اقتصادکشاورزی و توسعه، سال بیست و یکم، شماره ۸۱، بهار ۱۳۹۲

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت فراورده‌های دامی

دکتر حمید محمدی*، دکتر زکریا فرجزاده**، وحید دهباشی***، ابراهیم شهرکی****، حسین انصاری نیک*****

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۰

چکیده

این مطالعه با هدف انتخاب الگوی مناسب برای پیش‌بینی قیمت اسمی و واقعی گوشت گاو و گوساله، گوشت گوسفند، شیر و پشم گوسفند صورت گرفت. پس از بررسی ایستایی سریهای مورد استفاده، به‌منظور بررسی تصادفی بودن متغیرها، از آزمون ناپارامتریک والد- ولفویتز استفاده شد. براساس نتایج این آزمونها، تمامی سریهای یاد شده غیرتصادفی و قابل پیش‌بینی ارزیابی شدند. الگوهای مورد استفاده برای پیش‌بینی نیز شامل الگوهای ARIMA و

* استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل (نویسنده مسئول)
e-mail: hamidmohammadi1378@gmail.com
** دکترای اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
*** مربی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل
**** مربی و عضو هیئت علمی پژوهشکده دامهای خاص دانشگاه زابل
***** کارشناس ارشد علوم دامی دانشگاه زابل

شبکه عصبی مصنوعی بوده است. یافته‌های مطالعه حاکی از برتری نسبی الگوی ARIMA در پیش‌بینی قیمت اسمی محصولات منتخب است. در مورد سریهای قیمت واقعی محصولات نیز روش شبکه عصبی مصنوعی برتری نسبی دارد. همچنین در مورد سریهای اسمی مشخص شد با افزایش طول دوره پیش‌بینی، خطای پیش‌بینی نیز بیشتر می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: C22، C32، C51، C53، D12،Q11

کلیدواژه‌ها:

پیش‌بینی، قیمت، گوشت گاو وگوساله، گوشت گوسفند، شیر، پشم، ARIMA، شبکه عصبی مصنوعی

مقدمه

زیربخش دام همواره یکی از حوزه‌های مهم کشاورزی بوده است. البته این زیربخش به موازات افزایش تقاضا، رشد کافی نداشته است (آقاعباسی، ۱۳۷۹). در سال ۱۳۸۰ سهم ارزش افزوده این بخش از ارزش افزوده بخش کشاورزی به ۴۵/۵۱ درصد افزایش یافته است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۲). میانگین تولید گوشت گاو و گوساله و گوشت گوسفند در دوره ۱۳۴۴-۸۳ به ترتیب برابر با ۳/۵۸ و ۲/۸۰ رشد داشته است. در این دوره متوسط رشد شیرگاو ۴/۸۱ درصد و رشد سایر فراورده‌های این بخش کمتر از ۳ درصد بوده است (FAO, 2007). در حال حاضر این بخش قادر است بیش از ۲ میلیون تن مواد پروتئینی تولید نماید (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۲). از نظر مصرف نیز این بخش دارای اهمیت بالایی است به‌گونه‌ای که فراورده‌های دامی مهمترین منبع تأمین پروتئین در جهان هستند. به دنبال افزایش جمعیت، افزایش سطح بهداشت و سلامتی و گسترش شهرنشینی، اهمیت مصرف فراورده‌های دامی نیز افزایش یافته است. نتایج بررسی پروتئین مصرفی خانوارهای استانهای

مختلف ایران در سال ۱۳۷۹ نشان می‌دهد مصرف پروتئین خانوارهای ایرانی کمتر از میزان مورد نیاز روزانه است. برای دستیابی به یک الگوی کافی از مصرف پروتئین لازم است شرایط مطلوبی برای تولید این محصولات فراهم باشد. وجود تولید کافی علاوه بر قیمت، به تغییرات و نوسانات قیمت نیز وابستگی زیادی دارد و انتظار می‌رود وجود شرایط با ثبات بتواند انگیزه بهتری برای تولیدات دامی فراهم نماید، به‌ویژه اینکه فراورده‌های دامی نتیجه یک فرایند سرمایه‌گذاری طولانی مدت هستند و ثبات شرایط فعالیت و به‌ویژه قیمت محصولات از اهمیت زیادی برخودار است. انجام مطالعه در زمینه روند قیمت محصولات و پیش‌بینی آتی آنها می‌تواند به‌عنوان گامی در جهت برنامه ریزی برای تولید و لذا کاهش این نوسانات باشد.

ضرورت روزافزون انجام پیش‌بینی‌های دقیق منجر به پیشرفت روشهای مورد استفاده به این منظور شده است به‌گونه‌ای که در ادبیات پیش‌بینی، مهمترین زمینه بحث به مقایسه روشهای مختلف مربوط می‌شود. در سالهای اخیر با توجه به گسترش استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی، این روش همواره با سایر روشهای پیش‌بینی مورد مقایسه قرار گرفته است. پیش‌بینی قیمت سهام از جمله سریهای مورد توجه مطالعات است که عموماً روش شبکه عصبی مصنوعی درمقایسه با روشهای رگرسیونی عملکرد بهتری در این زمینه نشان داده است؛ برای مثال یافته‌های مطالعه هیل و همکارانش (Hill et al., 1996) در مورد پیش‌بینی قیمت سهام حاکی از برتری این روش بر سایر الگوهاست. یافته‌های این مطالعه مبتنی بر داده‌های با افق زمانی کوتاه‌مدت بوده است در حالی که نتایج مطالعه وو و لو (Wu and Lu, 1993) نشان داد که در پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت سهام آمریکا شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با روش ARIMA پیش‌بینی‌های دقیقتری ارائه کرده است، اما در بلندمدت روش ARIMA توانایی بیشتری در پیش‌بینی داشته است. پیش‌بینی تورم ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی توسط مشیری (۱۳۸۰) نیز حاکی از برتری این روش بر سایر روشها بوده است.

کهزادی و همکارانش (Kohzadi et al., 1995) ضمن پیش‌بینی قیمت سلف ذرت، مدل شبکه عصبی را با یک فرایند خود رگرسیو جمعی میانگین متحرک (ARIMA) مقایسه

نمودند. نتایج نشان داد که خطای پیش بینی مدل شبکه عصبی بین ۱۸ تا ۴۰ درصد کمتر از روش ARIMA است.

یافته‌های مطالعه طرازکار (۱۳۸۴) در زمینه محصولات گوجه‌فرنگی، پیاز، سیب‌زمینی و برنج در استان فارس نشان داد که برای افق زمانی یک و سه ماهه، روش شبکه عصبی مصنوعی و برای افق زمانی شش ماهه، روش تعدیل نمایی نسبت به سایر روشها پیش‌بینی بهتری ارائه می‌کند.

مطالعات دیگر نیز نشان دادند که در مورد برخی از متغیرهای اقتصاد همانند مخارج و تولید ناخالص داخلی، روشهای رگرسیونی بهتر عمل می‌کنند؛ برای مثال نتایج مطالعه کاز (Tkacz, 2001) در زمینه پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی کانادا نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی تنها در افقهای زمانی کمتر از ۱۲ ماه دارای خطای پیش‌بینی کمتری در مقایسه با فرایند خودرگرسیو می‌باشد. در انگلیس نیز یافته‌های مطالعه چرچ و کورام (Church and Curram, 1996) نشان داد روشهای اقتصادسنجی بهتر از روش شبکه عصبی مصنوعی قادر به پیش‌بینی مخارج مصرف‌کنندگان انگلیس است.

برخی از مطالعات نیز به مقایسه روشهای مختلف رگرسیونی و غیررگرسیونی (به جز روش شبکه عصبی مصنوعی) پرداخته‌اند. برند و بسلر (Brandt and Bessler, 1981) با هدف مقایسه قدرت پیش‌بینی روشهای انفرادی و ترکیبی، قیمت سرمزرعه خوک پرواری در کشور آمریکا را براساس داده‌های فصلی دوره ۱۹۶۱ تا ۱۹۷۵ و با استفاده از روشهای اقتصادسنجی، ARIMA و نظر متخصصان و همچنین ترکیبی از این چند روش، پیش‌بینی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که روش ARIMA در مقایسه با سایر روشهای انفرادی دارای کمترین مقدار خطا می‌باشد.

