فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار) ـ سال هفدهم ـ شماره دوم ـ تابستان ۱۳۹۶ ـ صفحات ۱۲۰-۱۰۱

مقایسه مدل تصحیح خطا و رگرسیون فازی برای پیش بینی تولید ناخالص ملی در ایران

بهزاد سلمانی[۱]
منصور زراء نژاد[۲]
پویان کیانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۲۹ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۴/۱۱/۱۰

چکیده

یکی از مهم‌ترین ابزارهای آماری در برنامه‌ریزی و سیاستگذاری‌های اقتصادی، داده‌های حساب‌های ملی است. از این رو، پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار و در این میان، رشد اقتصادی از مهم‌ترین متغیرهای اقتصادی بوده که پیش‌بینی آن، از اولویت بالایی برخوردار است. هدف اصلی این مطالعه، شناسایی روش مناسب برای پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران می‌باشد.

در این پژوهش، مدل رگرسیون فازی که در ادبیات اقتصادی، کمتر مورد توجه قرار گرفته، معرفی و قابلیت آن در پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با مدل تصحیح خطا (ECM) مقایسه شده است. بدین منظور با استفاده از داده‌های دوره ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۰ تولید ناخالص داخلی ایران از طریق دو مدل ECM و رگرسیون فازی مدل‌سازی و سپس، رشد تولید ناخالص داخلی ایران برای دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱ پیش‌بینی شده است. در پایان، عملکرد این مدل‌ها با استفاده از معیارهای متداول ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از جمله MAE، RMSE، MAPE و TIC بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که رگرسیون فازی، عملکرد به مراتب بهتری از مدل ECM در پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی ایران ارائه می‌دهد. همچنین دقت پیش‌بینی مدل رگرسیون فازی نسبت به مدل ECM از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری دارد.

واژگان کلیدی: پیش‌بینی، رشد اقتصادی، مدل تصحیح خطا، رگرسیون فازی
طبقه بندی JEL: C23، C53

۱. استاد اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی، دانشگاه تبریز behsalmani@gmail.com
۲. استاد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز zarram@gmail.com
۳. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی، دانشگاه تبریز (نویسنده مسؤول) kiani.pu@gmail.com

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

۱. مقدمه

بیشترین مدل‌های پیش‌بینی مورد استفاده در تحقیقات اقتصادی، از نوع مدل‌های اقتصاد سنجی بوده‌اند. اما یکی از نقاط ضعف این مدل‌ها، نیاز به تعداد داده‌های زیاد برای مدل‌سازی و پیش‌بینی است. از آنجا که یکی از مشکلات محققان اقتصادی، عدم دسترسی به آمارهای مناسب از نظر کیفی و کمی است، اقتصاددانان همواره به‌دنبال مدل‌هایی بوده‌اند که با تعداد داده‌های کم، پیش‌بینی قابل قبول انجام دهد. با توجه به اینکه روش‌های فازی به دلیل فازی در نظر گرفتن اعداد، برای مدل‌سازی و پیش‌بینی، نیاز به داده‌های کمتری دارند، توسعه و استفاده از این مدل‌ها در کشور ما که دسترسی به داده‌های کافی امکان‌پذیر نیست، می‌تواند به پیش‌بینی دقیق‌تر متغیرهای اقتصادی منجر شود.

با توجه به جدید بودن مدل رگرسیون فازی و دقت بالای این مدل در پیش‌بینی، هدف این مطالعه، معرفی مدل رگرسیون فازی و کاربرد آن در ارتباط با پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران می‌باشد. سؤال اصلی مطالعه این است که: آیا مدل رگرسیون فازی پیش‌بینی بهتری با توجه به آمارهای موجود، نسبت به مدل ECM برای رشد اقتصادی ایران ارائه می‌دهد؟

ساختار تحقیق بدین صورت است که در بخش دوم پس از مقدمه، مروری بر تعدادی از مطالعات انجام شده در رابطه با پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران و رگرسیون فازی انجام شده است. در بخش سوم، ابتدا یک رگرسیون برای رشد اقتصادی ایران تشکیل و متغیرها و منابع آماری آن معرفی، سپس روش‌شناسی رگرسیون فازی و مدل ECM بررسی و در ادامه، رشد اقتصادی ایران به‌طور ایستا با دو روش ECM و رگرسیون فازی پیش‌بینی و در نهایت، کارآیی این دو روش با هم مقایسه می‌شود.

۲. پیشینه تحقیق

در پیشینه تحقیق، ابتدا چند مطالعه که در زمینه پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران انجام شده است، مرور، و سپس برخی مطالعات که از رگرسیون فازی برای پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی استفاده کرده‌اند، بررسی می‌شود.

قدیمی و مشیری (۱۳۸۱)، در مطالعه‌ای کارآیی یک مدل شبکه عصبی با یک مدل خطی رگرسیون برای پیش‌بینی نرخ رشد اقتصادی ایران را مقایسه کرده‌اند. بدین منظور، ابتدا یک مدل رگرسیون رشد برای دوره ۷۳-۱۳۱۵ برآورد شده و سپس با همان مجموعه رگرسورها (متغیرهای ورودی) یک مدل شبکه عصبی طراحی و تخمین زده شده است. پس از آن، با استفاده از معیارهای مرسوم ارزیابی، کارآیی مدل شبکه عصبی با رگرسیون خطی در زمینه پیش‌بینی نرخ رشد اقتصادی ایران در دوره ۸۰-۱۳۷۴ مقایسه شده است. نتایج نشان داده‌اند که مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی نرخ رشد اقتصادی در ایران، از کارآیی بالاتری برخوردار است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

صمیمی و همکاران (Jafari-Samimi et al, 2007) در مطالعه‌ای مقایسه‌ای بین سه روش سری‌های زمانی، شبکه‌های عصبی و هموار سازی نمایی برای پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران انجام دادند. در این مطالعه از داده‌های فصلی ۲۰۰۳-۱۹۹۸ استفاده شده است. محققان نتایج پیش‌بینی-های هر روش با مقادیر واقعی را براساس معیار خطای اندازه گیری مقایسه کردند. نتایج نشان داد، شبکه عصبی نسبت به دو روش دیگر در پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران، عملکرد بهتری دارد.

