نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، ص. ۳۷۴-۳۶۵

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 25, No. 3, Fall 2011, P. 365-374

پیش‌بینی ارزش واردات محصولات کشاورزی ایران:
مقایسه کاربرد روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌های اقتصاد سنجی

سید صفدر حسینی[۱*]– محمدرضا پاکروان[۲] – امید گیلانپور[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۱

چکیده

در مطالعه حاضر، واردات بخش کشاورزی ایران برای دوره ۹۴-۱۳۸۹ با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی و شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی شده است. برای این منظور از داده‌های دوره ۸۳-۱۳۵۰ برای پیش‌بینی و آموزش شبکه و از داده‌های دوره ۸۸-۱۳۸۳ 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 اقتصاد سنجی VAR و ARIMA برای پیش‌بینی واردات محصولات کشاورزی ایران می‌باشد. با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته با استفاده از روش شبکه‌عصبی، ارزش واردات محصولات کشاورزی در سال‌های ۹۲-۱۳۸۹ با افزایش همراه خواهد بود، اما در سال ۱۳۹۳ مقدار افزایش نامحسوس بوده و در سال ۱۳۹۴ مجدداً افزایش خواهد داشت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که دولت و دستگاه‌های ذیربط با استفاده از نتایج مطالعه حاضر از نوسانات ناگهانی ارزش واردات محصولات کشاورزی جلوگیری کنند.

واژه‌های کلیدی: ایران پیش‌بینی، شبکه عصبی، محصولات کشاورزی، واردات

مقدمه

افزایش حجم کالاهای وارداتی و تحولات قیمتی در بازار جهانی این محصولات طی چند سال گذشته متغیر ارزش واردات محصولات کشاورزی را دستخوش تحولات جدی کرده است. بواسطه بار ارزی واردات و تأثیرپذیری تولید داخلی از این متغیر امکان پیش‌بینی دگرگونی‌های آتی این متغیر و سیاست‌گذاری مناسب برای کنترل آن از اهمیت زیادی برای بخش کشاورزی برخوردار است. امروزه، اهمیت پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان و واحدهای اقتصادی بر کسی پوشیده نیست (۹). لذا، در دهه‌های اخیر، مدل‌های متنوعی برای این امر پیشنهاد شده و با هم به رقابت پرداخته‌اند (۳). در حقیقت برای بررسی کارآیی و برتری این مدل‌ها نسبت به یکدیگر، بایستی به میزان صحت پیش‌بینی‌شان توجه نمود (۹). بنابراین چنانچه یک مدل در تبیین روابط بین متغیرها موفق باشد، باید بتواند مقادیر آینده متغیرها را نیز به نحو صحیحی پیش‌بینی نماید (۴). اقتصاددانان با استفاده از روش‌های متنوع اقتصادسنجی، سعی در تبیین وضع موجود، پیش‌بینی مقادیر آتی متغیرهای وابسته و همچنین ارائه سیاست و خط مشی‌های اقتصادی دارند. این مدل‌ها که نوعا مدل‌های ساختاری نامیده می‌شوند، اگر چه قادر به تبیین نسبی وضع موجود بوده و از لحاظ تحلیلی به عنوان ابزاری مناسبی برای سیاست‌گذاری اقتصادی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ولی متاسفانه در زمینه پیش‌بینی سابقه چندان موفقی از خود به جا نگذاشته‌اند (۲۹). وجود این کاستی مهم و اهمیت پیش‌بینی متغیرهای اساسی اقتصادی سبب شد تا از اواسط دهه ۹۰ اقتصاددانان به‌منظور افزایش صحت پیش‌بینی‌های خود و مقایسه عملکرد پیش‌بینی روش‌های اقتصادسنجی با یک معیار و روش کاربردی دیگر، به مدل‌های دیگری روی بیاورند که به مدل‌های" شبکه‌های‌عصبی مصنوعی" شهرت یافته‌اند (۴). در این نوع مدل‌ها با استفاده از هوش‌مصنوعی[۴]، می‌توان روابط بین متغیرها را هر چند که پیچیده باشد به کمک کامپیوتر فرا گرفت و از آن برای پیش‌بینی مقادیر آتی متغیرها استفاده نمود (۳۰). با توجه به تمام موارد یاد شده در بالا و اهمیت پیش‌بینی متغیرها به روش‌های گوناگون، در تحقیق حاضر از مدل شبکه‌عصبی

۱ و ۲- استاد و دانشجوی دکتری سیاست و توسعه کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی و توسعه دانشگاه تهران
(*-نویسنده مسئول: (Email:hosseini_safdar@yahoo.com
۳- استادیار و مدیرگروه پژوهشی بازاریابی و تجارت خارجی موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی

4- Artificial Intelligence

پیشرو برای پیش‌بینی متغیر واردات محصولات کشاورزی کشور استفاده شده است که شاید این روش بتواند مقادیر پیش‌بینی شده‌ی دقیق‌تری از میزان واردات این محصولات در کشور به دست آورد. در مورد کاربرد روش‌های مختلف پیش‌بینی، تاکنون مطالعات گسترده‌ای انجام گرفته است. مدل‌های اتورگرسیو[1] در سال ۱۹۲۹ توسط یول[2] معرفی شدند. سپس افرادی چون اسلاتسکی در سال ۱۹۳۷ با معرفی مدل میانگین متحرک به بررسی سری‌های زمانی پرداختند (۴). سر انجام در سال ۱۹۷۰، جرج باکس و گویلیم جنکینز[3]، مدل ARIMA[4] را برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی معرفی کردند (۴). کاربرد شبکه‌های عصبی در اقتصاد و اقتصادسنجی از اواخر دهه ۸۰ میلادی با مطالعه وایت (۳۶) در بازارهای مالی و پیش‌بینی قیمت سهام شرکت IBM[5] آغاز شد. البته هدف اصلی این مطالعه بجای پیش‌بینی، آزمون فرضیه کارایی بازار بود. هرچند نتایج این مطالعه نشان داد که الگوریتم‌های حداقل‌سازی استفاده شده در اقتصادسنجی بهتر از الگوریتم‌های شبکه عصبی هستند، ولی بدلیل ساده بودن شبکه مورد استفاده، نتایج این مطالعه توسط محققین مختلف به مجادله گرفته‌شد.