مجاوریان و امجدی (۱۳۷۸) در بررسی قیمت مرکبات نشان دادند توابع مثلثاتی نسبت به روشهای سری زمانی کارایی بیشتری در پیش‌بینی خارج از نمونه دارند.

یافته‌های مطالعه عبدالهی عزت‌آبادی (۱۳۸۱) نیز نشان داد در پیش‌بینی قیمت پسته، خطای پیش‌بینی الگوی ARCH در مقایسه با سایر الگوها کمتر است.

گیلانپور و کهزادی (۱۳۷۶) قیمت فوب برنج تایلندی را با استفاده از روش ARIMA براساس داده‌های ماهانه دوره ژانویه ۱۹۷۵ تا دسامبر ۱۹۸۹ پیش‌بینی نمودند. نتایج به دست آمده نشان داد که قیمت برنج در بازار بین‌المللی ایستا نمی‌باشد و وقوع هر تکانه در بازار، آثار بلندمدتی به‌دنبال خواهد داشت.

با توجه به اهمیت پیش‌بینی قیمت محصولات دامی، این مطالعه با هدف انتخاب الگوی مناسب پیش‌بینی برای قیمت محصولات منتخب دامی انجام شد.

تئوری و روش تحقیق

روشهای پیش‌بینی براساس میزان وابستگی به روشهای ریاضی و آماری به دو گروه اصلی روشهای کیفی و کمی دسته‌بندی می‌شوند. روشهای کمی پیش‌بینی را می‌توان به دو دسته رگرسیونی و غیررگرسیونی تقسیم‌بندی نمود. روشهای غیررگرسیونی شامل روش میانگین ساده، روشهای میانگین متحرک و انواع روشهای تعدیل نمایی می‌باشد. روشهای رگرسیونی نیز به دو گروه علّی و غیر علّی تقسیم‌بندی می‌شود. از جمله روشهای رگرسیونی غیر علّی، فرایند ARIMA[1] و ARMA[2] می‌باشند که کاربرد زیادی نیز دارند.

الگوی خودرگرسیون میانگین متحرک (ARIMA)

به‌طورکلی یک مدل عمومی ARMA (p, q) عبارت است از:

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + ... + \phi_p y_{t-p} + \partial_t - \theta_1 \partial_{t-1} - \theta_2 \partial_{t-2} - ... - \theta_q \partial_{t-q} \qquad (۱)$$

که در آن y متغیر مورد نظر برای پیش بینی، μ عرض از مبدأ، ∂ جمله اخلال، ϕ و θ نیز پارامترهای مدل هستند. زیرنویس t به زمان اشاره دارد و p و q نیز تعداد وقفه‌های زمانی را نشان می‌دهند.

1. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)
2. Autoregressive Moving Average (ARMA)

انتخاب وقفه

انتخاب وقفه از مشکلترین مراحل پیش‌بینی الگوهای سری زمانی می‌باشد. نگاهی به تعدد در روشهای یاد شده این نکته را بیشتر آشکار خواهد کرد. نتیجه برخی از مطالعات مربوط به نحوه انتخاب وقفه است. مارسلینیو و همکارانش (Marcellinio et al., 2006) به‌منظور انتخاب وقفه در پیش‌بینی سریهای ماهانه متغیرهای کلان اقتصاد آمریکا با به‌کارگیری الگوی اتورگرسیو (AR) از چهار معیار استفاده نمود که شامل انتخاب وقفه ثابت ۴، انتخاب وقفهثابت ۱۲، استفاده از معیار AIC و معیار BIC بوده است. به اعتقاد آنها در نمونه‌های کوچک استفاده از دو معیار AIC وBIC منجر به افزایش عدم قطعیت در پیش‌بینی می‌گردد. این بررسی استفاده از دو معیار حداقل وقفه (۴) و حداکثر وقفه (۱۲) را وسیله‌ای برای ارزیابی دو معیار دیگر می‌داند. این مطالعه با دیدی انتقادی با این نظریه که مدلهای تک دوره‌ای برای مقاصد پیش‌بینی با استفاده از پیش‌بینی‌کننده‌های خطی از بیشترین تناسب برخوردار است، برخورد نموده و در نهایت این نظریه را به‌طور تلویحی مورد تأیید قرار می‌دهد. پیندک و رابینفلد (Pindych and Rubinfeld., 1998) استفاده از ضرایب همبستگی جزئی را برای انتخاب وقفه یا مرتبه فرایند اتورگرسیو مناسب عنوان کرد. آنها معتقدند پس از انتخاب وقفه مناسب قاعدتاً نباید ضریب همبستگی جزئی میان جملات اخلال معنی‌دار باشد؛ به‌عبارت دیگر انتخاب وقفه براساس سایر معیارهای استفاده از ضرایب همبستگی می‌تواند به‌عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد. پسران و پسران (Pesaran and Pesaran., 1994) به‌منظور تعیین وقفه، استفاده از معیار AIC را پیشنهاد می‌دهد. بر این اساس آنها استفاده از حداکثر ۳ وقفه را برای پیش‌بینی سالانه پیشنهاد می‌دهند. در مجموع می‌توان گفت استفاده از بیش از یک معیار و قضاوت نهایی براساس خطای پیش‌بینی در اغلب مطالعات مشهودترین نتیجه در ادبیات انتخاب وقفه می‌باشد. اما اندرس (Enderse, 2004) در مقایسه با سایر مطالعات، رهنمون جامعتری را ارائه کرده است. روش ارائه شده در این رهیافت مبتنی بر ویژگیهای تابع خود همبستگی (ACF) و تابع خودهمبستگی جزئی (PACF) است. این روش را در حالت کلی می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود:

۱. در یک فرایند ARIMA (p,q) تابع خود همبستگی پس از وقفه q محو می‌شود. پس از این وقفه، خودهمبستگی کاهش می‌یابد. این کاهش را می‌توان با نگاه به ضریب خودهمبستگی بررسی نمود.

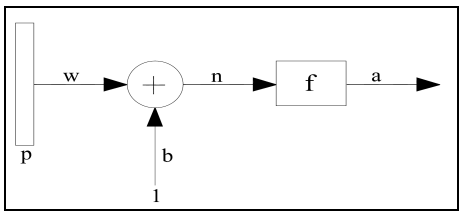
۲. در یک فرایند ARIMA (p,q)، تابع خود همبستگی جزئی پس از وقفه q محو می‌شود.

براساس این روش در مورد برخی از سریها می‌توان چند فرایند مختلف را بررسی کرد و برای انتخاب از میان آنها از معیارهایی همانند AIC، SBC، وجود یا عدم وجود خودهمبستگی میان جملات اخلال پس از براورد فرایند موردنظر و نرمال بودن توزیع این جملات اخلال استفاده نمود.

در این مطالعه به‌منظور انتخاب فرایند سریهای تحت بررسی از روش پیشنهادی اندرس (Enderse, 2004) استفاده گردید.

شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)

امروزه به موازات مدلهای متداول قبلی، روشهای جدیدتری برای پیش‌بینی ابداع شده است که به شبکه‌های عصبی مصنوعی موسومند. 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 (منهاج، ۱۳۷۷). هر یک از نرونها ورودیها را دریافت نموده و پس از پردازش روی آنها، یک سیگنال خروجی تولید می‌نماید. لذا هر نرون در شبکه به‌عنوان مرکز پردازش و توزیع اطلاعات عمل می‌کند و ورودی و خروجی مخصوص به خود را دارد (Wu and Lu, 1995). شکل ۱ نمایش ساختار یک نرون تک‌ورودی می‌باشد که در آن عددهای p و a به ترتیب ورودی و خروجی نرون هستند.

