اقتصادکشاورزی و توسعه، سال هجدهم، شماره ۷۲، زمستان ۱۳۸۹

پیش‌بینی صادرات محصولات کشاورزی ایران: کاربرد مدلهای رگرسیونی و شبکه عصبی مصنوعی

دکتر سیدعبدالمجید جلائی [*]، محمدرضا پاکروان [*]، دکتر امید گیلانپور [**]،
هاجر اثنی عشری [***]، دکتر حسین مهرابی بشرآبادی [***]

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۵

چکیده

پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی برای برنامه‌ریزان و سیاستگذاران و واحدهای اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و از همین رو مدلهای گوناگونی برای پیش‌بینی ابداع شده است. یکی از روشهای پر کاربرد پیش‌بینی، به‌خصوص در دهه‌های اخیر، روش شبکه‌های عصبی مصنوعی است. در این مطالعه نیز مدل صادرات محصولات کشاورزی ایران برای دوره ۱۳۸۷-۹۲ با استفاده از روشهای اقتصادسنجی و شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی

* به ترتیب: دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان و دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصادکشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان (نویسنده مسئول)
e-mail: mohammadrezapakravan@gmail.com
e-mail: hmehrabi2000@gmail.com
** استادیار و مدیر گروه پژوهشی بازاریابی و تجارت خارجی مؤسسه پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی
*** به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصادکشاورزی و دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

Archive of SID
www.SID.ir

شده است. به این منظور از داده‌های دوره ۱۳۴۴-۸۰ برای پیش‌بینی و آموزش شبکه و از داده‌های دوره ۱۳۸۱-۸۶ برای آزمون صحت پیش‌بینی‌های به دست آمده استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی پیشرو دارای خطای کمتر و عملکرد بهتری در مقایسه با روش اقتصادسنجی VAR[1] برای پیش‌بینی مقدار صادرات محصولات کشاورزی ایران است. مقدار صادرات محصولات کشاورزی در سالهای ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲ با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته با استفاده از روش شبکه عصبی، با کاهش همراه خواهد بود و لذا لازم است دولت با استفاده از سیاستهای مشوق صادرات به مقابله با این امر بپردازد.

طبقه‌بندی JEL: C45، F17، Q17

کلیدواژه‌ها:

صادرات بخش کشاورزی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، پیش‌بینی، مدل VAR

مقدمه

بحث تجارت خارجی از مباحث مهم در توسعه یک کشور است (Todaro, 1989). تجارت خارجی منبع تأمین درآمدهای ارزی برای سرمایه‌گذاری و جذب فناوری نوین در جهت افزایش توان تولید اقتصاد یک کشور می‌باشد (پورمقیم، ۱۳۸۶). بخش کشاورزی کشور به دلیل دارا بودن مزیتها و مشخصه‌های مهمی چون تنوع آب و هوایی و تنوع زمین، نیروی‌کار ارزان دارد. از سویی ژئوپلیتیک بودن کشور به‌دلیل قرار گرفتن در منطقه خاورمیانه که خالص واردکننده مواد غذایی است، باعث شده است این بخش وابستگی کمتری به فناوری پیچیده داشته و از امکانات لازم برای گسترش تولید برخوردار باشد. لذا تکیه بر بخش کشاورزی و توسعه و گسترش صادرات این بخش می‌تواند زمینه مناسب را برای حضور کشور

1. Vector Auto Regression Model

Archive of SID

www.SID.ir

در بازارهای جهانی و استفاده از مزایای آن فراهم آورد. بررسی میزان صادرات بخش کشاورزی کشور نشان می‌دهد که صادرات این بخش با ارزشی حدود ۶۲ میلیون دلار در سال ۱۹۶۱ به ۱۲۳۵ میلیون دلار در سال ۲۰۰۷ رسیده است (FAO, 2008). با توجه به نوسانات درآمدهای ارزی کشور و کسری تجاری در تجارت محصولات کشاورزی، لازم است ابزارهایی برای اجرای سیاستگذاریهای لازم در حوزه افزایش صادرات محصولات کشاورزی که تابع عوامل گوناگونی است، انجام پذیرد که یکی از این ابزارهای سیاستی تأثیرگذار بر تجارت محصولات کشاورزی، پیش‌بینی مقادیر آینده متغیرهای تأثیرگذار بر روند صادراتی محصولات کشاورزی کشور می‌باشد. امروزه اهمیت پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی برای سیاستگذاران و برنامه‌ریزان و واحدهای اقتصادی بر کسی پوشیده نیست (قدیمی و مشیری، ۱۳۸۱). لذا در دهه‌های اخیر، مدلهای متنوعی برای این امر ابداع شده است که با هم به رقابت پرداخته‌اند (دلاور، ۱۳۸۴). روشهای اقتصادسنجی و شبکه‌های‌عصبی از انواع این روشها هستند. مدلهای اتورگرسیو[1] در سال ۱۹۲۹ توسط یول معرفی شدند. سپس افرادی چون اسلاتسکی در سال ۱۹۳۷ با معرفی مدل میانگین متحرک به بررسی سریهای زمانی پرداختند. سرانجام در سال ۱۹۷۰، جرج باکس و گویلیم جنکینز[2]، مدل ARIMA[3] را برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی معرفی کردند (دلیری و خلیلیان، ۱۳۸۵).

کاربرد شبکه‌های عصبی در اقتصاد و اقتصادسنجی از اواخر دهه ۸۰ میلادی با مطالعه وایت (White, 1988) در بازارهای مالی و پیش‌بینی قیمت سهام شرکت IBM آغاز شد. در این نوع مدلها با استفاده از هوش مصنوعی[4]، می‌توان روابط بین متغیرها را هر چند پیچیده باشد به کمک رایانه فرا گرفت و از آن برای پیش‌بینی مقادیر آتی متغیرها استفاده نمود (دلاور، ۱۳۸۴). البته هدف اصلی این مطالعه به جای پیش‌بینی، آزمون فرضیه کارایی بازار است. هرچند نتایج این مطالعه نشان داد که الگوریتمهای حداقل‌سازی مورد استفاده در اقتصادسنجی

1. Auto Regressive
2. George Box and Gwilym Jenkins (1970)
3. Integrate Autoregressive Moving Average
4. Artificial Intelligence