همچنین می‌توان به مطالعات دیگری در زمینه پیش‌بینی و مقایسه روش‌های آماری و شبکه‌های عصبی مصنوعی مانند مطالعه‌ی پورتوگال (۳۲)، چارچ و کارام (۱۸)، مشیری و دیگران (۲۹)، کومار و والیا (۲۷)، هنری‌سی و بوساراوان به همراه بخش آمارکاربردی دانشگاه بانکوک تایلند (۲۳)، زو و همکاران (۳۷)، فرجام نیا و همکاران (۸)، طیبی و همکاران (۷)، مهرابی بشرآبادی و کوچک‌زاده (۱۲) اشاره داشت. لذا با توجه به اهمیت موضوع واردات محصولات کشاورزی و همچنین پیش‌بینی تغییرات آینده‌ی این متغیر برای اعمال سیاست‌های لازم، سوال تحقیق اینگونه مطرح می‌شود که وضعیت واردات محصولات کشاورزی کشور در شش سال آینده چگونه است؟ هدف مطالعه نیز پاسخ به این سوال و آگاهی از روند تغییرات در واردات این محصولات است. اطلاعات مورد نیاز مربوط به سال‌های ۸۸-۱۳۵۰ می‌باشد و مقادیر برای دوره‌ی زمانی ۹۴-۱۳۸۹ پیش‌بینی شد.

مواد و روش‌ها

مدل خودهمبسته تجمعی میانگین متحرک[6] (ARIMA)

فرآیند ARIMA (p,d,q) برای متغیر x را می‌توان به صورت رابطه (۱) نشان داد (۳۲):

$$q_t = f(t) + \sum_{i=1}^{p} \phi_i q_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \qquad (1)$$

که در آن:

$$q_t = \Delta^d x_t = (1-L)^d x_t \qquad (2)$$

و f(t) روند زمانی را (در صورت وجود) در q_t برآورد می‌کند. در اکثر متغیرهای اقتصادی، معمولا d=1 بوده ودر نتیجه $f(t)=\mu$ و یا d=0 می‌باشد که در نتیجه آن $f(t)=\alpha+\delta t$ خواهد بود. در فرآیند ARIMA (p,d,q) ، p ،d ،q به ترتیب بیانگر تعداد جملات خودرگرسیو، مرتبه تفاضل‌گیری و تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشد. برای تعیین مقدار p و q جدولی در نظر گرفته و با تغییرات p و q، مقادیر ضابطه‌های آکائیک و شوآرتز- بیزین در این جدول وارد می‌شود. پس از تکمیل جدول، از آنجا که در این پژوهش از نرم‌افزار Eviews، استفاده می‌شود، براساس کوچکترین میزان ضابطه‌های یادشده، بهترین مدل مشخص می‌گردد (۳۲). درصورتی که d برابر با صفر گردد، فرآیند ARIMA تبدیل به فرآیند ARMA می‌شود. معمولا برای تخمین الگوی ARIMA و ARMA از روش باکس- جنکیز استفاده می‌شود که دارای چهار مرحله شناسایی، تخمین، تشخیص دقت پردازش و پیش‌بینی است. تعداد جملات خودرگرسیو و تعداد جملات میانگین متحرک را می‌توان توسط ضابطه‌های آکائیک و یا شوآرتز- بیزین تعیین نمود (۹).

مدل خودهمبسته برداری (VAR[7])

متدولوژی VAR تا اندازه زیادی به معادلات هم‌زمان[8] شباهت دارد، جز این که در معادلات همزمان برخی متغیرها درونزا و برخی برونزا یا از پیش تعیین شده هستند، ولی در مدل VAR این طور نیست. اگر فرض کنیم دو سری زمانی داریم، مدل VAR را برای آن می‌توان به صورت زیر ارائه نمود (۲۶) :

$$q_t = \alpha + \sum_{j=1}^{n} B_J q_{t-j} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_i PD_{t-i} + \sum_{h=1}^{k} \delta_h PM_{t-h} + u_{1t} \qquad (3)$$

$$PD_t = \beta + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j q_{t-j} + \sum_{i=1}^{k} \sigma_i PD_{t-i} + \sum_{h=1}^{k} \chi_h PM_{t-h} + u_{2t} \qquad (4)$$

$$PM_t = \phi + \sum_{j=1}^{n} \mu_j q_{t-j} + \sum_{i=1}^{k} \theta_i PD_{t-i} + \sum_{h=1}^{k} \eta_h PM_{t-h} + u_{3t} \qquad (5)$$

یکی از خصوصیات مدل‌های خودرگرسیونی پایه غیر تئوریک آن است که به این دلیل برای ساخت مدل به این روش نیازی به مبانی نظری نیست. اولین مرحله در برآورد این مدل بررسی ساکن بودن متغیرهای سری زمانی است. اگر متغیرها ساکن شدند که مسأله‌ای

1- Auto regressive
2 - youl, 1929
3- George Box and Gwilym Jenkins. (1970)
4 -Autoregressive Integrate Moving Average
5- International Business Machines
6 - Autoregressive Integrated Moving Average
7- Vector Auto regression Model
8- simultaneous equations

وجود ندارد ولی اگر ناپایا بودند باید مشخص شود همبسته از چه درجه‌ای هستند که این مورد به وسیله آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)[1] صورت می‌گیرد. اگر آماره دیکی فولر کمتر از مقدار محاسبه شده باشد متغیرها ساکن یا همبسته از درجه صفر I(0) هستند. اگر متغیرها با یک تفاضل‌گیری ساکن شود همبسته از درجه یک I(1) می‌باشند. همچنین، قابل توضیح است که در این مطالعه بحث رابطه بلندمدت متغیرها نیست بلکه پیش‌بینی متغیرهاست.

شبکه عصبی مصنوعی (ANN[2])

شبکه عصبی مدل‌های محاسباتی هستند که قادرند رابطه میان ورودی‌ها وخروجی‌ها یک سیستم فیزیکی را توسط شبکه‌ای از گره‌ها که همگی باهم متصل هستند، تعیین نمایند که در آن میزان فعالیت هر یک از این اتصالات توسط اطلاعات تاریخی تنظیم می‌شود (فرآیند یادگیری) و درنهایت مدل قادرخواهد بود قوانین مرتبط میان ورودی‌ها و خروجی‌ها را کشف نماید، هرچند این قوانین غیرخطی و پیچیده باشند (۲۲). یکی از ویژگی‌های این روش حساسیت کمتر آنها نسبت به وجود خطا در ورودی‌ها به علت پردازش توزیعی اطلاعات می‌باشد (۲۴). دراین سیستم فعالیت‌های پیچیده با ساختاری موازی انجام می‌شود و به جای آنکه تمام فعالیت‌ها را یک واحد محاسباتی انجام دهد، تعداد زیادی واحدهای محاسبات ساده به‌صورت مشترک انجام آن را به عهده دارند. این تقسیم کار پیامد مثبت دیگری نیز در پی دارد و آن این است که چون تعداد زیادی نرون در یک زمان درگیر فعالیت هستند، سهم هریک از نرون‌ها چندان حائز اهمیت نیست. بنابراین وجود خطا در یکی از آن‌ها و نتیجه آن تأثیر چندانی بر روی سایر واحدهای محاسباتی نخواهد داشت یک شبکه عصبی از نرون‌های مصنوعی تشکیل شده است. نرون یا گره کوچکترین واحد پردازش اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد (۱۱). هر یک از نرون ها، ورودی‌ها را دریافت نموده و پس از پردازش روی آن‌ها، یک سیگنال خروجی تولید می‌نمایند. لذا هر نرون در شبکه بعنوان مرکز پردازش و توزیع اطلاعات عمل می‌کند و ورودی وخروجی مخصوص به خود را دارد (۶). در شکل ۱ شبکه عصبی یک لایه‌ای که دارای یک نرون است را می‌بینید 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 b جمع شده و عدد حاصل (n)، تحت تابع انتقال خروجی نرون ($a = f(wp+b)$) را به ما خواهد داد.