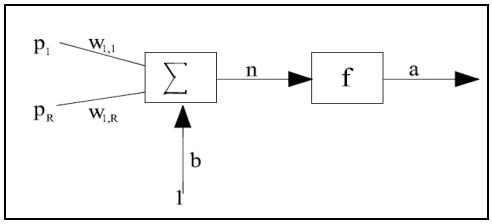


شکل ۱. مدل نرون تک‌ورودی

میزان تأثیر p روی a به‌وسیله مقدار عدد w تعیین می‌شود. ورودی دیگر مقدار ثابت ۱ است که در جمله اریب b ضرب شده و سپس با wp جمع می‌شود. این حاصل جمع ورودی خالص n، برای تابع تبدیل یا فعال سازی (محرک) f است. بدین‌ترتیب خروجی نرون به‌صورت معادله زیر است:

$$a = f(wp + b) \quad (۲)$$

پارامترهای w و b قابل تنظیم می‌باشند و تابع محرک f نیز توسط طراح انتخاب می‌شود. براساس انتخاب f و نوع الگوریتم یادگیری، پارامترهای w و b تنظیم می‌گردند. در حقیقت یادگیری به این معنی است که w و b طوری تغییر کنند که رابطه ورودی و خروجی نرون با هدف خاصی مطابقت نماید. عموماً یک نرون بیش از یک ورودی دارد. در شکل ۲ مدل یک نرون با R ورودی نشان داده شده است.



شکل ۲. مدل چند ورودی یک نرون

در شکل ۲ عددهای P_i عناصر بردار ورودی $\overline{P}$ () می‌باشند و با ماتریس وزن w و جمله اریب (b) ورودی خالص را به‌صورت رابطه ۳ می‌سازند:

$$n = \sum_{i=1}^{R} P_i W_{1,i} + b = W\overline{p} + b \qquad (۳)$$

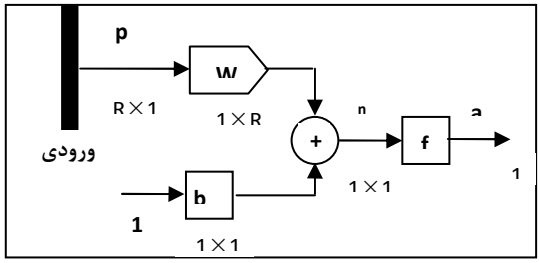
که در آن:

$$W = [W_{1,1}, W_{1,2}, ..., W_{1,R}] \qquad \overline{P} = [P_1, P_2, ..., P_R]^T$$

و در نهایت خروجی نرون به‌صورت رابطه ۴ خواهد بود:

$$a = f(W\overline{P} + b) \qquad (۴)$$

یک مدل خلاصه شده نرون چندورودی را می‌توان به‌صورت شکل ۳ نیز نمایش داد (منهاج، ۱۳۷۷).



شکل ۳. فرم ساده شده یک نرون با R ورودی

همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، بردار ورودی $\overline{P}$ دارای R عنصر می‌باشد. این بردار در ماتریس w، که دارای R ستون و یک سطر است، ضرب شده و با جمله اریب b جمع می‌گردد که در مجموع ورودی خالص n را می‌سازند. ورودی خالص به تابع تبدیل f اعمال شده و خروجی a را به‌وجود می‌آورد. در این حالت خروجی یک مقدار عددی یا یک ماتریس ۱×۱ است.

در این مطالعه شبکه مورد استفاده جهت پیش‌بینی سریهای مورد مطالعه شبکهٔ پیش جلورونده[1] می‌باشد. دلیل انتخاب این نوع شبکه نیز به رفتار و نوع داده‌های موجود مربوط می‌شود. برای آموزش و آزمایش شبکه، داده‌ها همانند روشهای معمول پیش‌بینی به دو قسمت تقسیم شدند که این تقسیم‌بندی دقیقاً مشابه روشهای کمی پیش‌بینی است. برای تعیین تعداد

1. Feed Forward

نرونهای لایه ورودی که معادل مرتبه بردار خود رگرسیو در روش ARIMA هستند، از مرتبه اتورگرسیو (p) و میانگین متحرک (q)، مبتنی بر کمترین خطای پیش‌بینی استفاده شده است. داده‌های سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ به‌منظور پیش‌بینی و داده‌های دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۲ به‌منظور آموزش مورد استفاده قرار گرفتند.

در این بررسی برای تعیین تعداد نرونهای لایه ورودی که معادل مرتبه بردار خود رگرسیو در فرایند ARIMA است، ابتدا مرتبه این فرایند مشخص گردید. البته به‌منظور مقایسه و ارزیابی بیشتر با استفاده از روش ARIMA نیز پیش‌بینی سریهای مورد استفاده صورت گرفت. برای تعیین مرتبه با استفاده از فرایند ARIMA نیز لازم است ابتدا ایستایی سریهای مورد استفاده بررسی شود. از این رو با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده سری زمانی بودند ابتدا رفتار آماری آنها به لحاظ ایستایی با استفاده از آزمون ریشه واحد ارزیابی گردید.

آزمون تصادفی بودن

در حالت کلی مدلهای پیش‌بینی یا براساس روند گذشته بنا شده‌اند یا در آنها متغیر علّی وجود دارد. حال اگر داده‌ها تصادفی باشند، نمی‌توان از مدلهای پیش‌بینی براساس روند گذشته استفاده نمود. آزمونهای مختلفی برای بررسی تصادفی بودن یک سری زمانی وجود دارد که اکثر این آزمونها غیرپارامتریک هستند. یک روش غیر پارامتریک برای آزمون وجود نوسانات سیکلی، روش والد–ولفویتز است. این روش براساس علامتهای حاصل از اختلاف بین اعداد موجود در یک سری با میانه آن سری می‌باشد. اگر $y_1,\ldots,y_n$ یک سری nتایی و میانه آن y_m باشد، سری علامتهای جملات اخلال ($u_i = y_i - y_m$) مورد توجه خواهد بود. بر این اساس یک دوره، مشاهداتی از جملات اخلال را در بر می‌گیرد که دارای علامت مشابه هستند. تعداد دوره موجود در یک سری کاملاً تصادفی به‌صورت $E(D) = 1 + 2 \times p.\phi / n$ محاسبه می‌گردد (Day, 1965). در این رابطه p تعداد مثبتها، ϕ تعداد منفیها، n تعداد نمونه و E(D) تعداد دوره

موجود در یک سری کاملاً تصادفی می‌باشد. واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری کاملاً تصادفی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma_{D}{}^{2} = \frac{2p\phi[2p\phi - n]}{n^{2}(n-1)} \qquad (۵)$$

در رابطه فوق σ_D^2 واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری کاملاً تصادفی است. تابع آزمون به‌صورت نرمال با میانگین E(D) و واریانس σ_D^2 است. در این آزمون فرض H_0 نشاندهنده تصادفی بودن سری می‌باشد.

انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی

برای کلیه روشهای پیش‌بینی ابتدا می‌بایست داده‌های سری مورد نظر را به دو قسمت تقسیم کرد: یک سری از آنها معمولاً برای برازش مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد که آنها را اصطلاحاً داده‌های دستگرمی[1] می‌گویند و سری دوم را که برای آزمون مدل به‌کار می‌روند، اصطلاحاً نمونه پیش‌بینی می‌نامند. در واقع برای کلیه مدلهای پیش‌بینی، محاسبات بر مبنای داده‌های دستگرمی انجام می‌شود و به کمک داده‌های دوره پیش‌بینی مورد آزمون قرار می‌گیرد. روشهای مختلفی برای اندازه‌گیری دقت مدلهای پیش‌بینی وجود دارد که رایجترین آنها معیار ریشه میانگین مجذور خطاهای پیش‌بینی (RMSE) است. هر مدلی که کمترین معیار RMSE را داشته باشد به‌عنوان بهترین مدل پیش‌بینی انتخاب می‌گردد. در این بررسی نیز از معیار یاد شده استفاده گردید. این معیار به‌صورت زیر است:

$$RMSE = \sqrt{(\sum_{i=T}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2) / h} \qquad (۶)$$

که در آن $\hat{y}_t$ و y_t به ترتیب مقادیر پیش‌بینی‌شده و حقیقی سری هستند و h نیز تعداد مشاهدات می‌باشد. T داده‌های مورد استفاده برای انتخاب فرایند پیش‌بینی یا همان داده‌های دستگرمی می‌باشد. علاوه بر معیار فوق از دو معیار دیگر نیز استفاده شد. این معیارها عبارتند از:

1. Worm-up

معیار درصد میانگین خطاهای پیش‌بینی (MAPE) و شاخص نابرابری تیل (TIC). مزیت استفاده از دو شاخص آخر این است که وابسته به مقیاس نیستند و امکان مقایسه قدرت پیش‌بینی را برای سریهایی دارای مقیاس متفاوت فراهم می‌نمایند. این شاخصها به‌صورت زیر تعریف می‌شوند (Eviews Inc., 2004):

$$MAPE = (\sum_{t=T+1}^{T+h}\left|\frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t}\right|)/h \quad (۷)$$

$$TIC = [\sqrt{(\sum_{t=T+1}^{T+h}(\hat{y}_t - y_t)^2)/h}]/[\sqrt{(\sum_{t=T+1}^{T+h}(\hat{y}_t)^2)/h} + \sqrt{(\sum_{t=T+1}^{T+h}(y_t)^2)/h}] \quad (۸)$$

هر چه مقادیر این دو شاخص پایین‌تر باشد، پیش‌بینی ارائه شده مطلوبتر خواهد بود. البته شاخص نابرابری تیل در دامنه ۰-۱ تغییر می‌کند. گفتنی است که متغیرها و علایم در روابط ۷ و ۸ مشابه رابطه ۶ می‌باشد.

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل مقادیر اسمی و واقعی قیمت گوشت گاو وگوساله، گوشت گوسفند، پشم گوسفند و شیر طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۴ می‌باشد. منظور از این قیمتها نیز قیمت تولیدکننده یا همان قیمت عمده‌فروشی می‌باشد. این داده‌ها از پایگاه اطلاعاتی FAO به دست آمد. برای انجام مراحل مختلف از نرم افزارهایEviews و MATLAB بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج حاصل از آزمون ایستایی مشخص شد سریهای قیمت واقعی گوشت گوسفند در سطح معنی‌داری ۱ درصد و سریهای قیمت اسمی پشم گوسفند و قیمت واقعی پشم گوسفند در سطح معنی داری ۵ درصد ایستا هستند. همچنین سریهای قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله و قیمت واقعی شیر در سطح معنی‌داری ۱۰ درصد ایستا هستند. سریهای قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله، قیمت اسمی گوشت گوسفند و قیمت اسمی شیر نیز ایستا نیستند. در مورد سریهای ناایستا که پس از یک بار تفاضل‌گیری، رفتار ایستایی از خود نشان دادند، از مقادیر تفاضل مرتبه اول آنها استفاده شد و بر این اساس، مقادیر تفاضلی پیش‌بینی و مقادیر سطح آنها محاسبه گردید.

همان‌طور که پیشتر نیز گفته شد، در صورتی که مقادیر سری یک متغیر حاصل یک روند منظم نباشد و اصطلاحاً تصادفی باشد، قادر به پیش‌بینی سری نخواهیم بود لذا ابتدا مسئله تصادفی بودن متغیرها با استفاده از آزمون ناپارامتریک والد-ولفویتز بررسی گردید. نتایج آزمون والد-ولفویتز در جدول ۱ آمده است. در روش والد-ولفویتز آماره محاسباتی با آماره χ^2 مقایسه گردید. براساس نتایج جدول ۱ سریهای قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله، قیمت اسمی گوشت گوسفند و قیمت اسمی شیر در سطح معنی داری ۱ درصد، سریهای قیمت اسمی پشم گوسفند، قیمت واقعی پشم گوسفند و قیمت واقعی شیر در سطح معنی داری ۵ درصد و همچنین سریهای قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله و قیمت واقعی گوشت گوسفند در سطح معنی داری ۱۰ درصد دارای آمارهٔ محاسباتی بیشتر از آماره جدول می‌باشند و لذا تمامی آنها در سطوح معنی‌داری یاد شده رفتار غیرتصادفی دارند؛ بنابراین، پیش‌بینی برای تمامی سریهای تحت بررسی صورت گرفت.

جدول ۱. نتایج آزمون تصادفی بودن متغیرها با استفاده از روش والد-ولفویتز

متغیر	آماره آزمون والد-ولفویتز	مقادیر بحرانی در سطوح معنی‌داری			نتیجه آزمون
		٪۱	٪۵	٪۱۰	
قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله	-۵/۲۹	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است
قیمت اسمی گوشت گوسفند	-۴/۳۵	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است
قیمت اسمی پشم گوسفند	-۲/۱۹	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است
قیمت اسمی شیر	-۳/۷۴	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است
قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله	-۱/۶۱	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است
قیمت واقعی گوشت گوسفند	-۱/۳۲	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است
قیمت واقعی پشم گوسفند	-۲/۰۶	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است
قیمت واقعی شیر	-۲/۱۴	۲/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۰	سری غیرتصادفی است

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در ادامه نیز نتایج حاصل از پیش‌بینی با استفاده از مدلهای ارائه شده در بخش روش تحقیق آمده است. به‌منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی الگوهای ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی از معیار ریشه میانگین مجذور خطاهای پیش‌بینی (RMSE) استفاده گردید. همچنین شاخص نابرابری تیل به‌منظور مقایسه سریهای مختلف با یکدیگر و همچنین مقایسه کلی پیش‌بینی‌های حاصل از دو روش مورد استفاده قرار گرفت. همان‌طور که پیشتر نیز ذکر شد، این شاخص وابسته به مقیاس سریها نبوده و امکان مقایسه برای سریهای دارای مقیاس مختلف را فراهم می‌نماید.

پیش‌بینی‌های حاصل از روش ARIMA

در جدول ۲ نتایج حاصل از انتخاب مرتبه فرایند ARIMA و همچنین پیش‌بینی با استفاده از فرایند منتخب ارائه شده است. همان‌طور که در این جدول آمده است، تنها در مورد سریهای قیمت اسمی گوشت گوسفند فرایند AR به تنهایی قادر است بهترین پیش‌بینی را ارائه نماید. در مورد سایر سریها ترکیبی از دو فرایند AR و MA مورد استفاده قرار گرفته است. در میان سریهای منتخب مورد بررسی تنها دو سری قیمت واقعی گوشت گاو وگوساله و قیمت واقعی گوشت گوسفند از فرایند AR(۲) تبعیت می‌کنند در حالی که سایر سریها از AR (۱) پیروی می‌کنند. این در حالی است که مرتبه‌های به دست آمده برای فرایند MA در اغلب سریها بالاتر از ۱ است، به این ترتیب که به جز در مورد سریهای قیمت اسمی گوشت گاو وگوساله، قیمت اسمی پشم گوسفند و قیمت واقعی شیر که از فرایند MA(۱) تبعیت می‌کنند، سایر سریها حاصل مراتب بالاتر این فرایند هستند. البته اغلب آنها تنها از فرایند MA(۲) تبعیت می‌کنند. از میان الگوهای ذکر شده، الگوی جالب توجه در مورد فرایند MA، قیمت واقعی شیر است به این ترتیب که در این سری جملات پسماند ۵ دوره گذشته حاوی اطلاعات مطلوب در پیش‌بینی بودند و می‌توان گفت یک سیکل ۵ ساله در مورد این سری محتمل است. در مورد سریهای واقعی پشم گوسفند نیز اطلاعات موجود در جملات پسماند به ترتیب ۴ و ۳ دوره گذشته برای پیش‌بینی آنها در آینده مفید است.