Archive of SID

www.SID.ir

بهتر از الگوریتمهای شبکه عصبی هستند، ولی به‌دلیل ساده بودن شبکه مورد استفاده، نتایج این مطالعه توسط محققان مختلف به مجادله گرفته شد (نجفی و طرازکار، ۱۳۸۵). در زمینهٔ پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی تاکنون مطالعات گسترده‌ای انجام شده است؛ برای مثال پرتقال (Portugal, 1995) در مطالعه خود با عنوان "شبکه‌های عصبی در مقابل مدلهای سریهای زمانی"، این دو روش را برای پیش‌بینی میزان تولیدات صنعتی برزیل به کار برد. نتایج نشان داد که روش شبکه‌های عصبی خیلی دقیقتر از مدلهای ARIMA عمل می‌کند. کارام و چارچ (Karam & Charch, 1996) نشان دادند که شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی نتایج دقیقتری از مدلهای خطی ارائه نکردند. آنها دقت شبکه‌های عصبی را با دقت برخی از مدلهای خطی برای پیش‌بینی متغیر مصرف جمعی در ایالات متحده آمریکا طی دههٔ ۸۰ مقایسه کردند. نتیجه آنکه با استفاده از متغیرهای توضیحی مشابه در مدلهای خطی، شبکه‌های عصبی پیش‌بینی‌های مناسبی ارائه کردند، اما نتایج آنها بهتر از مدلهای خطی نبود. برخلاف این دو پژوهشگر، تاکز (Tkacz, 2001) در مطالعه‌ای با عنوان "پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی کشور کانادا" نشان داد که مدل شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی این نرخ رشد به عنوان یک متغیر کلان اقتصادی دچار خطای کمتری می‌باشند و می‌توانند فرایندهای غیرخطی میان رشد تولید ناخالص داخلی و شاخصهای مالی را به خوبی برازش کنند. یو (Yu, 1999) در پیش‌بینی شاخص سلف‌خری سهام نشان داد که پیش‌بینی‌های شبکه عصبی، بهتر از مدل ARIMA در این مورد عمل می‌کند. اولسون و موس من (Olson & Mossman, 2003) از شبکه‌های عصبی علاوه بر پیش‌بینی، در گروه بندی بازارهای مالی نیز استفاده نمودند. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که شبکه عصبی توانایی بیشتری در شناسایی روابط غیرخطی بین متغیر وابسته و مستقل دارد و لذا پیش‌بینی‌های دقیقتری نیز ارائه می‌نماید. هروی و همکاران (Heravi & al et., 2004) در پیش‌بینی سریهای زمانی اقتصادی برای آمریکای شمالی و اروپا نشان دادند که مدلهای خطی معمولاً پیش‌بینی‌های نمونه‌های آخر[1] را دقیقتر از مدل شبکه‌های

1. Post Sample

Archive of SID

www.SID.ir

عصبی در افق بالای یک سال فراهم می‌کنند. تراس‌ویرتا و همکاران (Terasvirta & et al., 2005) در تحقیقشان، سه روش ANN و STAR و اتورگرسیو خطی را برای پیش‌بینی سریهای زمانی کلان اقتصادی با هم مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که مدل شبکه‌های عصبی در افقهای پیش‌بینی بلندمدت بهتر عمل می‌کند. زو و همکاران (Zou & et al., 2007) در پژوهش خود کارایی پیشگویی مدلهای ترکیب خطی، شبکه‌های عصبی مصنوعی و ARMA را برای پیش‌بینی قیمت دانه‌های خوراکی در بازار چین با هم مقایسه کردند. نتایج تجربی نشان داد که مدل ترکیبی می‌تواند کارایی پیش‌بینی را به طور معنی‌داری بهبود بخشد. هنری وبوسرنگس (Henry & Boosarawongse, 2007) به پیش‌بینی صادرات برنج تایلندی با استفاده از مدلهای میانگین متحرک خودرگرسیون تجمعی[1] (ARIMA) و شبکه عصبی پرداختند. آنها نتایج به دست آمده از دو مدل را مقایسه کردند وبه این نتیجه دست یافتند که مدل شبکه عصبی نسبت به مدل میانگین متحرک خودرگرسیون تجمعی به خوبی، داده‌های برنج صادراتی را برازش و پیش‌بینی می‌کند.

در ایران نیز مطالعات زیادی روی پیش‌بینی سریهای زمانی با استفاده از روشهای مختلف اقتصادسنجی و همچنین روش شبکه‌های عصبی انجام شده که می‌توان به چند مورد زیراشاره کرد: دلیری و خلیلیان (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای با عنوان "پیش‌بینی نرخ رشد و تورم در بخش کشاورزی" برای پیش‌بینی مقادیر رشد وتورم بخش کشاورزی ایران، از مدلهای هموارسازی نمایی هالت وینترز و مدل ARIMA استفاده کردند. نتایج نشان داد مدل هموارسازی هالت وینترز دارای دقت پیش‌بینی بالاتری از مدل ARIMA و شبکهٔ عصبی بوده و با داده‌های رشد و تورم در بخش کشاورزی ایران سازگاری بیشتری دارد. فرجام‌نیا و همکارانش (۱۳۸۶) با استفاده از دو روش مدل خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA) و شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) به پیش‌بینی قیمت روزانه نفت در دوره آوریل ۱۹۸۳ تا ژوئن ۲۰۰۵ پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشاندهنده برتری غیرقابل مقایسه مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی نسبت به مدل ARIMA در پیش‌بینی قیمت روزانه نفت بود.

1. Autoregressive Integrated Moving Average

Archive of SID

www.SID.ir

اما از آنجا که در این پژوهش از یک تابع عرضه صادرات برای انجام محاسبات ومقایسه‌های بین دو روش پیشنهاد شده برای پیش‌بینی استفاده شده است، برای یافتن مدل مورد نظر و شناسایی متغیرهای تاثیرگذار بر صادرات محصولات کشاورزی، تحقیقی در مدلهای معرفی شده برای تابع عرضه و تقاضای کالاها نیز انجام شد. به این منظور، با استفاده از مطالعات سرور و اندرسون (Sarwar & Anderson, 1990)، پال (Pall, 1992)، تامبی (Tambi, 1999)، راسل (Russel, 2000)، لویی‌کی و همکارانش (Looi Kee & et al., 2004)، آیدین و همکارانش (Aydýn & et al., 2004) و فونتاس و بردین (۱۹۹۸) که با هدف بررسی عوامل مؤثر بر صادرات انواع مختلف محصولات کشاورزی انجام گرفته‌اند، عوامل مؤثر بر صادرات محصولات کشاورزی کشور مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به تمام موارد یاد شده و اهمیت پیش‌بینی متغیرها به روشهای مختلف و همچنین اهمیت صادرات کالاهای غیرنفتی، خصوصاً صادرات بخش کشاورزی، در مطالعهٔ حاضر میزان صادرات بخش کشاورزی کشور طی دوره ۱۳۸۷-۹۲ پیش‌بینی و تغییرات آن برای انجام سیاستهای بازرگانی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روشها

