

پیش‌بینی قیمت برخی محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی

بهاء الدین نجفی^۱، منصور زیبایی^۱، محمدحسین شیخی^۲ و محمدحسن طرازکار^۳

چکیده

در این مطالعه بهمنظور پیش‌بینی قیمت عمده فروشی برخی محصولات زراعی شامل گوجه‌فرنگی، پیاز و سیب‌زمینی در استان فارس، برای افق زمانی یک، سه و شش ماه آتی از روش‌های معمول پیش‌بینی و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. داده‌های مورد نیاز برای دوره مهر ۱۳۷۷ تا تیرماه ۱۳۸۴ از اداره جهاد کشاورزی استان فارس اخذ گردید. از داده‌های دوره مهرماه ۱۳۷۷ تا دی ماه ۱۳۸۳ به‌منظور مقایسه روش‌ها و از داده‌های شش ماه آخر جهت بررسی قدرت پیش‌بینی استفاده شد. به‌منظور مقایسه خطای پیش‌بینی روش‌های مختلف نیز، از معیارهای میانگین قدرمطلق خطای میانگین محدود خطای مطلق خطای بهره گرفته شد. نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی دارای خطای پایین‌تری جهت پیش‌بینی قیمت محصولات مختلف در افق زمانی یک و سه ماه آینده می‌باشد و به‌طور معنی‌داری از سایر روش‌ها دقیق‌تر است. اما در پیش‌بینی شش ماه آینده تفاوت معنی‌داری بین روش‌های معمول و شبکه عصبی مصنوعی وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی قیمت، شبکه عصبی مصنوعی، محصولات منتخب، استان فارس

قیمت‌هاست، که باعث بوجود آمدن ریسک در کشاورزی این کشورها شده است (۱). با توجه به این‌که نوسانات عملکرد عمدتاً تحت تأثیر شرایط محیطی، عوامل ژنتیکی و مدیریتی می‌باشد، لذا ریسک موجود در فعالیت‌های کشاورزی این کشورها بیشتر در اثر نوسانات قیمتی است.

به‌ویژه افزایش قیمت محصولات کشاورزی طی سال‌های اخیر، موجب تشویق زارعین به افزایش تولید محصولات

مقدمه
کشاورزی از جمله فعالیت‌هایی است که همواره با خطر مواجه بوده و لذا کشاورزان در بیشتر موارد نسبت به درآمد آینده خود نامطمئن می‌باشند. ریسک موجود در فعالیت‌های کشاورزی ممکن است در اثر نوسانات قیمت، تولید و یا سیاست‌های دولت باشد. اما آنچه در کشاورزی کشورهای در حال توسعه بیشتر مشاهده می‌گردد، تغییرات گسترده عملکرد و

۱. به ترتیب استاد و استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. استادیار بخش برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

۳. کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

وضع موجود بوده و به عنوان ابزار مناسبی برای سیاستگذاری اقتصادی مورد استفاده قرار گرفتند، اما متأسفانه در زمینه پیش‌بینی چندان موفق نبودند^(۷). وجود نقايس فوقي و اهميت روز افزون پيش‌بیني، اقتصاد دانان را بر آن داشت که بدون توجه به تئوري‌هاي اقتصادي، پيش‌بیني متغيرهاي اقتصادي را به عهده خودشان واگذار نموده و جهت پيش‌بیني از روش‌هايی که به سري زمانی موسومند، بهره جويند. چرا که هر متغير اقتصادي حاوي کليه اطلاعات مربوط به خود بوده و لذا قوي‌ترین منبع برای توضيح تغييرات هر متغير، خود متغير می‌باشد^(۷).

امروزه به موازات مدل‌های متداول قبلی، روش‌های جديدتري تحت عنوان شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks (ANN)) جهت پيش‌بیني ابداع شده است. در اين راستا مطالعات متعددی نيز در زمینه استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پيش‌بیني متغيرهاي مختلف اقتصادي صورت گرفته است. از جمله کهزادي و همكاران^(۱۱) قيمتهاي هفتگي ذرت را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و يك فرایند خود رگرسیو جمعی میانگین متحرک (Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA)) پيش‌بیني نموده‌اند. جهت بررسی توانايي پيش‌بیني دو مدل معيارهای مختلف ارزیابی از جمله معیار میانگین مجذور خطای مطلق خطای مطلق خطای (MAPE) و معیار درصد میانگین (Mean of Squared Error (MSE))^(۱۲)، به کار گرفته شد. نتایج مطالعه نشان داد که متوسط دو معیار MSE و MAPE مدل شبکه عصبی به ترتیب ۱۸ و ۴۰ درصد کمتر از فرایند ARIMA است.

كهزادي و همكاران^(۱۲)، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پيش‌خور (Feed Forward)، علاوه بر پيش‌بیني قيمت گندم و گاو زنده و مقاييسه مدل شبکه عصبی و فرایند ARIMA، قدرت اين دو مدل را در استخراج نقاط برگشت مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که متوسط معیار MSE مدل‌های شبکه عصبی در پيش‌بیني قيمت

مختلف گردیده و اين افزايش توليد، نوساناتي را در قيمت اين محصولات ايجاد نموده است^(۴). بر اين اساس پيش‌بیني دقيق قيمت از طريق کاهش نوسانات قيمتی، می‌تواند موجب انتخاب نوع محصول و سطح زير كشت مناسب آن، تخصيص بهينه منابع، افزايش کارايي، افزايش مطلوبیت زارعين و در نهايتي باعث افزايش درآمد زارعين گردد. هم‌چنين پيش‌بیني قيمت محصولات کشاورزی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش ناپايداري شدید قيمتها و در نهايتي کاهش رسک، داشته باشد.