ابریشمی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی، به الگوسازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با رویکرد شبکه عصبی GMDH پرداختند. آنها از داده‌های سالانه ۸۵-۱۳۳۸ استفاده کردند و نشان دادند که الگوهای حاصل از کنار گذاشتن رشد صادرات کل، رشد صادرات نفت و رشد حجم تجارت، از الگوی بنیادی بیشترین سهم را در کاهش خطای پیش‌بینی دارا هستند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که شبکه عصبی در پیش‌بینی رشد اقتصادی نسبت به روش ARIMA دقت بالاتری دارد.

میرباقری (Mirbagheri, 2010) در یک تحقیق، به پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران از دو روش شبکه عصبی فازی و منطق فازی برای دوره زمانی ۲۰۰۶-۲۰۰۲ پرداخت و از متغیرهای مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی، رشد صادرات، نسبت تورم برای پیش‌بینی استفاده، و این مدل را بهترین مدل برای پیش‌بینی رشد معرفی کرد. نتایج نشان داد که شبکه عصبی فازی بهتر از منطق فازی به پیش‌بینی تورم ایران می‌پردازد.

زراء نژاد و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای ابتدا با استفاده از مدل‌های میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته (ARIMA) و شبکه عصبی فازی (ANFIS)، رشد اقتصادی ایران را پیش‌بینی کردند. سپس، از مدل میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته فازی (FARIMA) که ترکیبی از دو روش رگرسیون فازی و ARIMA است، برای مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران استفاده کردند، نتایج تحقیق نشان داد که مدل FARIMA نسبت به مدل ANFIS و ARIMA از قدرت پیش‌بینی بهتری برخوردار است.

پرافیلیدز و همکاران (Profillidi et al., 2005) در یک مطالعه، تقاضای گردشگری کشورهای انگلیس، فرانسه، هلند، ایتالیا و آلمان از کشور یونان را پیش‌بینی کردند. محققان با استفاده از روش همجمعی یوهانسون[1] اقدام به برآورد رابطه بلندمدت برای تقاضای گردشگری این پنج کشور پرداختند، سپس از مدل تصحیح خطا برداری[2] (ECM)، رابطه کوتاه‌مدت را تخمین زدند. در ادامه، مدل رگرسیون فازی را براساس مدل حاصل از تصحیح خطا مدل‌سازی کردند. نتایج نشان داد که

1. Johansen
2. Error Correction Model

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

برای همه کشورها بجز انگلستان، تفاوت در مقادیر پیش‌بینی شده ناچیز است و تنها برای انگلیس، مدل تصحیح خطا برداری نسبت به مدل رگرسیون فازی، پیش‌بینی دقیق‌تری ارائه می‌دهد.

آزاده و همکاران (Azadeh et al, 2009) در مطالعه‌ای، به پیش‌بینی مصرف نفت برای چهار کشور ژاپن، آمریکا، استرالیا و کانادا پرداختند. در این تحقیق، از دو مدل رگرسیون آماری و رگرسیون فازی و داده‌های سالانه دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۰ برای پیش‌بینی مصرف نفت استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که برای سه کشور کانادا، آمریکا و استرالیا، رگرسیون فازی، پیش‌بینی بهتری نسبت به رگرسیون آماری ارائه می‌دهد اما برای ژاپن، نتایج رگرسیون آماری بهتر از رگرسیون فازی است.

زراء نژاد و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای، روش‌های ARIMA، رگرسیون فازی و رگرسیون خودبازگشتی میانگین متحرک انباشته را در پیش‌بینی قیمت روزانه نفت خام اوپک مقایسه کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که از نظر تمام معیارهای ارزیابی پیش‌بینی، روش رگرسیون خودبازگشتی میانگین متحرک انباشته عملکرد بهتری نسبت به دو روش دیگر داشت. همچنین این روش با فراهم کردن بهترین و بدترین حالت تصمیم گیری را نسبت به روش ARIMA تسهیل کرده است.

۳. مدل تحقیق و روش برآورد

۳-۱. معرفی مدل و متغیرها

با توجه به اینکه هدف نهایی پژوهش، مقایسه عملکرد دو مدل ECM و رگرسیون فازی در پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران بوده، این تحقیق، پژوهش کمیجانی و معمار نژاد (۱۳۸۳) که مطالعه‌ای در شناخت تعیین کننده‌های رشد اقتصادی در ایران انجام داده‌اند را مبنای کار قرار داده، و بنابراین، مدلی که به‌عنوان مدل تجربی رگرسیون رشد ایران در این مطالعه استفاده شده، به صورت زیر است.

$$GDP = f(HC, POW, CS, XOI, INF, GOV) \quad (1)$$

تولید ناخالص داخلی بدون نفت (GDP): از آمارهای ارائه شده توسط بانک مرکزی ایران به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ و به میلیارد ریال استفاده شده است.

سرمایه انسانی (HC): برای این متغیر از شاخص تعداد فارغ التحصیلان دانشگاهی شاغل (به هزار نفر) استفاده شده است. با توجه به اینکه به مرور فاصله بین فارغ التحصیلان دانشگاهی و فارغ-التحصیلان دانشگاهی شاغل افزایش یافته، از این شاخص استفاده شده، و آمار این متغیر، از برآورد وزارت کار و امور اجتماعی، گرفته شده است.

نیروی کار شاغل (POW): از آنجا که آمارهای جمعیت شاغل بجز مقاطعی که سرشماری و نمونه‌گیری انجام شده است در دسترس نیست، برای این سری زمانی، از برآورد انجام شده توسط

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

امینی و همکاران (۱۳۸۷) با عنوان بازنگری سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های مختلف اقتصادی ایران استفاده شده، که این آمار به هزار نفر بوده و لازم به ذکر است که آمار ارائه شده از سال ۱۳۳۸ تا سال ۱۳۸۵، و برای سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱ از آمار اعلام شده توسط مرکز آمار ایران استفاده شده است.

موجودی سرمایه خالص (CS): از آنجا که داده‌های سری موجودی سرمایه ایران در دسترس نیست، در این مطالعه، از فرمول $CS_t = \sum_{i=1}^{t}(\mathrm{I_G} - \mathrm{D_E})_\mathrm{i}$ به عنوان شاخص موجودی سرمایه استفاده شده است؛ به نحوی که $\mathrm{CS_t}$ موجودی سرمایه خالص در سال t، $\mathrm{I_G}$ سرمایه‌گذاری ناخالص (در ساختمان و ماشین آلات دو بخش خصوصی و دولتی) در دوره t و $\mathrm{D_G}$ استهلاک سرمایه‌های ثابت، و این آمار نیز از آمارهای بانک مرکزی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ و به میلیارد ریال استفاده شده است.

