاد پرداخته‌اند که البته در بین این تعداد محدود، رویکرد برخی از این مطالعات برای ایجاد شاخص کلی نااطمینانی، میانگین‌گیری از شاخص‌های منفرد بوده است که روش آن‌ها نیز خالی از اشکال نیست. چویی و او^۴ (۲۰۰۳) سری‌های نوسان متغیر در زمان^۵ را برای اندازه‌گیری نااطمینانی با استفاده از مدل بردار «خود رگرسیون (VAR) غلطان»^۶ فراهم کرده‌اند. آتا-منساح^۷ (۲۰۰۴) نااطمینانی گسترده را از طریق جمع نااطمینانی‌های منفرد اندازه‌گیری کرده است

1. Serven; Goel And Ram; Bredin And Fountas; Kumo; Zhou; Cronin Et Al; Scott, Guglielminetti; Bekaert, Hoerova And Lo Duca; Baker And Bloom, Jurado Et Al.; Rossi And Sekhposyan; Ludvigson Et Al; Bali And Zhou; Fernandez-Villaverde Et Al
2. Michal Dzielinski; Baker Et Al., Tobback, E., Naudts, H., Daelemans, W., Junqu De Fortuny, E., & Martens, D, Rodrigo Cerda, Álvaro Silva & José Tomás Valente
3. Popescu And Smets; Bachmann, Elstner, And Sims; Strobel, Johannes; Leduc And Liu
4. Choi And Oh
5. Time-Varying Volatility Series
6. Rolling Vector Auto Regression
7. Atta-Mensah

که البته نااطمینانی‌های منفرد به وسیله‌ی مدل‌های «ناهمسانی واریانس شرطی خودرگرسیون (ARCH)»^۱ تخمین زده شده‌اند. جان^۲ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای به تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه در یک مدل اقتصادکلان باز ساده پرداخته است. بر اساس کار جان (۲۰۱۴)، شاخص می‌تواند به عنوان یک ابزار خلاصه‌ی اطلاعاتی خوب در جهت مشخص کردن سطح نااطمینانی و هدایت ابزار سیاستی برای بهبود سطح نااطمینانی تحت شرایط اقتصاد کلان مختلف مورد استفاده قرار گیرد. ویژگی اصلی ابتکاری مقاله‌ی وی استفاده از روش جستجوی شبکه‌ای^۳ است که شامل جستجوی طیف گسترده‌ای از مجموعه پارامترهای نااطمینانی می‌باشد که به مجموعه‌ای ختم می‌گردد که کمترین مقدار زیان را دارا باشد. وی سه کشور توسعه یافته (کانادا، ژاپن و آمریکا) و چهار کشور در حال توسعه (اندونزی، مالزی، سنگاپور و تایلند) را در این مطالعه مورد توجه قرار داده است. ایشان در مطالعه‌ی خود از تابع واکنش شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه به وسیله‌ی آزمون آن توسط تخمین بردار خودرگرسیونی دو متغیره و قدرت پیش‌بینی شاخص در پیش‌بینی شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه استفاده کرده است که تابع واکنش تخمین زده‌شده‌ی شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه، بیانگر این است که نرخ ارز، تورم، نرخ بهره و تولید، شاخص‌های مفیدی برای تصمیم‌گیری بانک مرکزی می‌باشند و شاخص بهینه، از پیش‌بینی نااطمینانی اقتصادی حمایت می‌کند. کاریرو و سایرین^۴ (۲۰۱۵) در مطالعه‌ی خود به بررسی اثر خطای اندازه‌گیری جانشین‌های نااطمینانی بر واکنش تکانه‌ای تخمین زده شده پرداخته‌اند. آن‌ها از طریق آزمایش مونت کارلو نشان داده‌اند که خطای اندازه‌گیری می‌تواند منجر به کاهش تورش در واکنش تکانه‌ای گردد و این در حالی است که

1. Autoregressive Conditionally Heteroscedastic

2. Gan, Pei-Tha

3. Grid Search

4. Andrea Carriero, Haroon Mumtaz, Konstantinos Theodoridis, Angeliki Theophilopoulou

آن‌ها نشان می‌دهند مدل بردار خودرگرسیون ساختاری جایگزین «PSVAR»^۱ که از جانشین شوک نااطمینانی به عنوان ابزار استفاده می‌کند از این تورش آسیب نمی‌بیند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که نادیده گرفتن خطای اندازه‌گیری در تحقیقات منجر می‌شود که محققان به اشتباه نقش کمتری برای نااطمینانی در طول چرخه‌ی تجاری قائل شوند که این می‌تواند به صورت اشتباه تصمیمات سیاستی را متأثر سازد. مور^۲ (۲۰۱۶) در مطالعه‌ی خود به ایجاد شاخص نااطمینانی اقتصادی برای استرالیا پرداخته و از شاخص ایجاد شده به منظور بررسی چگونگی اثرات نااطمینانی بر اقتصاد با توجه به تخمین دو مدل «خودرگرسیون برداری (VAR)»^۳ (یکی با توجه به تناوب ماهانه و دیگری تناوب فصلی) استرالیا استفاده کرده است. اجزای این شاخص عبارتند از مقالات روزنامه‌ای مرتبط با نااطمینانی اقتصادی، نوسان بازار سهام «جلو‌نگر»^۴، نااطمینانی «پیش‌بینی تحلیل‌گرها»^۵ و پراکندگی پیش‌بینی رشد «GDP». این شاخص میانگین وزنی اجزای استاندارد شده است. نتایج وی حاکی از آن است که نااطمینانی اقتصادی می‌تواند محرک مستقل مهمی برای نتایج اقتصادی باشد. فیزا و یاماک (۲۰۱۶) در مطالعه‌ی خود به محاسبه‌ی شاخص بهینه‌ی نااطمینانی اقتصادکلان برای اقتصاد ترکیه و با توجه به داده‌های فصلی دوره‌ی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴ پرداخته‌اند. در راستای ایجاد شاخص، آن‌ها سه فرآیند اقتصادسنجی مهم را به کار گرفته‌اند. در ابتدا یک مدل اقتصاد کلان استاندارد در جهت ایجاد سطح بهینه‌ی شاخص نااطمینانی اقتصادی به کار گرفته و سپس مدل به وسیله‌ی روش‌های حداقل مربعات معمولی «OLS»^۶، رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب «SUR»^۷ و مدل گشتاورهای تعمیم یافته «GMM»^۸ تخمین زده شده

1. Proxy Structural Vector Autoregression

2. Angus Moore

3. Vector Autoregression

4. Forward Looking

5. Analyst Earnings Forecast Uncertainty

6. Ordinary Least Squares

7. Seemingly Unrelated Regressions

8. Generalized Method Of Moments

است و پس از آن به عنوان دومین مرحله، الگوریتم برویندر-فلوتچر-گلدفاند-شانو «BFGS» را به عنوان الگوریتم بهینه‌سازی به کار گرفته و با استفاده از این الگوریتم، پارامترهای بهینه برای شاخص نااطمینانی پیدا می‌گردد. در آخر نیز، متغیرهای شاخص تحت ضرایب بهینه‌ی تخمین زده شده وزن‌دار شده و سپس در جهت ایجاد شاخص نااطمینانی اقتصادکلان بهینه برای اقتصاد ترکیه با هم جمع زده می‌شوند. سردا، سیلوا و والتی^۲ (۲۰۱۷) در مقاله‌ای اولین شاخص نااطمینانی اقتصادی بر مبنای اخبار را برای شیلی ایجاد کرده‌اند که به منظور ساخت این شاخص، آن‌ها از روش‌شناسی شبیه بیکر، بلوم و داویس (۲۰۱۶) استفاده کرده‌اند ولی بر خلاف آن‌ها بر نااطمینانی اقتصادی کلی نسبت به نااطمینانی سیاست اقتصادی تمرکز کرده‌اند.

در داخل نیز مطالعاتی در خصوص نااطمینانی اقتصادی صورت پذیرفته است. دهمرده و روشن (۱۳۸۸) در مطالعه‌ی خود به بررسی تأثیر نااطمینانی اقتصادی بر تقاضای پول برای دوره‌ی زمانی ۱۳۸۶-۱۳۵۲ در کشور ایران پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از مدل‌های خانواده‌ی «ARCH» شاخصی را به عنوان نااطمینانی اقتصادی ایجاد کرده‌اند که این شاخص، ترکیبی از بی‌ثباتی‌های موجود در متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای پول در ایران که عبارت از نرخ ارز، نرخ‌های سود بانکی، تورم، بازار سهام و تولید ناخالص داخلی هستند، می‌باشند. در این تحقیق برای ایجاد شاخص نااطمینانی ترکیبی، ابتدا بی‌ثباتی‌های موجود در متغیرهای مذکور به کمک مدل‌های مختلف خانواده‌ی «ARCH» استخراج شده‌اند و سپس ترکیب وزنی این بی‌ثباتی‌ها به عنوان شاخص نااطمینانی کل محاسبه شده است. مهرآرا و صحتی (۱۳۹۰) در مطالعه‌ی خود با استفاده از مدل‌سازی خانواده‌ی «ARCH» و روش داده‌های تابلویی به بررسی تأثیر شاخص‌های نااطمینانی اقتصادکلان بر عملکرد اعتباری بانک‌های تخصصی، تجاری و غیر دولتی در ایران و طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۳ با استفاده از داده‌های ماهانه

1. Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno

2. Rodrigo Cerda, Álvaro Silva & José Tomás Valente

پرداخته‌اند. کوچک‌زاده و جلالی (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ناطمینانی نرخ ارز واقعی بر رشد بخش‌های اقتصادی ایران با استفاده از داده‌های ترکیبی طی دوره‌ی زمانی ۱۳۷۰-۱۳۹۰ و روش پنل پرداخته‌اند. رویکرد آن‌ها به منظور برآورد الگوی ناطمینانی نرخ ارز استفاده از الگوی واریانس «ناهمسانی شرطی خودرگرسیون تعمیم یافته (GARCH)»^۱ بوده است. دل‌انگیزان، کریمی و امیریانی (۱۳۹۲) نیز در مقاله‌ی خود، به بررسی تأثیر سیاست‌های پولی بر میزان بیکاری با وجود ناطمینانی تورم در ایران پرداخته‌اند که در این راستا از داده‌های سالیانه‌ی دوره‌ی زمانی ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۰ استفاده شده است. مدل پایه‌ای تصریح شده در این مقاله بر اساس تعادل هم‌زمان معادلات عرضه و تقاضای کل پویا انتخاب و برای محاسبه‌ی ناطمینانی تورم از مدل‌های خانواده‌ی «ARCH» و یک مدل پیشنهادی استفاده کرده‌اند.

۳. روش‌شناسی تعیین شاخص ناطمینانی اقتصادی بهینه

در مطالعه‌ی حاضر برای تعیین شاخص ناطمینانی اقتصادی بهینه از رویکردی مشابه جان (۲۰۱۴) استفاده شده است. در رویکرد وی شاخص ناطمینانی اقتصادی، یک شاخص «مبتنی بر تابع»^۲ می‌باشد. فرض می‌شود که این شاخص قادر به توصیف اثرات ترکیبی متغیرهای درون‌زای کلان و سیاستی است. شکل عمومی به کار گرفته شده برای شناسایی تابع ناطمینانی اقتصادی بهینه می‌تواند از طریق ایجاد یک مدل کلان کلی و یک تابع زیان برای بانک مرکزی ایجاد گردد به طوری که باید تابع زیان بانک مرکزی زیر

$$E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \beta^{\tau} L_{t+\tau} \quad (1)$$

نسبت به مدل ساختاری

$$y_{it} = \psi_1 x_{1,it} + \psi_2 x_{2,it} + \dots + \psi_{k-1} x_{k-1,it} + \omega_{it}, \quad (2)$$

$$U_t = \varphi_k y_{it} + \varpi_{it}$$

برای $t=1, \dots, T$ و $k=1, \dots, K$ $i=1, \dots, N$ حدافل گردد.

1. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

2. Function-Based

در روابط فوق L تابع زیان بانک مرکزی، β عامل تنزیل و E امید ریاضی است. x و y به ترتیب متغیرهای وابسته (درون‌زا) و مستقل (که برحسب شکاف از مقدار تعادلیشان تصریح گردیده‌اند)، ψ و φ ضرایب، ω و ϖ اجزای خطا و U شاخص نااطمینانی اقتصادی است. فرآیند ایجاد شاخص نااطمینانی در سه مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله اول مدل اقتصاد کلان استاندارد از جهت ایجاد سطح بهینه‌ی شاخص نااطمینانی اقتصادی تصریح شده و سپس پارامترهای روابط مدل مذکور به وسیله‌ی الگوریتم بهینه‌یابی برآورد می‌گردد. در مرحله‌ی دوم با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌یابی ضرایب بهینه‌ی تابع نااطمینانی در کنار سایر روابط برآورد شده‌ی مدل به گونه‌ای کالیبره می‌گردد که تابع زیان بانک مرکزی حداقل گردد. در آخر نیز، متغیرهای شاخص نااطمینانی تحت ضرایب بهینه‌ی کالیبره شده وزن دار شده و سپس در جهت ایجاد شاخص نااطمینانی اقتصاد کلان بهینه برای اقتصاد ایران با هم جمع زده می‌شوند.

۳-۱. تابع زیان بانک مرکزی ایران

نکته‌ی مهم در راستای ایجاد تابع نااطمینانی اقتصادی بهینه تصریح مناسب تابع زیان بانک مرکزی است. به صورت استاندارد فرض می‌شود که تابع زیان بانک مرکزی در برگیرنده‌ی تولید (یا اشتغال) و تورم است (Walsh, 2010: 271)؛ هر چند که با توجه به تمرکز سیاست‌گذاران بر متغیرهای مختلف می‌توان سایر متغیرهای اقتصادی را نیز وارد تابع زیان کرد. مرور قوانین پولی و بانکی کشور^(۶) و همچنین مطالعات تجربی صورت گرفته در رابطه با اقتصاد ایران (عبادی و جهانگرد، ۱۳۹۱؛ صارم و مهرآرا، ۱۳۹۳؛ صادقی و سایرین، ۲۰۰۷) نشان می‌دهد که یکی از وظایف و اهداف بانک مرکزی ایران حفظ ارزش پول و کنترل نرخ ارز است. برخی مطالعات خارجی نیز به اهمیت ورود نرخ ارز در تابع زیان بانک‌های مرکزی اشاره کرده‌اند ولی با این استدلال که اثر تغییرات نرخ ارز بر روی تغییرات تولید لحاظ می‌گردد از ورود صریح این متغیر در تابع زیان بانک مرکزی اجتناب کرده‌اند (Svensson, 2000; Guender, 2005; Gan, 2014) که البته با توجه به اهمیت

و تمرکز بانک مرکزی ایران در کنترل نرخ ارز در مطالعه‌ی حاضر این متغیر به صورت صریح وارد تابع زیان شده است. (رابطه‌ی ۳)

$$L_t = \mu_{yg}V_{yg} + \mu_{\pi g}V_{\pi g} + \mu_{INSg}V_{INSg} + \mu_{eg}V_{eg} \quad (3)$$

در رابطه‌ی فوق V_{INSg} ، $V_{\pi g}$ ، V_{yg} و V_{eg} واریانس‌های غیرشرطی شکاف تولید واقعی و شکاف تورم و شکاف ابزار سیاستی بانک مرکزی و شکاف نرخ ارز واقعی می‌باشند. همچنین μ_{yg} ، $\mu_{\pi g}$ ، μ_{INSg} و μ_{eg} وزن‌های تخصیص داده شده به متغیرهای مذکور هستند که مقدار آن‌ها بستگی به ترجیحات بانک مرکزی در کنترل هر یک از متغیرها دارد. از آن جایی که معمولاً بانک‌های مرکزی ترجیحات خود را صریح و صادقانه بیان نمی‌کنند و مرور مطالعات نیز بیانگر وجود مجادله و عدم اتفاق نظر در رابطه با این وزن‌ها است،^(۷) بنابراین تعیین دقیق این وزن‌ها مشکل است که با این حال در مطالعه‌ی حاضر با استفاده از نتایج به دست آمده توسط یزدانی، درگاهی و افروزی (۱۳۹۶) که متغیر نرخ ارز را نیز در تابع زیان بانک مرکزی وارد کرده‌اند و طول دوره‌ی مورد بررسی آن‌ها (۱: ۱۳۷۰ تا ۴: ۱۳۹۳) بسیار به طول دوره‌ی مطالعه‌ی حاضر نزدیک می‌باشد استفاده شده است. نتایج آن‌ها بیان می‌کند که مقادیر ۰/۵ و ۰/۵ برای شکاف تولید، شکاف تورم، شکاف متغیر سیاستی و مقدار ۰/۴ برای شکاف نرخ ارز مناسب است. بیشتر بودن ضریب اهمیت شکاف تولید نسبت به سایر متغیرها با توجه به نتایج سایر مطالعات نیز سازگار است به طوری که مطالعات جلالی‌نائینی و نادریان (۱۳۹۵)، سهیلی و همکاران (۱۳۹۶) و عرفانی و بیددختی (۱۳۹۲) همگی تأیید می‌کنند که اهمیت بهبود وضعیت تولید برای بانک مرکزی نسبت به تثبیت قیمت‌ها بیشتر بوده است. نکته‌ی حائز اهمیت در رابطه با تابع زیان بانک مرکزی این است که به کارگیری واریانس متغیرها به جای خود متغیرها به صورت مرسوم در ادبیات پذیرفته شده است و همچنین ورود واریانس شکاف ابزار سیاستی در تابع زیان نیز به این دلیل بوده است که از یک وضعیت غیر واقعی نوسان زیاد ابزار سیاستی جلوگیری کند (Gan, 2014).