پيش‌بیني قيمت محصولات کشاورزی علاوه بر کمک به درآمد زارعين، کمک زيادي نيز به عوامل بازاريابي و بهويژه انبارداري کرده و عنصر کليدي در تصميم گيري‌هاي آنها می‌باشد. چرا که قيمتها نقش عمده‌اي در بهينه سازی توليد، بازاريابي و استراتژي بازار دارند^(۶). پيش‌بیني قيمت علاوه بر موارد ياد شده، نقش مؤثری نيز در سياست‌هاي دولت دارد. چرا که دولت سياست‌هاي خود را نه صرفاً بر مبنای وضع موجود، بلکه بر مبنای پيش‌بیني‌هاي کوتاه و بلند مدت از متغيرهاي کليدي اقتصادي، از جمله قيمت محصولات زراعي، تدوين نموده و به مورد اجرا مي‌گذارد^(۷). لذا، ميزان دقت پيش‌بیني اين متغيرها، صرف نظر از درستي و تناسب سياست‌ها با شرایط موجود، از جمله رموز موفقیت اين سياست‌ها به شمار مي‌آيند.

وجود وقهه بين زمان تصميم گيري به توليد تا توليد و انتقال به بازار، که از ويژگي‌هاي خاص توليد در بخش کشاورزی می‌باشد، نيز بر اهميت مسأله پيش‌بیني می‌افزايد. در اين ميان پيش‌بیني قيمت محصولاتي که داراي بيشترین نوسانات می‌باشند، ضروري تر است.

مطالعات مربوط به پيش‌بیني در علم اقتصاد طی دهه‌های آغازين قرن بيستم در دو شاخه کاملاً مجزا بسط پيدا نمود^(۵). تعدادي از اقتصاددانان با استفاده از روش‌های متنوع اقتصاد سنجي با تأكيد بر تقدم تئوري‌هاي اقتصادي، سعى در تبيين وضع موجود، ارائه سياست‌هاي اقتصادي و هم‌چنين پيش‌بیني مقادير آتی نمودند. هر چند اين مدل‌ها قادر به توضيح نسبی

مصنوعی استفاده نشده است. لذا با توجه به توانایی بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سیستم‌های پیچیده و خصوصاً غیر خطی، در این مطالعه توانایی شبکه‌های عصبی مصنوعی با روش‌های سنتی در پیش‌بینی قیمت یک، سه و شش ماه آینده سه محصول گوجه‌فرنگی، پیاز و سیب‌زمینی در استان فارس، مقایسه گردید. در نهایت قیمت آتی سه محصول منتخب که دارای بیشترین نوسانات قیمتی طی سال‌های اخیر بوده‌اند، پیش‌بینی شد. داده‌های مورد نیاز این مطالعه برای دوره مهر ۱۳۷۷ تا تیرماه ۱۳۸۴ از اداره جهاد کشاورزی استان فارس اخذ گردید.

مواد و روش‌ها

در حالت کلی می‌توان روش‌های معمول پیش‌بینی را به دو دسته رگرسیونی و غیررگرسیونی تقسیم بندی نمود. روش‌های غیر رگرسیونی شامل روش میانگین متحرک و انواع روش‌های تعدیل نمایی می‌باشد. روش‌های رگرسیونی نیز به دو گروه علی و غیر علی تقسیم بندی می‌شوند. از جمله روش‌های رگرسیون علی می‌توان به مدل خود رگرسیو با واریانس ناهمسانی شرطی (Auto-Regressive Conditionally Heteroscedastic (ARCH)) و از جمله روش‌های رگرسیونی غیر علی نیز می‌توان به فرایند ARIMA و ARMA اشاره نمود. اما امروزه روش جدیدتری نیز برای پیش‌بینی ابداع شده که به رویکرد شبکه عصبی مصنوعی معروف است. بر این اساس در این مطالعه قدرت پیش‌بینی برخی از روش‌های فوق شامل روش میانگین متحرک، انواع روش‌های تعدیل نمایی، روش ARCH، فرایند ARIMA و ARMA با شبکه عصبی مصنوعی در افق زمانی مختلف، مقایسه شد.

روش میانگین متحرک

در این روش پیش‌بینی آینده مبتنی بر میانگین تعدادی از آخرین داده‌های یک سری زمانی (n) می‌باشد. روش میانگین متحرک

گندم و گاو به ترتیب ۲۷ و ۵۶ درصد کمتر از فرایند ARIMA است.

هروی و همکاران (۱۰)، توانایی شبکه عصبی مصنوعی را با یک فرایند خود رگرسیو در پیش‌بینی تولیدات صنعتی سه کشور اروپایی آلمان، فرانسه و انگلیس مورد مقایسه قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی در افق‌های زمانی کمتر از ۱۲ ماه دارای خطای پیش‌بینی کمتری در مقایسه با فرایند خود رگرسیو می‌باشد (۱۰).

در ایران نیز مطالعات گوناگونی در زمینه پیش‌بینی و به‌ویژه پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی صورت گرفته است. از جمله گیلانپور و کهرزادی (۵)، قیمت فوب برنج تایلنندی را با استفاده از فرایند ARIMA، پیش‌بینی نمودند. نتایج حاصل نشان داد که قیمت برنج در بازار بین‌المللی ایستا نمی‌باشد و موقع هر تکانه در بازار، آثار بلند مدتی بدنبال خواهد داشت (۵).