درآمدهای حاصل از صادرات نفت و گاز (XOI): برای این متغیر از درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت و گاز به میلیون دلار که از شماره‌های مختلف سالنامه‌های آماری به‌دست آمده، استفاده شده است. نوسانات در درآمدهای حاصل از صادرات نفت و گاز بر اقتصاد کشور تأثیرات شگرفی داشته، به‌طوری که با افزایش این درآمدها، اقتصاد در رونق و با کاهش آن، در رکود بوده است. از این‌رو، در اکثر مطالعات تجربی، این متغیر را به‌عنوان یکی از عوامل تعیین کننده در مدل رشد اقتصاد ایران وارد کرده‌اند.

تورم (INF): تورم یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیر گذار بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه است، بدین ترتیب در اکثر مطالعات تجربی، رشد به عنوان یک متغیر توضیحی وارد مدل می‌شود و انتظار می‌رود که نرخ‌های تورم بالا، دارای تأثیر منفی بر رشد باشد. بیشتر مطالعات انجام شده، تأثیر نرخ تورم بر رشد اقتصادی ایران را منفی تشخیص داده‌اند.

مخارج دولت (GOV): از مخارج مصرفی دولت به قیمت ثابت ۱۳۷۶ به میلیارد ریال که از آمارهای حساب ملی بانک مرکزی ایران به دست آمده، استفاده شده است. با توجه به اینکه در اقتصاد ایران همواره دولت از نظر اقتصادی بزرگ بوده و در فعالیت‌های مختلف، نقش مهمی ایفا می‌کند، وجود این متغیر در رگرسیون رشد اقتصاد ایران، لازم است.

۲-۳. مدل تصحیح خطا (ECM)

اولین اصل در برآورد مدل رگرسیونی، بررسی مانایی متغیرها است. با توجه به اینکه اکثر متغیرهای سری زمانی کلان اقتصادی نامانا هستند، اگر وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو بررسی نشود، ممکن است رگرسیون تخمینی کاذب باشد، و بنابراین، بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

الگو امری ضروری است. از آنجا که ممکن است متغیرها از نظر مانایی درجات مختلفی داشته باشند، یکی از بهترین روش‌های برای تخمین مدل استفاده از روش آزمون کرانه‌های پسران و همکاران (Pesaran et al, 2001) مبتنی بر رویکرد تخمین مدل تصحیح خطای غیر مقید (UECM) شامل رابطه پویا و رابطه تعادلی بلندمدت است.

در این روش، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحت بررسی، توسط محاسبه آماره F مربوط به معناداری سطوح با وقفه متغیرها در فرم تصحیح خطا آزمون می‌شود. باید توجه داشت که توزیع F غیر استاندارد است. اگر آماره F محاسباتی در خارج از این مرز قرار گیرد، یک تصمیم قطعی بدون نیاز به دانستن اینکه متغیرها I(0) یا I(1) باشند، گرفته می‌شود. در این صورت، اگر F محاسباتی فراتر از محدوده بالایی قرار بگیرد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت رد می‌شود و اگر پایین‌تر از محدوده پایینی قرار گیرد، فرضیه صفر مذکور رد نمی‌شود. در این روش، بعد از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت در مدل می‌توان مدل ARDL را با استفاده از وقفه‌هایی که توسط شوارتز-بیزین تعیین می‌شود، برآورد کرد.

۳-۳. رگرسیون فازی

رگرسیون کلاسیک، فروض محکمی برای برقرار بودن ویژگی‌های آماری مدل‌های رگرسیونی دارد؛ به عنوان مثال، نرمال بودن یا عدم وجود خودهمبستگی و ثابت بودن واریانس جزء خطا از این فروض هستند که نقض هر یک از این فروض، نتایج تحلیل رگرسیون کلاسیک را بی اعتبار می‌کند. در بیشتر موارد، توجیه این فروض کار سختی است و یا در برخی مواقع نمی‌توان به‌درستی از آن‌ها استفاده کرد. مثلاً ممکن است در مشاهدات یا تعاریف یک سیستم، برآوردها و قضاوت‌های انسانی و یا نادقیق و ناکافی بودن اطلاعات در استفاده از متغیرها اثرگذار باشد. به‌طور کلی، اگر چه رگرسیون کلاسیک کاربردهای زیادی دارد اما در شرایط زیر گمراه کننده خواهد بود:

۱- تعداد داده‌های مشاهداتی ناکافی باشد.
۲- خطاها از توزیع نرمال پیروی نکند؛
۳- شیوه ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته مبهم باشد؛
۴- ابهام در ارتباط با یک پیشامد وجود داشته باشد؛
۵- فرضیات خطی‌سازی نادرست باشد.

در چنین شرایطی که روش‌شناسی رگرسیون کلاسیک و توجیه فروض آن کار مشکلی است، استفاده از رگرسیون فازی که تابع عضویت با یک توزیع امکانی برای نادقیق یا مبهم بودن ارائه می‌دهد، می‌تواند درک ما از سیستم را افزایش دهد و نتایج بهتری ارائه نماید (Shapiro, 2004).

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

مدل‌های مختلفی از رگرسیون فازی وجود دارد. در این مطالعه از مدل رگرسیون امکانی فازی استفاده شده است. این مدل، بهترین معادله رگرسیونی را با حداقل کردن میزان فازی بودن به دست می‌آورد. برای رسیدن به یک برازش خوب، باید یک مدل بهینه‌سازی تهیه شود. با توجه به اینکه توابع عضویتی که برای نمایش اعداد فازی استفاده می‌شود، به صورت مثلثی است، می‌توان رگرسیون فازی را در قالب یک مساله برنامه‌ریزی خطی فرموله کرد. مدل رگرسیون امکانی فازی مورد استفاده در این مطالعه، مدلی است که ورودی و خروجی مشاهده‌ای اعداد غیر فازی هستند ولی پارامترهای محاسباتی اعداد فازی است.