از میان ۸ سری مورد بررسی در جدول ۲ برای سال ۱۳۸۳ تنها در مورد سری قیمت اسمی شیر مقادیر پیش‌بینی شده کمتر از مقادیر حقیقی است و در مورد سایر سریها مقادیر پیش‌بینی شده به مراتب از مقادیر حقیقی آنها بالاتر است. از میان این سریها همان‌طور که در جدول ۲ نیز مشاهده می‌شود، در مورد سریهای قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله، قیمت اسمی گوشت گوسفند و قیمت اسمی پشم گوسفند معیار درصد خطای پیش‌بینی کمتر از ۵ درصد است و از این حیث می‌توان این پیش‌بینی‌ها را بسیار مطلوب دانست. خطای پیش‌بینی در مورد سریهای قیمت اسمی شیر و قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله کمتر از ۱۰ درصد است. البته خطای پیش‌بینی در مورد قیمت واقعی گوشت گوسفند نیز اندکی بالاتر از ۱۱ درصد است، در حالی‌که در مورد دو سری قیمت واقعی پشم گوسفند و شیر این خطا به مراتب بالاتر است. به‌طورکلی در مورد پیش‌بینی‌های صورت گرفته برای سال ۱۳۸۳ می‌توان گفت در مورد سریهای واقعی، خطای پیش‌بینی به مراتب بالاتر از سریهای اسمی است. البته با توجه به نحوه محاسبه سریهای واقعی، این امر مورد انتظار است، به این ترتیب که سریهای واقعی با استفاده از سری تورم تعدیل می‌شوند و به منشأ خطا علاوه بر سری قیمت اسمی، سری تورم نیز اضافه می‌شود.

مقادیر خطای ارائه شده برای پیش‌بینی‌های سال ۱۳۸۴ نشان می‌دهد که در مورد اغلب سریها خطای پیش‌بینی برای سال ۱۳۸۴ در مقایسه با سال ۱۳۸۳ افزایش یافته است. تنها در مورد سری قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله و البته به‌طور نچندان محسوس، در مورد قیمت واقعی شیر، خطای پیش‌بینی برای سال ۱۳۸۴ در مقایسه با سال ۱۳۸۳ کاهش یافته است. میزان خطای پیش‌بینی در میان سریهای اسمی در مقایسه با سریهای واقعی به یکدیگر نزدیکتر و از پراکندگی کمتری برخودار است در حالی که در میان سریهای واقعی، این خطا به مراتب بالاتر و در عین حال از پراکندگی زیادی نیز برخوردار است، به این ترتیب که در مورد دو سری قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله و قیمت واقعی شیر، خطای پیش‌بینی زیر ۵ درصد و در مورد سایر سریها حتی بالاتر از ۱۵ درصد است. در میان سریهای اسمی نیز خطای پیش‌بینی

برای دو سری قیمت گوشت گاو و گوساله و گوشت گوسفند بالاتر از سایر سریها و به ترتیب برابر با ۱۱/۶۱ و ۱۴/۲۳ درصد و برای سایر سریها کمتر از ۱۰ درصد است.

جدول ۲. نتایج پیش‌بینی قیمت محصولات منتخب با استفاده از الگوی ARIMA

متغیر	مرتبه فرایند ARIMA	RMSE	مقادیر سال ۱۳۸۳			مقادیر سال ۱۳۸۴		
			حقیقی	پیش‌بینی	خطا (٪)	حقیقی	پیش‌بینی	خطا (٪)
قیمت اسمی گوشت گاو وگوساله	(۱،۱،۱)	۲۸۴۱۶۰۷	۳۱۷۲۱۴۱۰	۳۲۱۷۷۲۵۵	۱/۴۴	۳۴۳۸۷۹۷۵	۳۸۳۸۰۶۷۷	۱۱/۶۱
قیمت اسمی گوشت گوسفند	(۰،۱،۱)	۴۲۹۹۹۵۲	۳۸۷۹۷۵۴۴	۳۹۸۶۲۹۳۲	۲/۷۵	۴۲۰۵۸۹۴۳	۴۸۰۴۵۹۴۰	۱۴/۲۳
قیمت اسمی پشم گوسفند	(۱،۰،۱)	۲۷۲۵۵۳	۴۸۵۰۰۰۰	۴۸۷۱۴۷۳	۰/۴۴	۵۶۵۹۱۰۰	۵۲۷۴۲۵۰	۶/۸۰
قیمت اسمی شیر	(۲،۱،۱)	۱۲۵۸۹۳	۱۸۴۴۶۶۱	۱۷۲۷۱۹۰	۶/۳۷	۲۰۹۳۶۰۰	۱۹۵۹۸۰۶	۶/۳۹
قیمت واقعی گوشت گاو وگوساله	(۲،۰،۲)	۱۴۷۲۶۴۷	۳۶۴۷۹۶۲۲	۳۸۵۴۷۵۳۱	۵/۶۷	۳۴۳۸۷۹۷۵	۳۴۴۳۵۲۱۹	۰/۱۴
قیمت واقعی گوشت گوسفند	(۲،۰،۲)	۶۲۸۲۶۶۶	۴۴۶۱۷۱۷۵	۴۹۶۵۴۱۸۳	۱۱/۲۹	۴۲۰۵۸۹۴۳	۴۹۳۷۸۲۵۵	۱۷/۴۰
قیمت واقعی پشم گوسفند	(۳،۰،۱)	۲۳۹۹۵۸۰	۵۵۷۷۵۰۰	۷۹۶۹۲۸۹	۴۲/۸۸	۵۶۵۹۱۰۰	۸۰۶۶۴۴۷	۴۲/۵۴
قیمت واقعی شیر	(۵ و ۱،۰،۱)	۳۸۸۱۳۴	۲۱۲۱۳۶۰	۲۵۴۰۶۸۵	۱۹/۷۷	۲۰۹۳۶۰۰	۲۴۴۷۸۰۸	۱۶/۹۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۳ مقادیر پیش‌بینی شده برای دو دوره خارج از دوره مورد بررسی ارائه شده است، همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در میان سریهای اسمی و برای سال ۱۳۸۵ تنها قیمت پشم گوسفند کمتر از ۱۰ درصد رشد را نشان می‌دهد و سایر سریها بین ۱۰ تا ۲۰ درصد رشد دارند. نکته جالب توجه آن است که مقادیر پیش‌بینی برای سری واقعی در سال ۱۳۸۵ نیز به جز در مورد سری قیمت واقعی پشم گوسفند، رشد منفی خواهد داشت. همان‌طور که عنوان شد، در پیش‌بینی سریهای واقعی به‌طور تلویحی، تورم نیز پیش‌بینی می‌گردد. به این ترتیب می‌توان گفت مقدار تورم بیش از رشد مقادیر اسمی سریهای مورد بررسی خواهد بود. تناقض در مورد سری قیمت واقعی پیش‌بینی شده پشم گوسفند را نیز می‌توان به توانایی پایین فرایند مورد استفاده در پیش‌بینی این سری نسبت داد، زیرا علی‌رغم آنکه سری اسمی این متغیر برای سال ۱۳۸۵ دارای رشد پایین است، اما قیمت واقعی آن رشد مثبت دارد.

در سال ۱۳۸۶ و برای سریهای اسمی به جز در مورد سری قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله، در مورد سایر سریها میزان رشد قیمت اسمی بالاتر از مقادیر مشابه آن برای سال ۱۳۸۵ است. این رشد در مقادیر اسمی باعث شده است تا در مقادیر سریهای قیمت واقعی نیز تغییر مثبت دیده شود به این ترتیب که برای سریهای واقعی در سال ۱۳۸۶ نیز کاهش قیمت واقعی آهنگ آهسته‌تری را در پیش گرفته است. البته در مورد قیمت واقعی پشم گوسفند افزایش قابل ملاحظه‌ای مشاهده می‌شود که در این خصوص با توجه به دقت پایین پیش‌بینی‌های ارائه شده برای این الگو، این نتیجه چندان قابل اتکا نخواهد بود.