مجاوریان و امجدی، قیمت مرکبات را با استفاده از سه، فرایند ARIMA بدون ملاحظات فصلی، فرایند ARIMA با در نظر گرفتن اثرات فصلی و تابع مثلثاتی سینوسی پیش‌بینی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که توابع مثلثاتی نسبت به روش‌های سری زمانی کارایی بیشتری در پیش‌بینی خارج از نمونه دارند (۶).

زیبایی، نیز در قسمتی از مطالعه خود قیمت سیب‌زمینی و پیاز را با استفاده از روش‌های مختلف رگرسیونی و غیر رگرسیونی، از جمله انواع روش‌های تعدیل نمایی (Harmonic) و (Exponential Smoothing)، مدل هارمونیک (Exponential Smoothing)، ARIMA، پیش‌بینی نموده است (۲). نتایج مطالعه نشان داد که در مورد قیمت پیاز فرایند ARIMA و در مورد قیمت سیب‌زمینی مدل تعدیل نمایی یگانه با روند زمانی در مقایسه با سایر روش‌ها از دقت بالاتری برخوردار هستند.

هر چند مطالعات متعددی در زمینه پیش‌بینی قیمت محصولات مختلف کشاورزی در ایران انجام گرفته است، با این حال در هیچ‌کدام از این مطالعات از روش شبکه عصبی

$$F(t) = \alpha.Y_t + (1-\alpha).F(t-1) \quad [6]$$

$$F'(t) = \alpha.F(t) + (1-\alpha).F'(t-1) \quad [7]$$

$$f(t+h) = F'(t) \quad [8]$$

رهیافت تعديل نمایی دوگانه با روند زمانی خطی
اگر روند زمانی به رهیافت تعديل نمایی دوگانه اضافه شود،
روش تعديل نمایی دوگانه با روند زمانی خطی به دست
می آید.

$$F(t) = \alpha.Y_t + (1-\alpha).F(t-1) \quad [9]$$

$$F'(t) = \alpha.F(t) + (1-\alpha).F'(t-1) \quad [10]$$

$$f(t+h) = F(t) - F'(t) + h[\alpha/(1-\alpha)][F(t) - F'(t)] \quad [11]$$

فرایند ARMA و ARIMA

فرایند ARIMA(p,d,q) برای متغیر x را می توان به صورت
رابطه زیر نشان داد.

$$y_t = f(t) + \sum_{i=1}^p \Phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \quad [12]$$

که در آن:

$y_t = \Delta^d x_t = (1-L)^d x_t$
و $f(t)$ روند زمانی را (در صورت وجود) در y برآورد می کند.
در اکثر متغیرهای اقتصادی، معمولاً $d=1$ بوده و در نتیجه
 $f(t) = \mu + \delta t$ و یا $f(t) = \alpha + \delta t$. در فرایند ARIMA(p,d,q)
رگرسیو، مرتبه تفاضل گیری و تعداد جملات میانگین متحرک
می باشند. در صورتی که d برابر با صفر گردد فرایند ARIMA
تبدیل فرایند ARMA می شود.

مدل خود رگرسیو با واریانس ناهمسانی شرطی (ARCH)

در مدل ARCH، هر چند خطای پیش بینی قابل برآورد است،
اما نمی توان علامت جمله اخلال را پیش بینی نمود. همچنین
در این روش واریانس غیر شرطی همسان بوده، در حالی که
واریانس در هر زمانی مشروط به اطلاعات گذشته ناهمسان

را می توان به صورت رابطه (۱) نشان داد.

$$F(t) = f(t+h) = \frac{\sum_{i=t-n+1}^t Y_i}{n} \quad [1]$$

که در آن Y_t مقدار واقعی متغیر Y در دوره t و $(t+h)$ مقدار پیش بینی شده برای h دوره به جلو متغیر فوق و
متغیر پیش بینی شده در زمان t است.

رهیافت تعديل نمایی یگانه

در این روش با هدف به صفر رساندن خطای پیش بینی، در
صورتی که خطای پیش بینی منفی یا مثبت باشد، مقادیر
پیش بینی شده به ترتیب کاهش یا افزایش می یابد. بدین ترتیب
پیش بینی جدید برابر با پیش بینی قدیم به علاوه کسری از
خطا (پارامتر تعديل α) می باشد و به صورت رابطه زیر بیان
می گردد.

$$F(t) = f(t+h) = \alpha.Y_t + (1-\alpha).F(t-1) \quad [2]$$

در رابطه فوق پارامتر تعديل مقداری بین صفر تا یک را انتخاب
می کند.

رهیافت تعديل نمایی یگانه با روند زمانی خطی

رهیافت تعديل نمایی یگانه با روند زمانی خطی مشابه با
رهیافت تعديل نمایی یگانه است، با این تفاوت که روند زمانی
خطی نیز به آن اضافه شده است، که می توان آن را به صورت
روابط زیر نشان داد.

$$F(t) = \alpha.Y_t + (1-\alpha)[F(t-1) + T(t-1)] \quad [3]$$

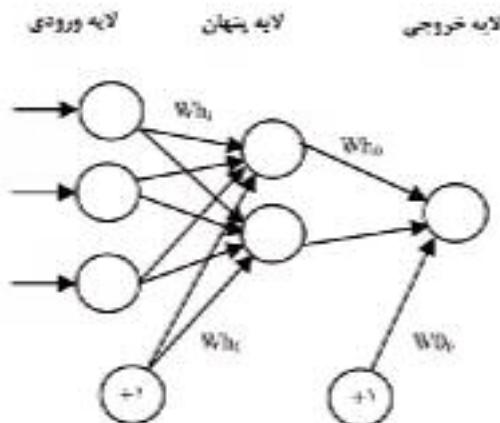
$$T(t) = \beta[F(t) - F(t-1)] + (1-\beta).T(t-1) \quad [4]$$

$$f(t+h) = F(t) + hT(t) \quad [5]$$

که در روابط فوق α و β پارامترهای تعديل بوده و مقدار آنها
بین صفر و یک قرار دارد.

