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 دی‌ماه ۱۳۸۳به‌منظور مقایسه روش‌ها و از داده‌های شش ماه آخر جهت بررسی قدرت پیش بینی استفاده شد. به‌منظور مقایسه خطای پیش‌بینی روش‌های مختلف نیز، از معیارهای میانگین قدرمطلق خطا، میانگین مجذور خطا و معیار درصد میانگین مطلق خطا 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

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 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

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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

مختلف گردیده و این افزایش تولید، نوساناتی را در قیمت این محصولات ایجاد نموده است (۴). بر این اساس پیش بینی دقیق قیمت از طریق کاهش نوسانات قیمتی، می‌تواند موجب انتخاب نوع محصول و سطح زیر کشت مناسب آن، تخصیص بهینه منابع، افزایش کارایی، افزایش مطلوبیت زارعین و در نهایت باعث افزایش درآمد زارعین گردد. هم‌چنین پیش بینی قیمت محصولات کشاورزی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش ناپایداری شدید قیمت‌ها و در نهایت کاهش ریسک، داشته باشد.

پیش بینی قیمت محصولات کشاورزی علاوه بر کمک به درآمد زارعین، کمک زیادی نیز به عوامل بازاریابی و به‌ویژه انبارداری کرده و عنصر کلیدی در تصمیم‌گیری‌های آنها می‌باشد. چرا که قیمت‌ها نقش عمده‌ای در بهینه سازی تولید، بازاریابی و استراتژی بازار دارند (۶). پیش بینی قیمت علاوه بر موارد یاد شده، نقش مؤثری نیز در سیاست‌های دولت دارد. چرا که دولت سیاست‌های خود را نه صرفاً بر مبنای وضع موجود، بلکه بر مبنای پیش بینی‌های کوتاه و بلند مدت از متغیرهای کلیدی اقتصادی، از جمله قیمت محصولات زراعی، تدوین نموده و به مورد اجرا می‌گذارد (۷). لذا، میزان دقت پیش بینی این متغیرها، صرف نظر از درستی و تناسب سیاست‌ها با شرایط موجود، از جمله رموز موفقیت این سیاست‌ها به شمار می‌آیند.

وجود وقفه بین زمان تصمیم گیری به تولید تا تولید و انتقال به بازار، که از ویژگی‌های خاص تولید در بخش کشاورزی می‌باشد، نیز بر اهمیت مسأله پیش‌بینی می‌افزاید. در این میان پیش‌بینی قیمت محصولاتی که دارای بیشترین نوسانات می‌باشند، ضروری‌تر است.

مطالعات مربوط به پیش‌بینی در علم اقتصاد طی دهه‌های آغازین قرن بیستم در دو شاخه کاملاً مجزا بسط پیدا نمود (۵). تعدادی از اقتصاددانان با استفاده از روش‌های متنوع اقتصاد سنجی با تأکید بر تقدم تئوری‌های اقتصادی، سعی در تبیین وضع موجود، ارائه سیاست‌های اقتصادی و هم‌چنین پیش بینی مقادیر آتی نمودند. هر چند این مدل‌ها قادر به توضیح نسبی وضع موجود بوده و به عنوان ابزار مناسبی برای سیاستگزاری اقتصادی مورد استفاده قرار گرفتند، اما متأسفانه در زمینه پیش‌بینی چندان موفق نبودند (۷). وجود نقایص فوق و اهمیت روز افزون پیش‌بینی، اقتصاد دانان را بر آن داشت که بدون توجه به تئوری‌های اقتصادی، پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی را به عهده خودشان واگذار نموده و جهت پیش‌بینی از روش‌هایی که به سری زمانی موسومند، بهره جویند. چرا که هر متغیر اقتصادی حاوی کلیه اطلاعات مربوط به خود بوده و لذا قوی‌ترین منبع برای توضیح تغییرات هر متغیر، خود متغیر می‌باشد (۷).

امروزه به موازات مدل‌های متداول قبلی، روش‌های جدیدتری تحت عنوان شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks (ANN)) جهت پیش‌بینی ابداع شده است. در این راستا مطالعات متعددی نیز در زمینه استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی متغیرهای مختلف اقتصادی صورت گرفته است. از جمله کهزادی و همکاران (۱۱) قیمت‌های هفتگی ذرت را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و یک فرایند خود رگرسیو جمعی میانگین متحرک (Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA))، پیش‌بینی نموده‌اند. جهت بررسی توانایی پیش‌بینی دو مدل معیارهای مختلف ارزیابی از جمله معیار میانگین مجذور خطا (Mean of Squared Error (MSE)) و معیار درصد میانگین مطلق خطا (Mean Absolute Percent Error (MAPE)) ، به‌کار 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.

