اقتصاد کشاورزی/ جلد ۵/ شماره‌ی ۱/ صفحه‌های ۱۰۱-۸۱

پیش‌بینی نرخ رشد بخش کشاورزی ایران
(مقایسه‌ی روش‌های تک متغیره و چند متغیره)

محمدرضا زارع مهرجردی و ابراهیم جاودان *

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۶

چکیده

سیاست‌گزاران و برنامه‌ریزان اقتصادی در تلاش اند تا متغیرهای موثر بر رشد بخش کشاورزی را مدل‌سازی کنند و از این مدل‌ها در فرآیند پیش‌بینی استفاده نمایند. امروزه پیش‌بینی به عنوان یک ابزار مهم برنامه‌ریزی برای سیاست‌گزاران اقتصادی به شمار می‌رود و روش‌های متنوعی برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پژوهش نرخ رشد بخش کشاورزی ایران را پیش‌بینی و دقت روش‌های تک متغیره و چند متغیره را در پیش‌بینی این متغیر مقایسه می‌کند. روش‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت است از هموارسازی نمایی منفرد با روند، هموارسازی نمایی دوگانه با روند، الگوریتم هالت–وینترز تجمعی، الگوریتم هالت–وینترز ضربی، الگوی خودتوضیح جمعی میانگین متحرک، الگوی خودتوضیح برداری و شبکه‌های عصبی مصنوعی تک متغیره و چند متغیره. بر اساس یافته‌های پژوهش، شبکه‌های عصبی مصنوعی، هموارسازی نمایی منفرد و دوگانه با روند در مقایسه با دیگر تکنیک‌های تک متغیره‌ی به کار گرفته شده در این تحقیق بهترین پیش‌بینی را ارایه داد. سرانجام در روش‌های چند متغیره نیز دقت و کارآیی پیش‌بینی شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقایسه با الگوی رقیب خودتوضیح برداری بهتر بود.

طبقه‌بندی JEL: C۵۲، C۵۳

واژه‌های کلیدی: بخش کشاورزی، پیش‌بینی، نرخ رشد

* به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد بخش اقتصادکشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان
Email: zare@mail.uk.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بخش کشاورزی در ایران چه به‌واسطه‌ی موقعیت و نقش‌های مهمی که در اقتصاد از نظر تولید و اشتغال دارد و چه به‌واسطه رابطه‌ی آن با سایر بخش‌های اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین شناسایی، ارزیابی و برآورد عوامل موثر بر رشد اقتصادی این بخش نیز دارای اهمیت است (هنرآموز، ۱۳۸٤). افزایش روزافزون جمعیت کشور و نقش بخش کشاورزی در تامین امنیت غذایی، اشتغال‌زایی، صادرات غیرنفتی و فراهم آوردن مواد اولیه و خام برای بخش صنعت سبب شده است تا رشد این بخش به یکی از اهداف اولیه و اساسی سیاست‌گزاران کشور تبدیل شود. سیاست‌گزاران و برنامه‌ریزان سعی دارند با مدل‌سازی مناسب ضمن شناسایی عوامل تاثیرگذار، رشد اقتصادی بخش را پیش‌بینی و سیاست‌ها و برنامه‌های لازم را برای تثبیت و ارتقای جایگاه بخش کشاورزی در اقتصاد ملی طرح‌ریزی نمایند. کاربرد پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف دانش بشری گسترش زیادی داشته است، در حوزه‌ی اقتصاد نیز پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی از اهمیت ویژه‌یی برخوردار است.

مدیران بخش‌های مختلف اقتصادی و بازرگانی، به دلیل وجود انبوه متغیرهای تاثیرگذار، ترجیح می‌دهند مکانیزمی را در اختیار داشته باشند که بتواند آن‌ها را در امور تصمیم‌گیری‌شان یاری و مشاوره دهد؛ به همین دلیل، سعی در روی آوردن به روش‌هایی در پیش‌بینی دارند که به واسطه‌ی آن‌ها تخمین‌هایشان به واقعیت نزدیک و خطایشان بسیار کم باشد (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۸۲). یکی از مهم‌ترین کاربردهای مدل‌های اقتصادی، پیش‌بینی مقادیر آینده‌ی متغیرهای اقتصادی است. در حقیقت، مدل‌های اقتصادی را می‌توان با میزان صحت پیش‌بینی‌شان مورد آزمون قرار داد. بدین ترتیب که اگر یک مدل اقتصادی در تبیین روابط موجود میان متغیرها موفق باشد، باید قادر به پیش‌بینی صحیحی از آینده‌ی متغیرها نیز باشد. ارتباط پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی با عمل‌کرد سیاست‌های پولی و مالی کشورها اهمیت پیش‌بینی را افزون‌تر نیز کرده است. در حال حاضر، اکثر دولت‌ها و بآن کهای مرکزی، سیاست‌های مالی و پولی‌شان را نه صرفا بر مبنای وضع موجود، بل‌که بر مبنای پیش‌بینی‌های کوتاه و بلندمدت از متغیرهای کلیدی اقتصادی تدوین و اجرا می‌کنند. بدیهی است که میزان

Archive of SID
www.SID.ir

صحت پیش‌بینی این متغیرها، صرف نظر از درستی سیاست‌های مالی و پولی و تناسب آن‌ها با شرایط موجود، می‌تواند از جمله رموز موفقیت این سیاست‌ها به شمار آید (مشیری، ۱۳۸۰). مطالعات گسترده‌ی داخلی و خارجی در این زمینه انجام شده است که از روش‌های متفاوتی برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی بهره جسته و به نتایج متمایزی دست یافته‌اند. درادامه با توجه به هدف این مطالعه به برخی از مطالعات و نتایج آن‌ها اشاره می‌گردد.