رهیافت تعديل نمایی دوگانه

این رهیافت را می توان به صورت روابط زیر نشان داد.



شکل ۱. نمایش استاندارد شبکه عصبی پیش‌خور

اطلاعات از عناصر اصلی ساختاری به نام نرون (Neuron) تشکیل شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز شامل مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل می‌باشند که به هر مجموعه از این نرون‌ها یک لایه گفته می‌شود. نرون یا گره کوچک‌ترین واحد پردازش اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد (۸).

شبکه‌های عصبی علی‌رغم تنوع، از ساختار مشابهی برخوردار می‌باشند. یک شبکه عصبی معمولاً از سه لایه ورودی، پنهان و خروجی تشکیل شده است. لایه ورودی فقط اطلاعات را دریافت می‌کند و مشابه متغیر مستقل عمل می‌کنند. لذا تعداد نرون‌های لایه ورودی بستگی به تعداد متغیرهای مستقل دارد. لایه خروجی نیز همانند متغیر وابسته عمل کرده و تعداد نرون‌های آن بستگی به تعداد متغیر وابسته دارد. اما برخلاف لایه‌های ورودی و خروجی، لایه پنهان هیچ مفهومی را نشان نمی‌دهد و صرفاً یک نتیجه میانی در فرایند محاسبه ارزش خروجی است (۳)، اما از اهمیت خاصی در فرایند آموزش برخوردار می‌باشد. محققین از روابط مختلفی برای تعیین تعداد نرون‌های لایه مخفی استفاده نموده‌اند، که هیچکدام از روابط فوق برای تمام مسائل کارایی ندارند (۱۸) و بهترین روش، آزمون و خطاست. در شکل ۱ نمایش استاندارد یک شبکه عصبی پیش‌خور نشان داده شده است.

مطابق شکل ۱ در هر مرحله داده‌ها وزن دار شده و به لایه

است. اگر متغیر مستقل y_t به صورت رابطه (۱۳) باشد:

$$y_t = x'_t \gamma + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, T \quad [13]$$

که در آن x شامل $1 \times K$ بردار متغیر مستقل با وقفه می‌باشد و γ شامل $1 \times K$ پارامتر است. آن‌گاه مدل ARCH توزیعی از جمله پسماند تصادفی (ε_t) به شرط مجموعه اطلاعات متغیرهای با وقفه $\{\varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}\}$ به شرط $\Psi_{t-1} = \{y_{t-1}, x_{t-1}, \dots, x_{t-q}\}$ است. در حالت کلی فرض می‌شود جمله خطای شرطی، دارای توزیع نرمال است:

$$\varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad [14]$$

که در آن:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 \quad [15]$$

و $\alpha_0 > 0$ بوده و $\alpha_j \geq 0$ است برای $j = 1, 2, \dots, q$. در این حالت q مرتبه مدل ARCH می‌باشد.

البته در صورتی می‌توان از مدل فوق استفاده نمود که وجود اثر ARCH در مدل قطعی شده باشد. در نرم افزار Microfit انجام آزمون وجود اثر ARCH به صورت خودکار و بدون نیاز به محاسبات پیچیده، امکان پذیر است.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی، همانند مغز انسان عمل می‌کنند و ساختاری شبیه به آن دارند. مغز به عنوان یک سیستم پردازش

در این روابط: n : تعداد پیش‌بینی‌ها و e_i : خطای پیش‌بینی آام است، که از تفاوت مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی به دست می‌آید. هرچند معیارهای فوق از جمله معیارهای کاربردی و مفید در زمینه بررسی قدرت پیش‌بینی روش‌های مختلف هستند، اما هیچ کدام از معیارهای فوق قادر نیستند برتری یک روش را به صورت آماری بررسی نمایند. البته روش‌های متنوعی برای بررسی تفاوت آماری روش‌های مختلف پیش‌بینی وجود دارد، که از آن جمله می‌توان به آزمون مرگان-گرنجر-نیوبولد (MGN) (Morgan-Granger-Newbold) اشاره نمود. این آزمون برخلاف سایر معیارهای پیشین، دارای این مزیت است که می‌تواند معنی دار بودن تفاوت روش‌های مختلف را نیز بررسی کند (۱۷).

در این روش ابتدا خطای پیش‌بینی دو روش مختلف که با $e_{1,t}$ و $e_{2,t}$ نشان داده می‌شود، محاسبه می‌گردد. سپس مجموع (s_t) و تفاوت (d_t) خطای پیش‌بینی بر اساس روابط (۲۰) و (۲۱) محاسبه می‌گردد.

$$s_t = e_{1,t} + e_{2,t} \quad [20]$$

$$d_t = e_{1,t} - e_{2,t} \quad [21]$$

آزمون برابری میانگین مجازور خطای دو روش مختلف، در مقابل کمتر بودن خطای روش اول را می‌توان با استفاده از آماره MGN مورد بررسی قرار داد. این آماره بر اساس رابطه (۲۲) محاسبه می‌گردد.

$$MGN = \frac{\hat{\rho}_{sd}}{\sqrt{\frac{1-\hat{\rho}_{sd}}{T-1}}} \quad [22]$$

که در آن $\hat{\rho}_{sd}$ ضریب همبستگی بین s_t و d_t است. این آماره از توزیع $t_{(T-1)}$ پیروی می‌کند (۹).