۳-۲. مدل ساختاری اقتصاد ایران

معرفی شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه با استفاده از تصریح مدل اقتصادکلان استاندارد بررسی می‌شود. مدل اقتصاد کلان استاندارد به کار رفته برای ایجاد شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه، بسطی از مدل ساختاری کوچک توصیف شده توسط سونسون^۱ (۲۰۰۰) است که در مطالعات مختلف از قبیل جان (۲۰۱۴) و اردام و یاماگ (۲۰۱۶) نیز به کار گرفته شده است. در مطالعه‌ی حاضر پس از انجام تعدیلاتی در جهت انطباق مدل ساختاری مذکور با اقتصاد ایران، از روش‌شناسی مورد استفاده توسط جان (۲۰۱۴) و اردام و یاماگ (۲۰۱۶) که به تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی مبادرت کرده‌اند، استفاده شده است. جان (۲۰۱۴) «مدل هم‌زمان»^۲ شاخص نااطمینانی اقتصادی را وارد مدل ساختاری کوچک کرده است به طوری که مدل ساختاری کوچک، سطح بهینه‌ی شاخص نااطمینانی اقتصاد را تعیین می‌کند. مدل ساختاری کوچک به وسیله‌ی معادلات ذیل در راستای انطباق با اقتصاد ایران بسط داده شده است:^(۸)

$$y_t^g = \alpha_1 y_{t-1}^g + \lambda_1 INS_{t-1}^g + \delta_1 e_{t-1}^g + \varepsilon_t \quad (۴)$$

$$\pi_t^g = \alpha_2 y_{t-1}^g + \beta_1 \pi_{t-1}^g + \delta_2 e_{t-1}^g + \eta_t \quad (۵)$$

$$e_t^g = \lambda_2 INS_{t-1}^g + \beta_3 \pi_{t-1}^g - \gamma_1 RES_t^g + v_t \quad (۶)$$

$$UI_t = \alpha_3 y_t^g + \beta_2 \pi_t^g + \delta_3 e_t^g + \lambda_3 INS_t^g + \omega_t \quad (۷)$$

$$INS_t^g = -\alpha_4 y_{t-1}^g - \beta_3 \pi_{t-1}^g - \delta_4 e_{t-1}^g - UI_{t-1} + \zeta_t \quad (۸)$$

متغیرهای y ، π ، e ، INS و UI به ترتیب عبارت از تولید، تورم، نرخ ارز و متغیر ابزار سیاست پولی و شاخص نااطمینانی هستند. همان‌طور که جان (۲۰۱۴) بیان می‌کند متغیرهای y ، π ، e ، INS در مدل فوق محوری هستند و بنابراین بر حسب شکاف بین مقادیر تعادلیشان (انحرافات مقادیر واقعی از مقادیر بالقوه) و به صورت نرخ رشد بیان شده‌اند. معادله‌ی ۴ در واقع منحنی IS در اقتصاد باز است که تولید کل اقتصاد را نشان می‌دهد. شکاف تولید (y_t^g) به مقادیر گذشته‌ی خودش، شکاف نرخ بهره‌ی واقعی به عنوان ابزار سیاست پولی و شکاف نرخ ارز واقعی بستگی دارد

1. Svensson

2. Contemporaneous Model

(Gan, 2014). به علاوه، یک شوک در تقاضا وجود دارد (ϵ_t) که بیشتر از آن است که به شکاف نرخ بهره‌ی واقعی و نرخ ارز واقعی نسبت داده شود.^(۹) نکته‌ی حائز اهمیت این است که در ایران نرخ بهره به صورت دستوری و معمولاً سالانه تعیین می‌گردد و نمی‌تواند ابزار مناسبی برای سیاست پولی در نظر گرفته شود. مرور مطالعات مختلف نشان می‌دهد که در کارهای تجربی اتفاق نظری در رابطه با ابزار سیاست پولی در ایران وجود ندارد و از متغیرهای مختلفی به عنوان ابزار سیاست پولی استفاده شده است. در مطالعه‌ی حاضر سه متغیر شکاف نرخ رشد حجم پول ($M1^g$)، شکاف نرخ رشد حجم نقدینگی ($M2^g$) و شکاف نرخ رشد پایه‌ی پولی (B^g) به عنوان ابزارهای سیاستی بانک مرکزی وارد مدل گردیده و سپس با مقایسه‌ی مقدار زیان بانک مرکزی ناشی از به کارگیری هر یک از این ابزارها، شکاف نرخ رشد پایه‌ی پولی (B^g) به عنوان مناسب‌ترین ابزار سیاستی بانک مرکزی انتخاب گردیده است. معادله‌ی ۵ منحنی فیلیپس اقتصاد باز یا به صورت معادل، رابطه‌ی عرضه‌ی کل است. (Mankiw & Reis, 2011) این معادله بیان می‌کند که تغییر در تورم به سطح شکاف تولید، شوک تورمی و شکاف نرخ ارز واقعی بستگی دارد. یک شکاف تولید مثبت تمایل به ایجاد فشار تورمی بر اقتصاد دارد. این قبیل فشارها زمانی می‌تواند اتفاق بیفتد که فعالیت اقتصادی بالاتر، تقاضا برای عوامل تولید را بالا برده که نتیجه‌ی آن افزایش سطح هزینه‌ی شرکت‌ها است که به دنبال آن قیمت‌ها به صورت ناگهانی افزایش می‌یابند. به علاوه، تورم منوط به شوک‌های تورمی غیر قابل پیش‌بینی است (یعنی تورم «اینرسی»^۱ دارد). زمانی که تورم متحمل اینرسی باشد، علی‌رغم اینکه بانک مرکزی (مقامات پولی) تلاش به کاهش آن می‌کند ولی تورم بالا می‌ماند. تغییرات نرخ ارز نیز به دو طریق مستقیم و غیرمستقیم بر روی سطح قیمت‌ها اثر می‌گذارد. نرخ ارز می‌تواند به طور مستقیم با تحت تأثیر قرار دادن قیمت نهاده‌ها و کالاهای وارداتی منجر به تغییر تورم شود. این تورم نیز به نوبه‌ی خود قیمت کالاهای تولید شده در داخل را به دلیل تغییر در هزینه‌های بنگاه متأثر ساخته که در واقع این تغییرات به علت تغییر در قیمت‌ها برای کالاهای واسطه‌ای

وارد شده و تغییرات در دستمزدها به عنوان نتیجه‌ی تغییرات در دستمزدهای واقعی مبتنی بر مصرف^۱ رخ داده‌اند. (Guender, 2005) اما اثر غیرمستقیم نرخ ارز از طریق تغییر الگوی مصرف و در نتیجه تغییر تقاضای اقتصادی است. اثرات تغییرات نرخ ارز بر تورم به فاکتورهای زیادی مثل نرخ ارز گذشته، ساختار بازار، کشش صادرات و واردات، مصرف و سرمایه‌گذاری بستگی دارد. (Hyder, 2006) متغیر شوک عرضه است (البته به تورم ناشی از فشار هزینه نیز اشاره دارد) که یک افزایش در سطح عمومی قیمت‌ها را با توجه به یک سطح شکاف محصول داده شده و شکاف نرخ ارز واقعی مشخص، ایجاد می‌کند. تصریح تابع نرخ ارز واقعی در معادله‌ی ۶ نشان داده شده است. به طور مرسوم نرخ ارز واقعی تابعی از نرخ بهره‌ی واقعی در نظر گرفته می‌شود (Ball, 1999) که در واقع نشان‌دهنده‌ی این است که شکاف نرخ بهره‌ی واقعی بالاتر، دارایی‌های داخلی را جذاب‌تر کرده و منجر به کاهش نرخ ارز می‌گردد. اما با بررسی واقعیت‌های اقتصادی ایران و مرور مطالعات صورت گرفته در خصوص عوامل مؤثر در تعیین نرخ ارز، ضرورت تصریح مناسب‌تر این معادله‌ی مرسوم برای اقتصاد ایران آشکار می‌گردد و این ضرورت با توجه به این نکته که تغییرات نرخ بهره و تفاوت نرخ‌های بهره‌ی داخلی و خارجی به دلایلی از جمله تحریم نظام بانکی و انتقال نیافتن آزادانه‌ی سرمایه بین داخل و خارج ایران در تعیین نرخ ارز و انتقال سرمایه اثر ندارد (صارم و مهرآرا، ۱۳۹۳)، تشدید می‌شود. مرور مطالعات داخلی نشان‌دهنده‌ی عوامل متعدد اثرگذار بر نرخ ارز است (ابریشمی و رحیمی، ۱۳۸۳؛ مهرآرا، ۱۳۸۴؛ منافی‌انور و سایرین، ۱۳۹۴ را ببینید). از آن جایی که در بیشتر مطالعات بر اهمیت درآمد نفتی و تورم (ختایی و سیفی‌پور، ۱۳۸۷؛ محمدلو و خداویسی، ۱۳۹۶) تأکید شده است، بنابراین در معادله‌ی ۶ باید اثر متغیرهای تورم و درآمد نفتی لحاظ شود. البته علی‌رغم نقش مهم درآمد نفتی در تعیین نرخ ارز کشور، ولی به دلیل آن که بانک مرکزی در هدف‌گذاری و کنترل نرخ ارز دخالت مستقیم دارد، به نظر می‌رسد که درآمد نفتی کشور به طور مستقیم بر تغییر نرخ ارز اثر نمی‌گذارد و در واقع از طریق تغییر ذخایر ارزی بانک مرکزی و