سام دلیری و خلیلیان (۱۳۸۵) مقادیر رشد و تورم در بخش کشاورزی ایران را از طریق مدل‌های هموارسازی نمایی هالت–وینترز و ARIMA پیش‌بینی نمودند. برای مقایسه‌ی دقت پیش‌بینی مدل‌های خطی و غیرخطی یک مدل شبکه‌ی عصبی (ANN) مبتنی بر متغیرهای مدل رگرسیون و مدل ARIMAطراحی کردند. طبق نتایج این مطالعه مدل هموارسازی نمایی هالت–وینترز دارای دقت پیش‌بینی بالاتری از مدل ARIMA و شبکه‌ی عصبی است و با داده‌های رشد و تورم در بخش کشاورزی ایران سازگاری بیش‌تری دارد. این مدل، متوسط نرخ رشد در بخش کشاورزی برای سال‌های برنامه‌ی چهارم توسعه را ۷٪ و متوسط تورم را برای این بخش ۱۰/۵٪ پیش‌بینی کرده است. قدیمی و مشیری (۱۳۸۱) برای مقایسه‌ی کارآیی یک مدل شبکه‌ی عصبی با یک مدل خطی رگرسیون در پیش‌بینی نرخ رشد اقتصادی برای ایران، از معیارهای مرسوم ارزیابی مدل‌های رقیب استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که مدل شبکه‌ی عصبی برای پیش‌بینی نرخ رشد اقتصادی در ایران از کارآیی بالایی برخوردار است. نجفی و طرازکار (۱۳۸۵) برای پیش‌بینی میزان صادرات پسته ایران، روش شبکه‌های عصبی مصنوعی و فرآیند ARIMA را به کار بردند و نتیجه گرفتند که شبکه‌ی عصبی پیش‌خور دارای عمل‌کرد بهتری در مقایسه با سایر شبکه‌های عصبی و فرآیند ARIMA است و قادر است میزان صادرات پسته را دقیق‌تر پیش‌بینی نماید. آذربایجانی و هم‌کاران (۱۳۸٦) نیز با استفاده از روش ARIMA و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای افق‌های زمانی سه ماهه، شش ماهه، دوازده ماهه و هیجده ماهه روند قیمت گوشت مرغ را در ایران پیش‌بینی کردند. نتایج حاصل حاکی از آن است که شبکه‌ی عصبی مصنوعی در تمام افق‌های زمانی دقیق‌تر از روش ARIMA عمل می‌کند. هم‌چونین خدایاری و رحیمی (۱۳۸۵) به پیش‌بینی قیمت مس بر اساس

Archive of SID
www.SID.ir

روش‌های میانگین متحرک، میانگین متحرک وزنی، هموارسازی نمایی و هموارسازی نمایی تعدیل شده پرداختند و در مقایسه‌ی نتایج پیش‌بینی با قیمت‌های واقعی به این نتیجه رسیدند که مدل هموارسازی نمایی تعدیل شده بهترین خروجی را داشته است. مشیری (۱۳۸۰) در پیش‌بینی تورم ایران با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری‌های زمانی و شبکه‌های عصبی به این نتیجه دست یافت که مدل‌های شبکه‌ی عصبی در غالب موارد عمل‌کرد بهتری در زمینه‌ی پیش‌بینی تورم دوره‌ی آینده‌ی ایران نسبت به رقبای خود دارد. طلوعی و حق‌دوست (۱۳۸٦) نیز به مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌ی عصبی و مقایسه‌ی آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی پرداختند. طبق یافته‌های این پژوهش در شرکت ایران خودرو پیش‌بینی با رگرسیون جواب مناسب‌تر و قابل قبول‌تری نسبت به مدل طراحی شده‌ی شبکه‌ی عصبی ارایه می‌دهد و بنابراین شبکه‌ی عصبی همواره راه‌حل مناسبی برای به‌کارگیری در تمام شرایط ممکن نیست. فاریا و هم‌کاران (۲۰۰۹) شاخص عمده‌ی بازار سهام برزیل را از طریق شبکه‌های عصبی مصنوعی و هموارسازی نمایی تطبیقی پیش‌بینی نمودند و دقت دو روش را در پیش‌بینی علامت بازده بازار مورد ارزیابی قرار دادند. طبق نتایج مطالعه‌ی دو روش مذکور نتایج یک‌سانی را در پیش‌بینی شاخص بازده سهام ارایه می‌کند. پاندا و ناراسیمهان (۲۰۰۷) به پیش‌بینی نرخ ارز برای کشور هندوستان از طریق شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های اتورگرسیو خطی و گام تصادفی پرداختند و در مقایسه‌ی نتایج حاصل از این روش‌ها اعلام کردند که شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقایسه با سایر روش‌ها عمل‌کرد بهتری در پیش بینی نرخ ارز دارد. تکاز (۲۰۰۱) در پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی کانادا با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به این نتیجه دست یافت که روش شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی نرخ رشد سالانه‌ی تولید ناخالص داخلی کانادا نسبت به مدل‌های خطی و غیرخطی چند متغیره پایین‌ترین خطای پیش‌بینی را دارد. گوتیرز و هم‌کاران (۲۰۰۷) نیز از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی و روش‌های سنتی سری زمانی برای پیش‌بینی نوسانات تقاضا استفاده کردند و به این نتیجه دست یافتند که روش شبکه‌ی عصبی در کل بهتر از روش‌های سنتی عمل می‌کند. سالتوگلو (۲۰۰۳) به مقایسه‌ی توانایی روش پارامتریک GARCH (Generalized Auto-

Archive of SID
www.SID.ir

Regressive Conditional Heteroskedasticity Approach) چند متغیره و روش‌های ناپارامتریک هموارسازی کرنل و شبکه‌ی عصبی در پیش‌بینی نرخ بهره‌ی ماهانه در کانادا پرداخت و گزارش داد که مدل شبکه‌ی عصبی و مدل GARCH چند متغیره براساس آماره‌ی RMSE در مقایسه با VAR(۱) نتایج بهتری ارایه می‌دهد. دینگ (۲۰۰۸) به پیش‌بینی قیمت سبزیجات در سنگال با روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک و مقایسه‌ی کارآیی این روش‌ها پرداخت. بر اساس یافته‌های این مطالعه از مدل‌های پارامتریک مورد مطالعه، مدل پارامتریک باکس–جنکینز تکنیک خوبی برای پیش‌بینی قیمت تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان است. هم‌چونان که نتایج مطالعات اخیر نشان می‌دهد روش‌های متنوع به کار گرفته شده در هر یک از مطالعات از کارآیی و دقت متفاوتی برای پیش‌بینی متغیرهای سری‌زمانی برخوردار است و بنابراین حائز اهمیت است که چه روش یا روش‌هایی مورد استفاده قرار بگیرد. مطالعه‌ی حاضر تلاش دارد به این سوال پاسخ دهد که از میان روش‌های آماری و اقتصادسنجی تک متغیره و چند متغیره شامل هموارسازی نمایی منفرد با روند (SEST)، دوگانه با روند (DEST)، الگوریتم هالت–وینترز تجمعی (HWA)، الگوریتم هالت–وینترز ضربی (HWM)، الگوی خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA) و روش خودتوضیح برداری (VAR) و هم‌چونین شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) تک متغیره و چند متغیره، کدام روش برای پیش‌بینی نرخ رشد بخش کشاورزی ایران از دقت و کارآیی بالاتری برخوردار است.

روش تحقیق

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت است از ارزش افزوده‌ی فصلی و سالانه‌ی بخش کشاورزی، تشکیل سرمایه‌ی ثابت بخش کشاورزی و ارزش افزوده‌ی بخش نفت به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶، اشتغال سالانه بخش کشاورزی و شاخص سطح تجارت بین‌الملل بخش کشاورزی. برای استخراج این داده‌ها از پایگاه‌های اینترنتی بانک مرکزی، مرکز آمار ایران، سازمان خواروبار کشاورزی ملل متحد (فائو) استفاده شده است. روش‌های مورد استفاده

www.SID.ir

در این تحقیق به دو گروه تک متغیره و چند متغیره تقسیم می‌شود. در ادامه به شرح مبانی تئوریک این روش‌ها پرداخته می‌شود.