نتایج و بحث

در این مطالعه از داده‌های دوره مهرماه ۱۳۷۷ تا دی‌ماه ۱۳۸۳ به منظور شبیه سازی مدل و آموزش شبکه (Inter Sample) و از شش داده دوره بهمن ماه ۱۳۸۳ تا تیرماه ۱۳۸۴، جهت ارزیابی قدرت

بعد فرستاده می‌شوند. در ابتدا هر نرون مجموع داده‌های وزن دار شده را با توجه به تابع فعال سازی دسته بنده نموده و نتایج را به نرون‌های لایه بعدی می‌فرستد. لذا نتیجه پروسه نرون از به صورت رابطه (۱۶) محاسبه می‌گردد.

$$O_i = f(\sum w_{ji}x_i + w_{j0}\beta_j) \quad [16]$$

که در آن: O_i : خروجی، f : تابع فعال سازی، x_i : ورودی آام، w_{ji} : وزن بین ورودی آام و نرون j و w_{j0} : وزن بین نرون اریب $j\beta$ و نرون j می‌باشد.

شبکه‌های عصبی پیش‌خور کاربردی‌ترین نوع شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی می‌باشند. چرا که می‌توان ثابت کرد شبکه‌های عصبی پیش‌خور با یک لایه پنهان، تابع فعال سازی لجستیک در لایه پنهان، تابع فعال سازی خطی در لایه خروجی و تعداد نرون‌های کافی در لایه پنهان، قادرند هر تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند (۱۳ و ۱۴). لذا در این مطالعه از شبکه پرسپترون و رگرسیون تعمیم یافته (Generalized Regression Neural Network(GRNN)) که از انواع شبکه‌های پیش‌خور هستند، استفاده شد.

بررسی قدرت پیش‌بینی

به منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی و انتخاب بهترین روش پیش‌بینی، از معیارهای مختلف از جمله، میانگین قدر مطلق خطای Mean Absolute Error (MAE)، میانگین مجازور خطای (MSE) و شاخص درصد میانگین مطلق خطای (MAPE) استفاده شد. این معیارها را می‌توان به صورت روابط (۱۷) تا (۱۹) نشان داد.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad [17]$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad [18]$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{Y_i} \right| \times 100 \quad [19]$$

جدول ۱. نتایج آزمون اثر ARCH

آماره مورد استفاده		نام متغیر
$\chi^2(4)$	F(۴,۶۲)	
۷/۵۰ ns	۱/۸۳ ns	قیمت ماهانه گوجه‌فرنگی
۱/۲۲ ns	۰/۲۷ ns	قیمت ماهانه پیاز
۷/۸۵ ns	۱/۹۳ ns	قیمت ماهانه سیب زمینی

ns: عدم معنی داری

ماخذ: یافته‌های تحقیق

واریانس جملات اخلال متغیرهای مورد مطالعه بررسی شد، که نتایج آن در جدول ۱ ارایه گردیده است.

نتایج جدول ۱ نشان داد که آماره‌های محاسباتی معنی‌دار نبوده و لذا فرض صفر عدم وجود اثر ARCH را نمی‌توان رد نمود و هیچکدام از مدل‌ها دارای اثر ARCH نیستند. در نهایت روش‌های مختلف با استفاده از داده‌های دوره مهرماه ۱۳۷۷ تا دی‌ماه ۱۳۸۳ طراحی شدند. سپس قیمت‌های دوره بهمن ماه ۱۳۸۳ تا تیرماه ۱۳۸۴ با استفاده از این روش‌ها پیش‌بینی و با مقادیر واقعی مقایسه شدند و بر این اساس معیارهای دقت برآورده شدند. اما بررسی معیارهای دقت حاکی از آن است که هر یک از روش‌های پیش‌بینی دارای توانایی‌های متفاوتی در پیش‌بینی قیمت محصولات مختلف در افق زمانی خاص می‌باشند. لذا با مقایسه نتایج پیش‌بینی کلیه روش‌های ذکر شده، بهترین روش کمی معمول برای پیش‌بینی محصولات مختلف انتخاب شد، که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

بر اساس نتایج جدول ۲ بهترین روش جهت پیش‌بینی قیمت گوجه‌فرنگی برای یک، سه و شش ماه آینده به ترتیب روش تعديل نمایی، روش میانگین متحرک و روش تعديل نمایی دوگانه است. در مورد قیمت پیاز، روش تعديل نمایی یگانه با روند در افق‌های زمانی مختلف دارای دقت بیشتری در مقایسه با سایر روش‌های معمول پیش‌بینی می‌باشد.

هم‌چنین روش تعديل نمایی یگانه با روند زمانی قادر است قیمت سیب‌زمینی را برای یک ماه آتی با خطای کمتری در

پیش‌بینی مدل‌های مذکور (Out Sample)، استفاده شده است.

استفاده از روش‌های رگرسیونی پیش‌بینی مستلزم بررسی خواص مانایی می‌باشد. لذا در اولین قدم، مانایی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از دو آزمون ریشه واحد دیکی-فولر و دیکی فولر تعمیم یافته در قالب روش گام به گام استفاده شد (۱۶)، نتایج به دست آمده حاکی از آن است که هر سه متغیر قیمت گوجه‌فرنگی، پیاز و سیب‌زمینی در سطح مانا هستند.