تابع عضویت ضرایب مدل رگرسیون به شکل اعداد فازی مثلثی متقارن است؛ که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

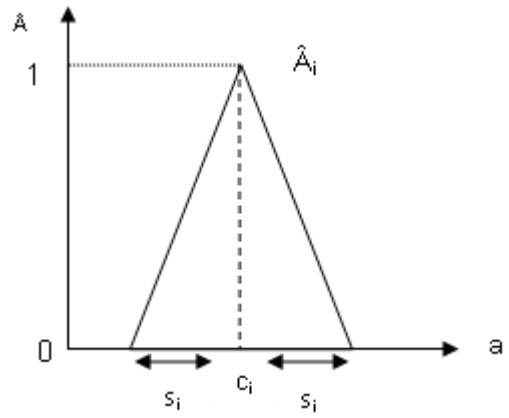
$$\mu_{\hat{A}_i}(a_i) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|c_i - a_i|}{s_i} & c_i - s_i \le a_i \le c_i + s_i \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \qquad (۲)$$

به‌طوری که $\mu_{\hat{A}i}(a_i)$ تابع عضویت مجموعه فازی و بیانگر ضرایب رگرسیون است. در رابطه بالا c_i و s_i به‌ترتیب، مرکز و پهنای تابع عضویت بوده، بنابراین $\hat{A}_i=(c_i , s_i)$ است (Wang & Tsaur, 2000). شکل تابع عضویت مثلثی ضرایب فازی به صورت زیر می باشد (Zimmerman, 1996):

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

شکل ۱. تابع عضویت ضرایب فازی



مأخذ: Shapiro, 2004

بنابراین، رابطه رگرسیونی را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\hat{Y} = (C_0, S_0) + (C_1, S_1)X_1 + (C_2, S_2)X_2 + \cdots + (C_n, S_n)X_n \qquad (۳)$$

به‌طوری که c و s به ترتیب، بردار مقادیر مربوط به عوامل و پهنای آنها حول مرکز هستند. هدف مدل رگرسیون، تعیین مقادیر بهینه است؛ به طوری که درجه عضویت خروجی فازی مدل برای همه نقاط از یک مقدار معین h بزرگتر باشد. برای مطالعه بیشتر در این زمینه، به مطالعات ین و همکاران (yen et al. 1999) و زراء نژاد و همکاران (۱۳۹۱) مراجعه شود.

هدف ما، حداقل کردن ضرایب فازی برای تمام مجموعه داده ها است؛ بنابراین، تابع هدف و قیدهای مساله برنامه ریزی خطی را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$\begin{cases} MIN \sum_{j=0}^{n} (S_j \sum_{i=1}^{m} |X_{ij}|) \\ S.t. \ \sum_{j=0}^{n} C_j X_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^{n} S_j X_{ij} \geq Y_i, \\ \quad \sum_{j=0}^{n} C_j X_{ij} - (1-h) \sum_{j=0}^{n} S_j X_{ij} \leq Y_i, \end{cases} \qquad (۴)$$

$$S_i \geq 0, a \in R, X_i = 1 \ (0 \leq h \leq 1; \ i = 1,2, \dots, m)$$

با حل مدل برنامه‌ریزی خطی فوق، ضرایب فازی حاصل می شود (Tanaka and IshibuchI, 1992). چون ضرایب مدل رگرسیون، اعداد فازی هستند، متغیر خروجی نیز فازی است. پس برای

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

اینکه بتوان در تصمیم‌گیری و مقایسه از آن استفاده کرد، باید به عدد غیر فازی تبدیل شود. به این فرایند که طی آن به هر مجموعه فازی، یک عدد نسبت داده می‌شود، «دفازی»[1] می‌گویند. شیوه‌های متفاوتی برای دفازی کردن وجود دارد. در این مطالعه، از روش مرکز سطح[2] استفاده شده است، که به صورت رابطه (۵) است:

$$A = \frac{\int \mu(x).\, x.\, dx}{\int \mu(x).\, dx} \qquad (۵)$$

۴-۳. شاخص‌های ارزیابی پیش‌بینی

روش‌های زیادی برای اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی وجود دارد که در این تحقیق، می‌توان به معیارهای ریشه میانگین مجذور خطا[3] (RMSE)، میانگین مطلق خطا[4] (MAE)، معیار درصد میانگین مطلق خطاهای پیش‌بینی[5] (MAPE) و ضریب نابرابری تایل[6] (TIC) اشاره کرد.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^{n} \frac{(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} \qquad (۶)$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left|\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i}\right| * 100 \qquad (۷)$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |Y_i - \hat{Y}_i| \qquad (۸)$$

ضریب نابرابری تایل (TIC)، یکی دیگر از معیارهایی است که برای مقایسه عملکرد مدل‌های پیش‌بینی به کار برده می‌شود. این معیار RMSE را به گونه‌ای تعدیل می‌کند که همواره بین صفر و یک قرار گیرد. هر چه مقادیر این شاخص‌ها پایین‌تر باشد، پیش‌بینی مطلوب‌تر خواهد بود.

1. Defuzzy
2. Centroid
3. Root Mean Squared Error (RMSE).
4. Mean Absolute Error (MAE).
5. Mean Absolute Percentage Error (MAPE).
6. Theil inequality coefficient (TIC)

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

$$TIC=\frac{\sum_{i=1}^{n}\frac{(Y_i-\hat{Y}_i)^2}{n}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\hat{Y}_i^2/n}+\sqrt{\sum_{i=1}^{n}Y_i^2/n}} \quad (۹)$$

در روابط فوق، n نشانگر تعداد داده ها مورد استفاده، Y مقادیر واقعی و $\hat{Y}$ مقادیر پیش بینی شده است.

از آنجا که هیچیک از معیارهای فوق، معنی دار بودن تفاوت صحت و قابلیت اعتماد مدل ها را از نظر آماری مشخص نمی کند، برای این منظور از آماره دایبولد- ماریانو (Diebold-Mariano Statistic, 1995) و آماره اصلاح شده آن به وسیله هاروی، لیبورن و نیوبلد (Harvey, Leybourne & Newbold, 1997) استفاده می شود. در آزمون دایبولد- ماریانو ابتدا اختلاف خطاهای پیش بینی دو مدل رقیب به صورت زیر محاسبه می شود:

$$d_n = (y_n - \hat{y}_{1n})^2 - (y_n - \hat{y}_{2n})^2 \qquad n = 1,2,\dots,n_f \quad (۱۰)$$

در رابطه بالا، y_n مقادیر واقعی متغیر مورد پیش بینی و $\hat{y}_{1n}$ و $\hat{y}_{2n}$ به ترتیب، مقادیر پیش بینی شده مدل اول و دوم هستند و n دوره مورد بررسی را نشان می دهد. آماره دایبولد- ماریانو به صورت زیر محاسبه می شود و برای نمونه های بزرگ، دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس یک است:

$$DM = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\phi}} \quad (۱۱)$$

$\bar{d}$ میانگین اختلاف خطاها در دوره مورد پیش بینی و ϕ واریانس مجانبی آن است که به وسیله یک مجموع غیر وزنی از اتوکوواریانس d_n به صورت زیر نشان داده می شود:

$$\hat{\phi} = \frac{1}{n}(\hat{\gamma}_0 + 2\sum_{i=1}^{h-1}\hat{\gamma}_i) \quad (۱۲)$$

که در آن، h افق پیش بینی، $\hat{\gamma}_i$ تخمین iام اتوکوواریانس و $\hat{\gamma}_0$ تخمین واریانس است.