۱. هموارسازی نمایی منفرد با روند (SEST)

فرض می‌شود که مقادیر داده‌ها تا دوره‌ی زمانی t-۱ وجود دارد و هدف این است که مقدار آینده ی سری زمانی y_t پیش‌بینی گردد. مقدار پیش‌بینی شده با نماد $\hat{y}_t$ نشان داده می‌شود. اگر مشاهده‌ی y_t در دست‌رس باشد، خطای پیش‌بینی با $y_t - \hat{y}_t$ قابل محاسبه است. روش هموارسازی نمایی منفرد (ساده)، نتیجه‌ی کار براون در اواسط دهه‌ی پنجاه میلادی است که در سال ۱۹۵۹ توسط او منتشر شد. در این روش، پیش‌بینی دوره‌ی آینده به صورت زیر است:

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \alpha(y_t - \hat{y}_t) \qquad (۱)$$

α یک مقدار ثابت میان صفر و یک است. مشاهده می‌شود که پیش‌بینی مقدار آینده برابر است با پیش‌بینی مقدار قبلی به اضافه‌ی جزء مربوط به خطایی که در دوره‌ی قبل اتفاق افتاده است. زمانی که α مقداری نزدیک به یک دارد، بیان‌گر آن است که پیش‌بینی جدید به طور قابل توجهی توسط خطای پیش‌بینی دوره‌ی قبلی تعدیل می‌گردد. هم‌چونین هرچه α به صفر نزدیک باشد این تعدیل کم‌تر خواهد بود. شکل دیگر معادله‌ی (۱) را می‌توان به این صورت نوشت:

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha\hat{y}_t + (1-\alpha)\hat{y}_t \qquad (۲)$$

پیش‌بینی $\hat{y}_{t+1}$ بر اساس مشاهده‌ی اخیر y_t با وزن α و پیش‌بینی آن با وزن α-۱ است. بنابراین، معادله‌ی اخیر می‌تواند به عنوان میانگین وزنی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تفسیر گردد. هالت (۱۹۵۷) روش هموارسازی نمایی منفرد را به شکل خطی تعمیم داد تا پیش‌بینی داده‌های با روند امکان‌پذیر گردد. پیش‌بینی از طریق هموارسازی نمایی خطی هالت با دو ثابت هموارسازی α و β و سه معادله به صورت زیر خواهد بود:

(۳) معادله‌ی سطح $$l_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$$

(٤) معادله‌ی رشد $$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$

Archive of SID
www.SID.ir

(۵) معادله‌ی پیش‌بینی $\hat{y}_{t+h|t} = l_t + b_t h$

که l_t برآورد سطح مشاهده‌ها در زمان t را نشان می‌دهد و b_t بیان‌گر میزان رشد سری در زمان t است (هندمن و هم‌کاران، ۲۰۰۸).

۲. هموارسازی نمایی دوگانه با روند (DEST)

این روش حالت خاصی از روش خطی هالت است که اگر $\alpha=\beta$ باشد روش خطی هالت معادل با هموارسازی نمایی دوگانه‌ی براون (۱۹۵۹) خواهد بود (هندمن و هم‌کاران، ۲۰۰۸).

۳. الگوریتم هالت–وینترز ضربی (HWM)

اگر داده‌ها بدون الگوی فصلی و روند باشد، روش هموارسازی نمایی منفرد و دوگانه مناسب است و اگر داده‌ها از یک روند خطی برخوردار باشد، هموارسازی نمایی خطی هالت کارآتر خواهد بود. اما در حالتی که داده‌ها از یک الگوی فصلی برخوردار باشد، این دو روش مناسب نیست و باید از روش‌های هالت–وینترز ضربی یا تجمعی استفاده کرد. معادلات مربوط به روش هالت–وینترز ضربی به صورت زیر است:

(٦) معادله‌ی سطح $l_t = \alpha \frac{y_t}{s_{t-m}} + (1-\alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$

(۷) معادله‌ی رشد $b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$

(۸) معادله‌ی فصلی $s_t = \gamma y_t / (l_{t-1} + b_{t-1}) + (1-\gamma)s_{t-m}$

(۹) معادله‌ی پیش‌بینی $\hat{y}_{t+h|t} = (l_t + b_t h)s_{t-m+h_m^+}$

در این معادلات m طول دوره‌ی فصلی (تعداد ماه یا فصل‌های سال) است و l_t بیان‌گر مقادیر سطح سری زمانی است. b_t میزان رشد، S_t جز فصلی و $\hat{y}_{t+h|t}$ پیش‌بینی h دوره‌ی بعدی را نشان می‌دهد. h_m^+ نیز برابر است با $[(1-h) \bmod m]+1$. پارامترهای α, β, γ میان صفر و یک قرار دارد. برای استفاده از این به مدل مقادیر آغازین l_0، b_0 و $s_0, \ldots, s_{1-m}$ و پارامترهای هموارسازی α، βو γ نیاز است. تمام این مقادیر با استفاده از مقادیر مشاهده شده‌ی سری زمانی تخمین زده می‌شود (هندمن و هم‌کاران، ۲۰۰۸).

٤. الگوریتم هالت–وینترز تجمعی (HWA)

Archive of SID
www.SID.ir

معادلات مربوط به پیش‌بینی‌های نقطه‌یی و معادلات به‌هنگام درآوری در این روش به صورت زیر است:

(۱۰) معادله‌ی سطح $l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1-\alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$

(۱۱)معادله‌ی رشد $b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$

(۱۲) معادله‌ی فصلی $s_t = \gamma(y_t - l_{t-1} - b_{t-1}) + (1-\gamma)s_{t-m}$

(۱۳) معادله‌ی پیش-بینی $\hat{y}_{t+h|t} = l_t + b_t h + s_{t-m+h_m^+}$

در این معادلات m طول دوره‌ی فصلی (تعداد ماه یا فصل‌های سال) است و l_t بیان‌گر مقادیر سطح سری زمانی است. b_t میزان رشد، s_tجز فصلی و $\hat{y}_{t+h|t}$ پیش‌بینی h دوره‌ی بعدی را نشان می‌دهد. h_m^+ نیز برابر است با $[(1-h) \bmod m] + 1$.

برای استفاده از این مدل به مقادیر آغازین l_0، b_0 و $s_{1-m},....,s_0$ و پارامترهای هموارسازی α، βو γ نیاز است. تمام این مقادیر با استفاده از مقادیر مشاهده شده‌ی سری زمانی تخمین زده می‌شود (هندمن و هم‌کاران، ۲۰۰۸).