فرایнд ARMA

به منظور استفاده از فرایند ARMA، پس از تعیین مرتبه مانایی ($d = 0$) برای تعیین مرتبه اتورگرسیو (p) و میانگین متحرک (q)، بر اساس روش پیشنهادی پسران و پسران (۱۵) ابتدا مدل‌هایی با درجات مختلفی از p و q تخمین و سپس با استفاده از آماره شوارتز-بیزین به دست آمده، بهترین مرتبه (p و q)، برحسب بزرگ‌ترین مقدار این معیارها انتخاب شد. لذا جهت پیش‌بینی قیمت گوجه‌فرنگی فرایند (۴,۴) ARMA به رای قیمت پیاز فرایند (۴,۴) ARMA و برای پیش‌بینی قیمت سیب‌زمینی فرایند (۳,۴) ARMA به عنوان بهترین حالت انتخاب شدند.

مدل ARCH

در صورتی می‌توان از مدل ARCH استفاده نمود که وجود اثر ARCH در مدل قطعی شده باشد. برای این منظور ناهمسانی

جدول ۲. روش معمول بهینه جهت پیش‌بینی قیمت محصولات مختلف

نام متغیر	افق زمانی	روش بهتر	MSE	MAE	معیار دقت
					MAPE(%)
گوجه فرنگی	یک ماه	تعديل نمایی یگانه	۱۴۰۶	۳۷	۱
	سه ماه	میانگین متحرک	۶۳۵۲۵۷۹	۱۴۷۳	۲۲
	شش ماه	تعديل نمایی دوگانه	۳۳۷۹۹۴۷	۹۹۰	۲۶
	یک ماه	تعديل نمایی یگانه با روند	۷۹۰	۲۸	۲
	سه ماه	تعديل نمایی یگانه با روند	۴۱۶۷۵۰	۴۵۱	۱۹
	شش ماه	تعديل نمایی یگانه با روند	۲۲۱۴۴۲	۳۰۱	۱۵
	یک ماه	تعديل نمایی یگانه با روند	۴	۲	۰/۱
	سه ماه	تعديل نمایی دوگانه با روند	۲۲۰۰۷۱	۲۹۷	۱۳
	شش ماه	تعديل نمایی دوگانه با روند	۱۵۸۷۷۶	۲۶۵	۱۲

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پرسپترون با یک لایه مخفی طراحی گردید و برای تعیین تعداد نرون‌های لایه ورودی و مخفی از روش آزمون و خطا استفاده شد. تعداد نرون‌های لایه ورودی یک تا چهار و تعداد نرون‌های لایه مخفی این شبکه نیز از ۵ تا ۳۰ در نظر گرفته شد. از توابع لوژستیک و تانژانت زیگموئیدی در لایه مخفی و از تابع خطی با یک نرون نیز در لایه خروجی استفاده گردید. در نهایت با بهره‌گیری از الگوریتم پس انتشار خطا هر شبکه ۲۰ بار آموزش داده شد. با توجه به این که تعداد نرون‌های لایه مخفی (برابر با تعداد داده‌های آموزشی) در شبکه رگرسیون تعیین یافته ثابت هستند، فقط برای تعیین تعداد نرون‌های لایه ورودی این شبکه‌ها، از روش آزمون و خطا استفاده گردید. در نهایت با استفاده از معیارهای دقت، بهترین شبکه جهت پیش‌بینی قیمت هر محصول برای افق زمانی مختلف، انتخاب شد، که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. شبکه‌های مختلف نیز با استفاده از نرم افزار MATLAB 6.5 برآورد شدند.

بر اساس نتایج جدول فوق جز در پیش‌بینی قیمت شش ماه آتی گوجه فرنگی که شبکه رگرسیون تعیین یافته (GRNN) برتر از دیگر شبکه‌ها بود، در سایر موارد شبکه‌های عصبی پرسپترون (MLP) دارای دقت بالاتری می‌باشد. در جدول فوق

مقایسه با سایر روش‌های معمول، پیش‌بینی نماید. البته برای سه و شش ماه آینده روش تعديل نمایی دوگانه با روند برتر از سایر روش‌ها قیمت این محصول را پیش‌بینی می‌کند. از نکات قابل توجه در مورد نتایج جدول ۱ می‌توان به برتری روش‌های غیر رگرسیونی بر روشن‌های رگرسیونی اشاره نمود. چرا که بهترین روش‌های پیش‌بینی ارایه شده در جدول فوق همگی غیر رگرسیونی هستند.

شبکه عصبی مصنوعی

قبل از آموزش و آزمایش شبکه، داده‌ها بر اساس روش آماری (Statistical Normalization)، نرمال‌سازی شدند. هم‌چنین به منظور مقایسه روش‌های معمول پیش‌بینی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، داده‌های آموزشی و داده‌های آزمایشی نیز مشابه با روش‌های معمول پیش‌بینی در نظر گرفته شدند. لذا داده‌های آموزشی شامل دوره مهرماه ۱۳۷۷ تا دی‌ماه ۱۳۸۳ و داده‌های آزمایشی شامل دوره بهمن ماه ۱۳۸۳ تا تیرماه ۱۳۸۴ می‌باشند.