کهزادی و همکاران (۱۲)، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پیش‌خور (Feed Forward)، علاوه بر پیش‌بینی قیمت گندم و گاو زنده و مقایسه مدل شبکه عصبی و فرایند ARIMA، قدرت این 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 پیش‌بینی قیمت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

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 پیش بینی و به‌ویژه پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی صورت گرفته است. از جمله گیلانپور و کهزادی (۵)، قیمت فوب برنج تایلندی را با استفاده از فرایند ARIMA، پیش بینی نمودند. نتایج حاصل نشان داد که قیمت برنج در بازار بین المللی ایستا نمی‌باشد و وقوع 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 (Exponential Smoothing)، مدل هارمونیک (Harmonic) و فرایند 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 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 افق‌زمانی 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

را می‌توان به‌صورت رابطه (۱) نشان داد.

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

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

رهیافت تعدیل نمایی یگانه

در این روش با هدف به صفر رساندن خطای پیش بینی، در صورتی‌که خطای پیش‌بینی منفی یا مثبت باشد، مقادیر پیش‌بینی شده به ترتیب کاهش یا افزایش می‌یابد. بدین ترتیب پیش بینی جدید برابر با پیش بینی قدیم به علاوه کسری از خطا (پارامتر تعدیل (α)) می‌باشد و به‌صورت رابطه زیر بیان می‌گردد.

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

در رابطه فوق پارامتر تعدیل مقداری بین صفر تا یک را انتخاب می‌کند.

رهیافت تعدیل نمایی یگانه با روند زمانی خطی

رهیافت تعدیل نمایی یگانه با روند زمانی خطی مشابه با رهیافت تعدیل نمایی یگانه است، با این تفاوت که روند زمانی خطی نیز به آن اضافه شده است، که می‌توان آن را به‌صورت روابط زیر نشان داد.

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

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

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

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

رهیافت تعدیل نمایی دوگانه

این رهیافت را می‌توان به‌صورت روابط زیر نشان داد.

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

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

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

رهیافت تعدیل نمایی دوگانه با روند زمانی خطی

اگر روند زمانی به رهیافت تعدیل نمایی دوگانه اضافه شود، روش تعدیل نمایی دوگانه با روند زمانی خطی به‌دست می‌آید.

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

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

$$f(t+h) = 2F(t) - F'(t) + h.[\alpha/(1-\alpha)][F(t) - F'(t)] \qquad [11]$$

فرایند ARIMA و ARMA

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

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

که در آن:

$$y_t = \Delta^d x_t = (1-L)^d x_t$$

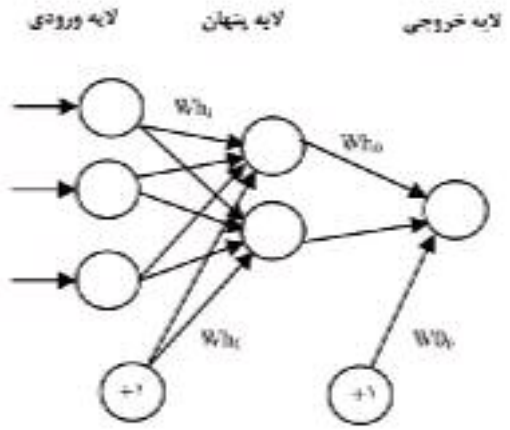
و $f(t)$ روند زمانی را (درصورت وجود) در y_t برآورد می‌کند. در اکثر متغیرهای اقتصادی، معمولاً $d = 1$ بوده و در نتیجه $f(t) = \mu$ و یا $d = 0$ می‌باشد و $f(t) = \alpha + \delta t$. در فرایند ARIMA(p,d,q)، p,d,q به ترتیب بیانگر تعداد جملات خود رگرسیو، مرتبه تفاضل گیری و تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشند. در صورتی که d برابر با صفر گردد فرایند ARIMA تبدیل فرایند ARMA می‌شود.