با تصمیم مقامات پولی کشور بر نرخ ارز اثرگذار است. بنابراین به جای درآمد نفتی در معادله ی ۶، از متغیر ذخایر خارجی بانک مرکزی «RES» استفاده شده است که با توجه به تعریف نرخ ارز در ایران (تعریف غیرمستقیم)، انتظار بر آن است که اثر شکاف این متغیر بر شکاف نرخ ارز منفی باشد. v_t در معادله ی ۶ نشان دهنده ی اثر شوک‌هایی از قبیل انتظارات، نرخ‌های بهره ی خارجی و اطمینان سرمایه‌گذاران به شکاف نرخ ارز واقعی است. همچنین در معادله ی ۶ به جای شکاف نرخ بهره از شکاف نرخ رشد پایه ی پولی استفاده شده است. معادله ی ۷ تابع ناطمینانی اقتصادی هم‌زمان را نشان می‌دهد که فرض می‌شود ناطمینانی اقتصادی با شوک‌های متغیرهای کلان و متغیرهای سیاستی مانند شکاف تولید، تورم، نرخ ارز و نرخ بهره همبسته است و در واقع شاخص ناطمینانی اقتصاد (UI) در بر دارنده ی شکاف تولید واقعی (y)، شکاف تورم (π)، شکاف نرخ ارز واقعی (e) و شکاف ابزار سیاست پولی متناسب با عملکرد بانک مرکزی ایران «INS» (پایه ی پولی) است. فرض می‌شود که کاهش شکاف متغیرهای فوق منجر به کاهش سطح ناطمینانی می‌گردد. تحقیق جان (۲۰۱۴)، حاکی از آن است که شاخص ناطمینانی اقتصاد بهینه، سطح «شاخص ثبات»^۱ (نااطمینانی غیر صفر و صفر) را در خود جای داده است. به علاوه، جان (۲۰۱۴) تأکید کرده است که اگر اثرات مثبت متغیرهای مربوطه بیشتر از اثرات منفی آن‌ها در تابع شاخص بهینه ی ناطمینانی اقتصاد باشد، مقدار شاخص ناطمینانی مثبت می‌گردد که مثبت شدن شاخص ناطمینانی دلالت بر این دارد که سیاست اقتصادی انقباضی باید به کار برده شود. هدف مطالعه ی حاضر این است که در یک فرآیند بهینه‌یابی پارامترهای این رابطه به گونه‌ای کالیبره شود که تابع زیان بانک مرکزی (رابطه ی ۳) حداقل شده و این شاخص ناطمینانی بهینه به دست آید. معادله ی ۸ تابع بازخورد سیاست پولی است. بر اساس این تابع، بانک مرکزی ابزار سیاستی خود را در واکنش به «تغییرات»^۲ شکاف تولید، تورم، نرخ ارز و ناطمینانی تغییر می‌دهد. این تغییرات همراه علامت منفی انتظاری پارامترها،

1. Stability Index

2. Innovations

منعکس‌کننده‌ی سیاست «ضدچرخه‌ای»^۱ اتخاذ شده توسط بانک مرکزی است به طوری که با افزایش در γ^g ، π^g و e^g و UI ، بانک مرکزی باید شکاف تولید، شکاف تورم و نااطمینانی اقتصادی را به وسیله‌ی کاهش در شکاف ابزار سیاست پولی (پایه‌ی پولی) تثبیت کند.

۳-۳. الگوریتم بهینه‌یابی

در مطالعه‌ی حاضر به منظور انجام فرآیند بهینه‌یابی و ایجاد شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه از الگوریتم نسبتاً جدید «جستجوی موجودات همزیست (SOS)»^۲ استفاده گردیده^(۱۰) که به خاطر سرعت و قدرت آن در حل مسائل بهینه‌سازی، در مطالعات متعدد مورد استفاده قرار گرفته است (Panda & Pani, 2016; Ezugwu & Prayogo, 2018; Feshari & Nazari, 2018؛ محمدی و رامتین‌نیا، ۱۳۹۵؛ اکبری‌فرد، علائی و انارکی، ۱۳۹۶ را ببینید). این الگوریتم یکی از الگوریتم‌های فراابتکاری است که بر پایه‌ی شبیه‌سازی رفتار متقابل میان موجودات توسط چنگ و پرایگو^۳ (۲۰۱۴) ارائه گردیده است. موجودات به علت تکیه بر دیگر گونه‌ها برای گذراندن زندگی و حتی بقا، به ندرت در انزوا زندگی می‌کنند. این رابطه‌ی مبتنی بر اعتماد به‌عنوان همزیستی شناخته می‌شود. الگوریتم «SOS» فعل و انفعالات همزیستی در رابطه بین دو گونه را شبیه‌سازی می‌کند به نحوی که یک گونه به جستجو برای پیدا کردن مناسب‌ترین موجود می‌پردازد. مانند دیگر الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت، الگوریتم «SOS» نیز به طور تکراری جمعیتی از کاندیدها را برای یافتن مناطقی به عنوان جواب بهینه در محدوده‌ی کلی جواب ایجاد می‌کند. الگوریتم «SOS» با یک جمعیت اولیه به نام اکوسیستم کار خود را آغاز کرده و سپس در اکوسیستم اولیه، گروهی از موجودات (متغیر تصمیم) را به‌طور تصادفی در فضای جستجو تولید می‌کند. هر موجود زنده به عنوان یک کاندید از راه‌حل مسأله که با میزان برازش خاصی در ارتباط است، نشان‌دهنده‌ی

1. Countercyclical

2. Symbiotic Organisms Search

3. Cheng And Prayogo

درجه‌ی انطباق با هدف مورد نظر (مقدار تابع هدف) است. تقریباً تمامی الگوریتم‌های فراابتکاری در هر تکرار، عملکرد جایگزینی را برای حل مسأله اعمال می‌کنند تا راه‌حل جدیدی برای تکرار بعدی به وجود آورند. در «SOS»، تولید راه‌حل جدید به وسیله‌ی تقلید تعامل بیولوژیک بین دو موجود در اکوسیستم اداره می‌شود که به وسیله‌ی سه فاز «همکاری»^۱ (استفاده متقابل)، «هم‌سفرگی»^۲ و «انگلی»^۳ که شبیه به مدل تعاملی بیولوژیکی در دنیای واقعی است ایجاد می‌گردد. هویت هر تعامل، مبتنی بر نوع تعامل تعریف می‌شود. به این ترتیب که سود دو طرفه بیانگر فاز همکاری، سود یک طرفه مبین فاز هم‌سفرگی و سود یک طرفه زیان طرف دیگر، نشان‌دهنده فاز انگلی است. در همه‌ی فازها هر موجود به صورت تصادفی با موجود دیگر تعامل می‌کند. این فرآیند تا زمانی که معیار خاتمه‌ی فرآیند (مثلاً رسیدن به حداکثر تعداد تکرار) برآورده شوند ادامه پیدا می‌کند (برای مطالعات جزئیات بیشتر به ازوگوا و پرایاگو^۴ (۲۰۱۸) و اکبری‌فرد، علائی و انارکی (۱۳۹۶) مراجعه کنید).

۴. تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه

به منظور تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه برای ایران، داده‌های مورد استفاده در مطالعه‌ی حاضر از سایت بانک مرکزی استخراج شده است و نقص‌های موجود در برخی سری‌ها را توسط داده‌های موجود در نماگرهای اقتصادی بانک مرکزی تکمیل و سپس برخی متغیرهای اسمی بر اساس سال پایه‌ی ۱۳۹۰ حقیقی شده‌اند.^(۱۱) به علت در دسترس نبودن متغیر نرخ ارز حقیقی، شاخص قیمتی مصرف‌کننده‌ی آمریکا و ایران از سایت بانک جهانی استخراج و سپس با ضرب نسبت شاخص قیمتی مصرف‌کننده‌ی خارجی به داخلی در نرخ ارز اسمی، مقدار حقیقی این نرخ ارز محاسبه گردیده است.^(۱۲) ولی نکته‌ای که باید

1. Mutualism Phase

2. Commensalism Phase

3. Parasitism Phase

4. Ezugwu, A. E., & Prayogo, D.

در رابطه با نرخ ارز حقیقی به آن توجه کرد این است که از آن جایی که هدف نهایی ما ایجاد شاخص نااطمینانی است به نظر می‌رسد که در ایران نرخ ارز اسمی در ایجاد نااطمینانی اقتصادی نقش مهم‌تری دارد و بهتر است که متغیر نرخ ارز اسمی در تابع نااطمینانی وارد شود که البته به دلیل ورود نرخ ارز حقیقی در سایر معادلات، لازم است یکسان‌سازی این نرخ‌ها صورت گیرد و اثر نسبت قیمت‌های خارجی به داخلی از نرخ‌های ارز حقیقی خارج شود. به این منظور در کلیه‌ی معادلاتی که نرخ ارز به صورت مستقل یا وابسته وارد شده است، کلیه‌ی متغیرها را در شکاف نرخ رشد نسبت شاخص قیمتی مصرف‌کننده‌ی داخلی به خارجی ضرب شده است تا به نوعی اثر جایگزینی متغیر نرخ ارز حقیقی با متغیر نرخ ارز اسمی موجه باشد^(۱۳). همه‌ی متغیرها به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده‌اند و سپس نرخ رشد آن‌ها محاسبه و سپس به منظور تعیین شکاف متغیرها از فیلتر هادریک-پرسکات استفاده گردیده است. محاسبات مربوط به تعیین پارامترهای روابط مدل ساختاری و تعیین ضرایب شاخص نااطمینانی از طریق فرآیند بهینه‌یابی به وسیله‌ی کدنویسی در نرم‌افزار MATLAB14b انجام شده است. ابتدا با انجام کد نویسی به تعیین روابط متغیرهای مدل ساختاری (روابط ۴ تا ۸) بدون وجود متغیر نااطمینانی (UI) پرداخته شده است. بدین منظور روابط مذکور توسط الگوریتم «SOS» به گونه‌ای تعیین شده است که «مجذور میانگین مربع خطاها (RMSE)»^۱ در هر یک از روابط حداقل گردد. پارامترهای تعیین شده توسط الگوریتم در جدول ۲ گزارش شده‌اند. سپس معادله‌ی نااطمینانی (رابطه‌ی ۷) وارد ساختار مدل شده و در این مرحله به گونه‌ای کدنویسی صورت گرفته است که الگوریتم «SOS» پارامترهای مدل ۷ را طوری تعیین کند که در کنار سایر روابط مدل ساختاری، تابع زیان بانک مرکزی را حداقل نماید. نتایج تعیین پارامترهای مدل ۷ نیز در جدول ۳ ارائه شده است. مراحل فوق برای سه ابزار سیاستی بانک مرکزی که در قبل بیان گردید صورت گرفته است و در نهایت ابزار سیاستی پایه‌ی پولی به عنوان ابزار مناسب تعیین شد.