در این مطالعه از دو نوع شبکه عصبی پیش‌خور شامل پرسپترون و رگرسیون تعیین یافته استفاده شد. شبکه عصبی

جدول ۳. نتایج پیش‌بینی قیمت با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

نام متغیر	افق زمانی	نوع شبکه	n_H	n_I	تابع لایه مخفی	MSE	MAE	معیار دقت MAPE(%)
قیمت	یک ماه آینده	MLP	۵	۴	تاثرانت زیگموئید	۴۰۸	۲۰	۰/۸
گوجه فرنگی	سه ماه آینده	MLP	۵	۳	لوجستیک	۶۳۱۵۰۲۴	۱۴۶۴	۲۲
	شش ماه	GRNN	۷۵	۱	RB	۳۹۲۶۸۵۵	۱۰۷۴	۲۴
قیمت	یک ماه آینده	MLP	۵	۱	تاثرانت زیگموئید	۹۴	۱۰	۰/۶
پیاز	سه ماه آینده	—	۱۰	۳	تاثرانت زیگموئید	۵۸۳۴۹	۲۱۷	۱۱
	شش ماه	MLP	۵	۱	تاثرانت زیگموئید	۲۳۶۱۶۶	۳۸۱	۲۲
قیمت	یک ماه آینده	MLP	۵	۲	تاثرانت زیگموئید	۱۲	۳	۰/۲
سه ماه آینده	MLP	۱۰	۱	لوجستیک	۴۷۵۶۵	۱۷۳	۹	
سیب زمینی	شش ماه	MLP	۵	۳	تاثرانت زیگموئید	۱۴۹۱۷۷	۲۴۷	۱۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴. آزمون برابری خطای پیش‌بینی

نام متغیر	افق زمانی	روش آلتربناتیو	MGN
قیمت	سه ماه	میانگین متحرک غیر وزنی	۰/۶۸
گوجه فرنگی	شش ماه	تعدیل نمایی دوگانه	۱/۳۶
قیمت	سه ماه	تعدیل نمایی یگانه با روند	۳/۱۰**
پیاز	شش ماه	تعدیل نمایی یگانه با روند	۰/۰۹
قیمت	سه ماه	تعدیل نمایی دوگانه با روند	۱۰/۷۴***
سیب زمینی	شش ماه	تعدیل نمایی دوگانه با روند	-۱/۲۲

* و ** و *** : به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

ماخذ: یافته‌های تحقیق

برای پیش‌بینی یک، سه و شش ماه آتی قیمت پیاز به ترتیب برابر با ۱۱، ۰/۶ و ۲۲ درصد است. در حالی که بهترین روش معمول پیش‌بینی دارای خطای معادل با ۱۹، ۲ و ۱۵ درصد است. لذا خطای شبکه عصبی در پیش‌بینی‌های کوتاه مدت (یک و سه ماه آتی) کمتر از بلند مدت است.

به منظور بررسی فرضیه برابری صحت پیش‌بینی‌ها در مدل‌های رقیب و برتری آماری روش شبکه عصبی مصنوعی بر روشن‌های معمول پیش‌بینی از آزمون مرگان-گرنجر-نیوبولد استفاده شد، که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. قابل ذکر است این آزمون فقط برای پیش‌بینی‌های بیشتر از یک دوره

علاوه بر نوع تابع مورد استفاده در لایه پنهان این شبکه‌ها، تعداد نرون بهینه در لایه وردی (n_I) و پنهان (n_H) هر یک از شبکه‌ها نیز ارایه شده است.

اما مقایسه نتایج جدول ۲ با جدول ۳ حاکی از آن است که شبکه عصبی مصنوعی دارای خطای پایین‌تری جهت پیش‌بینی قیمت محصولات مختلف در افق زمانی یک ماه (باستشنای قیمت سیب زمینی) و سه ماه آینده می‌باشد. البته روش‌های معمول قادرند قیمت محصولات مختلف را در افق زمانی شش ماه آینده، دقیق‌تر از شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی نمایند. برای نمونه معیار MAPE با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

جدول ۵. پیش‌بینی قیمت محصولات منتخب در استان فارس (ریال)

زمان	قیمت گوجه فرنگی	قیمت پیاز	قیمت سیب زمینی
مرداد ماه ۱۳۸۴	۲۸۴۵/۸	۱۶۲۳/۱	۱۲۰۷/۳
شهریور ماه ۱۳۸۴	۲۸۴۳/۶	۱۶۳۸/۷	۷۸۸/۷
مهر ماه ۱۳۸۴	۲۸۴۱/۳	۱۶۵۴/۲	۳۷۰/۲
آبان ماه ۱۳۸۴	۲۸۳۹/۱	۱۶۶۹/۸	۴۸۳/۸
آذر ماه ۱۳۸۴	۲۸۳۶/۸	۱۶۸۵/۳	۴۶۷/۰
دی ماه ۱۳۸۴	۲۸۳۴/۵	۱۷۰۰/۸	۸۸۵/۵

مانند: یافته‌های تحقیق

مصنوعی قادر است قیمت شش ماه آینده محصولات منتخب را به خوبی، اما نه بهتر از سایر روش‌ها، پیش‌بینی کند.

نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با سایر روش‌ها دارای خطای بالاتری در پیش‌بینی‌های بلند مدت می‌باشد، هر چند این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. حال آن‌که نتایج سایر مطالعات انجام شده در این زمینه حاکی از آن است که شبکه‌های عصبی دارای توانایی بیشتری در پیش‌بینی‌های کوتاه و بلند مدت است. بی‌شک این نتایج به دلیل محدودیت داده‌ها و هم‌چنین تعداد اندک نمونه آموزشی است. چرا که معمولاً پیشنهاد می‌گردد برای حل مسایل پیچیده، از حداقل ۱۰۰ نمونه استفاده گردد (۱۸).

با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه می‌توان پیشنهاداتی به شرح زیر را ارائه نمود:

۱- دولت می‌تواند با استفاده از نتایج حاصل از مطالعات پیش‌بینی قیمت، از قبل نسبت به اقدامات لازم برای ایجاد تعادل در بازار محصولات از طریق واردات یا اعطای مجوز صادرات، برنامه ریزی‌های لازم را انجام دهد.