در مقایسه مدل شبکه عصبی با مدلهای رگرسیونی می‌توان اینگونه اظهارداشت که ورودی‌های شبکه عصبی همان متغیر مستقل و خروجی‌های آن متغیر وابسته است. وزن‌های مختلف شبکه نیز، مشابه پارامترهای مدل رگرسیون و جمله اریب نیزهمان عرض از مبدأ یا جمله ثابت درمدل رگرسیون است. در صورتی که وقفه‌های متغیر وابسته را به مجموعه ورودی‌ها اضافه کنیم، در آن صورت شبکه‌ای مشابه با مدل اتورگرسیو خطی[3] (AR) دست می‌یابیم (۴). به‌طورکلی به‌طورکلی نقش نرون‌ها در شبکه عصبی، پردازش اطلاعات است واین امر در شبکه‌های عصبی مصنوعی به وسیله یک پردازش ریاضی که همان تابع فعال‌سازی است، انجام شود فعال‌سازی می‌تواند خطی یا غیر خطی باشد. یک تابع فعال‌سازی، براساس نیاز خاص مسئله‌ای که قرار است به وسیله شبکه عصبی حل شود، از سوی طراح انتخاب می‌شود. مطالبی که در بالا ذکرشد، برای نرون با نرون‌های خروجی یک تابع فعال‌سازی خطی را می‌پذیرد. برای بهره‌برداری واقعی از توانایی شبکه‌های عصبی در بخش‌هایی از شبکه، از توابع فعال‌سازی غیرخطی استفاده می‌کنند. به صورت ایده‌آل، تابع فعال‌سازی باید پیوسته و مشتق‌پذیر و یکنواخت باشد، زیرا، این مسئله عمل پیدا کردن ضرایب مقتضی الگوریتم بهتر را تسهیل می‌کند (۹). همانطور که ذکر شد، مجموع ورودی‌های هر نرون پس از ضرب در وزن‌های متناظر، در یک تابع موسوم به تابع محرک $f(S_j)$ اعمال می‌شوند. اشکال متفاوتی برای تابع محرک همانند سیگموئید[4]، تانژانت هیپربولیک و خطی وجود دارد (۱). هدف از استفاده از یک تابع غیر خطی (در این شکل تابع آستانه‌ای)، محدود کردن خروجی در یک باند مشخص است. در حقیقت تابع محرک ارتباط بین ورودی و خروجی گره‌ها و شبکه را برآورد می‌نماید. اما در عمل تعداد معدودی از محرک مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴). اگر متغیری که قصد پیش‌بینی آن را داریم بتواند ارزش‌های منفی را نیز در بر بگیرد، در آن صورت تابع فعال‌سازی استفاده می‌شود که درمحدوده -۱و ۱ تغییر می‌کند. مرسوم‌ترین تابع در این خصوص تابع سیگموئید می‌باشد که محدوده آن صفر تا یک است و مطابق زیر تعریف می‌گردد (۴).

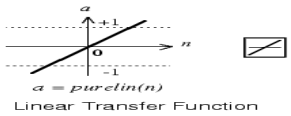
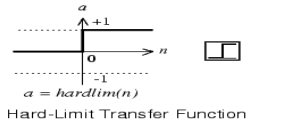
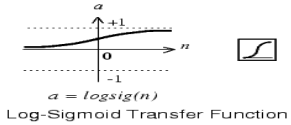
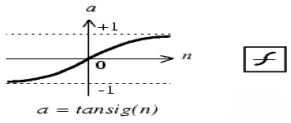
$$f(S_j) = \frac{1}{1+e^{-s_j}} \qquad (۶)$$

وقتی که تابع نزدیک به یک است، نرون نسبت به علایم دریافتی بسیارفعال عمل می‌کند. وقتی تابع نزدیک به صفر است، نرون به ندرت به علایم دریافتی واکنش نشان می‌دهد (۴). عموماً تابع محرک دامنه خروجی نرون را محدود می‌سازد و به همین علت آن را تابع محدودساز[5] نیز می‌نامند (۱۱). جدول ۱ انواع توابع محرک را به‌صورت به‌صورت کلی نشان داده است.

1- Augmented Dickey – Fuller Unit Root Test
2- Artificial Neural Network (ANN)

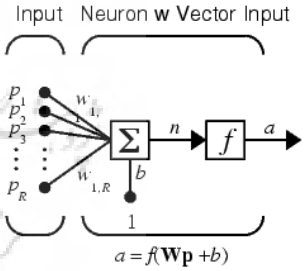
3- Atuo Regressive
4- Sigmoid
5- Hard Limiter or Squash

جدول ۱- انواع توابع فعال سازی

نام تابع	تعریف تابع	شکل تابع
تابع فعال سازی خطی	$f(x)=x$	 Linear Transfer Function
تابع آستانه ای(Threshold) یا تابع محدود ساز(Hard Limit)	$f(x)=1 \quad x\geq 0$ $f(x)=0 \quad x<0$	 Hard-Limit Transfer Function
تابع توزیع تجمعی لجستیک (Distribution Function Cumulative Logistic)	$f(x)=\frac{1}{1+e^{-x}}$	 Log-Sigmoid Transfer Function
تانژانت هیپربولیک (Hyperbolic Tangent)	$f(x)=\frac{(e^{x}-e^{-x})}{(e^{x}+e^{-x})}$	 Tan-Sigmoid Transfer Function

مأخذ: (۴)

توصیه می‌شود به‌منظور جلوگیری از کوچک شدن بیش از حد وزن‌ها در شبکه‌های عصبی ورودی‌ها استاندارد شوند. استاندارد کردن داده‌ها، که معمولاً قبل از آموزش شبکه صورت می‌پذیرد، به معنی انجام تبدیلاتی بر روی ورودی‌ها وخروجی‌های شبکه، به‌منظور بیرون کشیدن ویژگی‌ها از درون ورودی‌ها و تبدیل خروجی به شکل قابل‌فهم‌تر برای شبکه است.