با توجه به جدول ۲ مشخص است که پارامترهای معادلات محاسبه شده دارای علامت‌های مورد انتظار هستند. همچنین مقادیر ضریب تعیین مدل‌ها نیز بیانگر این است که درصد بالایی از تغییرات متغیرهای وابسته توسط متغیرهای مستقل توضیح داده شده است.

جدول ۲. نتایج برآورد معادلات ساختاری با استفاده از الگوریتم «SOS»؛ ابزار سیاستی BM

ابزار سیاستی BM		RMSE	R ²	معادله
$\mu_{yg} = 1, \mu_{\pi g} = 0/5, \mu_{BMg} = 0/5, \mu_{eg} = 0/8$				
$y_t^g = 0.05y_{t-1}^g + 0.06BM_{t-1}^g + 0.09e_{t-1}^g + \varepsilon_t$		۰/۳۸	0/92	۴
$\pi_t^g = 0.37y_{t-1}^g + 0.26\pi_{t-1}^g - 0.18e_{t-1}^g + \eta_t$		۰/۳۴	0/94	۵
$e_t^g = 0.23BM_{t-1}^g + 0.03\pi_{t-1}^g - 0.006RES_t^g + v_t$		۰/۳۴	0/91	۶
$BM_t^g = -0.13y_{t-1}^g - 0.02\pi_{t-1}^g - 0.10e_{t-1}^g + \zeta_t$		۰/۸۸	0/86	۸

منبع: نتایج پژوهش

ضرایب تابع نااطمینانی بهینه‌ی اقتصاد نیز در جدول ۳ ارائه شده و با قرارگیری این ضرایب در تابع شماره‌ی ۷، شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه محاسبه گردیده است:

جدول ۳. نتایج الگوریتم بهینه‌ی یابی SOS

مقدار	ضرایب بهینه، واریانس‌ها و مقدار زبان بانک مرکزی
۰/۲۲	α_3
۱/۰۳	β_3
۲/۰۷	δ_3
۰/۹۹	λ_3
۰/۲۲	V_{yg}
۱/۶۷	$V_{\pi g}$
0/32	V_{BMg}
۰/۷۶	V_{eg}
۱/۵۸	L_t

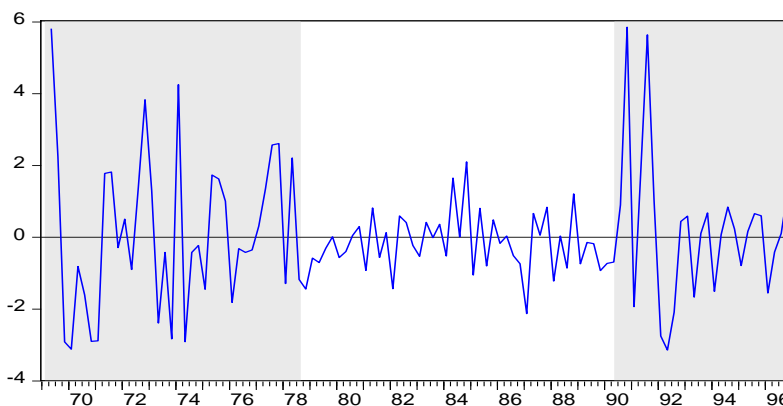
منبع: نتایج پژوهش

$$UI_t = 0.22y_t^g + 1.03\pi_t^g + 2.07e_t^g + 0.99BM_t^g$$

شکل ۱ نمودار شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه را نشان می‌دهد. (سری زمانی این شاخص در پیوست ۱ ارائه شده است) قبل از بررسی شاخص نااطمینانی ایجاد شده لازم به یادآوری است که این شاخص برآیند ترکیب چهار متغیر اقتصادی است که با وزن‌های مختلف با یکدیگر جمع شده‌اند و اثر مثبت یک

متغیر (افزایش نرخ ارز) می‌تواند با اثر منفی یک متغیر دیگر (نرخ رشد اقتصادی منفی) خنثی و یا حذف گردد.

شکل ۱. نمودار شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه برای اقتصادی ایران



منبع: نتایج پژوهش

با توجه به شاخص ایجاد شده و نمودار آن، مطالب زیر قابل استنباط است:

- با توجه به ضرایب مشخص است که متغیرهای نرخ ارز و نرخ تورم به ترتیب بیشترین اثرگذاری و متغیرهای نرخ رشد تولید و پایه‌ی پولی کمترین اثرگذاری را در ایجاد شاخص نااطمینانی دارند.

- بیشترین تغییرات شاخص ایجاد شده مرتبط با دهه‌ی هفتاد و نود است و در دهه‌ی هشتاد به نسبت دو دهه‌ی دیگر حجم و نوسانات نااطمینانی کمتری وجود دارد (شکل ۱ و جدول ۴). این موضوع با واقعیت اقتصادی ایران که در دهه‌ی هفتاد و نود با شوک‌های ارزی و تورمی شدیدی مواجه بوده نیز سازگار است به طوری که در سال‌های ۷۲ تا ۷۴ و همچنین سال‌های ۹۰ تا ۹۲ بیشترین افزایش نرخ رشد ارز و نرخ تورم را شاهد بوده‌ایم.

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه

سال‌های مورد بررسی	میانگین نااطمینانی	انحراف معیار نااطمینانی
۱۳۶۹:۱-۱۳۷۹:۴	۰/۰۲	۲/۰۸
۱۳۸۰:۱-۱۳۸۹:۴	-۰/۱	۰/۸۳
۱۳۹۰:۱-۱۳۹۶:۴	۰/۱۱	۲/۰۱
کل دوره	۰/۰۰	۱/۰۷

منبع: نتایج پژوهش

● در طول دوره‌ی مورد بررسی در هفت مقطع، مقدار شاخص نااطمینانی تقریباً برابر با صفر است که همه‌ی آن‌ها در دهه‌ی هشتاد قرار دارند (فقط یک مورد آن در ۱۳۷۹:۴ قرار دارد).

● شاخص در دوره‌های زیر منفی و در سایر دوره‌ها صفر یا مثبت است:
 ۱۳۷۱:۱ - ۱۳۶۹:۴، ۱۳۷۲:۲، ۱۳۷۱:۴، ۱۳۷۴:۴ - ۱۳۷۳:۲، ۱۳۷۵:۱ - ۱۳۷۴:۲،
 ۱۳۷۶:۱ - ۱۳۷۶:۴، ۱۳۷۸:۱، ۱۳۷۸:۳ - ۱۳۸۰:۲، ۱۳۸۱:۱، ۱۳۸۱:۳؛ ۱۳۸۲:۲، ۱۳۸۳:۱ -
 ۱۳۸۲:۴ - ۱۳۸۳:۳، ۱۳۸۴:۱، ۱۳۸۴:۳، ۱۳۸۵:۱، ۱۳۸۵:۳، ۱۳۸۶:۱، ۱۳۸۷:۱ -
 ۱۳۸۶:۳، ۱۳۸۸:۱، ۱۳۸۸:۳، ۱۳۹۰:۲ - ۱۳۸۹:۱، ۱۳۹۱:۱، ۱۳۹۲:۳ - ۱۳۹۲:۱،
 ۱۳۹۴:۱، ۱۳۹۳:۳، ۱۳۹۵:۱ و ۱۳۹۶:۲ - ۱۳۹۶:۱

● شاخص ایجاد شده با توجه به آزمون‌های آماری مختلف مانا است (جدول ۵).