۵. فرآیند خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA)

اگر یک سری زمانی پس از d مرتبه تفاضل‌گیری مرتبه‌ی اول ساکن شود و سپس براساس فرآیند ARMA(p,q) مدل‌سازی شود، سری زمانی اصلی، سری زمانی خودرگرسیونی میانگین متحرک انباشته ARIMA(p,d,q) است؛ که در آن p تعداد جملات خودرگرسیو، d تعداد دفعات تفاضل‌گیری مرتبه اول برای ساکن شدن سری زمانی وq تعداد جملات میانگین متحرک است. برای تشخیص این که سری زمانی از فرآیند خودتوضیح خالص، میانگین متحرک خالص و یا از یک فرآیند ARMA یا ARIMA پیروی می‌کند از متدولوژی باکس-جنکینز استفاده می‌شود.

این روش دارای چهار مرحله است:

www.SID.ir

مرحله‌ی اول، تشخیص(شناسایی): در این مرحله مقادیر واقعی P, d, q تعیین می‌شود. برای این منظور از آزمون دیکی–فولر تعمیم یافته و ابزار نمودار هم‌بستگی و هم‌بستگی جزیی استفاده می‌شود.

مرحله‌ی دوم، تخمین: در این مرحله پارامترهای مدل برآورد می‌شود که در این مطالعه برای این کار از روش حداقل مربعات معمولی استفاده شده است.

مرحله‌ی سوم، کنترل تشخیصی: در این مرحله باید مشخص شود که آیا مدل انتخابی داده‌ها را به خوبی برازش می‌کند یا خیر. یک آزمون ساده برای بررسی این نکته آن است که می‌بایست باقیمانده‌های حاصل از این مدل نوفه سفید باشد. در این صورت مدل انتخابی پذیرفته می‌شود، در غیر این صورت مدل رد شده و مراحل فرآیند دوباره تکرار می‌شود.

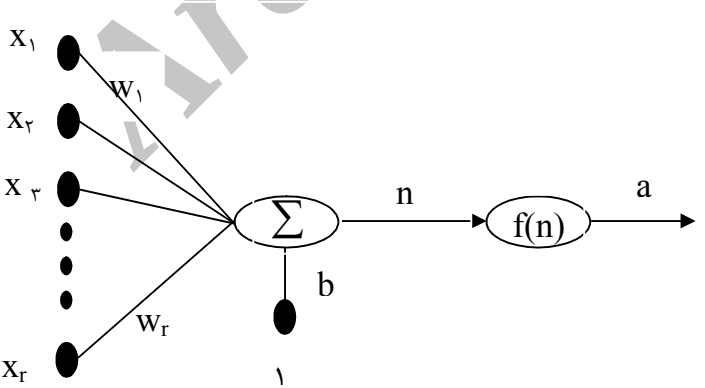
مرحله‌ی چهارم، پیش‌بینی: در این مرحله از مدل نهایی برای پیش‌بینی سری زمانی استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد پیش‌بینی‌های حاصل از روش ARIMA–که به‌ویژه برای کوتاه مدت استفاده می‌شود– بیش از روش مدل‌سازی سنتی اقتصاد سنجی قابل اعتماد و اتکا است (گجراتی، ۱۹۹۵).

۶. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)

مدل ریاضی تک نورونی که در شبکه‌های عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد در شکل (۱) نشان داده شده است. تابع نهاده–ستانده مربوط به این نورون به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$y(x,r) = a = F(n) \qquad (۱۴)$$

اگر $a = F(n) = n$ باشد، تک نورون به صورت خطی عمل می‌کند. در



x: بردار ورودی

r: تعداد داده‌های ورودی

w_i: وزن نهاده‌ی iام

b: اریب متناسب با نهاده‌ی یک

f(n): تابع تبدیل نورون

n: تعداد نورون‌ها

a: خروجی نورون

www.SID.ir
Archive of SID

حالی‌که $a = F(n) \neq n$ باشد، نورون رفتار غیرخطی خواهد داشت. تابع نگاشت (انتقال) نورون ($a = F(n)$) به‌وسیله‌ی طراح شبکه انتخاب می‌شود. اما یک انتخاب مرسوم در این زمینه تابع تانژانت هایپربولیک سیگموید (tan-sig) است که به صورت زیر است:

$$a = F(n) = \frac{e^{n} - e^{-n}}{e^{n} + e^{-n}} \qquad (۱۵)$$

نورون‌ها بلوک‌های تشکیل دهنده شبکه‌ی عصبی اند که کار پیچیده‌ای انجام می‌دهند. یک شبکه‌ی عصبی ممکن است شامل چندین لایه نورون باشد که این نورون‌ها در لایه‌های مختلف یا یکسان از طریق وزن‌های قابل تنظیم به هم می‌پیوندد. وضعیت اتصال نورون‌ها، تعداد لایه‌ها، تعداد نورون‌ها در هر لایه و انتخاب تابع انتقال هر نورون، در مجموع معماری شبکه‌ی عصبی را تعریف می‌کند. شبکه‌ی عصبی به عنوان یک ابزار مهم برای مطالعه‌ی مسایل زیادی در علوم مختلف استفاده می‌شود. یک مساله‌ی مهم مدل‌سازی داده‌ها و پیش‌بینی است. مجموعه‌ی داده‌ها به صورت $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \ldots\ldots\ldots (x_n, y_n)$ در دست‌رس است؛ اما تابع نگاشت (انتقال) اساسی از داده‌های ورودی x_i به داده‌های خروجی y_i $(i = 1, \ldots\ldots, n)$ ناشناخته است. در حالت کلی، x می‌تواند برداری از مرتبه‌ی R باشد $(x = x_1, x_2, \ldots, x_R)$. برای نشان دادن مواردی که خروجی y به چندین داده‌ی ورودی بستگی دارد. یک شبکه‌ی عصبی تلاش می‌کند تا یک مدل تقریبی $\dot{y}(x, r)$ را نسبت به $y(x)$ از طریق انتخاب پارامترهای انتخابی $r = (w, b)$ پیدا کند، به منظور آموزش رابطه‌ی داده–ستانده‌ی مطلوب که به وسیله‌ی داده‌ها شرح داده می‌شود. w و b به ترتیب وزن داده‌ها و اریب را در شبکه نشان می‌دهد. برای رسیدن به هدف، یک شبکه‌ی عصبی میانگین مربعات خطا (MSE) را به کم‌ترین می‌رساند که تابع آن به شکل زیر است:

$$MSE = E(r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left\{ y(x_i) - \dot{y}(x_i, r) \right\}^2 \qquad (۱۶)$$

مقادیر $r_1, r_2, \ldots\ldots, r_m$ و $E(r)$ را از طریق مقادیر بهینه‌ی پارامترهای انتخابی حداقل می‌کند. فرآیند استفاده از شبکه‌ی عصبی برای مدل‌سازی یک مجموعه‌ی داده به این صورت است که ابتدا داده‌های موجود به مجموعه‌های آموزش و آزمایش تقسیم می‌شوند. زوج‌های ورودی و

Archive of SID
www.SID.ir

خروجی از طریق مجموعه‌ی آموزش به هم مرتبط می‌شود، سپس به شبکه‌ی عصبی ارایه شده و اوزان و اریب براساس حداقل سازی تابع خطا تنظیم می‌شود. این مرحله، مرحله‌ی آموزش شبکه‌ی عصبی نامیده می‌شود. خطا حداقل می‌شود و توانایی شبکه‌ی عصبی برای تعمیم ارزیابی می‌شود. در طول مرحله‌ی آزمایش یا تعمیم، خروجی‌های موجود در مجموعه‌ی آموزش مورد پیش‌بینی قرار گرفته و نتایج با مقادیر واقعی مقایسه می‌شود (امینیان، ۲۰۰۷).