۱. روش‌شناسی VAR[1]

روش‌شناسی VAR تا اندازه زیادی به معادلات همزمان[2] شباهت دارد، جز اینکه در معادلات همزمان متغیرها درونزا و برخی برونزا یا از پیش تعیین شده هستند، ولی در مدلVAR این طور نیست. اگر فرض کنیم دو سری زمانی داریم، مدلVAR را برای آن می‌توان به صورت زیر ارائه نمود:

$$X_t = \alpha + \sum_{j=1}^{n} B_J X_{t-j} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_i Y_{t-i} + u_{1t} \qquad (1)$$

1. Vector Auto Regression Model
2. Simultaneous Equations

Archive of SID

www.SID.ir

$$Y_t = \beta + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{t-j} + \sum_{i=1}^{k} \sigma_i Y_{t-i} + u_{2t} \qquad (2)$$

یکی از خصوصیات مدلهای خودرگرسیونی، پایه غیرتئوریک آن است که به این دلیل برای ساخت مدل به این روش نیازی به مبانی نظری نیست. اولین مرحله در براورد این مدل بررسی ساکن بودن متغیرهای سری زمانی است. اگر متغیرها ساکن شدند، مسئله‌ای وجود ندارد، در غیر این صورت باید مشخص شود همبسته از چه درجه‌ای هستند که این مورد به وسیله آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)[1] صورت می‌گیرد. اگر همه متغیرهای مدل ساکن بودند و یا همبسته از درجه یک بودند، مرحله بعدی تست خودهمبستگی[2] به وسیله آزمون یوهانسون است.

فرض می‌کنیم مدل VAR با L متغیر درونزا و K وقفه زمانی برای هرکدام به صورت زیر باشد:

$$X_T = \mu + \pi_1 X_{t-1} + ... + \pi_k X_{t-k} + \varepsilon_t \qquad (3)$$

که در آن X_t بردار متغیرها و ε_t(جمله اخلال گوسی) بردارهای $L\times 1$ و π_iها ($i = 1,2,...,L$) ماتریس‌های $L\times L$ ضرایب الگو هستند. ε_t دارای توزیع مشخص و مستقل با میانگین صفر و μ بردار عرض از مبدا است. چون X_t ناساکن است، می‌توان معادله بالا را به صورت زیر نوشت:

$$\Delta X_t = \mu + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + ... + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k+1} + \Pi X_{t-k} + \varepsilon_t \qquad (4)$$

که در آن:

$$\Gamma_1 = -(I - \Pi_1 - ... - \Pi_i), i = 1,....,k-1 \qquad (5)$$

$$\Pi = -(I - \Pi_1 - ... - \Pi_k) \qquad (6)$$

مشاهده می‌شود معادله ۴ مانند تفاضل مرتبه اول مدل VAR است به جز جمله Πx_{t-k}. ماتریس ضرایب Π اطلاعاتی در مورد ارتباط بلندمدت بین متغیرها دارند. شایان ذکر است که در این مطالعه بحث رابطه بلندمدت متغیرها نیست، بلکه پیش‌بینی متغیرهاست.

1. Augmented Dickey – Fuller Unit Root Test
2. Serial Correlation Test

Archive of SID

www.SID.ir

۲. روش شناسی شبکه‌های عصبی مصنوعی

یک شبکه عصبی مصنوعی ایده‌ای است برای پردازش اطلاعات که درآن از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده است. عنصر کلیدی این ایده، ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات می‌باشد. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده به هم پیوسته تشکیل شده که برای حل یک مسئله با هم هماهنگ عمل می‌کنند. ANN ها نظیر انسانها با مثال یاد می‌گیرند.

ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌گونه‌ای است که نرونها در دسته‌هایی که لایه نام دارند مرتب می‌شوند. ساختار معمول شبکه از سه لایه تشکیل می‌شود: لایه ورودی (داده‌ها را در شبکه توزیع می‌کند)، لایه پنهان (داده‌ها را پردازش می‌کند) و لایه خروجی (نتایج را به‌ازای ورودیهای مشخص استخراج می‌کند). یک شبکه می‌تواند از یک یا چند لایه پنهان تشکیل شود. طراحی ساختار شبکه عصبی عموماً برمبنای روش آزمون و خطا استوار می‌باشد که به وسیله آن و با استفاده از ارقام مختلف لایه‌های پنهان و نرونهای مرتبط، شبکه بهینه را می‌توان تعیین نمود. یکی از قابلیتهای شبکه عصبی این است که می‌توان با داشتن ورودی، شبکه را طوری آموزش[1] داد (یعنی وزن نرونها را طوری اختیار کرد) تا به خروجی مطلوب دست یافت.

شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای مدلهای مختلفی هستند که براساس جهت ورود اطلاعات و پردازش آنها به انواع زیر تقسیم می‌شوند (Jain, 1999):

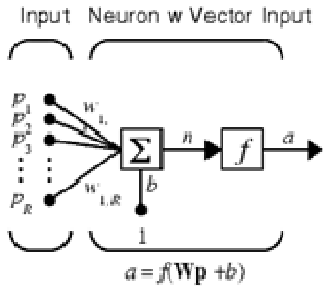
- شبکه‌های عصبی پیشرو[2]
- شبکه‌های بازگشتی[3]
- شبکه‌های توابع پایه شعاعی[4]
- شبکه‌های پرسپترون چند لایه[5]

1. Train
2. Feed-Forward Neural Networks
3. Recurrent Networks
4. Radial Basis Function Networks
5. Multilayer Perceptron Networks

Archive of SID

www.SID.ir

برای انجام این تحقیق از شبکه‌های عصبی پیشرو استفاده گردید. دراین شبکه‌ها گره‌ها درلایه‌های‌متوالی‌قرارگرفته‌اندو ارتباط‌آنهایکطرفه‌است‌وزمانی که یک الگوی ورودی به شبکه اعمال می‌شود، اولین لایه مقادیر خروجی‌اش را محاسبه‌می‌کندودراختیارلایه‌بعدی‌قرار می‌دهد. لایه بعدی این مقادیر را به‌عنوان ورودی دریافت و مقادیر خروجی‌اش رابه لایه بعدی منتقل می‌کند و هر گره فقط به گره‌های لایه بعدی سیگنال منتقل می‌کند (Heravi & et al., 2004). در آموزش شبکه عصبی دو روش یادگیری با نظارت[1] و بدون نظارت[2] مورد استفاده قرار می‌گیرد. در یادگیری با نظارت نمونه‌هایی از مقادیر ورودی و خروجی مورد نظر به عنوان الگوهای آموزشی انتخاب می‌شوند و در روند یادگیری، وزنهای ارتباطی شبکه به‌گونه‌ای تنظیم می‌شوند تا خروجی مدل به خروجی موردنظر نزدیک شود. در شکل ۱ شبکه عصبی یک لایه‌ای یک نرونه دیده می‌شود که دارای R ورودی $p_1, p_2, \ldots, p_R$ است که در وزنهای $w_{1,1}, w_{1.2}, \ldots, w_{1,R}$ به صورت متناظر ضرب شده و حاصل جمع آنها با مقدار تورش b جمع شده و عدد حاصل (n)، خروجی نرون ($a = f(wp + b)$) را تحت تابع انتقال به دست می‌دهد.