جدول ۵. نتایج آزمون‌های بررسی مانایی

آزمون آماری	مقدار آماره	(P-Value)
ADF	۱۰/۰۲	۰/۰۰
P.P	۱۰/۰۱	۰/۰۰
Zivot-Andrews (با اعمال شکست ساختاری در روند و عرض از مبدا)	۱۰/۴۹	۰/۰۰

منبع: نتایج پژوهش

نتیجه‌گیری

در مطالعه‌ی حاضر با استفاده از روشی مشابه رویکرد جان (۲۰۱۴) به تعیین شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه برای اقتصاد ایران طی دوره‌ی ۱۳۶۹:۱ تا ۱۳۹۶:۴ پرداخته شده است. در راستای تعیین این شاخص نااطمینانی بهینه، ابتدا تابع زیان بانک مرکزی و معادلات IS، عرضه‌ی کل (منحنی فیلیپس اقتصاد باز)، نرخ ارز واقعی و تابع بازخورد سیاست پولی در راستای مشخص کردن ساختار اقتصاد ایران تصریح و سپس تابع نااطمینانی اقتصادی هم‌زمان نیز در کنار سایر معادلات تصریح گردیده است. پارامترهای توابع ساختاری و همچنین تابع نااطمینانی اقتصادی هم‌زمان توسط الگوریتم بهینه‌یابی فراکاوشی «SOS» به گونه‌ای تعیین شده است که تابع زیان بانک مرکزی حداقل گردد. پس از تعیین پارامترهای تابع نااطمینانی اقتصادی، شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه به صورت

جمع وزنی متغیرهای شکاف تولید، تورم، ارز و پایه‌ی پولی ایجاد گردیده است که ضرایب به دست آمده برای این متغیرهای موجود در شاخص به ترتیب برابر با ۰/۲۲، ۱/۰۳، ۲/۰۷ و ۰/۹۹ است. با توجه به ضرایب به دست آمده مشخص است که بیشترین تأثیر در شاخص نااطمینانی مربوط به نرخ ارز و تورم است. شاخص تعیین شده مانا بوده و نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات شاخص ایجاد شده مربوط به دهه‌ی هفتاد و نود است و در دهه‌ی هشتاد به نسبت دو دهه‌ی دیگر حجم و نوسانات نااطمینانی کمتر است به طوری که همه‌ی مقاطعی که مقدار شاخص نااطمینانی تقریباً برابر با صفر است (هفت مقطع) در دهه‌ی هشتاد قرار دارند.

شاخص ایجاد شده برخلاف شاخص‌های نااطمینانی متداولی که بر مبنای متغیرهای مختلف اقتصادی و با استفاده از روش‌های خانواده‌ی «ARCH» ایجاد می‌گردند و نااطمینانی منفرد متغیرها را بیان می‌کنند، نااطمینانی کلی اقتصاد را نشان می‌دهد. همچنین این شاخص می‌تواند به عنوان یک راهنمای سیاستی بانک مرکزی عمل کند به طوری که به بانک مرکزی در راستای اعمال سیاست انقباضی یا انبساطی علامت دهد.

با توجه به شاخص ایجاد شده و اهمیت نرخ ارز و تورم در شکل‌گیری سطح نااطمینانی اقتصادی کشور، لازم است که سیاست‌گذاران اقتصادی کشور در راستای کنترل و ثبات این دو متغیر تلاش بیشتری کنند تا بتوان سطح نااطمینانی اقتصادی را کاهش داد و با توجه به پارامترهای ایجاد شده در این شاخص به تعیین سطح نااطمینانی اقتصادی در زمان‌های مختلف پردازند. همچنین این شاخص از آن جایی که مبتنی بر ساختار اقتصادی کشور است نسبت به شاخص‌های نااطمینانی منفرد، میزان نااطمینانی اقتصادی را بهتر مورد سنجش قرار می‌دهد و به همین دلیل برای استفاده در کارهای پژوهشی که نیازمند متغیر نااطمینانی هستند مناسب‌تر است.

پی‌نوشت‌ها

۱. مکتب پساکینزی نیز به پیروی از نایت و کینز بر وضعیت ریسکی و وضعیتی که در برگیرنده‌ی نااطمینانی است تمایز قائل شده است (Snowdon & Vane & Howard, 2005: p 229)
۲. این گروه از شاخص‌ها در مطالعه‌ی Moor (2016) تحت عنوان شاخص‌های مبتنی بر روزنامه (Newspaper Based) طبقه‌بندی شده‌اند.
۳. متن کاوی فرآیند استخراج اطلاعات با کیفیت بالا از اسناد متنی با استفاده از داده‌کاوی (Data Mining)، آمار، بازیابی اطلاعات (Information Retrieval)، یادگیری ماشینی و زبان‌شناسی محاسباتی (Computational Linguistics) است. (Weiss et al, 2010)
۴. یکی از روش‌های یادگیری با نظارت است که از آن برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌کنند.
۵. این گروه همانند طبقه‌ی تعریف شده توسط Moor (2016) است که تحت عنوان عدم توافق پیش‌بینی‌کننده‌ها (Forecaster Disagreement) نامگذاری شده است.
۶. به قانون پولی و بانکی مصوب تیرماه ۱۳۵۱ و ۱۳۹۶، قانون عملیات بانکی بدون ربا (بهره) مصوب شهریور ۱۳۶۲ و بند ج ماده‌ی ۸۱ قانون برنامه‌ی پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور (۱۳۹۴-۱۳۹۰) مراجعه کنید.
۷. به مطالعات تجربی صورت گرفته توسط Levin, Andrew T and Williams, John C (2003), Gan, Pei- Jaaskela, Jarkko P.(2005), Smets, Frank(2003), Tha(2014) مراجعه کنید.
۸. البته فرم عمومی استفاده شده برای شناسایی تابع بازخوردی نااطمینانی اقتصاد بهینه می‌تواند از طریق ایجاد یک مدل کلان و یک تابع زیان برای بانک مرکزی به دست آید. (Gan, 2014)
۹. والش نیز نرخ بهره‌ی اسمی را به عنوان ابزار بانک مرکزی برای اجرای سیاست پولی در تصریح منحنی IS وارد کرده است. (Walsh, Carl E, 2010)
۱۰. لازم به ذکر است که دو الگوریتم بهینه‌یابی ژنتیک (GA) و ازدحام ذرات (PSO) نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند که به علت بهتر بودن نتایج الگوریتم SOS و جلوگیری

- از طولانی شدن مطالب از ذکر نتایج آن‌ها خودداری شده است.
۱۱. به علت وجود اثرات فصلی در متغیر تولید ناخالص داخلی، این متغیر با استفاده از روش X-12 فصلی زدایی شده است.
 ۱۲. لازم به ذکر است که داده‌های نرخ ارز حقیقی مؤثر از صندوق بین‌المللی نیز استخراج و مورد استفاده قرار گرفت که نتایج حاصل از به کارگیری این متغیر غیر منطقی بوده است. همچنین داده‌های این متغیر به صورت سالانه بوده‌اند که تبدیل به متغیر فصلی شده‌اند.
 ۱۳. در واقع با این کار علی‌رغم اینکه متغیر نرخ ارز واقعی به کار گرفته شده است ولی بدون تغییر ساختار مدل رگرسیون و تغییر نتایج، اثرات تورمی از متغیر نرخ ارز خارج شده و مانند این است که نرخ ارز اسمی در مدل وجود دارد (به منظور بررسی اثرات تغییر مقیاس متغیرها به فصل 6 (wooldridge (2013 مراجعه کنید).

منابع

- ابریشمی، حمید و رحیمی، آزاده. (۱۳۸۳). بررسی عوامل کوتاه‌مدت و بلندمدت تعیین‌کننده نرخ واقعی ارز در چارچوب ۳ کالایی، مورد مطالعه ایران. پژوهشنامه بازرگانی، ۳۰، ۳۸-۱.
- اکبری‌فرد، حسین؛ علائی، رضا و انارکی محمدی، احمد. (۱۳۹۶). بهینه‌سازی سبد سهام بورس اوراق بهادار با استفاده از الگوریتم‌های فراکاوشی. بورس اوراق بهادار، ۱۰(۳۸)، ۷۸-۱۱۰.
- جلالی‌نائینی، سیداحمدرضا. نادریان، محمد امین (۱۳۹۶). سیاست‌های پولی و ارزی در یک اقتصاد صادرکننده نفت: مورد ایران. فصلنامه‌ی پژوهش‌های پولی-بانکی، ۹(۲۹): ۳۲۷-۳۷۲.
- ختایی، محمود. سیفی‌پور، رویا (۱۳۸۷). اثر نااطمینانی درآمدهای نفتی بر نرخ ارز در ایران. فصلنامه‌ی اقتصاد مالی، ۲(۲): ۷-۲۴.
- خواجه محمدلو، علی. خداویسی، حسن (۱۳۹۶). بررسی ارتباط نرخ ارز، نرخ تورم و نرخ بهره تحت رویکرد تئوری‌های فیشر در اقتصاد ایران. فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۶(۲۴): ۱۹۹-۲۲۱.
- دل‌انگیزان، سهراب. کریمی، محمدشریف. امیریانی، پرستو (۱۳۹۶). تأثیر سیاست‌های پولی بر بیکاری در شرایط نااطمینانی تورم، موردکاوی تجربی ایران ۹۰-۱۳۵۳. فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه‌ی پایدار)، ۱۷(۱): ۱-۲۱.
- دهمرد، نظر. روشن، رضا (۱۳۸۸). بررسی تأثیر نااطمینانی اقتصادی بر تقاضای پول: مطالعه‌ی موردی ایران. مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، ۴۴(۳): ۱-۲۲.
- سهیلی، کیومرث. فتاحی، شهرام. سرخوندی، مهناز (۱۳۹۶). بررسی توابع واکنش بانک مرکزی با استفاده از قاعده تیلور. پژوهش‌های اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه‌ی سابق)، ۲۴(۱۴): ۱۵۵-۱۸۰.
- صارم، مهدی. مهرآرا، مهدی (۱۳۹۳). بررسی واکنش بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز در ایران. تحقیقات اقتصادی، ۴۹(۱): ۱۳۷-۱۵۴.
- عبادی، جعفر. جهانگرد، هاجر (۱۳۹۱). الگوسازی مداخله‌ی ارزی در بازار ارز ایران. مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، ۳(۴۷): ۲۳-۴۴.