اما این آماره برای نمونه های بزرگ قابل استفاده می باشد و به همین دلیل، آماره اصلاح شده زیر توسط هاروی، لیبورن و نیوبولد در سال ۱۹۹۷ ارائه شده است.

$$MDM = n^{-1/2}[n+1-2h+n^{-1}h(h-1)]^{1/2}DM \quad (۱۳)$$

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

که در آن، آماره MDM با مقادیر بحرانی توزیع t با درجه آزادی $n-1$ مقایسه می شود.

قرار گرفتن مقدار این آماره در ناحیه بحرانی، به معنی وجود تفاوت معنی دار در قدرت پیش بینی مدل های مورد مقایسه است.

۴. برآورد مدل

اولین قدم در تخمین یک مدل رگرسیون، بررسی مانایی متغیرهای مدل است. بدین منظور، متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه، باید با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته (ADF) مورد آزمون قرار گیرند و درجه جمعی آن‌ها مشخص شود. جداول (۱و۲) به ترتیب، نتایج آزمون ریشه واحد ADF برای سطح داده‌ها و تفاضل مرتبه اول آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱. نتایج آزمون ADF روی سطح متغیرها

متغیر	عرض از مبدأ	روند	آماره آزمون	مقادیر بحرانی ۵٪	p-value	نتیجه
GDP	+	+	-۳/۷۲۲	-۳/۵۴۴	۰/۰۳۹	مانا
HC	+	+	۰/۲۶۱	-۳/۵۲۳	۰/۹۹۷	نامانا
POW	+	+	-۰/۱۶۴	-۳/۵۲۳	۰/۹۹۱	نامانا
CS	+	+	-۲/۳۳۲	-۳/۵۲۶	۰/۴۰۸	نامانا
XOI	+	+	-۲/۶۷۹	-۳/۵۲۱	۰/۲۵۰	نامانا
INF	+	+	-۳/۵۸۱	-۳/۵۲۱	۰/۰۴۴	مانا
GOW	+	+	-۲/۱۲۹	-۳/۵۲۷	۰/۵۱۵	نامانا

منبع: یافته های تحقیق

همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، برای متغیرهای تولید ناخالص داخلی (GDP) و نرخ تورم (INF)، قدر مطلق آماره محاسبه شده ADF از مقادیر بحرانی بزرگتر است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این متغیرها در سطح مانا و یا به عبارت دیگر I(0) هستند. سایر متغیرها در سطح مانا نیستند.

بنابراین، مانایی تفاضل متغیرهایی که مانا نیستند، باید بررسی شود.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

جدول ۲. نتایج آزمون ADF روی تفاضل مرتبه اول متغیرها

متغیر	عرض از مبدأ	روند	آماره آزمون	مقادیر بحرانی ۵٪	p-value	نتیجه
DHC	+	+	-۹/۵۷۴	-۳/۵۲۳	۰/۰۰۰	مانا
DPOW	+	+	-۴/۴۲۸	-۳/۵۲۳	۰/۰۰۵	مانا
DCS	+	-	-۲/۸۴۶	-۲/۹۳۷	۰/۰۶۱	مانا
DXOI	+	+	-۷/۱۳۹	-۳/۵۲۴	۰/۰۰۰	مانا
DGOV	+	+	-۴/۳۲۱	-۳/۵۲۴	۰/۰۰۷	مانا

منبع: یافته های تحقیق

با توجه به جدول (۲) می‌توان نتیجه گرفت، متغیرهای سرمایه انسانی (HC)، نیروی کار شاغل (POW)، موجودی سرمایه (CS)، درآمدهای حاصل از صادرات نفت و گاز (XOIL) و مخارج دولت (GOW) با یک بار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند؛ یعنی همه انباشته از درجه یک یا I(1) هستند. از آنجا که سری‌های زمانی مورد استفاده برخی I(0) و برخی I(1) هستند، بنابراین، می‌بایست از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل مطمئن شد، سپس از مدل رگرسیونی برای برآورد و پیش‌بینی استفاده کرد.

۱-۴. پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با استفاده از مدل تصحیح خطا

برای تخمین یک مدل تصحیح خطا، ابتدا باید همجمعی یا رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل مورد بررسی قرار گیرد. برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل از آزمون کرانه‌های پسران و همکاران (Pesaran et al, 2001) مبتنی بر رویکرد تخمین مدل تصحیح خطای غیر مقید (UECM) استفاده شده است که در معادله (۱۴) نشان داده شده است.

$$dGDP_t = \alpha + \sum_{i=1}^{p} dGDP_{t-i} + \sum_{i=0}^{p} dHC_{t-i} + \sum_{i=0}^{p} dPOW_{t-i} + \sum_{i=0}^{p} dCS_{t-i} + \sum_{i=0}^{p} dXOI_{t-i} + \sum_{i=0}^{p} dINF_{t-i} + \sum_{i=0}^{p} dGOV_{t-i} + \varphi_1 GDP_{t-i} + \varphi_2 HC_{t-i} + \varphi_3 POW_{t-1} + \varphi_4 CS_{t-1} + \varphi_5 XOI_{t-i} + \varphi_6 INF_{t-i} + \varphi_7 GOV_{t-i} + \varepsilon_t \quad (۱۴)$$

اولین مرحله در تخمین معادله UECM، تعیین طول وقفه بهینه بوده و براساس معیار شوارتز-بیزین، طول وقفه بهینه برابر یک است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

با استناد به طول وقفه بهینه، رابطه (۱۴) با استفاده از نرم افزار ماکروفیت[1] و روش OLS تخمین زده شده است. پس از برآورد رگرسیون فوق جهت حصول اطمینان از وجود رابطه بلندمدت، قید زیر را اعمال شده است.

$$H_0: \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4 = \varphi_5 = \varphi_6 = \varphi_7 = 0 \quad (۱۵)$$

آماره آزمون به دست آمده از اعمال قید فوق بر مدل برابر با ۵/۶۲ است. بدون توجه به اینکه متغیرهای مذکور I(0) یا I(1) هستند، آماره مذکور دارای توزیع نرمال نیست. از این رو، با مقادیر بحرانی ارائه شده توسط پسران و همکاران (Pesaran et al, 2001) مقایسه می‌شود. با توجه به اینکه آماره آزمون بیشتر از مقادیر بحرانی ارائه شده است (۵/۶۲>۳/۳۸)، فرضیه عدم وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای الگو رد می‌شود.