جدول ۳. نتایج پیش‌بینی خارج از دوره قیمت محصولات منتخب با استفاده از الگوی ARIMA

متغیر	مرتبه فرایند ARIMA	مقادیر پیش‌بینی شده در سال			
		۱۳۸۵		۱۳۸۶	
		مقدار (ریال)	رشد نسبت به دوره گذشته (٪)	مقدار (ریال)	رشد نسبت به دوره گذشته (٪)
قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله	(۱،۱،۱)	۴۱۲۹۲۴۹۱	۲۰/۰۸	۴۸۲۷۵۹۸۲	۱۶/۹۱
قیمت اسمی گوشت گوسفند	(۰،۱،۱)	۴۸۸۵۳۴۳۲	۱۶/۱۵	۵۶۷۴۵۵۴۸	۱۶/۱۵
قیمت اسمی پشم گوسفند	(۱،۰،۱)	۵۹۸۷۷۵۸	۵/۸۱	۶۵۲۲۸۷۱	۸/۹۴
قیمت اسمی شیر	(۲،۱،۱)	۲۳۹۷۷۴۶	۱۴/۵۳	۲۷۵۰۶۰۲	۱۴/۷۲
قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله	(۲،۰،۲)	۳۱۲۶۸۷۱۱	-۹/۰۷	۲۸۵۶۹۴۶۳	-۸/۶۳
قیمت واقعی گوشت گوسفند	(۲،۰،۲)	۳۶۳۴۶۱۲۵	-۱۳/۵۸	۳۲۳۸۶۹۶۱	-۱۰/۸۹
قیمت واقعی پشم گوسفند	(۳،۰،۱)	۵۹۳۸۷۴۸	۴/۹۴	۶۸۱۹۲۵۰	۱۴/۸۳
قیمت واقعی شیر	(۵ و۱،۰،۱)	۱۸۸۲۹۳۵	-۱۰/۰۶	۱۸۱۸۱۵۰	-۳/۴۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی‌های حاصل از روش شبکه عصبی مصنوعی

در جدول ۴ نتایج حاصل از پیش‌بینی با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی ارائه شده است. همانند الگوی ARIMA، در اینجا نیز چند نکته در مورد پیش‌بینی‌های ارائه شده در روش شبکه عصبی مصنوعی کاملاً مشهود است، به این ترتیب که خطای پیش‌بینی برای سریهای قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله، قیمت اسمی گوشت گوسفند و قیمت اسمی پشم گوسفند در سال ۱۳۸۳ کمتر از ۵ درصد است. همچنین خطای پیش‌بینی برای سری قیمت اسمی شیر اندکی بالاتر از ۶ درصد می‌باشد. جالب توجه اینکه میزان خطای پیش‌بینی برای سریهای واقعی با مقادیر اسمی دارای خطای پیش‌بینی بیشتر، بالاتر است، به این ترتیب که در مورد سه سری قیمت گوشت گاو و گوساله، قیمت اسمی گوشت گوسفند و قیمت اسمی پشم گوسفند که مقادیر اسمی آنها دارای خطای پیش‌بینی پایین بودند، میزان خطای پیش‌بینی به دست آمده برای مقادیر سریهای قیمت واقعی بالاتر است؛ در حالی که در مورد سری قیمت شیر که میزان خطای پیش‌بینی سری اسمی آن بالا بود، میزان خطای پیش‌بینی برای سری واقعی بسیار پایین‌تر به دست آمد. بنابراین براساس پیش‌بینی‌های ارائه شده برای سال ۱۳۸۳، با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی، نمی‌توان به راحتی میان توان پیش‌بینی آن برای سریهای اسمی و واقعی تمایز زیادی قائل شد. از مقایسه نتایج این دو روش برای سال ۱۳۸۳ می‌توان به چند نکته پی برد. از جمله اینکه میزان خطای پیش‌بینی برای سریهای اسمی منتخب در روش ARIMA در تمامی سریها از روش شبکه عصبی مصنوعی کمتر است؛ به بیان دیگر، توان پیش‌بینی روش ARIMA در سریهای اسمی بهتر از روش شبکه عصبی مصنوعی است، در حالی که در مورد سریهای قیمت واقعی به جز در مورد قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله، توان پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی بالاتر از روش ARIMA است. روش شبکه عصبی مصنوعی از میان سریهای مورد بررسی، قیمت اسمی ۴ سری را کمتر از حد پیش‌بینی نموده است در حالی که در مورد ARIMA شرایط معکوس است و از میان سریهای مورد نظر، تنها ۲ سری کمتر از حد پیش‌بینی شده است.

مشاهده مقـادیر خطـای بـه دسـت آمـده بـرای سـال ۱۳۸۴ بـا اسـتفاده از شـبکه عصـبی مصنوعی نیز حاکی است که همانند روش ARIMA مقادیر خطای پیش‌بینی در سـال ۱۳۸۴ در مقایسه با سال ۱۳۸۳ برای اغلب سریها افزایش یافته است به این ترتیـب کـه در مـورد سـریهای اسمی، خطای پیش‌بینی یا به‌طـور محسوسـی تغییـر نیافتـه و یـا اینکـه در مقایسـه بـا سـال ۱۳۸۳ افزایش یافته است. به‌طور تلویحی می‌توان گفت که توان پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی برای سال ۱۳۸۴ در مورد سریهای قیمت اسمی کمتر از سریهای واقعی بـوده اسـت در حـالی کـه در مورد پیش‌بینی‌های سال ۱۳۸۳ امکان چنین قیـاس تلـویحی مبنـی بـر برتـری در مـورد سـریهای واقعی در مقایسه با سریهای اسمی وجود ندارد.

مقایسه خطای پـیش‌بینـی سـریهای اسـمی سـال ۱۳۸۴ بـرای دو روش حـاکی از برتـری پیش‌بینی‌های ارائه شده در روش ARIMA می‌باشد به این ترتیب که بـرای سـال ۱۳۸۴ خطـای پیش‌بینی به جز در مورد سری قیمت اسمی شیر که برای دو روش مشابه اسـت، در مـورد سـایر سریها برای روش ARIMA کمتر است. در مورد سریهای قیمت واقعـی سـال ۱۳۸۴ شـرایط بـه گونه دیگری است و می‌توان گفت که در مجموع، پیش‌بینی‌های ارائه شده بـا اسـتفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی، در مقایسه با الگوی ARIMA بهتر اسـت بـه ایـن ترتیـب کـه از میـان ۴ سری قیمت واقعی در مورد دو سری قیمت واقعی پشم گوسفند و قیمت واقعی شیر، که خطـای پیش‌بینی روش ARIMA بالاست، در روش شبکه عصبی مصنوعی این خطا به‌طـور محسوسـی کاهش یافته است؛ در حالی که خطای پیش‌بینی در روش ARIMA تنها در مورد سـری قیمـت واقعی گوشت گوساله و گاو در مقایسه با روش شبکه عصبی مصنوعی دارای خطـای پـایین‌تـر است. در مورد سری قیمت واقعی گوشت گوسفند نیز خطای پیش‌بینی برای هر دو روش مشابه یکدیگر است. بنابراین در سال ۱۳۸۴ نیز مـی‌تـوان گفـت بـرای سـریهای قیمـت واقعـی، روش شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی‌های بهتری ارائه کرده است.

جدول ۴. نتایج پیش‌بینی قیمت محصولات منتخب با استفاده از الگوی شبکه عصبی مصنوعی

متغیر	RMSE	مقادیر سال ۱۳۸۳			مقادیر سال ۱۳۸۴		
		واقعی	پیش‌بینی	خطا (٪)	واقعی	پیش‌بینی	خطا (٪)
قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله	۳۰۳۸۸۲۶	۳۱۷۲۱۴۱۰	۳۲۴۱۰۰۰۰	۲/۱۷	۳۴۳۸۷۹۷۵	۳۸۶۳۰۰۰۰	۱۲/۳۴
قیمت اسمی گوشت گوسفند	۲۴۹۸۱۰۷۶	۳۸۷۹۷۵۴۴	۴۰۳۰۰۰۰۰	۳/۸۷	۴۲۰۵۸۹۴۳	۴۸۳۳۰۰۰۰	۱۴/۹۱
قیمت اسمی پشم گوسفند	۴۲۳۱۶۵	۴۸۵۰۰۰۰	۴۶۶۸۰۰۰	۳/۷۵	۵۶۵۹۱۰۰	۵۰۸۹۰۰۰	۱۰/۰۷
قیمت اسمی شیر	۱۲۱۴۲۶	۱۸۴۴۶۶۱	۱۷۳۲۰۰۰	۶/۱۱	۲۰۹۳۶۰۰	۱۹۶۴۰۰۰	۶/۱۹
قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله	۵۵۷۸۵۲۲	۳۶۴۷۹۶۲۲	۴۰۵۱۰۰۰۰	۱۱/۰۵	۳۴۳۸۷۹۷۵	۴۱۱۷۰۰۰۰	۱۹/۷۲
قیمت واقعی گوشت گوسفند	۶۵۲۶۲۹۷	۴۴۶۱۷۱۷۵	۴۹۱۳۰۰۰۰	۱۰/۱۱	۴۲۰۵۸۹۴۳	۵۰۱۱۰۰۰۰	۱۹/۱۴
قیمت واقعی پشم گوسفند	۵۴۶۷۱۰	۵۵۷۷۵۰۰	۶۲۳۸۰۰۰	۱۱/۸۴	۵۶۵۹۱۰۰	۶۰۶۱۰۰۰	۷/۱۰
قیمت واقعی شیر	۴۹۵۳۳	۲۱۲۱۳۶۰	۲۱۷۲۰۰۰	۲/۳۹	۲۰۹۳۶۰۰	۲۱۴۲۰۰۰	۲/۳۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همانند الگوی ARIMA، دراین روش نیز برای دو سال خارج از دوره بررسی شامل سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶، پیش‌بینی ارائه شد. این پیش‌بینی‌ها در جدول ۵ آمده است. با مقایسه