- عرفانی، علیرضا. طالب بیدختی، آزاده (۱۳۹۲). ارزیابی و مقایسه‌ی قواعد ابزاری سیاست پولی در اقتصاد ایران. تحقیقات اقتصادی، ۴۸ (۴): ۱۴۵-۱۶۶.
- کوچک‌زاده، اسماء و جلالی، سید عبدالمجید. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر نااطمینانی نرخ ارز بر رشد بخش‌های اقتصادی ایران. پژوهش‌های رشد و توسعه‌ی اقتصادی، ۴ (۱۶): ۱-۲۰.
- محمدی، عمران. محمدی سیدعرفان. رامتین‌نیا، شاهین (۱۳۹۵). بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم جستجوی ارگانسیم‌های هم‌زیست. مجله‌ی تحقیقات مالی، ۱۸ (۲): ۳۶۹-۳۹۰.
- منافی‌انور، وحید. خدادادکاشی، فرهاد. بیابانی، جهانگیر. پاسبان، فاطمه (۱۳۹۴). عوامل مؤثر بر تغییرات نرخ ارز واقعی و تأثیر آن بر شاخص رقابت‌پذیری در اقتصاد ایران (۹۲-۱۳۵۸). فصلنامه‌ی علوم اقتصادی، ۹ (۳۲): ۱-۲۳.
- مهرآرا، محسن (۱۳۸۴). نرخ ارز حقیقی تعادلی و عوامل تعیین‌کننده‌ی آن در اقتصاد ایران. مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، ۴۰ (۳): ۱۱۷-۱۵۸.
- مهرآرا، محسن. صحتی، الهام (۱۳۹۰). بررسی تأثیر نااطمینانی شاخص‌های اقتصادکلان بر عملکرد اعتباری بانک‌ها (مورد مطالعه: ایران). پژوهشنامه‌ی اقتصادی، ۱۱ (۴۳): ۱-۲۱.
- یزدانی، مهدی. درگاهی، حسن. اکبری‌افروزی، رقیه (۱۳۹۶). هدف‌گذاری تورم با تأکید بر نرخ ارز حقیقی در اقتصاد کلان ایران. فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۲ (۷۲): ۱۵۱-۱۸۶.
- Atta-Mensah, J. (2004). Money Demand And Economic Uncertainty. Staff Working Papers 04-25, Bank Of Canada. Retrieved From [Http://Publications.Gc.Ca/Collection/FB3-2-104-25E.Pdf](http://Publications.Gc.Ca/Collection/FB3-2-104-25E.Pdf)
- Bachmann, R., Elstner, S., & Sims, E. (2013). Uncertainty And Economic Activity: Evidence From Business Survey Data. American Economic Journal: Macroeconomics, 5(2), 217-249 .
- Baker, S., Bloom, N., Davis Steven J. (2016),. Measuring Economic Policy Uncertainty. The Quarterly Journal Of Economics., 4(131), 1593-1636.
- Bali, T. ., & Zhou, H. (2016). Risk, Uncertainty, And Expected Returns. Journal Of Financial And Quantitative Analysis, 10(51), 707-735.
- Ball, L. (1999). Policy Rules For Open Economies. In Monetary Policy Rules. National Bureau Of Economic Research, Inc. Retrieved From [Https://Econpapers.Repec.Org/Repec:Nbr:Nberch:7415](https://Econpapers.Repec.Org/Repec:Nbr:Nberch:7415), 127-156.
- Bekaert G Hoerova M Lo Duca M. (2013). Risk, Uncertainty And Monetary Policy. Journal Of Monetary Economics, 60(7), 771-788.
- Binder, C. C. (2017a). Measuring Uncertainty Based On Rounding: New

- Method And Application To Inflation Expectations. *Journal Of Monetary Economics*, 90©, 1–12.
- Bloom, N. (2009). The Impact of Uncertainty Shocks. *Econometrica*, 77(3), 623–685. <https://doi.org/10.3982/ECTA6248>
- Bloom, N., Floetotto, M., Jaimovich, N., Saporta-Eksten, I., & Terry, S. J. (2018). Really Uncertain Business Cycles. *Econometrica*, 86(3), 1031–1065. <https://doi.org/10.3982/ECTA10927>
- Bredin, D., & Fountas, S. (2005). Macroeconomic Uncertainty and Macroeconomic Performance: Are They Related? *Te Manchester School*, 73(1), 58–76.
- Cerda, R., Silva, Á., & Valente, J. T. (2018). Impact of economic uncertainty in a small open economy: the case of Chile. *Applied Economics*, 50(26), 2894–2908. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1412076>
- Charles, A., Darné, O., & Tripier, F. (2018). Uncertainty and the macroeconomy: evidence from an uncertainty composite indicator. *Applied Economics*, 50(10), 1093–1107. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1349294>
- Cheng, M.-Y. & Prayogo, D. (2014). Symbiotic Organisms Search: A New Metaheuristic Optimization Algorithm. *Computers & Structures*, 139(2014), 98–112 .
- Choi, W., OH, S. (2003). A Money Demand Function With Output Uncertainty, Monetary Uncertainty, And Financial Innovations. *Journal Of Money, Credit, And Banking*, 35(5), 685–709.
- Cronin, D, Kelly, R., & Kennedy, B. (2011). Money Growth, Uncertainty and Macroeconomic Activity: A Multivariate GARCH Analysis. *Empirica*, 38(2), 155–167.
- Dixit, A. (1989). Entry and Exit Decisions under Uncertainty. *Journal of Political Economy*, 97(3), 620–638. <https://doi.org/10.1086/261619>
- Dzielinski, M. (2012). Measuring Economic Uncertainty And Its Impact On The Stock Market. *Finance Research Letters*, 9(3), 167–175.
- Erdem, H.F. & Yamak, R. (2016). Measuring The Optimal Macroeconomic Uncertainty Index For Turkey. *Economic Annals*, 61(210), 7–22.
- Ezugwu, A. E., & Prayogo, D. (2019). Symbiotic Organisms Search Algorithm: Theory, Recent Advances And Applications. *Expert Systems With Applications*, 119(3), 184–209 .

- Fernández-Villaverde, J., Guerrón-Quintana, P., Kuester, K., & Rubio-Ramírez, J. (2015). Fiscal Volatility Shocks And Economic Activity. *American Economic Review*, 105(11), 3352–3384 .
- Feshari, M. & Nazari, R. (2018). Portfolio Optimization In Selected Tehran Stock Exchange Companies (Symbiotic Organisms Search And Memetic Algorithms). *Regional Science Inquiry*, 10(1), 149–160 .
- Gan, P.-T. (2014). The Optimal Economic Uncertainty Index: A Grid Search Application. *Computational Economics*, 43(2), 159–182. <https://doi.org/10.1007/s10614-013-9366-y>
- Goel, R. K., & Rati, R. (2013). Economic uncertainty and corruption: evidence from a large crosscountry data set. *Applied Economics*, 45(24), 3462–3468.
- Guender, A. V. (2005). On Optimal Monetary Policy Rules and the Construction of MCIs in the Open Economy. *Open Economies Review*, 16(2), 189–207. <https://doi.org/10.1007/s11079-005-5875-1>
- Guglielminetti, E. (2013). The Effects Of Uncertainty Shocks On The Labor Market: A Search Approach. [Http://Econ. Sciences-Po. Fr/Sites/Default/ Files/Elisa. Pdf](Http://Econ.Sciences-Po.Fr/Sites/Default/Files/Elisa.Pdf).
- Hyder, Z., & Khan, M. (2006). Monetary Conditions Index For Pakistan. *SBP Research Bulletin*, State Bank Of Pakistan, Research Department, 3©, 165-190.
- Jaaskela, J. P. (2005). Inflation, Price Level and Hybrid Rules under Inflation Uncertainty. *Scandinavian Journal of Economics*, 107(1), 141–156. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9442.2005.00399.x>
- Jurado, K., Ludvigson, S., & Ng, S. (2015a). Measuring Uncertainty. *American Economic Review*, 105(3), 1177–1216.
- Keynes, J. (1937). *The General Theory Of Employment, Interest, And Money*. [Http:// Etext.Library.Adelaide.Edu.Au/K/K44g/K44g.Html](Http://Etext.Library.Adelaide.Edu.Au/K/K44g/K44g.Html)
- Knight, F. H. (1933). *Uncertainty and Profit* (first publ). London: London School of Economics.
- kumo, wolassa I. (2006). Macroeconomic Uncertainty And Aggregate Private Investment In South Africa. *The South African Journal of Economics*, 74(2), 190–204. <https://doi.org/10.1111/j.1813-6982.2006.00071.x>
- Kumo, W. L. (2006). Macroeconomic Uncertainty and Aggregate Private Investment in South Africa. *South African Journal of Economics*, 74(2),

190–204.