شکل ۱. نمایش شبکه عصبی مصنوعی یک لایه با یک نرون

همچنین به منظور جلوگیری از کوچک شدن بیش از حد وزنها در شبکه‌های عصبی، ورودیهای ANNs استاندارد می‌شوند (Haykin,1994). در این مطالعه برای استانداردسازی داده‌ها از رابطه زیر استفاده شد (Haykin, 1994):

1. Supervised Training
2. Unsupervised Training

Archive of SID

www.SID.ir

$$N_i = ۰/۸ \times [\frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}] + ۰/۱ \quad (۷)$$

N_i مقادیراستانداردشده، X_i مقادیر واقعی و $X_{\max}$ حداکثر مقدار واقعی است. رابطه فوق ورودیها را بین ۰/۱ و ۰/۹ استاندارد می‌کند و مزیت آن امکان پیش‌بینی‌های بهتر خارج از مقادیر حدی داده‌های دوره آموزش می‌باشد.

پس از اتمام مراحل پیش‌بینی و به دست آوردن مقادیر، به منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی و انتخاب بهترین روش پیش‌بینی از معیارهای مختلفی که در زیر آمده است استفاده می‌شود. در این مطالعه معیارهای MSE،RMSE، MAPE و R^2 به کار برده شدند.

جدول ۱. انواع معیارهای مقایسه روشهای مختلف پیش‌بینی

معیار	فرمول
میانگین مربع خطا	$MSE = \frac{\sum (\hat{y}_t - y_t)^2}{n}$
میانگین مربع خطا	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y}_t - y_t)^2}{n}}$
میانگین قدر مطلق انحرافات	$MAD = \frac{\sum \lvert \hat{y}_t - y_t \rvert}{n}$
میانگین قدر مطلق درصد خطا	$MAPE = \frac{\sum \lvert \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \rvert}{n}$

مأخذ: روشن (۱۳۸۴)

در روابط فوق $\hat{y}_t$، y_t و n به ترتیب نشاندهنده مقدار براورد شده، مقدار واقعی و تعداد داده‌ها می‌باشد. بهترین مقدار برای MSE، MAD،RMSE و MAPE برابر صفر و برای R^2 برابر یک می‌باشد.

برای انجام پیش‌بینی میزان صادرات محصولات کشاورزی کشور بین سالهای ۱۳۸۷-۹۲، ابتدا متغیرهای تاثیرگذار بر صادرات مورد بررسی قرار گرفت. عرضه صادرات برای

Archive of SID

www.SID.ir

محصولات کشاورزی تحت تأثیر عوامل مختلفی چون قیمت صادراتی محصول، قیمت داخلی و تولید داخلی محصول قرار دارد (Pesaran, 1997):

$$X_t^s = f(PX_t, P_t, Y_t) \quad (۸)$$

نمایش لگاریتمی معادله بالا به صورت زیر خواهد بود:

$$\ln X_t^s = a_0 + a_1 \ln PX_t + a_2 \ln P_t + a_3 \ln Y_t + V_t \quad (۹)$$

که در رابطه بالا X_t^s مقدار عرضه صادرات محصولات کشاورزی، PX_t شاخص قیمت صادراتی کالاهای کشاورزی، P_t قیمت داخلی کالا و Y_t مقدار تولید کالا در کشور است. مطابق مطالعات انجام گرفته و همچنین شرایط حاکم بر ایران، در حالت کلی تابع عرضه صادرات محصولات کشاورزی را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$\ln X_t^s = \beta_0 + \beta_1 \ln PX_t + \beta_2 \ln P_t + \beta_3 \ln Y_t + \beta_4 \ln QX + \beta_5 \ln ER + U_{4t} \quad (۱۰)$$

در رابطه ۱۰، X_t^s مقدار عرضه صادرات کشاورزی، PX_t شاخص قیمت صادراتی محصولات کشاورزی، P_t شاخص قیمت داخلی، Y_t تولید داخلی بخش کشاورزی، QX درآمدهای نفتی، ER نرخ واقعی ارز می‌باشد.

اطلاعات مورد نیاز مطالعه بین سالهای ۱۳۴۴-۸۶ از FAO و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران جمع‌آوری شد. همچنین در این مطالعه مجموع فصلهای اول و دوم صادراتی، به عنوان مقدار صادرات محصولات کشاورزی مورد توجه قرار گرفت.

نتایج و بحث

۱. نتایج مدل VAR

برای انجام محاسبات با استفاده از مدل VAR، ابتدا لازم است که پایایی متغیرها بررسی شود و همهٔ متغیرهای مورد نظر پایا از درجه یک باشند. نتایج حاصل از آزمون ایستایی متغیرهای مورد بررسی در مطالعهٔ حاضر با استفاده از آزمون دیکی‌فولر تعمیم یافته (ADF)، در جدول ۲ ارائه شده است. بررسیها نشان داد که همهٔ متغیرهای مورد نظر با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. نتایج بررسی پایایی متغیرهای مورد بررسی

متغیرها	آمارهٔ ADF	سطح معنی‌داری	وضعیت پایایی
مقدار صادرات	-۱۱/۵۶۸	۰/۰۰۰	I (۱)
شاخص صادراتی محصولات کشاورزی ایران	-۵/۵۹۴	۰/۰۰۰	I (۱)
مقدار تولید	-۷/۳۸	۰/۰۰۰	I (۱)
نفت	-۳/۵۶	۰/۰۱۱	I (۱)
نرخ ارز	-۳/۰۳	۰/۰۴	I (۱)
شاخص قیمت داخلی	-۵/۳۴	۰/۰۰۱	I (۱)

مأخذ: نتایج تحقیق

در مرحلهٔ بعد، برای انجام پیش‌بینی با استفاده از مدل VAR لازم است که تعداد وقفه‌های بهینه با استفاده از معیارهای مختلف تعیین شود. در مطالعهٔ حاضر، تعداد وقفه‌ها با استفاده از سه معیار آکائیک (AIC)، شوارتز-بیزین (SBC) و حداکثر راست‌نمایی (LR) تعیین گردید که نتایج در جدول ۳ ارائه شده است، اما تعداد وقفهٔ بهینه در مطالعهٔ حاضر برمبنای آمارهٔ شوآرتز-بیزین انتخاب گردید.