نتایج این جدول با نتایج جدول ۳ می‌توان گفت که میزان رشد در قیمت پیش‌بینی شده برای سریهای اسمی در دو سال در هر دو الگو مشابه یکدیگر است و در مورد تمام سریهای اسمی تفاوت میان پیش‌بینی ارائه شده توسط دو روش کمتر از ۳ درصد است. افزون بر این، در مورد اغلب سریهای اسمی نیز مقادیر پیش‌بینی شده حاصل از روش ARIMA بالاتر از روش شبکه عصبی مصنوعی است. پراکندگی مقادیر رشد ارائه شده برای سال ۱۳۸۵ در مقایسه با سال ۱۳۸۶ به مراتب بیشتر است، به این ترتیب که در روش شبکه عصبی مصنوعی درصد رشد سریهای اسمی منتخب در سال ۱۳۸۵ در دامنه ۵-۱۷/۱ درصد قرار دارد در حالی که این دامنه برای سال ۱۳۸۶ در دامنه ۱۰/۴-۱۵/۷ قرار دارد. در مورد سریهای اسمی پیش‌بینی شده با استفاده از روش ARIMA میان دو سال از نظر پراکندگی تفاوت چندانی دیده نشد. به‌طورکلی مقادیر پیش‌بینی ارائه شده توسط روش ARIMA برای سریهای اسمی در مقایسه با پیش‌بینی ارائه شده با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی برای این سریها بالاتر است و با توجه به خطای پیش‌بینی کمتر روش ARIMA برای سریهای اسمی در مقایسه با روش شبکه عصبی مصنوعی که پیشتر مورد تأیید قرار گرفت، لذا می‌توان گفت احتمال بیشتری وجود دارد که میزان رشد به دست آمده از روش شبکه عصبی مصنوعی برای سریهای اسمی کمتر از میزان واقعی آنها باشد که برای سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به وقوع خواهد پیوست.

روش شبکه عصبی مصنوعی برای دو سری قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله و قیمت گوشت گوسفند قیمت واقعی سال ۱۳۸۵ را بالاتر از سال ۱۳۸۴ براورد نمودند در حالی که برای سایر سریها در سال ۱۳۸۵ و تمامی سریهای مورد بررسی در سال ۱۳۸۶ قیمت واقعی را کمتر از مقدار آنها در سال گذشته براورد نمودند. این در حالی است که براساس روش ARIMA به جز در مورد سری قیمت واقعی پشم که دقت فرایند تخمین بسیار پایین بود، در تمامی سایر سریها براوردها حاکی از کاهش قیمت واقعی در دو سال ۱۳۸۵ و۱۳۸۶ نسبت به دوره گذشته آنها بوده است. البته به‌طورکلی برای اغلب سریهای مورد بررسی، هر دو روش قائل‌به‌کاهش‌قیمت‌واقعی در افقهای مورد بررسی‌هستند که میزان کاهش براساس پیش‌بینی‌های

روش شبکه عصبی مصنوعی کمتر از روش ARIMA است. در خصوص پیش‌بینی ارائه شده برای سریهای قیمت واقعی نیز پیشتر اشاره شد که روش شبکه عصبی مصنوعی بر روش ARIMA برتری نسبی دارد. همانند سریهای اسمی، در مورد سریهای واقعی نیز میزان پراکندگی در ارقام رشد ارائه شده برای سال ۱۳۸۵ به مراتب بالاتر از ارقام مشابه به دست آمده برای سال ۱۳۸۶ می‌باشد.

جدول ۵. نتایج پیش‌بینی خارج از دوره قیمت محصولات منتخب با استفاده از الگوی شبکه عصبی مصنوعی

متغیر	مقادیر پیش‌بینی شده در سال			
	۱۳۸۵		۱۳۸۶	
	مقدار (ریال)	رشد نسبت به دوره گذشته (٪)	مقدار (ریال)	رشد نسبت به دوره گذشته (٪)
قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله	۴۰۲۶۰۰۰۰	۱۷/۰۸	۴۶۵۵۰۰۰۰	۱۵/۶۲
قیمت اسمی گوشت گوسفند	۴۷۵۵۰۰۰۰	۱۳/۰۶	۵۴۴۰۰۰۰۰	۱۴/۴۱
قیمت اسمی پشم گوسفند	۵۹۳۶۰۰۰	۴/۸۹	۶۵۵۷۰۰۰	۱۰/۴۶
قیمت اسمی شیر	۲۴۰۱۰۰۰	۱۴/۶۸	۲۷۵۴۰۰۰	۱۴/۷۰
قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله	۳۵۲۴۰۰۰۰	۲/۴۸	۳۴۷۵۰۰۰۰	-۱/۳۹
قیمت واقعی گوشت گوسفند	۴۳۹۰۰۰۰۰	۴/۳۸	۴۲۴۶۰۰۰۰	-۳/۲۸
قیمت واقعی پشم گوسفند	۵۲۰۳۰۰۰	-۸/۰۶	۵۰۲۳۰۰۰	-۳/۴۶
قیمت واقعی شیر	۲۰۰۴۰۰۰	-۴/۲۸	۱۹۴۹۰۰۰	-۲/۷۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۶ نیز آماره نابرابری تیل برای هر یک از سریهای مورد پیش‌بینی در دو روش پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی و ARIMA ارائه شده است. در خصوص نتایج مندرج در این جدول به چند نکته می‌توان اشاره کرد: نخست اینکه تورم‌زدایی سری قیمتهای اسمی به‌وسیله

شاخص قیمت مصرف کننده که در مورد اقتصاد ایران دارای روند صعودی می‌باشد لزوماً به معنی از بین رفتن روند تصادفی موجود در سری قیمتهای اسمی و کاهش توان پیش‌بینی نمی‌باشد، زیرا استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که آماره تیل برای گروه سریهای قیمت واقعی به‌طورکلی پایین‌تر از مقادیر آنها برای سریهای قیمت اسمی می‌باشد به‌گونه‌ای که حتی از میان ۱۶ مورد پیش‌بینی با استفاده از دو روش، دو پیش‌بینیِ دارای کمترین مقدار شاخص تیل به قیمتهای واقعی مربوط می‌شود.