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

همچنین، به‌منظور جلوگیری از کوچک شدن بیش از حد وزن‌ها در شبکه‌های عصبی، ورودی‌های ANNs استاندارد شوند (۲۲). دراین مطالعه برای استانداردسازی داده‌ها از رابطه ۷ استفاده می‌شود (۲۲):

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

N_i مقادیراستاندارد شده واردات محصولات کشاورزی، X_i مقادیر واقعی واردات و $X_{\max}$ حداکثر مقدار واقعی واردات محصولات کشاورزی 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 به‌دست آوردن مقادیر، به‌منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی و انتخاب بهترین روش پیش‌بینی از معیارهای مختلفی که در جدول ۲ گزارش شده استفاده می‌شود. در این مطالعه معیارهای RMSE، MSE، MAPE و R^2 بکار برده شد.

جدول ۲- انواع معیارهای مقایسه روش‌های مختلف پیش‌بینی

معیار		فرمول
میانگین مربع خطا[1]	(MSE)	$MSE=\frac{\sum(\hat{y}_t-y_t)^2}{n}$
ریشه میانگین مربع خطا[2]	(RMSE)	$RMSE=\sqrt{\frac{\sum(\hat{y}_t-y_t)^2}{n}}$
میانگین قدر مطلق درصد خطا[3]	(MAPE)	$MAPE=\frac{\sum\lvert\frac{\hat{y}_t-y_t}{y_t}\rvert}{n}$

مأخذ: روشن (۱۳۸۴)

1- Mean Squared Error
2- Root Mean Square Error
3- Mean Absolute Percentage Error

در روابط فوق $\hat{y}_t$ ، y_t و n به ترتیب نشان دهنده مقدار برآورد شده، مقدار واقعی و تعداد داده‌ها می‌باشد. هر چقدر مقادیر RMSE ، MSE،MAD و MAPE به صفر و همچنین مقدار R^2 به یک نزدیکتر باشند، مدل دارای قدرت پیش‌بینی بالاتری خواهد بود.

اطلاعات مورد نیاز برای پیش‌بینی واردات محصولات کشاورزی، از طریق آمارنامه‌های بانک مرکزی، سایت سازمان خوار و بار جهانی و آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی و برای دوره‌زمانی ۸۸-۱۳۵۰ جمع‌آوری و پیش‌بینی برای دوره‌ی زمانی ۹۴-۱۳۸۹ انجام شد. برای پیش‌بینی ارزش واردات محصولات کشاورزی کشور برای دوره زمانی ذکرشده با استفاده از روش‌های ANN و ARIMA از اطلاعات ارزش واردات استفاده شد. اما برای روش VAR لازم است که ابتدا شاخص مقدار و قیمت وارداتی پیش‌بینی شده و پس از انتخاب بهترین مقادیر آنها از نظر دارا بودن کمترین میزان خطا، با یک تبدیل، ارزش واردات این محصولات محاسبه شود. برای این منظور پس از پیش‌بینی شاخص مقدار، با استفاده از مقدار واردات در سال پایه، مقادیر وارداتی محاسبه و حاصلضرب آن در شاخص قیمت پیش‌بینی شده، ارزش واردات را نشان می‌دهد. برای طراحی شبکه موردنظر نیز، داده‌های آموزشی بین دوره ۸۳-۱۳۵۰ و داده‌های آزمایشی نیز دوره ۸۸-۱۳۸۳ در نظر گرفته شد. در این مطالعه برای پیش‌بینی شاخص مقدار و قیمت واردات محصولات کشاورزی از شبکه عصبی پیشرو و برای طراحی و آموزش شبکه، از جعبه نرم‌افزاری شبکه عصبی مصنوعی در محیط Matlab7 استفاده شد.

نتایج و بحث

برای انجام محاسبات، ابتدا پایایی متغرها با استفاده از آزمون ADF مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به این نتایج، تمامی متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری معنادار شدند. پس از بررسی پایایی، اقدام به پیش‌بینی مقادیر شاخص‌های مقداری و قیمتی واردات محصولات کشاورزی با استفاده از سه روش ARIMA، VAR و ANN شد. نتایج حاصل از بررسی ایستایی متغیرهای مورد استفاده در مطالعه حاضر نشان داد که هر سه متغیر شاخص مقدار وادرات، شاخص قیمت وارداتی محصولات کشاورزی و شاخص قیمت داخلی در سطح پایا می‌باشند.

ابتدا مقادیر با استفاده از روش ARIMA محاسبه شدند. برای این منظور، پس از بررسی پایایی متغیرها، تعداد جملات خودرگرسیو و تعداد جملات میانگین متحرک با استفاده از آماره شوآرتز– بیزین (SCB) محاسبه شد. نتایج حاصل از برآورد مقادیر شاخص مقدار وارداتی در جداول ۴ ارائه شده است. برای برآورد شاخص مقدار وارداتی تنها یک جمله خودرگرسیو مورد استفاده قرار گرفت و در نتیجه فرآیند ARIMA (۱،۰،۰) مورد تایید است. مقدار ضریب برآورد شده برای جمله خودرگرسیو ۰/۹۶ می باشد که در سطح کمتر از یک درصد معنی‌دار می باشد. مقدار R^2 نیز در حدود ۰/۶ به دست آمده که تا حدودی خوبی برازش را نشان می‌دهد.

همچنین، برای برآورد شاخص قیمت وارداتی، تعداد دو جمله خودرگرسیو و سه جمله میانگین متحرک مورد استفاده قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. فرآیند ARIMA (۳،۰،۲) برای برآورد این شاخص استفاده شد.

در نهایت و پس از برآورد روش ARIMA، نتایج حاصل از پیش‌بینی شاخص‌های قیمت و مقدار واردات محصولات کشاورزی در جدول ۶ ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول، مقادیر شاخص‌های قیمت و مقدار واردات محصولات کشاورزی پیش‌بینی شده برای دوره‌ی مورد نظر دارای یک ثبات می‌باشند.