جدول ۳. تعیین تعداد وقفه برای پیش‌بینی مقدار صادرات محصولات کشاورزی با مدل VAR

وقفه	آماره LR	آماره AIC	آماره SBC
۰	-۳۰۲/۲۳	-۳۰۲/۲۳	-۳۰۲/۲۳
۱	۱۴۹/۲۸	۱۱۳/۲۸	۸۳/۳۳
۲	۱۹۵/۶۹	۱۲۳/۶۹	۶۳/۸
۳	۲۳۴/۳۵	۱۲۶/۳۵	۳۶/۵۱
۴	۲۹۸/۶۵	۱۵۴/۶۵	۳۴/۸۸

مأخذ: نتایج تحقیق

طبق نتایج جدول ۳، بیشترین مقدار آمارهٔ SBC برابر با ۸۳/۳۳ می‌باشد که مربوط به وقفه یک است. بر این اساس مقادیر پیش‌بینی شده توسط روش VAR با یک وقفهٔ بهینه در

Archive of SID

www.SID.ir

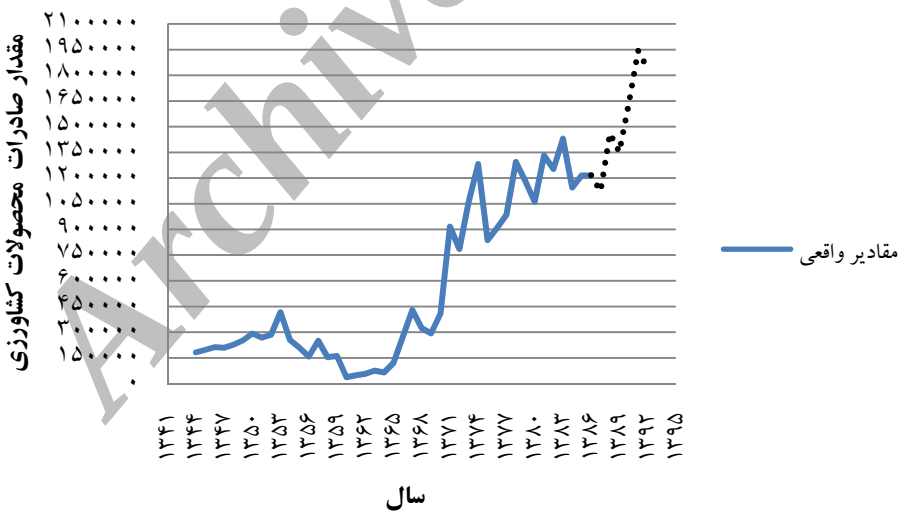
جدول ۴ ارئه شده است. با توجه به نتایج این جدول، مقدار صادرات محصولات کشاورزی در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۸۷ افزایش می‌یابد، اما مجدداً در سال ۱۳۸۹ کاهش خواهد یافت. میزان صادرات همچنین از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۱ دارای روند افزایشی بوده، اما در سال ۱۳۹۲ دوباره کاهش خواهد یافت.

جدول ٤. مقادیر پیش‌بینی شده صادرات محصولات کشاورزی با استفاده از روش VAR با یک وقفه بهینه بین سالهای ۱۳۸۷-۹۲

سال	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
مقدار صادرات	۱۱۰۱۲۳۴	۱۴۶۱۲۵۳	۱۳۵۱۴۲۳	۱۶۳۱۸۵۱	۱۹۴۳۲۹۱	۱۸۳۸۴۵۲
درصد تغییرات	۲/۸۳	۳۲/۶۹	-۷/۵۱	۲۰/۷۵	۱۹/۰۸	-۵/۳۹

مأخذ: نتایج تحقیق

همچنین نمودار مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده برای صادرات بخش کشاورزی با استفاده از روش VAR در زیر نشان داده شده است:



نمودار ۲. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده صادرات بخش کشاورزی با استفاده از روش VAR

Archive of SID

www.SID.ir

۲. نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی

قبل از آموزش و آزمایش شبکه، داده‌ها براساس روش آماری گفته شده، نرمال‌سازی شدند. برای طراحی شبکه مورد نظر، داده‌های آموزشی بین دوره ۱۳۴۰–۸۰ و داده‌های آزمایشی نیز بین دوره ۱۳۸۰–۸۶ در نظر گرفته شدند. در این مطالعه مقدار صادرات محصولات کشاورزی با بهره‌گیری از شبکه عصبی پیشرو و با استفاده از نرم‌افزار Matlab7 پیش‌بینی شد. شبکه‌های ساختاری مختلفی با تابع سیگموئید ایجاد شدند. این شبکه‌های ساختاری با نرونهایی در دسته‌هایی به نام لایه مرتب شدند که در جدول ۵ نتیجه نشان داده شده است. جدول ۵ نتایج تخمین شبکه را با ساختارهای متفاوت در مدلهای ۱ تا ۷ با روش پیشرو نشان می‌دهد. از میان مدلها، مدل ۷ به علت بالا بودن R^2 و سایرمشخصه‌ها، به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. این مدل دارای ساختار ۱–۱–۳–۴–۴–۵ می‌باشد. تعداد ورودیهای شبکه ۵ متغیر بوده و شبکه دارای ۴ لایه می‌باشد.