۷. الگوی خودتوضیح برداری (VAR)

قبل از برآورد الگوی سیستم معادلات هم‌زمان لازم است دو گام برداشته شود یکی این که باید متغیرهای الگو را به دو دسته‌ی برون‌زا و درون‌زا طبقه‌بندی کرد و دیگری این که باید قیدهایی را بر ضرایب متغیرهای الگو اعمال کرد تا به شناسایی الگو دست یافت. چونین تصمیماتی در هر دو مرحله معمولا به صورت اختیاری توسط محقق گرفته می‌شود و شدیدا از سوی سیمز (۱۹۸۰) مورد انتقاد واقع شده است. به گفته‌ی سیمز اگر واقعا میان مجموعه‌یی از متغیرهای الگو، هم‌زمانی وجود دارد باید همه‌ی متغیرها را به یک چشم نگریست و پیش قضاوت در مورد این که کدام درون‌زا و کدام برون‌زا است صحیح نیست. در همین راستا سیمز الگوی خود توضیح برداری (VAR) را ارایه نمود که یک فرآیند خود توضیح چند متغیره به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + ... + \varphi_p Y_{t-p} + u_t \qquad (۱۷)$$

دراین الگو روش کار بسیار ساده است و در عین حال محقق را درگیر تمییز میان متغیرهای درون‌زا و برون‌زای الگو نمی‌کند، زیرا به استثنای عرض از مبدا، متغیر روند و متغیرهای مجازی همه‌ی متغیرها درون‌زا هستند. پیش‌بینی ارایه شده براساس الگوهای VAR بهتر از پیش‌بینی‌های ارایه شده توسط الگوی معادلات هم‌زمان پیچیده‌تر بوده است (نوفرستی، ۱۳۷۸).

در این روش تابع تولید کاب–داگلاس مورد برآورد قرار گرفته است:

$$q = AL^{\alpha}K^{1-\alpha} \qquad 0\langle\alpha\langle 1 \qquad (۱۸)$$

بر اساس مطالعات قبلی (ضیاآبادی، ۱۳۸۷) متغیرهای تاثیرگذار دیگری نیز اضافه شده و نهایتا تابع زیر به صورت لگاریتم–خطی مورد استفاده قرار گرفته است:

Archive of SID
www.SID.ir

$$LAV = C_1 + C_2LL + C_3LK + C_4LOIL + C_5LLIT \quad (۱۹)$$

در معادله‌ی اخیر L بیان‌گر سطح اشتغال، K و AV به ترتیب موجودی سرمایه و ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی به قیمت ثابت، OIL ارزش افزوده‌ی بخش نفت (قابل ذکر است که به دلیل تنوع داده‌ها برای درآمدهای نفتی ایران، از ارزش افزوده‌ی این بخش برای جای‌گزین درآمدهای نفتی استفاده شده است.) و LIT شاخص مربوط به سطح تجارت بین المللی مربوط به بخش است.

۸ معیارهای ارزیابی دقت پیش‌بینی

بحث چه‌گونگی ارزیابی دقت پیش‌بینی مدل‌های اقتصادی در دهه‌های اخیر توجه بسیاری از اقتصاددانان را به خود جلب کرده است و مطالعات نظری و تجربی متعددی در این زمینه صورت گرفته است (مشیری و مروت، ۱۳۸۵). برای ارزیابی دقت پیش‌بینی‌های صورت گرفته توسط روش‌های مختلف، معیارهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. معیارهای مورد استفاده در این تحقیق عبارت است از (طیبی و هم‌کاران، ۱۳۸۸):

میانگین مربعات خطا (MSE)،درصد میانگین قدرمطلق خطا (MAPE) و میانگین قدرمطلق انحراف (MAD).

$$MAD = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}|P - A| \qquad MSE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(P - A)^2$$
$$MAPE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\left|\frac{P - A}{A}\right| \quad (۲۰)$$

در روابط بالا Pو A به ترتیب بیان‌گر مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی است. معیارهای خطای پیش‌بینی هر چه کم‌تر باشند نمایان‌گر پیش‌بینی دقیق‌تر هستند.

نتایج و بحث

در این قسمت نتایج حاصل از پیش‌بینی روش‌های تشریح شده در قسمت قبلی در دو گروه جداگانه شامل روش‌های تک‌متغیره و روش‌های چند متغیره مقایسه می‌شود. در روش‌های تک‌متغیره، تنها در دو روش هموارسازی نمایی هالت–وینترز تجمعی و ضربی از

Archive of SID
www.SID.ir

داده‌های ارزش افزوده‌ی فصلی بخش کشاورزی ایران به قیمت ثابت سال ۱۳۷٦ در دوره‌ی زمانی ۱۳۸٦:٤–۱۳٦۷:۱ استفاده شده است. در دیگر روش‌ها نیز داده‌های سالانه‌ی ارزش افزوده‌ی کشاورزی ایران در دوره‌ی ۱۳۸٦–۱۳۳۸ به قیمت ثابت سال ۱۳۷٦ به کار گرفته شده است. البته قابل ذکر است که چون الگوی خودتوضیح برداری بر مبنای تابع تولید کاب–داگلاس است و برای برآورد آن از شکل لگاریتمی داده‌ها استفاده شده است، برای حفظ قابلیت مقایسه‌ی روش‌ها، در اجرای بقیه‌ی روش‌ها نیز از شکل لگاریتمی داده‌ها استفاده شده است. برای پیش‌بینی رشد بخش کشاورزی ایران با استفاده از روش ARIMA، ابتدا برای آزمون ایستایی داده‌ها، آزمون دیکی–فولر تعمیم یافته بر روی متغیر انجام شد و طبق نتایج، متغیر مذکور در سطح ناایستا بود. با تفاضل‌گیری مرتبه‌ی اول، آزمون تکرار شد که متغیر ایستا گردید (جدول۱).