جدول۳- نتایج بررسی پایایی متغیرهای مدل تقاضای واردات محصولات کشاورزی ایران

متغیرها	آماره‌ی ADF	سطح معنی‌داری	وضعیت پایایی
شاخص مقدار واردات	۸/۰۴	۰/۰۰۰	I (۰)
شاخص قیمت وارداتی محصولات کشاورزی	۸/۲۸	۰/۰۰۰	I (۰)
شاخص قیمت داخلی	۳/۷۸	۰/۰۲۸	I (۰)

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ٤- نتایج حاصل از برآورد فرایند ARIMA (۱،۰،۰) برای شاخص مقدار وارداتی

	نام متغیر	ضریب	خطای معیار	t
C	عرض از مبدا	۴/۷۶	۰/۵۳	۸/۹۴
AR(1)	شاخص مقدار واردات محصولات کشاورزی با یک وقفه	۰/۹۶	۰/۱۳	۷/۲۰
R^2 =۰/۵۹		F=۵۱/۸۵		

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۵- نتایج حاصل از برآورد فرایند ARIMA (۲،۰،۳) برای شاخص قیمت وارداتی

	نام متغیر	ضریب	خطای معیار	t
C	عرض از مبدا	۴/۴۱	۰/۰۶	۶۷/۳۱
AR(1)	شاخص قیمت واردات محصولات کشاورزی با یک وقفه	۰/۷۳	۰/۱۷	۴/۱۲
AR(2)	شاخص قیمت واردات محصولات کشاورزی با دو وقفه	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۴۲
MA(1)	جمله اخلال با یک وقفه	-۰/۲۷	۰/۰۴	-۶/۰۸
MA(2)	جمله اخلال با دو وقفه	۰/۳۱	۰/۰۴	۷/۷۵
MA(3)	جمله اخلال با سه وقفه	-۰/۹۷	۰/۰۴	-۱۹/۷۳
	R^2 =۰/۷۸	F=۲۳/۰۲		

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ٦- نتایج حاصل از پیش‌بینی شاخص قیمت و مقدار واردات محصولات کشاورزی با استفاده از روش ARIMA (۱۳۹٤-۱۳۸۹)

متغیر	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤
شاخص قیمت وارداتی	۸۲/۹۸۱۰۶	۸۲/۹۹۷۶۳	۸۳/۰۱۱۲۰۳	۸۳/۰۲۲۳۰۹	۸۳/۰۳۱۴۰۱	۸۳/۰۳۸۸۴۴
شاخص مقدار وارداتی	۱۱۴/۶۴۳۴۳	۱۱۴/۷۳۳۶۳	۱۱۴/۸۲۰۶۳	۱۱۴/۹۰۴۵۴	۱۱۴/۹۸۵۴۶۸	۱۱۵/۰۶۳۵۱۴

مأخذ: نتایج تحقیق

برای محاسبه مقادیر پیش‌بینی با استفاده از روش VAR در مرحله‌ی بعد، لازم است که تعداد وقفه‌های بهینه با استفاده از معیارهای مختلف تعیین شود. در مطالعه‌ی حاضر، تعداد وقفه‌ها با استفاده از سه معیار آکائیک (AIC)، شوآرتز- بیزین (SBC) و حنان کوئین (LL) در جدول (۷) ارائه شده است، اما تعداد وقفه‌ی بهینه در مطالعه‌ی حاضر بر مبنای آماره‌ی شوآرتز-بیزین انتخاب گردید.

جدول ۷- تعداد وقفه بهینه برای برآورد سیستم VAR

تعداد وقفه	AIC	SC	HQ
۰	۲/۴۱۲	۲/۶۷۶	۲/۵۰۴
۱	-۶/۷۴	-۴/۸۹۳	-۶/۰۹۶
۲	-۶/۷۴۹	-۳/۳۱۸	-۵/۵۵۲
۳	-۷/۶۳۴	-۲/۶۱۹	-۵/۸۸۳

مأخذ: نتایج تحقیق

مقادیر پیش‌بینی شده توسط روش VAR با یک وقفه‌ی بهینه در جدول ۸ ارئه شده است. هر دو شاخص قیمت و مقدار دارای یک روند افزایشی تا سال ۱۳۹۴ هستند. بیشترین میزان شاخص قیمت وارداتی مربوط به سال ۱۳۹۴ بوده و مقدار آن معادل ۱۳۸ به دست آمده است. این موضوع نشان می‌دهد که سطح قیمت محصولات وارداتی تا سال ۱۳۹۴ دارای یک روند افزایشی خواهد بود. همچنین بررسی شاخص مقدار واردات نیز حاکی از افزایش آن تا سال ۱۳۹۴ می‌باشد. بیشترین مقدار شاخص مقدار نیز مربوط به سال ۱۳۹۴ بوده و مقدار محاسبه شده آن ۱۳۶ می‌باشد.

در روش شبکه عصبی، لازم است تا قبل از آغاز محاسبات براساس اطلاعات موجود و قبل از آموزش و آزمایش شبکه، داده‌ها براساس روش آماری گفته شده نرمال‌سازی شوند. شبکه‌های معماری مختلفی با تابع سیگموئید ایجاد شدند. این شبکه‌های معماری با نرون‌هایی در دسته‌هایی به نام لایه مرتب شدند، که جداول ۹ و ۱۰ نتیجه را نشان می‌دهد.

جدول ۹ نتایج تخمین شبکه را با معماری‌های متفاوت در مدل‌های (۱)، (۲)، (۳)، (۴)، (۵)، (۶) باروش پیشرو برای شاخص قیمت واردات محصولات کشاورزی نشان می‌دهد.

جدول ۸- نتایج حاصل از پیش‌بینی مقادیر شاخص قیمت و مقدار وارداتی محصولات کشاورزی ایران با استفاده از روش VAR (۱۳۹٤-۱۳۸۹)

متغیر	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤
شاخص قیمت وارداتی	۱۲۲/۷۶۸	۱۲۸/۷۹۲	۱۳۰/۹۶۱	۱۳۲/۵۸۱	۱۳۴/۹۰۸	۱۳۸/۰۷۵
شاخص مقدار وارداتی	۱۲۶/۱۷۸	۱۲۷/۰۷۷	۱۲۹/۲۵۶	۱۳۱/۷۰۹	۱۳۴/۱۴۲	۱۳۶/۵۶۴

مأخذ: نتایج تحقیق

از میان مدل‌ها، مدل(۱) به علت بالا بودن R^2 و سایر مشخصه‌ها، به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. این مدل دارای معماری ۱-۱-۴-۴-۴-۴-۴-۵ می‌باشد. تعداد ورودی‌های شبکه ۵ متغیر بوده و شبکه دارای ۶ لایه می‌باشد. عدد ۵ نشان‌دهنده‌ی تعداد متغیرهای وارد شده به شبکه، لایه اول دارای ۴ نرون، لایه دوم ۴ نرون، لایه سوم ۴ نرون، لایه چهارم ۴ نرون، لایه پنجم ۴ نرون، لایه ششم یک نرون و عدد یک نشان‌دهنده خروجی است.