۲- با توجه به توانایی شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی، خصوصاً در کوتاه مدت، استفاده از این روش به وسیله دستگاه‌های مسئول در برنامه‌ریزی و سیاست گذاری از جمله وزارت جهاد کشاورزی توصیه می‌شود.

آتی (سه و شش ماه آینده) قابل استفاده است.

نتایج جدول ۴ حاکی از آن است که روش شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی قیمت سه ماه آتی (با استثنای قیمت گوجه فرنگی) به طور معنی‌داری از سایر روش‌ها دقیق‌تر است. اما در پیش‌بینی‌های شش ماه آینده به دلیل عدم معنی‌داری ضرایب برآورد شده، تفاوت معنی‌داری بین روش‌های معمول و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی قیمت هیچ‌کدام از محصولات، وجود ندارد. البته در مورد قیمت گوجه فرنگی تفاوت معنی‌داری بین روش‌های معمول و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سه و شش ماه آتی قیمت این محصول وجود ندارد. در پایان قیمت محصولات زراعی منتخب در استان فارس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی برای شش ماه آینده پیش‌بینی شد، که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است.

نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج مطالعه نشان داد که روش شبکه عصبی مصنوعی ابزار قدرتمندی در پیش‌بینی قیمت بوده و این روش در پیش‌بینی‌های سه ماه آتی از لحاظ آماری برتر از سایر روش‌ها است. در مقابل سایر روش‌ها، هر چند در پیش‌بینی‌های شش ماه آتی دارای خطای کمتری در مقایسه با روش شبکه عصبی مصنوعی می‌باشند، اما این تفاوت معنی‌دار نیست و شبکه عصبی

سازی بازار، به تولید کنندگان و عوامل بازاریابی در جهت تعیین زمان مناسب عرضه محصول به بازار کمک نمایند.

۳- پیشنهاد می‌شود سازمان‌های مربوطه با انجام مطالعاتی شبیه به مطالعه حاضر و با به کارگیری روش‌های پیشرفته پیش‌بینی قیمت و انتشار اطلاعات و شفاف

منابع مورد استفاده

۱. ترکمانی، ج. و م. صبوحی صابونی. ۱۳۷۹. لحاظ کردن ریسک در قیمت محصولات: روش انحرافات انتظاری. مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه مشهد.
۲. زیبایی، م. ۱۳۸۲. ارزیابی برنامه خرید تضمینی محصولات کشاورزی در استان فارس و تدوین استراتژی‌های جدید. طرح تحقیقاتی اداره جهاد کشاورزی استان فارس.
۳. قدیمی، م. ر. و س. مشیری. ۱۳۸۱. مدل سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN). فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران ۱۲: ۹۷-۱۲۵.
۴. کهنسال، م. ر. و م. دانشور کاخکی. ۱۳۷۵. بررسی تأثیر نوسانات قیمت محصولات زراعی بر الگوی کشت و قدرت خرید زارعین استان خراسان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، جلد دوم، دانشکده کشاورزی زابل.
۵. گیلان پور، الف. و ن. کهزادی. ۱۳۷۶. پیش‌بینی قیمت برنج در بازار بین‌المللی با استفاده از الگوی خود رگرسیونی میانگین متحرک. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه ۸: ۱۸۹-۲۰۰.
۶. مجاوريان، م. و الف. امجدی. ۱۳۷۸. مقایسه روش‌های معمول با تابع مثلثاتی در قدرت پیش‌بینی سری زمانی قیمت محصولات کشاورزی همراه با اثرات فصلی: مطالعه مورد مركبات. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه ۲۵: ۴۳-۶۲.
۷. مشیری، س. ۱۳۸۰. پیش‌بینی تورم ایران با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری زمانی و شبکه‌های عصبی. مجله تحقیقات اقتصادی ۵۸: ۱۴۷-۱۸۴.
۸. منهاج، م. ب. ۱۳۷۷. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محسوباتی). نشر دکتر حسابی، تهران.
9. Diebold, F. X. and R. S. Mariano. 1995. Comparing predictive accuracy. J. Bus. and Econ. Stat. 13: 253-263.
10. Heravi, S., Osborn, D. R. and C. R. Birchenhall. 2004. Linear versus neural network forecasts for European industrial production series. Intern. J. Forecasting 20: 435-446.
11. Kohzadi, N., M. S. Boyd, I. Kaastra, B. S. Kermanshahi and D. Scuse. 1995. Neural networks for forecasting: an introduction. Can. J. Agric. Econ. 43: 463-474.
12. Kohzadi, N., M. S. Boyd, B. Kermanshahi and L. Kaastra. 1996. A comparison of artificial neural networks and time Series model for forecasting commodity price. Neurocomput. 10: 169-181.
13. Kuan, C. M. and H. White. 1994. Artificial neural networks: an econometric perspective. Econ. Rev. 13: 1-91.
14. Moshri, S. and N. Cameron. 2000. Neural networks versus econometric models in forecasting inflation. J. Forecasting 19: 201-217.
15. Pesaran, H.M. and B. pesaran. 1997. Working With Microfit 4.0: An Introduction to econometrics. Oxford University Press, Oxford.
16. Seddighi, H. R., K.A. Law ler and A. V. Katos. 2000. Econometrics: A practical approach. Sunderland Business School, UK.
17. Tkacz, G. 2001. Neural network forecasting of canadian GDP growth. Intl. J. Forecasting 17: 57-69.
18. Zhang, G., B. E. Patuwo and M. Y. Hu. 1998. Forecasting With Artificial Neural Network: The State of Art. Intl. J. Forecasting 14: 35-62.