جدول (۱). نتایج آزمون ADF

متغیر	آماره‌ی t آزمون ADF
LAV	۰/۱۲۷
DLAV	–۷/۹٦۱

ماخذ: یافته‌های پژوهش $ADF_{\%1} = -۳/۵۷$

بنابراین لگاریتم ارزش افزوده، جمعی از مرتبه یک است و پارامتر d مدل ARIMA نیز برابر یک است. برای تعیین پارامترهای p و q نیز از نمودار مربوط به هم‌بستگی، هم‌بستگی جزیی و معیار آکاییک استفاده شد که مقادیر این دو پارامتر نیز برابر یک انتخاب گردید. پس مدل منتخب به صورت ARIMA(۱،۱،۱) است. در گام بعدی مدل منتخب با روش حداقل مربعات معمولی برآورد گردید و با آزمون ایستایی روی باقیمانده‌های حاصل از برازش مشخص گردید باقیمانده‌ها ایستا است و ویژگی نوفه سفید را دارد (جدول۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۲). نتیجه‌ی آزمون ADF بر روی باقی‌مانده‌های برازش

متغیر	آماره t آزمون ADF
RES	-۶/۷۳

ماخذ:یافته‌های پژوهش $ADF_{\%1} = -۳/۵۷$

بعد از انتخاب مدل ARIMA(۱،۱،۱)، از این مدل برای پیش‌بینی رشد ارزش افزوده برای دوره‌ی زمانی ۹۲-۱۳۸۷ استفاده شد. براساس نتایج، میانگین مربعات خطا برای این روش ۰/۰۰۵۶ به دست آمد. مقادیر آماره‌های دقت پیش‌بینی و پارامترهای α,β,γ برای روش‌های هموارسازی و هم‌چنین آماره‌های دقت روش‌های ARIMA و ANN در جدول (۳) آمده است. در روش‌های هموارسازی نمایی، در مرحله‌ی اول پارامترهای بهینه α,β,γ که مقادیری میان صفر و یک دارد شناسایی شد و در گام بعدی بر اساس این مقادیر بهینه، پیش‌بینی صورت پذیرفته است. روش‌های هموارسازی با معیار قرار دادن میانگین مربعات خطا (MSE) به عنوان آماره‌ی بحرانی مورد برآورد قرار گرفته است. با اجرای مراحل روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی تک متغیره و پیش‌بینی، آماره‌ی میانگین مربعات خطا در این روش برابر با ۰/۰۰۰۳ برآورد شد.

مقایسه‌ی این روش‌ها براساس آماره‌ی MSE بیانگر این است که در میان این روش‌ها، روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی بر اساس مقادیر خود متغیر، با میانگین مربعات خطا برابر با ۰/۰۰۰۳، در مقایسه با دیگر الگوهای تک متغیره دارای حداقل MSE و به عنوان کارآترین روش در این مجموعه انتخاب می‌شود. تکنیک‌های هموارسازی نمایی منفرد با روند و هموارسازی دوگانه با روند نیز در رتبه‌ی بعدی قرار دارد. آماره‌های دیگر دقت نیز نتایج مشابهی را ارایه می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳). آماره‌های دقت پیش‌بینی روش‌های تک متغیره (LVA)

روش تک‌متغیره	MSE	MAD	MAPE	α	β	γ
SEST	۰/۰۰۱۹	۰/۰۳٤۷	۰/۳٤٦۰	۰/۸۳	۰/۱۹	–
DEST	۰/۰۰۱۹	۰/۰۳٦۱	۰/۳٦۰۱	۰/٤٦	–	–
HWA	۰/۰۱۱۹	۰/۰٦۸۳	۰/۸۱۰۰	۰/۰۲	۰/۵۲	۰/۸
HWM	۰/۰۱۲۰	۰/۰٦۸۹	۰/۸۱۷۹	۰/۰۱	۰/۸۸	۰/۸۱
ARIMA(۱،۱،۱)	۰/۰۰۵٦	–	۰/٦۲٦	–	–	–
ANN	۰/۰۰۰۳	–	–	–	–	–

ماخذ: یافته‌های پژوهش

مقادیر پیش‌بینی شده‌ی رشد برای دوره‌ی زمانی ۹۲-۱۳۸۷ توسط روش‌های تک متغیره در جدول (٤) گزارش شده است که بر اساس نتایج شبکه‌ی عصبی به عنوان دقیق‌ترین روش در این قسمت، میانگین رشد را برای این سال‌ها ٦/۰٦٪ پیش‌بینی می‌کند. الگوی خودتوضیح جمعی میانگین متحرک نیز کم‌ترین مقدار رشد را برای این دوره پیش‌بینی می‌کند برابر با ٤/٤٪. میانگین نرخ رشد پیش‌بینی شده با روش HWA، به روش ARIMA بسیار نزدیک و برابر با ٤/٤٦درصد است. میانگین پیش‌بینی روش‌های HWM، SEST و DEST نیز به ترتیب برابر است با ٤/٤٦، ٤/۹۹ و ۵/۵۹٪. هم‌چونان که نتایج نشان می‌دهد دقیق‌ترین روش‌های تک متغیره شامل ANN، SEST و DEST نرخ رشد بخش کشاورزی را میان ٦-۵٪ پیش‌بینی می‌کند که این مقادیر با نرخ‌های رشد تجربه شده و مورد انتظار قرابت بیش‌تری دارد.

در روش‌های چند متغیره، دو روش VAR و ANN مورد برآورد قرار گرفتند. متغیرهای مورد استفاده در این دو روش عبارت است از ارزش افزوده‌ی سالانه، تشکیل سرمایه‌ی ثابت و اشتغال سالانه‌ی بخش کشاورزی، ارزش افزوده‌ی بخش نفت و شاخص سطح تجارت بین‌الملل بخش کشاورزی.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (٤). مقادیر پیش‌بینی شده توسط روش‌های تک متغیره (درصد)

روش	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	میانگین
SEST	٤/۷۷	۵/۰۳	۵/۰۳	۵/۰۳	۵/۰۳	۵/۰۳	٤/۹۹
DEST	۵/۳۵	۵/٦٤	۵/٦٤	۵/٦٤	۵/٦٤	۵/٦٤	۵/۵۹
HWA	٤/۱۱	٤/۵۳	٤/۵۳	٤/۵۳	٤/۵۳	٤/۵۳	٤/٤٦
HWM	٤/٤٦	٤/۸۱	٤/۸۱	٤/۸۱	٤/۸۱	٤/۸۱	٤/۷۵
ARIMA(۱،۱،۱)	٤/٤۱	٤/٤۱	٤/٤۰	٤/٤۰	٤/٤۰	٤/٤۰	٤/٤
ANN	٦/۸۹	٦/۰۹	٦/۲۵	۵/۹۲	۵/٦۲	۵/٦۲	٦/۰٦