جدول ۹- نتایج روش شبکه عصبی پیشرو برای پیش‌بینی شاخص قیمت وارداتی محصولات کشاورزی

معماری شبکه	R^2		RMSE		MAE		MAPE	
	آموزش	تست	آموزش	تست	آموزش	تست	آموزش	تست
۵-۴-۴-۴-۴-۴-۱-۱	۰/۹۹۹	۰/۸۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶۳	۰/۰۰۱	۰/۰۵۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۹
۵-۴-۴-۴-۴-۱-۱	۰/۹۹۹	۰/۳۱۷	۰/۰۰۳	۰/۲۶۲	۰/۰۰۱	۰/۲۳۹	۰/۰۴۳	۰/۰۱۲
۵-۳-۳-۳-۱-۱	۰/۹۹	۰/۵۱۷	۰/۰۰۰۹	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰۳	۰/۱۰۳	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۴۲
۵-۵-۵-۵-۱-۱	۰/۹۹۹	۰/۴۲۸	۰/۰۰۴	۰/۱۵۷	۰/۰۰۲	۰/۱۱۱	۰/۱۲	۰/۰۸
۵-۴-۴-۱-۱	۱	۰/۳۶۹	$۲/۷۵\times۱۰^{-۱۵}$	۰/۱۸۶	$۱/۰۶\times۱۰^{-۱۵}$	۰/۱۵۲	۰/۰۷۸۶	۰/۰۴۳
۵-۲-۱-۱	۰/۹۷۶	۰/۳۷۱	۰/۰۳۷	۰/۱۵۶	۰/۰۲۶	۰/۱۳۱	۰/۰۶۳	۰/۰۴۳

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۱۰- نتایج روش شبکه عصبی پیشرو برای پیش‌بینی شاخص مقدار وارداتی محصولات کشاورزی

معماری شبکه	R^2		RMSE		MAE		MAPE	
	آموزش	تست	آموزش	تست	آموزش	تست	آموزش	تست
۵-۲-۱-۱	/۹۹۴	۰/۸۴۰	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۸۹
۵-۲-۲-۲-۱-۱	/۹۹۹	۰/۷۵۴	۰/۰۰۱	۰/۲۷۴	۰/۰۰۰۶	۰/۱۳۸	۰/۱۸۸	۰/۰۰۵
۵-۲-۲-۱-۱	/۹۹۰	۰/۵۹۸	۰/۰۰۹	۰/۱۳۵	۰/۰۰۶	۰/۰۶۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۸
۵-۳-۳-۳-۱-۱	۰/۹۹۹	۰/۵۷۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳	$۷/۶۵\times۱۰^{-۵}$	۰/۰۰۰۸	۰/۰۹۲	۰/۰۰۶
۵-۲-۲-۲-۲-۱-۱	۰/۹۹۸	۰/۵۷۱	۰/۰۰۳	۰/۱۳۵	۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳
۵-۳-۳-۲-۱-۱	۰/۹۹۸	۰/۵۳۱	۰/۰۰۰۴	۰/۱۵۵	۰/۰۰۰۲	۰/۸۴۴۰	۰/۰۵۹	۱/۸۹

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۱۱- مقادیر پیش‌بینی شاخص‌های قیمت و مقدار واردات محصولات کشاورزی ایران با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی (۱۳۹۴-۱۳۸۹)

متغیر	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
شاخص قیمت وارداتی	۱۰۷/۹۶	۱۰۷/۷۸	۱۰۷/۵۸	۱۰۷/۲۹	۱۰۴/۴۸	۱۰۳/۸۱
شاخص مقدار وارداتی	۹۹/۲۲	۹۴/۵۵	۹۶/۷	۱۰۱/۷	۱۰۰/۵۵	۱۰۰/۶۹

مأخذ: نتایج تحقیق

همچنین، جدول ۱۰ نتایج تخمین شبکه را با معماری‌های متفاوت در مدل‌های مختلف با روش پیشرو برای شاخص مقدار واردات محصولات کشاورزی نشان می‌دهد. از میان مدل‌ها، مدل (۱) به علت بالا بودن R^2 و سایر مشخصه‌ها، به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. این مدل دارای معماری ۱-۱-۲-۵ می‌باشد. در این مدل، عدد ۵ نشان‌دهنده‌ی تعداد ورودی و لایه اول دارای ۲ نرون، لایه دوم دارای یک نرون و عدد یک نشان‌دهنده‌ی خروجی است.

با توجه به مدل‌های برآورد شده برای شاخص‌های مقدار و قیمت واردات محصولات کشاورزی، مقادیر پیش‌بینی این دو متغیر در جدول ۱۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول، شاخص قیمت وارداتی محصولات کشاورزی از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۴ دارای یک روند نزولی می‌باشد و کمترین مقدار آن مربوط به سال ۱۳۹۴ با مقدار ۱۰۳ می‌باشد. همچنین بررسی شاخص مقدار وارداتی نشان می‌دهد که این شاخص در بازه‌ی زمانی ۹۰-۱۳۸۹ نزولی بوده و مجدداً از سال ۱۳۹۱ تا سال ۱۳۹۴ دارای روند صعودی است که حاکی از افزایش روند مقدار واردات محصولات کشاورزی می‌باشد.

برای مقایسه قدرت پیش‌بینی این سه روش، از معیارهای RMSE، MSE ، MAPE و R^2 استفاده شد که مقادیر به دست آمده در جدول ۱۱ گزارش شده است. مقایسه مقادیر شاخص‌های خطا در جدول ۱۲ نشان می‌دهد که روش شبکه عصبی مصنوعی نسبت به دو روش دیگر برای پیش‌بینی شاخص‌های قیمت و مقدار دارای خطای کمتر و دقت بالاتری است. همچنین، با توجه به نتایج به دست آمده، روش VAR در مقایسه با روش ARIMA دارای خطای کمتر و دقت بالاتری برای پیش‌بینی شاخص مقدار و قیمت واردات محصولات کشاورزی دارد. لذا نتایج این روش مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و از آن به عنوان نتایج نهایی پیش‌بینی ارزش واردات محصولات کشاورزی استفاده می‌شود.

جدول ۱۲- مقادیر خطای حاصل از پیش‌بینی شاخص قیمت و مقدار واردات محصولات کشاورزی
با استفاده از سه روش VAR، ARIMA و ANN

روش	نوع شاخص	RMSE	MSE	MAPE
VAR	شاخص قیمت وارداتی	۰/۲۴۱	۰/۱۷۱	۰/۲۱۳
	شاخص مقدار وارداتی	۰/۰۳۳	۰/۰۱۹	۰/۳۰۵
ANN	شاخص قیمت وارداتی	۰/۰۶۳	۰/۰۵	۰/۰۰۹
	شاخص مقدار وارداتی	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸۹
ARIMA	شاخص قیمت وارداتی	۰/۲۹۲	۰/۲۱۹	۵/۳۳
	شاخص مقدار وارداتی	۰/۱۰۱	۰/۰۹۷	۲/۱۰۳

مأخذ: نتایج تحقیق

مقادیر پیش‌بینی شده ارزش واردات محصولات کشاورزی کشور بین دوره‌ی زمانی ۹۴-۱۳۸۹ در جدول ۱۳ گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار واردات کشور در پایان سال ۱۳۸۹ نسبت به سال ۱۳۸۸ دارای یک کاهش ۱۵ درصدی می‌باشد که این موضوع با توجه به تحریم‌های به وجود آمده در سال ۱۳۸۹ قابل قبول می‌باشد. از سال ۱۳۹۰تا سال ۱۳۹۴ واردات محصولات کشاورزی کشور دارای یک روند افزایشی بوده و در سال ۱۳۹۲ دارای بیشترین میزان رشد به اندازه‌ی ۱۴/۵۸ درصد می‌باشد. مقدار ارزش واردات محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۳ طبق پیش‌بینی انجام شده نسبت به سال گذشته‌اش تقریبا دارای یک روند ثابت بوده و در سال بعد مجدداً به اندازه‌ی ۶ درصد افزایش می‌یابد.