جدول ۵. نتایج به‌دست آمده از روش شبکه عصبی پیشرو در حالت آزمون شبکه

ساختار شبکه		R^2	MSE	RMSE	MAPE
مدل ۱	۵–۱–۲–۱	./۵۳	۰/۲۲۱	۰/۴۷	۰/۰۰۷۳
مدل ۲	۵–۶–۱–۱	۰/۱۴۸	۰/۰۱۸	۰/۰۴۳	۰/۲۰۳
مدل ۳	۵–۳–۳–۱–۱	۰/۷۳۲	۰/۰۰۱۲	۰/۰۳۵	۰/۲۴
مدل ۴	۵–۶–۶–۱–۱	۰/۶۵۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۰۱	۰/۱۱۲
مدل ۵	۵–۷–۷–۱–۱	۰/۶۸۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۲۷	۰/۲۸
مدل ۶	۵–۵–۵–۴–۱–۱	۰/۶۸۳	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲۹	۰/۰۱۱
مدل ۷	۵–۴–۴–۳–۱–۱	۰/۹۳۱	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۸۹

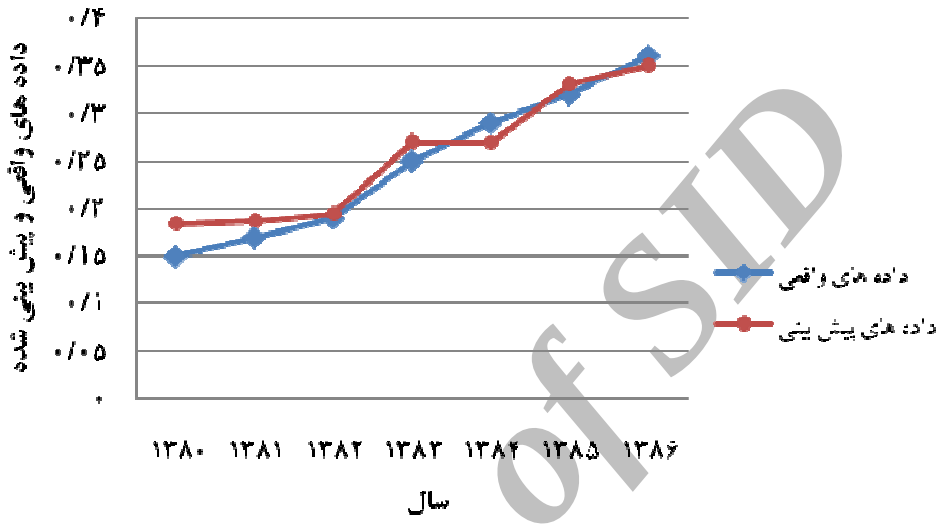
مأخذ: نتایج تحقیق

در مدل ۷، عدد ۵ نشاندهندهٔ تعداد متغیرهای وارد شده به شبکه، لایه اول با۴ نرون، لایه دوم ۴ نرون، لایه سوم ۳ نرون، لایه آخر۱ نرون و عدد یک نشاندهنده خروجی است. نمودار ۳

Archive of SID

www.SID.ir

خطهای رسم شده این معماری را نشان می‌دهد که این دوخط به خوبی برازش شده‌اند و میـزان دقت داده‌های پیش‌بینی شده توسط شبکه ۰/۹۳ می‌باشد.



نمودار ۳. پراکنش نقاط مشاهده شده و پیش‌بینی شده

همچنین نمودار ۳ بیانگر همراهی بالای داده‌های پیش‌بینی شده توسط شبکه با داده‌های واقعی می‌باشد. به بیان دیگر نمودار فوق نشان می‌دهد که داده‌های پیش‌بینی شده توسط شبکه با داده‌های واقعی اختلاف چندانی ندارند. با توجه به اطلاعات به دست آمده از ساختار شبکه مورد نظر، مقادیر پیش‌بینی شده عرضه صادرات در جدول ۶ گزارش شده است.

یادآوری این نکته لازم است که هدف این تحقیق، کسب اطلاع از روند افزایشی و یا کاهشی مقدار صادرات محصولات کشاورزی کشور در ۶ سال آینده می‌باشد. به منظور بررسی بیشتر، در نمودار ۴ مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده صادرات محصولات کشاورزی آورده شده است. نمودار مذکور حاکی از آن است که در سالهای ۱۳۵۲-۵۶ که اولین شوک نفتی ایران اتفاق افتاد، مقدار صادرات محصولات کشاورزی کاهش یافته است؛ زیرا از آنجا که درآمدهای نفتی ماحصل عملکرد فعالیت بخشهای اقتصادی نبوده، بنابراین افزایش آنها

Archive of SID

www.SID.ir

نشاندهنده رونق واقعی اقتصاد نیست، بلکه افزایش این درآمدها و تزریق آنها به جامعه به سرعت به افزایش قیمتها منجر می‌شود که با افزایش قیمتهای داخلی تمایل به صادرات کمتر شده و تولیدکنندگان، بیشتر ترجیح می‌دهند که محصولات خود را با هزینه‌های بازاریابی کمتری در داخل کشور به فروش برسانند که این اتفاق در این بازه زمانی بر روی صادرات محصولات کشاورزی تأثیری مشابه داشته است.

در سالهای بعد نیز عواملی همچون شوکهای نفتی بعدی و تک نرخی شدن ارز تأثیرات کم و بیش محسوسی بر صادرات بخش کشاورزی داشته‌اند. اجرای سیاست یکسان ارز در سال ۱۳۸۱ موجب گردید که حاشیه ارزی زیاد بازار سیاه که نوعی مالیات پنهان بر صادرکنندگان محسوب می‌گردد، حذف شود و به تدریج صادرکنندگان بخش کشاورزی با افزایش انگیزه و سرمایه‌گذاری در فعالیتهای تولیدی، تولید را افزایش دهند که به تبع آن صادرات کالاها افزایش یافت. مقادیر پیش‌بینی شده با استفاده از سیستم شبکه عصبی پیشرو برای دوره ۱۳۸۷-۹۲، در سال ۱۳۸۷ یک روند کاهشی را نشان می‌دهد، اما بعد از این سال، صادرات محصولات کشاورزی با نوسانات خاصی روبه‌رو خواهد شد. طبق جدول ۶، مقدار صادرات بخش کشاورزی در سال ۱۳۸۹ نسبت به سال قبل با یک نزول همراه است، اما مجدداً تا سال ۱۳۹۱ افزایش خواهد داشت. همچنین این مقدار صادرات در سال ۱۳۹۲ نسبت به سال قبل با کاهش همراه خواهد بود. نتایج حاصل از پیش‌بینی مقدار صادرات بخش کشاورزی با استفاده از دو روش یاد شده از نظر افزایشی یا کاهشی بودن درصد تغییرات مانند هم می‌باشد.