نکته دیگر اینکه در پیش‌بینی مقادیر سریهای اسمی برای یک افق دو ساله و یا دو دوره‌ای، روش ARIMA بر روش شبکه عصبی مصنوعی برتری کامل دارد، زیرا از میان ۴ سری قیمت اسمی، تنها در مورد قیمت اسمی شیر، روش شبکه عصبی مصنوعی قادر به ارائه پیش‌بینی‌هایی با دقت مشابه روش ARIMA بوده است. در مورد دو سری قیمت واقعی پشم گوسفند و شیر، خطای پیش‌بینی در روش شبکه عصبی مصنوعی کمتر بوده است، اما در مورد سری قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله، روش ARIMA پیش‌بینی‌های مطلوبتری را ارائه می‌کند و در مورد سری قیمت واقعی گوشت گوسفند نیز هر دو روش از دقت مشابه در پیش‌بینی برخوردارند. با توجه به این مطالب می‌توان گفت روش شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سری قیمتهای واقعی به روش ARIMA برتری نسبی دارد. نکته جالب توجه دیگر اینکه میان مقادیر شاخص تیل برای دو سری قیمتهای اسمی و واقعی حاصل از روش ARIMA همبستگی منفی (۰/۳۷-) وجود دارد در حالی که این همبستگی برای مقادیر حاصل از روش شبکه عصبی مصنوعی در دو سری مثبت (۰/۴۹) می‌باشد. میزان پراکندگی شاخص تیل در میان سریهای اسمی حاصل از روش ARIMA کمتر از پراکندگی این شاخص در میان سریهای واقعی حاصل از روش شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

جدول ۶. نتایج محاسبه آماره نابرابری تیل برای دو روش پیش‌بینی ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی

متغیر	آماره تیل در روش پیش‌بینی		رتبه		الگوی منتخب
	ARIMA	شبکه عصبی مصنوعی	ARIMA	شبکه عصبی مصنوعی	
قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله	۰/۰۴۱	۰/۰۴۴	۶	۸	ARIMA
قیمت اسمی گوشت گوسفند	۰/۰۵۱	۰/۳۳۴	۱۰	۱۶	ARIMA
قیمت اسمی پشم گوسفند	۰/۰۲۶	۰/۰۴۲	۳	۷	ARIMA
قیمت اسمی شیر	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۵	۴	ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی
قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله	۰/۰۲۰	۰/۰۷۳	۲	۱۳	ARIMA
قیمت واقعی گوشت گوسفند	۰/۰۶۸	۰/۰۷۰	۱۱	۱۲	ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی
قیمت واقعی پشم گوسفند	۰/۱۷۶	۰/۰۴۶	۱۵	۹	شبکه عصبی مصنوعی
قیمت واقعی شیر	۰/۰۸۴	۰/۰۱۲	۱۴	۱	شبکه عصبی مصنوعی

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

مهمترین هدف مطالعه حاضر انتخاب الگوی مناسب پیش‌بینی برای قیمت محصولات منتخب دامی بوده و مقادیر قیمت محصولات شامل سری اسمی و واقعی آنها بوده است. یافته‌های مطالعه نشان داد که توان الگوی ARIMA در پیش‌بینی سریهای اسمی بیشتر از سریهای واقعی است و به نظر می‌رسد الگوی یاد شده در توضیح رفتار سریهای اسمی از شرایط بهتری برخوردار شد. این در حالی است که در مورد الگوی شبکه عصبی مصنوعی نه تنها توان پیش‌بینی آن در سریهای اسمی بالاتر از سریهای واقعی نیست بلکه حتی به‌طور نسبی می‌توان پیش‌بینی‌های ارائه شده برای سری واقعی را بهتر از سریهای اسمی دانست. به‌طور قیاسی نیز می‌توان در کل توانایی الگوی ARIMA را در پیش‌بینی سریهای اسمی و توانایی شبکه عصبی مصنوعی را در پیش‌بینی سریهای واقعی مطلوبتر ارزیابی نمود. نکته حائزاهمیت دیگر آن است که در مورد سریهای واقعی افزایش دوره پیش‌بینی لزوماً با افزایش خطای پیش‌بینی همراه نبوده، اما در مورد سریهای اسمی افزایش دوره پیش‌بینی منجر به کاهش توان پیش‌بینی آنها و افرایش خطای پیش‌بینی شده است. به‌طورکلی هیچ یک از الگوها را به‌طور قطعی نمی‌توان بر دیگری غالب دانست و بهتر است از آنها به‌طور توأم بهره گرفت. براساس یافته‌های مطالعه موارد زیر به‌عنوان پیشنهادهای مطالعه ارائه می‌شود:

۱. استفاده از هر دو روش به‌منظور پیش‌بینی سریها؛

۲. تأکید بر استفاده از روش ARIMA به‌ویژه در مورد سریهای اسمی قیمت محصولات

۳. استفاده از روش ARIMA به‌عنوان یک روش مکمل روش شبکه عصبی مصنوعی در سری قیمت واقعی محصولات؛

۴. وجود روند در مقادیر اسمی معمولتر از مقادیر واقعی آنهاست و لذا بهتر است که تصمیم‌گیری‌ها براساس مقادیر پیش‌بینی شده اسمی قیمتها اتخاذ شود.

منابع

۱. آذر، ع. و افسر، ا. ۱۳۸۵. مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با رویکرد شبکه عصبی فازی. فصلنامه *پژوهش‌های بازرگانی*، شماره ۵۲:۴-۳۳.

۲. آقاعباسی، ن. ۱۳۷۹. بررسی امکانات القوه و بالفعل جهت خودبسندگی در تأمین گوشت قرمز. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۸ (۲۹): ۱۵۵-۱۸۳.

۳. طرازکار، م. ح. ۱۳۸۴. پیش‌بینی قیمت برخی از محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۴. عبدالهی عزت‌آبادی، م. ۱۳۸۱. مطالعه نوسانات درآمدی پسته‌کاران ایران: بسوی سیستمی از بیمه محصول و ایجاد بازار آتی و اختیار معامله. پایان‌نامه دوره دکتری. دانشگاه شیراز.

۵. عزیزی، ج. و ترکمانی، ج. ۱۳۸۰. تخمین توابع تقاضای انواع گوشت در ایران. فصلنامه *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۳۴: ۲۳۷-۲۱۷.

۶. گجراتی. ۱۳۷۸. مبانی اقتصادسنجی، جلد دوم. ترجمه حمید ابریشمی. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

۷. گیلان‌پور، ا. و کهزادی، ن. ۱۳۷۶. پیش‌بینی قیمت برنج در بازار بین‌المللی با استفاده از الگوی خود رگرسیونی میانگین متحرک. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۸: ۱۸۹ - ۲۰۰.

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

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

۱۰. منهاج، م. ۱۳۷۷. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی). نشر دکتر حسابی. تهران.

۱۱. وزارت جهاد سازندگی. معاونت امور دام. مدیریت طرح و بررسی‌های اقتصادی. گزارش سالهای مختلف.

۱۲. وزارت جهادکشاورزی. سالنامه آماری کشاورزی. سالهای مختلف. تهران.

13. Brandt, J. A. and Bessler, D. A. 1981. Composite forecasting: an application with US. hog prices. *American Journal of Agricultural Economics*, 63: 135-140.

14. Church, K. B. and Curram, S. P. 1996. Forecasting consumers' expenditure: a comparison between econometric and neural network models. *International Journal of Forecasting*, 12: 255-267.

15. Day, R. H. 1965. Probability distributions of field crop yields. *Journal of Farm Economics*, 47: 713-741.

16. Enderse, W. 2004. Appliec econometrics time series, John Wiley and Sons, Inc.

17. Eviews Inc. 2004. Eviews 5 user's guid, quantative micro software, LLC.

18. Food and Agriculture Organization. 2007. Statistical database, at:http//www.fao.org.

19. Hill, T., Oconnor, M. and Remus, W. 1996. Neural network models for time series forecasts. M*anagement Science*, 42: 1082-1092.

20. Kohzadi, N., Boyd, M. S., Kaastra, I., Kermanshahi, B. S. and Scuse, D. 1995. Neural networks for forecasting: an introduction. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 43: 463-474.

21. Marcellinio, M., Stock, J. H. and Watson, M. W. 2006. A comparison of direct and indirect and iterated multi step AR methods for forecasting macroeconomic time series. *Journal of Econometrics*, 135: 499-526.

22. Pesaran, H.M. and Pesaran, B. 1994. Working with Microfit 4.0: an introduction to econometrics. Oxford University Press, Oxford.

23. Pindych, R. S. and Rubinfeld, D. L. 1998. A computer handbook using Eviews. Fourth Edition. McGraw Hill.

24. Tkacz, G. 2001. Neural network forecasting of Canadian GDP growth. *International Journal of Forecasting*, 17: 57-69.

25. Wu, S. H. 1995. Artificial neural networks in forecasting. Neural Networks World, 2. IDG VSP. PP: 199-220.

26. Wu, S. H. and Lu, R. P. 1993. Combining artificial neural networks and statistics for stock-market forecasting. 257-264.