با توجه به نتایج به دست آمده از پیش‌بینی صورت گرفته، بیشترین میزان افزایش واردات محصولات کشاورزی در بازه‌ی زمانی ۹۴-۱۳۸۹، در سال ۱۳۹۲ اتفاق افتاده است که دارای رشد ۱۴ درصدی است. همچنین بیشترین ارزش وارداتی در سال ۱۳۹۴ می‌باشد که معادل ۵۷۰۵۶۴۸۶ هزار ریال می‌باشد. نمودار ۲، ارزش واردات محصولات کشاورزی ایران در دوحالت واقعی بین سال‌های ۸۸-۱۳۵۰ و پیش‌بینی بین سال‌های ۹۴-۱۳۸۹ را نشان می‌دهد. طبق نمودار ۲، از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ واردات محصولات کشاورزی همواره افزایشی می‌باشد. همچنین، میزان واردات محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۴ به بیشترین مقدار خود خواهد رسید.

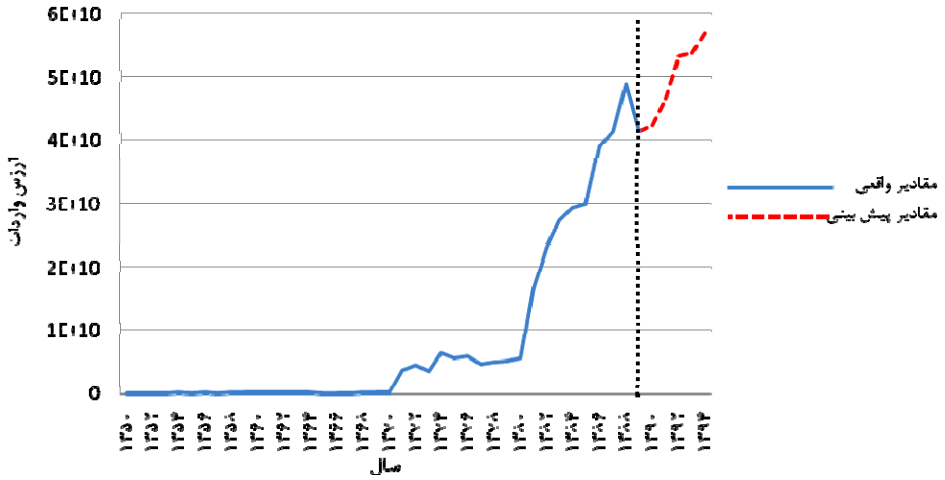
پیشنهادها

در مطالعه‌ی حاضر، ارزش واردات محصولات کشاورزی با استفاده از روش‌های اقتصاد سنجی و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای دوره‌ی زمانی ۹۴-۱۳۸۹ پیش‌بینی شد. با توجه به روند فزاینده قبلی واردات محصولات کشاورزی نتایج پیش‌بینی این متغیر در دوره‌ی زمانی مورد نظر حسب انتظار یک روند صعودی را در واردات این کالاها نشان می‌دهد. با توجه به پیش‌بینی انجام شده لازم است با اعمال موانع تعرفه‌ای موثر در جهت کنترل واردات محصولات کشاورزی اقدام و از دیگر سو سیاست‌های حمایتی غیر مخل بازار برای تامین نیاز داخلی اعمال گردد. چرا که این متغیر می‌تواند با تأثیر بر عرضه محصولات کشاورزی موجب کاهش قیمت آن‌ها شده و با توجه به سرعت بیشتر هزینه تولید در داخل کشور نسبت به خارج، از قدرت رقابت بخش به نحو مضاعفی بکاهد. همچنین پیشنهاد می‌شود که برای کاهش وابستگی کشور به واردات محصولات کشاورزی، اقداماتی اساسی در زمینه افزایش توان تولید داخلی این محصولات صورت گیرد. افزایش سرمایه‌گذاری برای محصولاتی که دارای مزیت هستند، انجام برنامه‌ریزی‌های لازم در جهت بالا بردن مزیت‌نسبی محصولاتی که دارای مشابه خارجی می‌باشند، تشویق کشاورزان به تولید برخی از محصولات که کشور برای تامین آنها دچار مشکل است و حمایت از این تولیدکنندگان می‌تواند از این قبیل راهکارها باشد. انجام مطالعه‌ای در خصوص تأثیرپذیری تابع واردات محصولات کشاورزی ایران از تعرفه واردات می‌تواند با کمک نتایج این مقاله به تعیین نرخ تعرفه مناسب برای بخش کمک نماید.

جدول ۱۳- مقادیر پیش بینی شده ارزش واردات محصولات کشاورزی با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی بین سالهای ۹۴-۱۳۸۹ (هزار ریال)

سال	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
ارزش واردات	۴۱۵۰۵۸۷۲	۴۲۵۰۳۳۳۸	۴۶۵۷۶۷۱۴	۵۳۳۷۰۹۳۶	۵۳۷۹۹۶۸۴	۵۷۰۵۶۴۸۶
درصد تغییرات	-۱۵/۲۳	۲/۴	۹/۵۸	۱۴/۵۸	۰/۸	۶

مأخذ: نتایج تحقیق



شکل ۲- ارزش واقعی و پیش‌بینی شده واردات محصولات کشاورزی ایران در دوره زمانی ۹۴-۱۳۸۹

منابع

۱. اسکوئی م. ر. ا. ۱۳۸۱. کاربرد شبکه‌های عصبی درپیش بینی سری زمانی. فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران، سال چهارم، شماره۱۲، ص ۹۶-۶۹.

۲. بختیاری ص. و حقی ز. ۱۳۸۰. بررسی آثار افزایش درآمدهای نفتی بر بخش کشاورزی مورد: بیماری هلندی در اقتصاد ایران، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نهم، شماره ۳۵، ص ۱۳۸-۱۰۹.