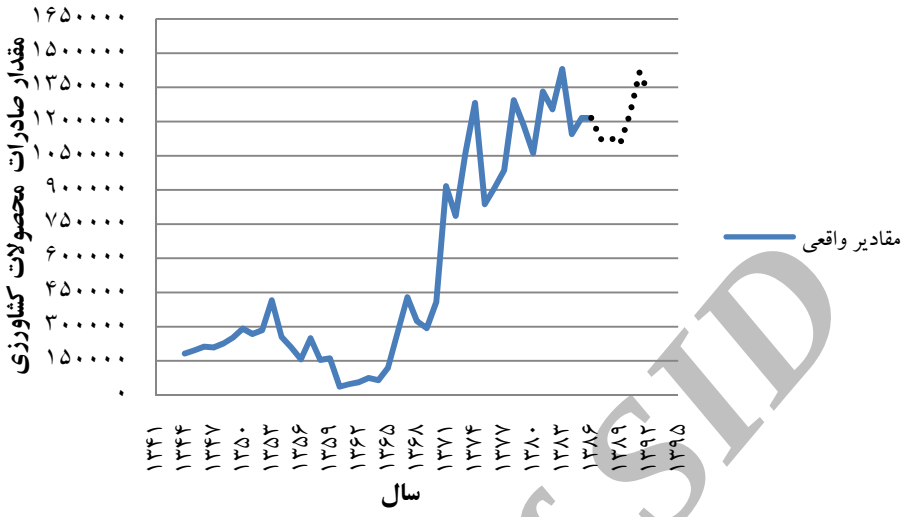
جدول ٦. مقادیر پیش‌بینی شده صادرات محصولات کشاورزی بین سالهای ۱۳۸۷-۹۵ با استفاده از روش شبکه عصبی

سال	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
مقدار صادرات	۱۱۲۲۶۳۱	۱۱۲۸۳۵۶	۱۱۰۱۹۲۲	۱۲۳۱۴۵۲	۱۴۱۵۱۲۳	۱۳۲۱۲۵۳
درصد تغییرات	۴/۸۳	۰/۵	-۲/۳۴	۱۱/۷۵	۱۴/۹۱	-۶/۶۳

مأخذ: نتایج تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ٤. مقادیر پیش‌بینی شده و واقعی مقدار صادرات بخش کشاورزی با استفاده از شبکه عصبی

۳. مقایسه روشهای پیش‌بینی

برای مقایسه قدرت پیش‌بینی روشهای VAR و شبکه عصبی پیشرو، از معیارهای RMSE، MSE، MAPE و R^2 استفاده گردیده که مقادیر به دست آمده در جدول ۷ گزارش شده است.

جدول ۷. مقایسه قدرت پیش‌بینی روش‌های مختلف

معیار / روش	RMSE	MSE	MAPE	R^2
VAR	۰/۵۱۲۸	۰/۲۶۳	۰/۳۰۵	۰/۷۸
ANN	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۱۲	۰/۸۹	۰/۹۳

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به مقادیر جدول ۷، کلیه معیارهای محاسبه شده به جز آمارهٔ MAPE حاکی از برتری پیش‌بینی‌های مدل شبکه عصبی می‌باشد. براساس نتایج به دست آمده، مدل شبکه

Archive of SID

www.SID.ir

عصبی دارای خطای کمترو در نتیجه دارای کارایی بهتری در پیش‌بینی مقدار صادرات محصولات کشاورزی ایران، است.

جمعبندی و پیشنهاد

در مطالعه حاضر، همچون برخی از مطالعات گذشته که به پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته‌اند، مقدار صادرات کل محصولات کشاورزی کشور برای اولین بار و برای دوره ۱۳۸۷-۹۲ پیش‌بینی شد. همچنین برخلاف مطالعات گذشته که فقط بر اساس یک متغیر مشخص پیش‌بینی را انجام داده‌اند، در مطالعه حاضر متغیرهای تأثیرگذار بر صادرات محصولات کشاورزی، در فرایند پیش‌بینی با هر دو روش به کار رفته‌اند. با توجه به وابستگی شدید ایران به درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت و فراورده‌های نفتی و همچنین اهمیت بخش کشاورزی در کشورهای در حال توسعه‌ای مانند ایران به عنوان بخشی که پتانسیل ارزآوری بالایی دارد، لازم است که توجه بیشتری به این بخش به عنوان تأمین‌کننده مواد غذایی و مواد اولیه تولیدی در کشور شود. در مطالعه حاضر از دو روش برای پیش‌بینی استفاده شد که نتایج نشان داد بهتر است برای پیش‌بینی یک متغیر از روشهای مختلف استفاده و با هم مقایسه شوند. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده، شبکه عصبی مصنوعی از نوع پیشرو، در مقایسه با روش VAR، توانایی بالاتری در پیش‌بینی مقدار صادرات محصولات کشاورزی دارد. با توجه به این نتایج، به برنامه‌ریزان، سیاستگذاران و مسئولان امر پیشنهاد می‌شود که از تکنیک شبکه عصبی نیز در کنار سایر روشهای معمول جهت پیش‌بینی متغیرهای مورد نظر استفاده کنند. پیش‌بینی‌های انجام گرفته برای سالهای آتی حاکی از آن است که هر چند روند صعودی صادرات محصولات کشاورزی ادامه خواهد یافت، اما در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲ مقدار صادرات کاهش خواهد داشت که دولت می‌تواند با اعمال سیاستهای تشویقی و همچنین حمایت بیشتر از تولیدکنندگان و صادرکنندگان کالاهای کشاورزی، کاهش میزان صادرات کشاورزی را کنترل نماید و حتی موجب افزایش آن شود. در عین حال به دلیل ثبات نسبی

Archive of SID

www.SID.ir

صادرات در آینده، با توجه به اینکه پیش‌بینی‌های آینده نشان داد که صادرات محصولات کشاورزی از یک ثبات نسبی برخوردار است، دولت باید از سیاستهای مؤثرتری برای بسترسازی صادرات استفاده نماید تا بتوان به بهترین شکل از ظرفیتهای صادراتی محصولات کشاورزی بهره برد.

منابع

۱.ابریشمی، حمید (۱۳۷۸)، مبانی اقتصادسنجی (تألیف دامودار گجراتی)، چاپ دوم، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲.اصغری اسکوئی، محمدرضا (۱۳۸۱)، کاربرد شبکه‌های عصبی درپیش‌بینی سری زمانی، *فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران*، ۱۲ (۴): ۶۹-۹۶.

۳.پورمقیم، سیدجواد (۱۳۸۶)، تجارت بین الملل: نظریه‌ها و سیاستهای بازرگانی، چاپ یازدهم، نشرنی.

۴.دلاور، مجید (۱۳۸۴)، بررسی و شبیه‌سازی تراز آب دریاچه ارومیه و آنالیز ریسک مناطق ساحلی با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۵.روشن، رضا (۱۳۸۴)، پیش‌بینی تورم ایران به کمک مدلهای ARCH/GARCH ARIMA, و شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه کارایی مدلهای مذکور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۶.سام دلیری، احمد و صادق خلیلیان (۱۳۸۵)، پیش‌بینی نرخ رشد وتورم در بخش کشاورزی ایران، مجله *تحقیقات اقتصادی دانشگاه تهران*، ۷۴: ۱۸۳-۲۱۵.