مدل خود رگرسیو با واریانس ناهمسانی شرطی (ARCH)

در مدل ARCH، هر چند خطای پیش بینی قابل برآورد است، اما نمی‌توان 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]



شکل ۱. نمایش استاندارد شبکه عصبی پیش خور

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

$$y_t = x_t'\gamma + \varepsilon_t \qquad t = ۱,۲,.....T \qquad [۱۳]$$

که در آن x_t شامل $K\times ۱$ بردار متغیر مستقل با وقفه می‌باشد و γ شامل $K\times ۱$ پارامتر است. آن‌گاه مدل ARCH توزیعی از جمله پسماند تصادفی (ε_t) به شرط مجموعه اطلاعات متغیرهای با وقفه $\Psi_{t-۱} = \{y_{t-۱}, x_{t-۱}, y_{t-۲}, x_{t-۲}, ...\}$ است. در حالت کلی فرض می‌شود جمله خطای شرطی، دارای توزیع نرمال است:

$$\varepsilon_t \mid \Psi_{t-۱} \sim N(۰, h_t) \qquad [۱۴]$$

که در آن:

$$h_t = \alpha_۰ + \alpha_۱\varepsilon_{t-۱}^۲ + \alpha_۲\varepsilon_{t-۲}^۲ + ... + \alpha_q\varepsilon_{t-q}^۲ \qquad [۱۵]$$

و $\alpha_۰ > ۰$ بوده و $\alpha_j \geq ۰$ است برای $j=۱,۲,...,q$. 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 به‌صورت 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 به‌عنوان یک سیستم پردازش 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 بر خلاف 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

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

$$O_i = f(\sum w_{ji} x_i + w_{jo}\beta_j) \qquad [۱۶]$$

که در آن: O_j: خروجی، f : تابع فعال سازی ، x_i: ورودی iام، w_{ji}: وزن بین ورودی iام و نرون jام و w_{jo}: وزن بین نرون اریب β_jو 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

به‌منظور مقایسه قدرت پیش بینی و انتخاب بهترین روش پیش‌بینی، از معیارهای مختلف از جمله، میانگین قدرمطلق خطا (Mean Absolute Error (MAE))، میانگین مجذور خطا (MSE) و شاخص درصد میانگین مطلق خطا (MAPE) استفاده شد. این معیارها را می‌توان به‌صورت روابط (۱۷) تا (۱۹) نشان داد.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n} \qquad [۱۷]$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n} \qquad [۱۸]$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{e_i}{Y_i}\right| \times 100 \qquad [۱۹]$$

در این روابط: n، تعداد پیش‌بینی‌ها و e_i خطای پیش‌بینی iام است، که از تفاوت مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی به‌دست 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 به‌صورت آماری بررسی نمایند. البته روش‌های متنوعی برای بررسی تفاوت آماری روش‌های مختلف پیش‌بینی وجود دارد، که از آن جمله می‌توان به آزمون مرگان-گرنجر- نیوبلد ((Morgan-Granger-Newbold (MGN)) اشاره نمود. این آزمون بر خلاف سایر معیارهای پیشین، دارای این مزیت است که می‌تواند معنی‌دار 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.

$$s_t = e_{1,t} + e_{2,t} \qquad [۲۰]$$

$$d_t = e_{1,t} - e_{2,t} \qquad [۲۱]$$

آزمون برابری میانگین مجذور 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.

$$MGN = \frac{\hat{\rho}_{sd}}{\sqrt{\frac{1-\hat{\rho}_{sd}}{T-1}}} \qquad [۲۲]$$

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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

جدول ۱. نتایج آزمون اثر ARCH

نام متغیر	آماره مورد استفاده	
	F(۴,۶۳)	χ^2(۴)
قیمت ماهانه گوجه‌فرنگی	۱/۸۳ ns	۷/۵۰ ns
قیمت ماهانه پیاز	۰/۲۷ ns	۱/۲۲ ns
قیمت ماهانه سیب زمینی	۱/۹۳ ns	۷/۸۵ ns

ns: عدم معنی داری

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پیش بینی 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 به‌دست آمده حاکی از آن است که هر سه متغیر قیمت گوجه‌فرنگی، پیاز و سیب‌زمینی در سطح مانا هستند.