برای تخمین رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو در مدل UECM، ضرایب بلندمدت، از تقسیم ضرایب متغیرهای توضیحی بر وقفه سطح اول متغیر وابسته (با یک علامت منفی) به دست می‌آید.

جدول ۳. نتایج حاصل از رابطه بلندمدت

متغیر	ضریب	آماره t	نتیجه
HC	۸۵/۵۳۸۳	۵/۷۹۹	معنادار
POW	۴/۳۲۸۲	۶/۹۳۳	معنادار
CS	۰/۰۳۲۰	۳/۸۰۷	معنادار
XOI	۱/۱۷۰۹	۱/۸۰۹	معنادار
GOV	۱/۳۸۵۶	۲/۵۴۲	معنادار
INF	-۶۲۷/۵۶۹۳	-۲/۴۸۴	معنادار

منبع: یافته های تحقیق

همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، تمام متغیرها معنی‌دار هستند. تورم، اثر منفی و متغیرهای دیگر، اثر مثبتی بر تولید ناخالص داخلی ایران دارند که با تئوری نیز سازگار است.

پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای اقتصادی، می‌توان از الگوهای تصحیح خطا (ECM) استفاده کرد. این الگوها بین نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها و مقادیر تعادلی بلندمدت آن‌ها ارتباط برقرار می‌کنند. با استفاده از این الگوها نیروهای مؤثر در کوتاه‌مدت و سرعت نزدیک

1. Microfit

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

شدن به بلندمدت اندازه‌گیری می‌شود. ضریب جمله ECM نشان می‌دهد که در هر دوره، چند درصد از عدم تعادل کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی کشور برای رسیدن به تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود؛ به عبارت دیگر، این ضریب نشان می‌دهد که چند دوره طول می‌کشد تا تولید ناخالص داخلی، به روند بلندمدت خویش برگردد. جدول (۴) نتایج حاصل از تخمین مدل تصحیح خطا را نشان می‌دهد.

جدول ۴. نتایج حاصل از معادله تصحیح خطا

متغیر	ضریب	آماره t	نتیجه
DHC	۴۱/۶۶۵	۵/۸۸	معنادار
DPOW	۲/۳۳۹	۷/۱۷	معنادار
DCS	۰/۲۵۲	۳/۸۷	معنادار
DXOI	۰/۴۰۴	۱/۸۹	معنادار
DGOV	۰/۵۰۴	۳/۸۶	معنادار
DINF	-۲۳۷/۵۳۶	-۲/۵۲	معنادار
Ecm(-1)	-۰/۵۸	-۷/۰۸	معنادار
R^2=۰/۸۲		F=۲۶ (۰/۰۰)	

منبع: یافته های تحقیق

۴-۲. پیش بینی رشد اقتصادی ایران با استفاده از رگرسیون فازی

برای مدل‌سازی رشد اقتصادی ایران با استفاده از رگرسیون فازی به‌دلیل فرار از رگرسیون کاذب از رویکرد معرفی شده توسط پروفیلدز و همکاران در سال ۲۰۰۵ استفاده شده است. به‌طوری که در این رویکرد، ابتدا یک مدل تصحیح خطا تخمین زده می‌شود، سپس از این مدل برای مدل‌سازی رگرسیون فازی استفاده می‌گردد. در معادله (۱۶)، نحوه مدل‌سازی رگرسیون فازی برای رشد اقتصادی ایران نشان داده شده است.

چنانکه در بخش روش‌شناسی بیان شد، یکی از روش‌های حل مساله رگرسیون فازی، تبدیل مساله رگرسیون خطی فازی به یک مساله برنامه‌ریزی خطی است. در این مطالعه، از توابع عضویت مثلثی متقارن که متداول‌ترین و مناسب‌ترین تابع برای رگرسیون فازی بوده، استفاده شده است. هدف حداقل کردن ضرایب فازی برای تمام مجموعه داده‌ها می‌باشد؛ بنابراین تابع هدف و محدودیت‌های مدل برنامه‌ریزی خطی با توجه به مدل ECM که در بخش قبل برازش شد، به‌صورت زیر است:

$$\begin{aligned}\text{Min } S = {} & 41s_{inpt} + 1386228s_{dcs} + 106658s_{dgov} + 249s_{dinf} + 135597s_{dxoi} \\ & + 1499s_{dhc} + 10541s_{dpow} + 329901s_{ecm}\end{aligned} \qquad (۱۶)$$

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

$$1: c_{inpt} + 8151c_{dcs} - 117c_{dgov} - 6/66\, c_{dinf} + 62/4\, c_{dxoi} + 5/14c_{dhc} + 49/58c_{dpow} + 2793c_{ecm} + (s_{inpt} + 8151s_{dcs} - 117s_{dgov} - 6/66\, s_{dinf} + 62/4\, s_{dxoi} + 5/14s_{dhc} + 49/58s_{dpow} + 2793s_{ecm}) \geq 969$$

$$2: c_{inpt} + 8151c_{dcs} - 117c_{dgov} - 6/66\, c_{dinf} + 62/4\, c_{dxoi} + 5/14c_{dhc} + 49/58c_{dpow} + 2793c_{ecm} - (s_{inpt} + 8151s_{dcs} - 117s_{dgov} - 6/66\, s_{dinf} + 62/4\, s_{dxoi} + 5/14s_{dhc} + 49/58s_{dpow} + 2793s_{ecm}) \leq 969$$

.
.
.