ماخذ: یافته‌های پژوهش

هم‌چونان که قبلا نیز اشاره گردید از شکل لگاریتمی داده‌ها در این دو مدل استفاده می‌شود. داده‌های مورد استفاده برای این دو روش دوره‌ی زمانی ۸٦-۱۳٤۰ را در بر می‌گیرد. اولین گام در برآورد مدل‌های اقتصادسنجی که داده‌های آن به صورت سری زمانی است، تشخیص پایایی یا ناپایایی و وجود یا نبود ریشه‌ی واحد برای متغیرها است. برای این منظور از آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته استفاده شده است. اگر قدرمطلق آماره‌ی آزمون از قدر مطلق کمیت بحرانی ارایه شده بزرگ‌تر باشد، فرضیه‌ی صفر (H.) مبنی بر وجود ریشه‌ی واحد (ناپایایی)، رد می‌شود. کمیت بحرانی در حالت نبود روند و در سطح اطمینان ۹۵٪، ۲/۹٤- است. نتایج آزمون برای شکل لگاریتمی متغیرها به ترتیب شامل ارزش افزوده، اشتغال، تشکیل سرمایه‌ی ثابت، ارزش افزوده‌ی بخش نفت و شاخص سطح تجارت بین‌الملل در جدول (۵) آمده است:

جدول (۵). نتایج آزمون ADF برای سطح و تفاضل مرتبه‌ی اول متغیرها

متغیر	LAV	LL	LK	LOIL	LLIT	DLAV	DLL	DLK	DLOIL	DLLIT
آماره‌ی t	-۰/۹۸	-۰/٦۱	-۲/۳۳	-۲/٦۵	-۰/٤٤	-۷/٦۸	-۲/۹۹	-۷/۵٤	-۵/۰۷	-۸/٤۳

ماخذ: یافته‌های پژوهش $ADF_{\%5}$ = -۲/۹٤

Archive of SID

www.SID.ir

همان‌گونه که در جدول نتایج نشان داده شده است هیچ یک از متغیرها در سطح پایا نیست و با یک بار تفاضل‌گیری از متغیرها قدرمطلق آماره‌ی ADF مربوط از آماره‌ی بحرانی بزرگ‌تر است و پایا بودن تفاضل مرتبه‌ی اول متغیرها اثبات می‌شود. بنابراین تمام متغیرهای مدل جمعی از مرتبه‌ی یک، I(۱) هستند. در گام بعدی باید مرتبه‌ی بهینه برای برآورد الگوی VAR تعیین گردد. برای این منظور از معیارهای آکاییک (AIC) و شوارتز-بیزین (SBC) استفاده شد. طبق نتایج که در جدول (٦) مشاهده می‌شود، بر اساس هر دو معیار مذکور، تعداد یک وقفه برای الگوی VAR در سطح معنی‌داری ۵٪ تایید گردید.

جدول (٦). آزمون‌های تعیین مرتبه‌ی بهینه‌ی الگوی VAR

مرتبه الگو	AIC	SBC
۰	-۱۳/۹	-۱۸/۲٤
۱	۲۱۰/۹٤	۱۸٤/۸۸
۲	۲۰۷/۵۳	۱۵۹/۷٤
۳	۲۰٤/۲۳	۱۳٤/۷۲

ماخذ: یافته‌های پژوهش

بعد از تعیین وقفه‌ی بهینه، می‌توان الگوی VAR را برآورد نمود و از آن برای پیش‌بینی متغیرها بهره گرفت. شبکه‌ی عصبی چندمتغیره نیز با پنج داده‌ی ورودی متشکل از داده‌های مورد استفاده در مدل VAR اجرا گردید. آماره‌های دقت این دو روش در جدول (۷) گزارش شده است. نتایج حاکی از آن است که روش شبکه‌های عصبی با پنج داده‌ی ورودی در مقایسه با الگوی VAR از دقت خیلی بالاتری برخوردار است و آماره‌ی MSE مربوط به آن ۰/۰۰۰۰۰٦ است در حالی‌که این آماره برای الگوی VAR، ۰/۰۰۱۱ به دست آمده است و این نتیجه بیان‌گر این است که روش شبکه‌های عصبی مصنوعی با پنج داده‌ی ورودی بر روش رگرسیونی VAR در پیش‌بینی نرخ رشد بخش کشاورزی ایران برتری دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۷). آماره‌ی دقت پیش‌بینی روش‌های VAR و ANN

روش	متغیرهای ورودی (مدل)	MSE
VAR	$LAV = C + LL + LK + LOIL + LLIT$	۰/۰۰۱۱
ANN	$LAV, LL, LK, LOIL, LLIT$	۰/۰۰۰۰۰۶

ماخذ: یافته‌های پژوهش

میانگین نرخ رشد پیش‌بینی شده با این دو روش برای دوره‌ی ۹۲-۱۳۸۷ در جدول (۸) گزارش شده است. طبق

نتایج به دست آمده میانگین پیش‌بینی روش‌های VAR و ANN به ترتیب ۶/۰۲ و ۵/۵۶٪ است. این مقادیر به میانگین نرخ رشد پیش‌بینی شده از طریق روش‌های تک متغیره که پایین-ترین خطا را داشت، نزدیک است. مقایسه‌ی روش‌های تک متغیره و چند متغیره نشان می‌دهد که روش‌های چند متغیره به دلیل این که علاوه بر روند گذشته‌ی متغیر، اثر عوامل موثر بر نرخ رشد را نیز در نظر می‌گیرد برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی از مزیت برخوردار است.

جدول (۸). مقادیر پیش‌بینی شده‌ی نرخ رشد با روش VAR و ANN (درصد)

روش	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	میانگین
VAR	۵/۱۶	۵/۵۸	۵/۹۲	۶/۲۳	۶/۴۹	۶/۷۲	۶/۰۲
ANN	۵/۶۲	۵/۷۳	۵/۵۲	۵/۴۳	۵/۵۸	۵/۴۹	۵/۵۶

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری و پیش‌نهادها

در دنیای کنونی پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی، کلید فعالیت سیاست‌گزاران به شمار می‌رود. سیاست‌گزاران و برنامه‌ریزان اقتصادی در تلاش‌اند تا با پیش‌بینی روند آینده‌ی متغیرهای اقتصادی، سیاست‌ها و برنامه‌هایی را اتخاذ کنند که دست‌رسی به اهداف را آسان‌تر می‌کند. بنابراین روش‌های مختلفی برای پیش‌بینی گسترش یافته و استفاده می‌شود. این روش‌ها از

Archive of SID
www.SID.ir

مزایا و ویژگی‌های متفاوتی برخوردار است و انتخاب میان این روش‌ها با مشکلاتی همراه است. در این مطالعه کارآیی شش روش تک متغیره و دو روش چند متغیره در پیش‌بینی نرخ رشد بخش کشاورزی ایران مورد مقایسه قرار گرفته است تا مدل‌های کارآتر برای پیش‌بینی این متغیر مهم معرفی شوند. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت:

۱) در روش‌های تک متغیره، بر اساس معیار میانگین مربعات خطا، شبکه‌های عصبی مصنوعی با یک داده‌ی ورودی حداقل خطا را داشت و تکنیک‌های هموارسازی نمایی منفرد با روند و دوگانه با روند به صورت مشترک با میانگین مربعات خطای یک‌سان در رتبه‌ی بعدی قرار دارد.