۳. دلاور م.۱۳۸۴. تحلیل وارائه مدل نوسانات تراز آب دریاچه ارومیه وآنالیز ریسک مناطق ساحلی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری ، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

۴. روشن ر. ۱۳۸۴. پیش‌بینی تورم ایران به کمک مدل‌های ARIMA,GHARCH,ARCH و شبکه‌های عصبی و مقایسه کارایی مدل‌های مذکور. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم اداری اقتصادی .دانشگاه زاهدان.

۵. صامتی م. و جلایی س. ع. م. و صادقی ز. آ. ۱۳۸۳. آثار جهانی شدن بر الگوی تقاضای واردات ایران (۱۳۸۱-۱۳۳۸)، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، شماره ۱۱ و ۱۲، ص ۱۶-۱.

۶. طرازکار م. ح. ۱۳۸۴. پیش بینی قیمت برخی محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی.پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه شیراز.

۷. طیبی ک. و آذربایجانی ک و بیاری ل. ۱۳۸۸. پیش‌بینی قیمت تخم‌مرغ در ایران؛ مقایسه روش‌های ARCH و شبکه‌های عصبی مصنوعی، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفدهم، شماره ۶۵ ص ۹۷-۷۳.

۸. فرجام نیا ا. و ناصری م. و احمدی س. م. م. ۱۳۸۶، پیش بینی قیمت نفت با دو روش ARIMA و شبکه‌های عصبی مصنوعی، پژوهشهای اقتصادی ایران، سال نهم، شماره ۳۲، ص ۱۸۳-۱۶۱.

۹. قدیمی م. و مشیری س. ۱۳۸۱، مدلسازی وپیش بینی رشداقتصادی درایران بااستفاده ازشبکه‌های عصبی مصنوعی. فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران ، سال چهارم، شماره.۱۲، ص ۱۲۵-۹۷.

۱۰. گودرزی م. و ملک‌پژوه م. و کهزادی ن. ۱۳۸۶. برآورد تابع تقاضای واردات روغن سویای ایران بر مبنای کشورهای عرضه‌کننده آن، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۵۷، ص ۷۹-۶۱.

۱۱. منهاج م. ب. ۱۳۷۷. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی). نشردکترحسابی، تهران.

۱۲. مهرابی بشرآبادی ح. و کوچک‌زاده س. ۱۳۸۸. مدلسازی و پیش‌بینی صادرات محصولات کشاورزی ایران؛ کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۱، نیمسال اول، ص ۵۸-۴۹.

۱۳. نجفی ب. و طرازکار م. ح. ۱۳۸۵، پیش بینی میزان صادرات پسته ایران : کاربرد شبکه عصبی مصنوعی". فصلنامه پژوهشهای بازرگانی.سال

دهم،شماره ۳۹، ص ۲۱۴-۱۹۱.
۱۴. نوری ک. ۱۳۸۵. بررسی اثر اخلال‌های بازار برنج بر عرضه، تقاضا و واردات آن در ایران، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۳، ص ۲۵-۱۷.
15. Arize A., and Afifi. R. 1987. An Econometric Examination of Import Demand Function in Thirty Developing Countries, Journal of Post Keynesian Economics, Vol. 9, No. 4 (Summer, 1987), pp. 604-616.
16. Aydýn M. F., Ciplak U., and Yucel E. M. 2004. Export Supply and Import Demand Models for the Turkish Economy, Researchers, Research Department, The Central Bank of the Republic of Turkey.
17. Bahmani-Oskooee M. 1985. Devaluation and the J-curve: Some Evidence from LDCs", The Review of Economics and Statistics, 67:500-504.
18. Church k. and Curram S. 1996. Forecasting consumer's expenditure: A comparison between econometric and neural network models. International journal of forecasting 12, p. 255-167.
19. Constant N. B. Z. S, and Yue Y. 2010. An Econometric Estimation of Import Demand Function, International Journal of Business and Management, Vol 5, No 2, pp 77-84.
20. Faso O. A. E and Joseph Magnus F. 2003, Aggregate Import Demand and Expenditure Component in Ghana, School of Business, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana.
21. Food and Agriculture Organization (FAO). 2008. www.fao.org.
22. Haykin S., 1994. Neural Networks – A Comprehensives Foundation Macmillan College Publishing Company, New York.
23. Henry C.Co ., and Boosarawongse R. 2007. Forecasting Thailand's rice export: Statistical techniques vs. Artificial neural networks. Computers & Industrial Engineering 53, pp.610–627.
24. Heravi S, and Osborn D. R. and Birchenhall C. R. 2004. Linear versus neural network forecasts for European industrial production series. International Journal of Forecasting 20, pp.435–446.
25. Khan M. S. 1974. Import and Export Demand in Developing Countries. IMF Staff Papers, 11 (3): 125-147.
26. Kim S. and Roubini N. 1999. Exchange Rate Anomalies in the Industrial Countries: A Solution with a Structural VAR Approach', mimeo, University of Illinois, Urbana-Champaign.
27. Kumar P. and Walia E. 2006. Cash forecasting: an application of artificial neural networks in finance, International Jornal of Computer Science & Applications, 3:61-77.
28. Matsubayashi Y., and Hamori S. 2009. Empirical analysis of import demand behavior of least developed countries, Vol 2. Issue 2, pp 1443-1458.
29. Moshiri S, Cameron N., and Scuse D. 1999. Static, Dynamic and Hybrid Neural Networks in Forecasting Inflation", Computational Economics. 14, pp. 214-235.
30. Moshiri S, and Cameron N. 2000. Neural Network versus Econometric Models in Forecasting Inflation. Journal of Forecasting 19, pp. 201-217.
31. Narayan P.K. and Narayan S. 2005. Estimating income and price elasticities of imports for Fiji in a cointegration framework. Economic Modeling, v(22): 438-423.
32. Prtugal M. S. 1995. Neural networks Versus time series Methods: A Forecasting Exercises, 14 International Symposium on Forecasting, Sweden.
33. Tang T. C. 2003. An Empirical Analysis of China's Aggregate Import Demand Function, School of Business, Monash University Malaysia.
34. Tkacz G. 1999. Neural network Forecasts of Canadian GDP Growth Using Financial Variables. Bank of Canada, mimeo.
35. Warner D. and Kreinin M. 1983. Determinants of International Trade Flow. Review of Economics and Statistics, vol 65, pp 96-104.
36. White H. 1988. Economic prediction using Neural Networks: The case of IBM Daily Stock Returns. Proceeding of the IEEE International Conference on Neural networks II, p. 451-458.
37. Zou H.F., Xiaa G.P., Yangc F.T. and Wang H.Y. 2007. An investigation and comparison of artificial neural network and time series models for Chinese food grain price forecasting". Neurocomputing 70, pp. 2913–2923.