$$81: c_{inpt} + 58550c_{dcs} - 1072c_{dgov} - 3/21c_{dinf} - 4941/53\, c_{dxoi} + 51/67c_{dhc} + 590/14c_{dpow} + 2793c_{ecm} + (s_{inpt} + 58550s_{dcs} - 1072s_{dgov} - 3/21s_{dinf} - 4941/53\, s_{dxoi} + 51/67s_{dhc} + 590/14s_{dpow} + 2793s_{ecm}) \geq 15238$$

$$81: c_{inpt} + 58550c_{dcs} - 1072c_{dgov} - 3/21c_{dinf} - 4941/53\, c_{dxoi} + 51/67c_{dhc} + 590/14c_{dpow} + 2793c_{ecm} - (s_{inpt} + 58550s_{dcs} - 1072s_{dgov} - 3/21s_{dinf} - 4941/53\, s_{dxoi} + 51/67s_{dhc} + 590/14s_{dpow} + 2793s_{ecm}) \leq 15238$$

همچنین به ازای هر مشاهده، دو محدودیت وجود دارد (۸۲ محدودیت) که با استفاده از نرم افزار WinQsb برنامه به دست آمده برآورد شده است، پارامترهای مدل رگرسیون فازی به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$dGDP = (0,988)inpt + (0.12,0)dcs + (0.80,0)dgov + (1.09,0)dxoi + (0,54.23)dhc + (0,32.12)dpow + (0,0.11)ecm \quad (۱۷)$$

اعداد داخل پرانتز، به ترتیب نشان دهنده مرکز و دامنه پارامترهای رگرسیون فازی است. در این حالت، متغیر خروجی به صورت فازی حاصل می‌شود، اما برای اینکه بتوان در پیش‌بینی و مقایسه از آن استفاده کرد، می‌باید دفازی شود، بدین منظور در این مطالعه، از روش مرکز سطح برای دفازی کردن استفاده شده است. همچنین باید به این نکته اشاره کرد که اگرچه رگرسیون فازی معمولاً عملکرد مناسبی در پیش‌بینی دارد اما به دلیل محدودیت‌های آن، قابلیت لازم برای تفسیر ضرایب را ندارد؛ بنابراین در این مطالعه، به تفسیر ضرایب مدل رگرسیون فازی پرداخته نشده است.

در جدول (۵) مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده برای رشد اقتصادی ایران در دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱ با استفاده از مدل‌های ECM و رگرسیون فازی مشاهده می‌شود.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

جدول ۵. مقادیر واقعی، پیش بینی شده توسط مدل های ECM و رگرسیون فازی

سال	واقعی	ECM	رگرسیون فازی
۱۳۸۱	۰/۰۸۷۸	۰/۱۱۸۰	۰/۰۹۳۴
۱۳۸۲	۰/۰۶۸۶	۰/۱۱۶۹	۰/۰۴۹۸
۱۳۸۳	۰/۰۶۷۵	۰/۰۷۹۵	۰/۰۶۷۴
۱۳۸۴	۰/۰۷۸۰	۰/۱۱۴۸	۰/۱۰۴۴
۱۳۸۵	۰/۰۶۹۸	۰/۱۱۴۸	۰/۰۶۵۰
۱۳۸۶	۰/۰۵۳۹	۰/۷۳۰	۰/۰۷۸۹
۱۳۸۷	۰/۰۱۱۷	۰/۰۶۸۶	۰/۰۴۱۲
۱۳۸۸	۰/۰۳۷۰	۰/۰۷۰۰	۰/۰۳۶۲
۱۳۸۹	۰/۰۶۱۴	۰/۰۶۷۹	۰/۰۳۵۸
۱۳۹۰	۰/۰۵۳۹	۰/۰۴۲۴	۰/۰۳۶۹
۱۳۹۱	-۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۸۱

منبع: یافته های تحقیق

۳-۴. مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف پیش‌بینی

در این بخش، با توجه به نتایج به‌دست آمده از روش‌های مختلف در پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران، به مقایسه عملکرد این مدل‌ها با استفاده از معیارهای MAE، RMSE، MAPE و TIC پرداخته شده، که نتایج این معیارها در جدول (۶) برای روش‌های رگرسیون فازی و ECM آورده شده است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

جدول ۶. مقایسه عملکرد روش های رگرسیون فازی و ECM در پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران

معیار	MAE	RMSE	MAPE	TIC
ECM	۰/۰۲۴۹	۰/۰۲۹۷	۸۵/۷۱۸۴	۰/۲۲۰۱
رگرسیون فازی	۰/۰۱۵۵	۰/۰۱۸۷	۵۸/۲۹۵۵	۰/۱۵۳۳

با توجه به جدول (۶)، کلیه معیارهای ارزیابی، مقدار کمتری را برای رگرسیون فازی نسبت به مدل ECM نشان می‌دهد؛ یعنی عملکرد رگرسیون فازی در پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران بهتر از مدل ECM است.

برای بررسی این مساله که آیا تفاوت در دقت پیش بینی مدل رگرسیون فازی و مدل ECM از نظر آماری نیز معنی دار می باشد، از آماره هاروی، لیبورن و نیوبلد در سال ۱۹۹۷ استفاده شده است. آماره محاسبه شده برابر ۱/۷۰- بوده و چون قدرمطلق این آماره از مقدار بحرانی توزیع t با درجه آزادی ۱۰ در سطح معنی‌داری ده درصد بیشتر است، بنابراین، فرضیه صفر مبنی بر برابر بودن صحت پیش‌بینی دو مدل رد می‌شود؛ یعنی مدل رگرسیون فازی به‌طور معنی‌داری، پیش‌بینی بهتری از مدل ECM برای رشد اقتصادی ایران ارائه می‌دهد.

۵. جمع بندی و نتیجه گیری

با توجه به اینکه یکی از مشکلات محققان اقتصادی، عدم دسترسی به آمارهای سری زمانی است و از آنجا که در استفاده از همین آمارهای موجود نیز نوعی نااطمینانی وجود دارد، همواره یکی از خواست-های اقتصاددانان، شناسایی مدل‌هایی است که قدرت پیش‌بینی مناسبی با همین داده‌ها محدود داشته باشند.

در این مطالعه، ابتدا یک رگرسیون رشد برای ایران تشکیل شده است. سپس، با استفاده مدل‌های ECM و رگرسیون فازی، رشد اقتصادی ایران پیش‌بینی شد. با توجه به نتایج به دست آمده از این پیش‌بینی به مقایسه عملکرد این مدل‌ها با استفاده از معیارهای MAE، RMSE، MAPE و TIC پرداخته شده است. نتایج تمام معیارهای ارزیابی، عملکرد بهتر مدل رگرسیون فازی نسبت به مدل ECM را در پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران منعکس می‌کند. از آماره هاروی، لیبورن و نیوبلد (۱۹۹۷)، برای بررسی تفاوت معنی‌داری پیش‌بینی مدل‌ها استفاده شده است. نتایج این آزمون نشان داده که

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

مدل رگرسیون فازی به‌طور معنی‌داری، پیش‌بینی بهتری از مدل ECM برای رشد اقتصادی ایران ارائه داده است.