۷.طرازکار، محمدحسن (۱۳۸۴)، پیش‌بینی قیمت برخی محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

Archive of SID

www.SID.ir

۸.قدیمی، محمدرضا و سعید مشیری (۱۳۸۱)، مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، *فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران*، ۱۲: ۱-۳۳.

۹.فرجام نیا، ایمان، محسن ناصری و سیدمحمدمهدی احمدی (۱۳۸۶)، پیش‌بینی قیمت نفت با دو روش ARIMA و شبکه‌های عصبی مصنوعی، *پژوهشهای اقتصادی ایران*، ۳۲ (۹): ۱۶۱-۱۸۳.

۱۰.نجفی، بهاالدین و محمدحسن طرازکار (۱۳۸۵)، پیش‌بینی میزان صادرات پسته ایران: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی، *فصلنامه پژوهشهای بازرگانی*، ۳۹ (۱۰): ۱۹۱-۲۱۴.

۱۱.مشیری، سعید (۱۳۸۰)، پیش‌بینی تورم ایران با استفاده از مدلهای ساختاری، سری زمانی و شبکه‌های عصبی، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۵۸: ۱۴۷-۱۸۴.

۱۲.نجفی، بهاالدین، منصور زیبایی، محمدحسین شیخی و محمدحسن طرازکار (۱۳۸۶)، پیش‌بینی قیمت محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی، *فصلنامه علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره اول (ب)*، سال ۱۱، ص ۵۰۱-۵۱۱.

13.Aydýn, M. Faruk, Ugur Ciplak & Eray M. Yucel (2004), Export supply and import demand models for the Turkish economy, Researchers, Research Department, The Central Bank of the Republic of Turkey, pp 1-27.

14.Church, Keith B. & Stephen P. Curram (1996), Forecasting consumer's expenditure: a comparison between econometric and neural network models, *International Journal of Forecasting*, 12: 167-255.

Archive of SID

www.SID.ir

15.Dass, Shiv Ram (1991), Economic aspects of India's international trade in coffee", *Economic Aspect of Agricultural Economic*, 46, (2): 142-151.

16.Food and Agriculture Organization (FAO) (2008), at: www.fao.org.

17.Fountas, Stilianos & Donal Berdin (1998), Exchange rate volatility and exports: the case of Ireland, *Applied Economics Letters*, 5: 301-304.

18.Haykin, Simon (1994), Neural networks – a comprehensive foundation, Macmillan College publishing Company, New York.

19.Hendry, D.F. & Michael P. Clements (2003), Economic forecasting: some lessons from recent research, *Economic Modeling*, 20: 301–329.

20.Co, Henry C. & Rujirek Boosarawongse (2007), Forecasting Thailand's rice export: statistical techniques vs, Artificial neural networks, Computers & Industrial Engineering, 53: 610–627.

21.Heravi, Saeed & Denis R. Osorn & C. R. Birchenhall (2004), Liner versus neural network forecasts for European industrial production series, Intern. J. Forecasting, 20: 435-446.

22.H.C. Co, R. Boosarawongse (2007), Forecasting Thailand's rice export: statistical techniques vs, artificial neural networks, *Computers & Industrial Engineering*, 53: 610–627.

Archive of SID

www.SID.ir

23.Hill, Tom, Leorey Marquez, Marcus O'Connor & William Remus (1999), Artificial neural network models for forecasting and decision making, *International Journal of Forecasting*, 10: 5-15

24.Hwarng, H. Brian (2001), Insights into neural-network forecasting of time series corresponding to ARMA (p,q) Structures, *International Journal of Management Science*, Omega, 29: 273-289.

25.Kohzadi, Nowrouz, Milton S. Boyd, Bahman Kermanshahi & Iebeling Kaastra (1995), Neural networks for forecasting: an introduction, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 43: 463-474.

26.Kuan, Chung-ming and Halbert White (1994), Artificial neural networks: an econometric perspective, *Econometric Reviews*, 13: 1-91.

27.Looi Kee, Hiau, Alessandro Nicita & Marcelo Olarreaga (2004), Estimating Import Demand and Export Supply Elasticities, Development Research Group, the World Bank, Washington, pp 1-23.

28.Adya Monica & Fred Collopy (1998), How effective are neural networks at forecasting and prediction? a review and evaluation, *Journal of Forecasting*, 17: 481- 495.

Archive of SID

www.SID.ir

29.Moshiri, Saeed & Norman Cameron (2000), Neural network versus econometric models in forecasting inflation, *Journal of Forecasting*, 19: 201-217.

30.Moshiri, Saeed, Norman E. Cameron & David Scuse (1999), Static, dynamic and hybrid neural networks in forecasting Inflation, *Computational Economics*, 14: 214-235.

31.Nelson, Charles R. & Charles R. Plosser (1982), Trends and random walks io macroeconomic time series: some evidence and Implication, Journal of Monetary Economics, 10: 139-162.

32.Pal, Suresh (1992), Agricultural exports of India: issues growth instability, *India Journal of Agricultural Economic*, 47 (2): 183-194.

33.Portugal, Marselo S. (1995), Neural networks versus time series methods: a forecasting exercise, *Revista Brasileira de Economia*, 49 (4): 1-20.

34.Sander, Richard (1999), The impacts of fiscal policy on employment and consumption, Journal of World Development, Vol.21.

35.Yu, Shang-Wu (2004), Forecasting and arbitrage of the Nikkei stock index futures: an application of back propagation networks, *Asia-Pacific Financial Markets*, 6 (4): 341-354.

Archive of SID

www.SID.ir

36.Stark, Tom & Dean Croushore (2002), Forecasting with a real-time data set for macroeconomists, *Journal of Macroeconomics*, 24: 507–531.

37.Tambi, N. Emmanuel (1999), Co-integration and error-correction modeling of agricultural export supply in Cameroon, *Agricultural Economics*, 20 (1): 57-67.

38.Tkacz, Greg (1999), Neural network forecasts of Canadian GDP growth using financial variables, Bank of Canada Mimeo, *International Journal of Forecasting*, 17: 57-69.

39.Todaro, Michael (1989), Economic development in the third world, 4th edn, Longman, London.

40.White, Halbert (1988), Economic predication using neural networks: the case of IBM DAILY stock returns, Proceeding of The IEEE International Conference on Neural Network II, p. 451-458.

41.Zou, Hui F., Guo Ping Xia, F.T. Yangc & H.Y. Wang (2007), An investigation and comparison of artificial neural network and time series models for Chinese food grain price forecasting, *Neurocomputing*, 70: 2913–2923.

Archive of SID

www.SID.ir