فرایند ARMA

به منظور استفاده از فرایند ARMA، پس از تعیین مرتبه مانایی (d = ۰) 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 به‌دست آمده، بهترین مرتبه (p و q)، برحسب بزرگ‌ترین مقدار این معیارها انتخاب شد. لذا جهت پیش بینی قیمت گوجه فرنگی فرایند ARMA(۴،۴)، برای قیمت پیاز فرایند ARMA(۴،۴) و برای پیش‌بینی قیمت سیب‌زمینی فرایند ARMA(۳،۴) به‌عنوان 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 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 اثرARCH 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 برآورد گردیدند. 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 تعدیل نمایی، روش میانگین متحرک و روش تعدیل نمایی دوگانه است. در مورد قیمت پیاز، روش تعدیل نمایی یگانه با روند در افق‌های زمانی مختلف دارای دقت بیشتری در مقایسه با سایر روش‌های معمول پیش‌بینی می‌باشد.

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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

جدول۲. روش معمول بهینه جهت پیش‌بینی قیمت محصولات مختلف

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

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مقایسه با سایر روش‌های معمول، پیش‌بینی نماید. البته برای سه و شش ماه آینده روش تعدیل 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 روش‌های 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 به‌منظور 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 تعمیم یافته استفاده شد. شبکه عصبی 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 لوجستیک 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 هرشبکه ۲۰ بار آموزش داده شد. با توجه به این‌که تعداد نرون‌های لایه مخفی (برابر با تعداد داده‌های آموزشی) در شبکه رگرسیون تعمیم 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 پیش بینی قیمت شش ماه آتی گوجه‌فرنگی که شبکه رگرسیون تعمیم یافته (GRNN) برتر از دیگر شبکه‌ها بود، در سایر موارد شبکه‌های عصبی پرسپترون (MLP) دارای دقت بالاتری می‌باشند. در جدول فوق

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

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

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

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴. آزمون برابری خطای پیش‌بینی

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

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

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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

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

ماخذ: یافته‌های تحقیق

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 (باستثنای قیمت گوجه‌فرنگی) به‌طور معنی‌داری از سایر روش‌ها دقیق‌تر است. اما در پیش‌بینی‌های شش ماه آینده به‌دلیل عدم معنی‌داری ضرایب برآورد شده، تفاوت معنی‌داری بین روش‌های معمول و شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی قیمت هیچ‌کدام از محصولات، وجود ندارد. البته در مورد قیمت گوجه‌فرنگی تفاوت معنی داری 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.

نتیجه‌گیری 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 شبکه‌عصبی مصنوعی قادر است قیمت شش ماه آینده محصولات منتخب را به‌خوبی، 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. بی شک این نتایج به‌دلیل 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 به‌دست آمده از این مطالعه می‌توان پیشنهاداتی به‌شرح 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 به‌وسیله دستگاه‌های مسئول در برنامه‌ریزی و سیاست گزاری از جمله وزارت جهاد کشاورزی توصیه می‌شود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]

۳- پیشنهاد می‌شود سازمان‌های مربوطه با انجام مطالعاتی شبیه به مطالعه حاضر و با به‌کارگیری روش‌های پیشرفته پیش‌بینی قیمت و انتشار اطلاعات و شفاف سازی بازار، به تولید کنندگان و عوامل بازاریابی در جهت تعیین زمان مناسب عرضه محصول به بازار کمک نمایند.

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 پیش بینی 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 اقتصادکشاورزی ایران، جلد دوم، دانشکده کشاورزی زابل.

۵. گیلان پور، الف. و ن. کهزادی. ۱۳۷۶. پیش بینی قیمت برنج در بازار بین المللی با استفاده از الگوی خود رگرسیونی میانگین متحرک. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه ۸: ۱۸۹- ۲۰۰.

۶. مجاوریان، م. و الف. امجدی. ۱۳۷۸. مقایسه روش‌های معمول با تابع مثلثاتی در قدرت پیش بینی سری زمانی قیمت محصولات کشاورزی همراه با اثرات فصلی: مطالعه مورد مرکبات. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه ۲۵: ۴۳-۶۲.

۷. مشیری، س. ۱۳۸۰. پیش بینی تورم ایران با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری زمانی و شبکه‌های عصبی. مجله تحقیقات اقتصادی۵۸: ۱۴۷-۱۸۴.

۸. منهاج، م. ب. ۱۳۷۷. *مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)*. 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.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.39.6]