همان‌طور که در پیشینه تحقیق بیان شد، رشد اقتصادی ایران توسط روش‌های مختلفی و با رویکردهای متفاوتی پیش‌بینی و نتایج مختلفی حاصل شده است. همچنین مطالعاتی که با مدل رگرسیون فازی به پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته‌اند، بسته به دوره زمانی و مورد مطالعه، نتایج متفاوتی به دست داده‌اند. این مطالعه، برای اولین بار رشد اقتصادی ایران را با استفاده از مدل رگرسیون فازی پیش‌بینی کرده که نتایج تحقیق، حاکی از برتری قاطع مدل رگرسیون فازی نسبت به مدل ECM است. بنابراین، پیشنهاد می شود برای مطالعات آینده، رشد اقتصادی ایران با استفاده از مدل‌های فازی که توسعه زیادی در زمینه مدل‌سازی و پیش‌بینی پیدا کرده است، در کنار مدل‌های اقتصادسنجی پیش‌بینی شود. همچنین موضوع مطالعات آینده، می‌تواند پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران به صورت پویا با استفاده از رگرسیون فازی باشد.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

منابع و مآخذ

ابریشمی، حمید؛ مهرآرا، محسن؛ احراری، مهدی و سوده میرقاسمی. (۱۳۸۸). الگوسازی و پیش بینی رشد اقتصادی ایران با رویکرد شبکه عصبی GMDH، *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۸: ۲۴-۱.

امینی، علیرضا؛ نشاط، حاجی محمد و اصلاحچی، محمد رضا. (۱۳۸۷). بازنگری برآورد سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش های اقتصادی ایران. *مجله برنامه و بودجه*، شماره ۱۰۲: ۹۷-۴۷.

زراء نژاد، منصور؛ خداپناه، مسعود؛ کیانی، پویان و ابراهیمی، صلاح. (۱۳۹۲). ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل رگرسیون خودبازگشتی میانگین متحرک انباشته فازی و شبکه عصبی فازی در پیش بینی رشد اقتصادی ایران. *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، شماره ۸: ۵۱-۳۳.

زراء نژاد، منصور؛ کیانی، پویان؛ ابراهیمی، صلاح و رئوفی، علی. (۱۳۹۱). پیش بینی قیمت نفت خام اوپک با استفاده از مدل خودبازگشتی میانگین متحرک انباشته فازی. *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، شماره ۵، صفحات ۱۲۷-۱۰۷.

قدیمی، محمدرضا و مشیری، سعید. (۱۳۸۱). مدل سازی و پیش بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی (ANN). *پژوهش های اقتصادی ایران*، شماره ۱۲: ۱۲۵-۹۷.

کمیجانی، اکبر و معمارنژاد، عباس. (۱۳۸۳). اهمیت کیفیت نیروی انسانی و R&D در رشد اقتصادی ایران. *فصل نامه پژوهشنامه بازرگانی*، شماره ۳۱: ۳۱-۱.

Azadeh, A; Khakestani, M, & Saberi, M. (2009). A Flexible Fuzzy Regression Algorithm for Forecasting Oil Consumption Estimation. *Energy Policy*, 37: 5567-79.

Banerjee, A; Dolado, J. & Mestre, R. (1998). Error-correction Mechanism Tests for Co-integration in a Single-equation Framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(2): 267-283.

Diebold, F. X. and Mariano, R. S. (1995) Comparing Predictive Accuracy. *Journal of Business and Economic Statistics*, 13: 253-263.

Harvey, D. I.; Leybourne S. J. and Newbold, P. (1997). Tests for Forecast Encompassing. *Journal of Business and Economic Statistics*, 16: 254-259.

Jafari-Samimi, A.; Shirazi, B. & Fazlollahtabar, H. (2007). A Comparison between Time Series. Exponential Smoothing and Neural Network Methods to Forecast GDP of Iran. Iranian Economic Review,12(19): 35-19.

Khashei, Mehdi; Hejazi, Seyed Reza, & Bijari, Mehdi. (2008). A New Hybrid Artificial Neural Networks and Fuzzy Regression Model for Time Series Forecasting. *Fuzzy Sets and Systems*, 159: 769-786.

Mirbagheri, mirnaser. (2010). Fuzzy-Logic and Neural Network Fuzzy Forecosting of Iran GDP Growth, *African Journal of Business Management*, 4(6): 925-929.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]

Pesaran, H. Shin, Y. and Smith, R. (2001). Bound Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometric*, 16: 289-326.

Profillidis,V.; Botzoris, G., & Lathiras, P. (2005). Fuzzy Models and Cointegration Analysis for the Forecast of Tourist Demand. EUSFLAT- LFA: 53-60.

Jafari-Samimi, A., Shirazi, B. & Fazlollahtabar, H. (2007). A Comparison between Time Series, Exponential Smoothing and Neural Network Methods to Forecast GDP of Iran. *Iranian Economic Review*, 12(19): 19-35.

Shapiro, A.F. (2004). Fuzzy Regression and the Term Structure of Interest Rate. Revisited in: Proceedings of the 14th. *International AFIR Colloquium*,1: 29-45.

Tanaka, H., & Ishibuchi, H. (1992). Possibility Regression Analysis Based on Linear Programming, in: J. Kacprzyk, M. Fedrizzi (Eds.), Fuzzy Regression Analysis, Omnitech Press, Warsaw and Physica-Verlag, Heidelberg: 47-60.

Tseng, F.M; Tzeng, G.H; Yu, H.C; Yuan, B.J.C. (2001) Fuzzy ARIMA Model for Forecasting the Foreign Exchange Market. *Fuzzy Sets and Systems*, 118: 9-19.

Wang, H. F., & Tsaur, R. C. (2000). Insight of a Fuzzy Regression Model. *Fuzzy Sets and Systems*, 112(3): 355-369.

Yen, K. K; Ghoshray, S, & Roig, G. (1999). A Linear Regression Model using Triangular Fuzzy Number Coefficients. *Fuzzy Sets and Systems*, 106 (1999): 167-177.

Zimmerman, H. J. (1996). Fuzzy Sets Theory and its Applications, Kluwer, Dordrecht.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1396.17.2.2.4]