۲) تکنیک‌های برتر تک‌متغیره شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی و هموارسازی‌های نمایی منفرد و دوگانه با روند، میانگین نرخ رشد بخش کشاورزی در سال‌های۹۲-۱۳۸۷ را به ترتیب ٦/٠٦، ٤/٩٩ و ٥/٥٩٪ پیش‌بینی می‌نماید.

۳) از میان دو روش چند متغیره‌ی مورد استفاده در این پژوهش شامل الگوی خود توضیح برداری و شبکه‌های عصبی مصنوعی، میانگین مربعات خطا برای شبکه‌های عصبی مصنوعی با پنج داده‌ی ورودی به طور قابل توجهی پایین‌تر از مدل رقیب خودتوضیح برداری بود که نشان از کارآیی بالاتر این روش دارد.

٤) شبکه‌های عصبی مصنوعی چند متغیره و الگوی خودتوضیح برداری، میانگین نرخ رشد بخش کشاورزی را برای سال‌های ۹۲-۱۳۸۷، ٥/٥٦ و ٦/٠٢٪ پیش‌بینی نمود.

٥) نرخ‌های رشد پیش‌بینی شده با روش‌های منتخب هر دو گروه بیان‌گر این است که در بخش کشاورزی قابلیت لازم برای دست‌یابی به نرخ‌های رشد بالاتر از نرخ‌های رشد فعلی وجود دارد.

٦) براساس نتایج این پژوهش که حاکی از سازگاری بیش‌تر روش‌های شبکه‌های عصبی تک متغیره و چند متغیره در پیش‌بینی نرخ رشد بخش کشاورزی ایران است، پیش‌نهاد می‌گردد برای پیش‌بینی نرخ رشد بخش کشاورزی از این تکنیک با چند داده‌ی ورودی استفاده

www.SID.ir

شود و شبکه‌های عصبی مصنوعی با یک داده‌ی ورودی، الگوی خودتوضیح برداری و روش‌های هموارسازی نمایی منفرد و دوگانه با روند در اولویت‌های بعدی باشد.

منابع

آذر، ع. و رجب‌زاده، ع. (۱۳۸۲). ارزیابی روش‌های پیش‌بینی ترکیبی با روی‌کردهای شبکه‌های عصبی-کلاسیک در حوزه‌ی اقتصاد، *مجله تحقیقات اقتصادی*، (۷٤): ۱۱٤-۷۸.

آذربایجانی، ک.، طیبی، ک. و بیاری، ل. (۱۳۸٦). پیش‌بینی روند قیمت گوشت مرغ در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و روش ARIMA، *مقالات ششمین کنفرانس اقتصادکشاورزی ایران، مشهد.*

خدایاری، ع. و رحیمی، م. (۱۳۸۵). تعیین مدل مناسب برای پیش‌بینی قیمت مس، *نشریه‌ی دانشکده‌ی فنی دانشگاه علم و صنعت*، ٤۰(۱): ۲۲-۱۳.

سام دلیری، ا. و خلیلیان، ص. (۱۳۸۵). پیش‌بینی نرخ رشد و نرخ تورم در بخش کشاورزی ایران، *مجله تحقیقات اقتصادی*، (۷٤): ۲۱۵-۱۸۳.

ضیاآبادی، م. (۱۳۸۷). بررسی تاثیر جهانی شدن بر رشد بخش کشاورزی ایران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

طلوعی اشلقی، ع. و حق‌دوست، ش. (۱۳۸٦). مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌ی عصبی و مقایسه‌ی آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی، *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، (۲۵): ۲۵۱-۲۳۷.

طیبی، ک.، آذربایجانی، ک. و بیاری، ل. (۱۳۸۸). پیش‌بینی قیمت تخم‌مرغ در ایران: مقایسه‌ی روش‌های ARCH و شبکه‌های عصبی مصنوعی، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، (٦۵): ۹٦-۷۳.

قدیمی، م. و مشیری، س. (۱۳۸۱). مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، (۱۲): ۱۲۷-۹۵.

گجراتی، د. (۱۹۹۵). مبانی اقتصادسنجی (جلد دوم)، ح، ا، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.

Archive of SID
www.SID.ir

مشیری، س. (۱۳۸۰). پیش‌بینی تورم ایران با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری‌های زمانی و شبکه‌های عصبی، *مجله تحقیقات اقتصادی*، (۵۸): ۱۸٤-۱٤۷.

نجفی، ب. و طرازکار، م. ح. (۱۳۸۵). پیش‌بینی میزان صادرات پسته‌ی ایران: کاربرد شبکه‌ی عصبی، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، (۳۹): ۲۱٤-۱۹۱.

نوفرستی، م. (۱۳۷۸). ریشه‌ی واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی. انتشارات رسا.

هنرآموز، ن. (۱۳۸٤). مدل رشد بخش کشاورزی ایران با تاکید بر فن‌آوری و سرمایه انسانی، *فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین*، (۳): ۱۳۷-۱۱۹.

Aminian, F., Surez, E. Dante., Aminian, M. and Walz, D. (۲۰۰۷). Forecasting Economic Data with Neural Networks, *Journal of Computational Economics*, ۲۸: ۷۱-۸۸

Dieng, A. (۲۰۰۸). Alternative forecasting techniques for vegetable prices in Senegal, ISRA papers, ۱: ۳.

Faria, E., Albauquerque, M., Gonzalez, J. and Cavalante, J. (۲۰۰۹). Pridicting the brazilian stock market through Neural Networks and adaptive exponential smoothing methods, Expert system with application, article in press.

Gutierreze, R., Solis, A. and Mukhopadhyay, S. (۲۰۰۸). Lumpy demand forecasting using neural networks. Int. J. Production Economics, ۱۱۱: ٤۰۹-٤۲۰.

Hyndman, R. Koehler, A., Keith, O. and Synder, R. (۲۰۰۸). Forecasting with exponential smoothing, Springer Series in Statistics, ISBN ۹۷۸-۳-٥٤۰-۷۱۹۱٦-۸.

Panda, C. and Narasimhan, V. (۲۰۰۷). Forecasting exchange rate better with artificial neural network, *Journal of Policy Modeling*, ۲۹: ۲۲۷-۲۳٦.

Saltoglu, B. (۲۰۰۳). Comparing forecasting ability of parametric and non-parametric methods: an application with Canadian monthly interest rates, *Applied Financial Economics*, ۱۳: ۱٦۹-۱۷٦.

Tkacz, G. (۲۰۰۱). Neural network forecasting of Canadian GDP growth, *International Journal of Forecasting*, ۱۷: ٥۷-٦۹.

Archive of SID

www.SID.ir