- Kylaheiko, E. (1997). Coping With Technology: A Study On Economic Methodology And Strategic Management Of Technology. <https://Elibrary.Ru/Item.Asp?Id=6874367>
- Leduc, S., & Liu, Z. (2016). Uncertainty shocks are aggregate demand shocks. *Journal of Monetary Economics*, 82©, 20–35. <https://doi.org/10.1016/J.JMONECO.2016.07.002>
- Levin, A.T., Williams, J.C. (2003). U. (2003). Robust Monetary Policy With Competing Reference Models. *Journal Of Monetary Economics*, 50(5), 945–975 .
- Mankiw, N. G., & Reis, R. (2011). Imperfect information and aggregate demand. North Holland: Elsevier.
- Moore, A. (2017). Measuring Economic Uncertainty and Its Effects. *Economic Record*, 93(303), 550–575.
- Neuman, J. Von. (1953). Theory Of Games And Economic Behavior. [Http://Www.Sidalc.Net/Cgi-Bin/Wxis.Exe/?Isisscript=UACHBC.Xis&Method = Post & Formato =2&Cantidad=1&Expresion=Mfn=055903](http://Www.Sidalc.Net/Cgi-Bin/Wxis.Exe/?Isisscript=UACHBC.Xis&Method = Post & Formato =2&Cantidad=1&Expresion=Mfn=055903)
- Panda, A. & Pani, S. (2016). A Symbiotic Organisms Search Algorithm With Adaptive Penalty Function To Solve Multi-Objective Constrained Optimization Problems. *Applied Soft Computing*, 46©, 344–360.
- Popescu, A And Smets, F. (2010). Uncertainty, Risk-Taking, And The Business Cycle In Germany. *Cesifo Economic Studies*, 56(4), 596-626.
- Rossi, B., & Sekhposyan, T. (2015). Macroeconomic uncertainty indices based on nowcast and forecast error distributions. *The American Economic Review*, 105(5), 650–655.
- Sadeghi, M., Samsan, H., & Sherafat, N. (2007). Inflation-Targeting Policy For An Oil Producing Country: The Case Of Iran. *International Research Journal Of Finance And Economics*, (12), 80-97.
- Schjær-Jacobsen, H. (2004). Modeling Of Economic Uncertainty. *Fuzzy Economic Review*, IX, 49–73 .
- Serven, L. (1998). Macroeconomic Uncertainty And Private Investment In Developing Countries: An Empirical Investigation. *World Bank Policy Research Working Paper*, 2035, 1–34.
- Svensson, L. E. (2000a). Open-Economy Inflation Targeting. *Journal Of*

- International Economics, 50(1), 155–183.
- Smets, F. (2002). Output gap uncertainty: Does it matter for the Taylor rule? *Empirical Economics*, 27(1), 113–129. <https://doi.org/10.1007/s181-002-8362-4>
- Snowdon, B., & Vane, H. R. (2005). *Modern Macroeconomics: Its Origins, Development And Current State*. Edward Elgar Publishing .
- Strobel, J. (2015). On The Different Approaches Of Measuring Uncertainty Shocks. *Economics Letters*, 134, 69–72.
- Tobback, E., Naudts, H., Daelemans, W., Junqué De Fortuny, E., & Martens, D. (2018). Belgian Economic Policy Uncertainty Index: Improvement Through Text Mining. *International Journal Of Forecasting*, 34(2), 355–365 .
- Walsh, C. E. (2010). *Monetary Theory And Policy*. Massachusetts Institute Of Technology.(3rd Ed.).
- Weiss, S. ., Indurkha, N., & Zhang, T. (2010). *Fundamentals of predictive text mining*. London: Springer.
- Zhou, H. (2009). Variance Risk Premia, Asset Predictability Puzzles, And Macroeconomic Uncertainty. *Asset Predictability Puzzles, And Macroeconomic Uncertainty* (May 2009).
- Zhou, H. (2018). Variance Risk Premia, Asset Predictability Puzzles, And Macroeconomic Uncertainty. *Annual Review Of Financial Economics*, 10, 481-497.

پیوست ۱: سری زمانی شاخص نااطمینانی اقتصادی بهینه

مقدار	فصل	مقدار	فصل	مقدار	فصل
-۰/۷۵	سال ۱۳۸۹ فصل اول	-۰/۵۹	سال ۱۳۷۹ فصل اول	-----	سال ۱۳۶۹ فصل اول
-۰/۱۶	فصل دوم	-۰/۷۲	فصل دوم	۵/۷۹	فصل دوم
-۰/۱۹	فصل سوم	-۰/۳۲	فصل سوم	۲/۲۲	فصل سوم
-۰/۹۴	فصل چهارم	-۰/۰۳	فصل چهارم	-۲/۹۳	فصل چهارم
-۰/۷۴	سال ۱۳۹۰ فصل اول	-۰/۵۸	سال ۱۳۸۰ فصل اول	-۳/۱۳	سال ۱۳۷۰ فصل اول
-۰/۷۰	فصل دوم	-۰/۴۱	فصل دوم	-۰/۸۳	فصل دوم
۰/۸۸	فصل سوم	۰/۰۳	فصل سوم	-۱/۶۲	فصل سوم
۵/۸۳	فصل چهارم	۰/۲۷	فصل چهارم	-۲/۹۱	فصل چهارم
-۱/۹۵	سال ۱۳۹۱ فصل اول	-۰/۹۳	سال ۱۳۸۱ فصل اول	-۲/۹۰	سال ۱۳۷۱ فصل اول
۱/۷۷	فصل دوم	۰/۷۹	فصل دوم	۱/۷۵	فصل دوم
۵/۶۲	فصل سوم	-۰/۵۷	فصل سوم	۱/۸۰	فصل سوم
۰/۹۹	فصل چهارم	۰/۱۰	فصل چهارم	-۰/۳۰	فصل چهارم
-۲/۷۶	سال ۱۳۹۲ فصل اول	-۱/۴۵	سال ۱۳۸۲ فصل اول	۰/۴۸	سال ۱۳۷۲ فصل اول
-۳/۱۶	فصل دوم	۰/۵۷	فصل دوم	-۰/۹۱	فصل دوم
-۲/۱۰	فصل سوم	۰/۳۹	فصل سوم	۱/۳۶	فصل سوم
۰/۴۲	فصل چهارم	-۰/۲۴	فصل چهارم	۳/۸۱	فصل چهارم
۰/۵۶	سال ۱۳۹۳ فصل اول	-۰/۵۴	سال ۱۳۸۳ فصل اول	۱/۲۸	سال ۱۳۷۳ فصل اول
-۱/۶۸	فصل دوم	۰/۳۹	فصل دوم	-۲/۴۰	فصل دوم
۰/۰۹	فصل سوم	-۰/۰۲۹	فصل سوم	-۰/۴۴	فصل سوم
۰/۶۵	فصل چهارم	۰/۳۴	فصل چهارم	-۲/۸۴	فصل چهارم
-۱/۵۲	سال ۱۳۹۴ فصل اول	-۰/۵۴	سال ۱۳۸۴ فصل اول	۴/۲۳	سال ۱۳۷۴ فصل اول
۰/۰۵	فصل دوم	۱/۶۳	فصل دوم	-۲/۹۲	فصل دوم
۰/۸۲	فصل سوم	-۰/۰۰۷	فصل سوم	-۰/۴۳	فصل سوم
۰/۲۱	فصل چهارم	۲/۰۸	فصل چهارم	-۰/۲۴	فصل چهارم
-۰/۸۰	سال ۱۳۹۵ فصل اول	-۱/۰۷	سال ۱۳۸۵ فصل اول	-۱/۴۶	سال ۱۳۷۵ فصل اول
۰/۱۴	فصل دوم	۰/۷۸	فصل دوم	۱/۷۱	فصل دوم
۰/۶۴	فصل سوم	-۰/۸۱	فصل سوم	۱/۶۰	فصل سوم
۰/۵۷	فصل چهارم	۰/۴۶	فصل چهارم	۰/۹۸	فصل چهارم
-۱/۵۷	سال ۱۳۹۶ فصل اول	-۰/۱۸	سال ۱۳۸۶ فصل اول	-۱/۸۳	سال ۱۳۷۶ فصل اول
-۰/۴۲	فصل دوم	۰/۰۱۸	فصل دوم	-۰/۲۳	فصل دوم
۰/۰۹	فصل سوم	-۰/۵۲	فصل سوم	-۰/۴۴	فصل سوم
۱/۳۳	فصل چهارم	-۰/۷۵	فصل چهارم	-۰/۳۷	فصل چهارم
		-۲/۱۴	سال ۱۳۸۷ فصل اول	۰/۲۹	سال ۱۳۷۷ فصل اول
		۰/۶۴	فصل دوم	۱/۳۳	فصل دوم
		۰/۰۴	فصل سوم	۲/۵۵	فصل سوم
		۰/۸۱	فصل چهارم	۲/۵۹	فصل چهارم
		-۱/۲۳	سال ۱۳۸۸ فصل اول	-۱/۳۰	سال ۱۳۷۸ فصل اول
		۰/۰۱۸	فصل دوم	۲/۱۹	فصل دوم
		-۰/۸۷	فصل سوم	-۱/۱۹	فصل سوم
		۱/۱۸	فصل چهارم	-۱/۴۵	فصل چهارم

