

اقتصاد کشاورزی 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، به منظور بررسی تصادفی بودن متغیرها، از آزمون ناپارامتریک والد-ولفویترز 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیستم و یکم، شماره ۸۱

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 و گوساله، 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 شیر گاو 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 به گونه‌ای 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

#### انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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 فرآورده‌های دامی نتیجه یک فرایند سرمایه‌گذاری طولانی مدت هستند و ثبات شرایط فعالیت و به‌ویژه قیمت محصولات از اهمیت زیادی برخوردار 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 در مقایسه 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیستم و یکم، شماره ۸۱

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

یافته‌های مطالعه طراز کار (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.

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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 به دنبال 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 غیر رگرسیونی تقسیم‌بندی نمود. روشهای غیر رگرسیونی شامل روش میانگین ساده، روشهای میانگین متحرک و انواع روشهای تعدیل نمایی می‌باشد. روشهای رگرسیونی نیز به دو گروه علی و غیر علی تقسیم‌بندی می‌شود. از جمله روشهای رگرسیونی غیر علی، فرایند ARIMA<sup>۱</sup> و ARMA<sup>۲</sup> می‌باشند که کاربرد زیادی نیز دارند.

### الگوی خودرگرسیون میانگین متحرک (ARIMA)

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

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \theta_1 \epsilon_t - \theta_2 \epsilon_{t-1} - \theta_3 \epsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q} \quad (1)$$

که در آن  $y$  متغیر مورد نظر برای پیش‌بینی،  $\mu$  عرض از مبدأ،  $\theta$  جمله اخلاص،  $\phi$  و  $\theta$  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) به منظور انتخاب وقفه در پیش‌بینی سریهای ماهانه متغیرهای کلان اقتصاد آمریکا با به کارگیری الگوی اتورگرسو (AR) از چهار معیار استفاده نمود که شامل انتخاب وقفه ثابت ۴، انتخاب وقفه ثابت ۱۲، استفاده از معیار AIC و معیار BIC بوده است. به اعتقاد آنها در نمونه‌های کوچک استفاده از دو معیار AIC و BIC 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 (Pindyck and Rubinfeld., 1998) استفاده از ضرایب همبستگی جزئی را برای انتخاب وقفه یا مرتبه فرایند اتورگرسو مناسب عنوان کرد. آنها معتقدند پس از انتخاب وقفه مناسب قاعدتاً نباید ضریب همبستگی جزئی میان جملات اخلاص معنی‌دار باشد؛ به عبارت دیگر انتخاب وقفه براساس سایر معیارهای استفاده از ضرایب همبستگی می‌تواند به‌عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد. پسران و پسران (Pesaran and Pesaran., 1994) به منظور 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 خود همبستگی جزئی (PACF) است. این روش را در حالت کلی می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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.

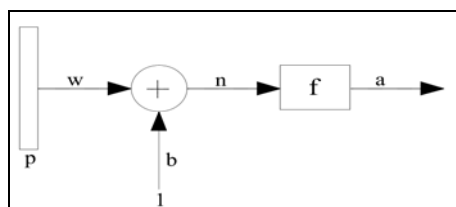
۲. در یک فرایند  $ARIMA(p,q)$ ، تابع خود همبستگی جزئی پس از وقفه  $q$  محو می‌شود.

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 اخلاص پس از برآورد فرایند موردنظر و نرمال بودن توزیع این جملات اخلاص استفاده نمود.

در این مطالعه به منظور 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.

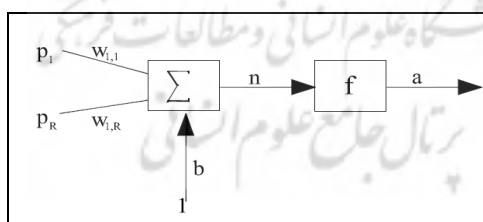


شکل ۱. مدل نرون تک‌ورودی

میزان تأثیر  $p$  روی  $a$  به وسیله 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. بدین ترتیب خروجی نرون به صورت معادله زیر است:

$$a = f(wp + b) \quad (2)$$

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  $\bar{P}()$  می‌باشند و با ماتریس وزن  $w$  و جمله اریب ( $b$ ) ورودی خالص را به صورت رابطه ۳ می‌سازند:



انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت ....

$$n = \sum_{i=1}^R P_i W_{1,i} + b = W \bar{p} + b \quad (3)$$

که در آن:

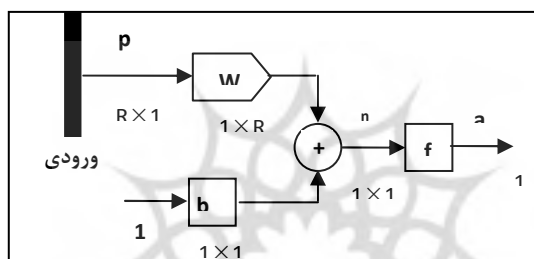
$$\bar{p} = [P_1, P_2, \dots, P_R]^T \quad W = [W_{1,1}, W_{1,2}, \dots, W_{1,R}]$$

و در نهایت خروجی نرون به صورت رابطه ۴ خواهد بود:

$$a = f(W\bar{p} + b) \quad (4)$$

یک مدل خلاصه شده نرون چندورودی را می‌توان به صورت 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  $\bar{p}$  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 به وجود می‌آورد. در این حالت خروجی یک مقدار عددی یا یک ماتریس  $1 \times 1$  است.

در این مطالعه شبکه مورد استفاده جهت پیش‌بینی سریهای مورد مطالعه شبکه پیش‌جلورونده<sup>۱</sup> 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

نرونهاي لايه 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 به منظور پیش‌بینی و داده‌های دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۲ به منظور آموزش مورد استفاده قرار گرفتند.

در این بررسی برای تعیین تعداد نرونهاي لايه ورودی که معادل مرتبه بردار خود رگرسیو در فرایند ARIMA است، ابتدا مرتبه این فرایند مشخص گردید. البته به منظور 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 علی 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 غیر پارامتریک هستند. یک روش غیر پارامتریک برای آزمون وجود نوسانات سیکلی، روش والد-ولفویتر است. این روش براساس علامتهای حاصل از اختلاف بین اعداد موجود در یک سری با میانه آن سری می‌باشد. اگر  $y_1, \dots, y_n$  یک سری  $n$  تایی و میانه آن  $y_m$  باشد، سری علامتهای جملات اخلاص ( $u_i = y_i - y_m$ ) مورد توجه خواهد بود. بر این اساس یک دوره، مشاهداتی از جملات اخلاص را در بر می‌گیرد که دارای علامت مشابه هستند. تعداد دوره موجود در یک سری کاملاً تصادفی به صورت  $E(D) = 1 + 2 \times p \cdot \phi / n$  محاسبه می‌گردد (Day, 1965). در این رابطه  $p$  تعداد مثبتها،  $\phi$  تعداد منفیها،  $n$  تعداد نمونه و  $E(D)$  تعداد دوره

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....  
موجود در یک سری کاملاً تصادفی می‌باشد. واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری کاملاً

تصادفی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma_D^2 = \frac{2p\phi[2p\phi - n]}{n^2(n-1)} \quad (5)$$

در رابطه فوق  $\sigma_D^2$  واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری کاملاً تصادفی است. تابع آزمون به صورت نرمال با میانگین  $E(D)$  و واریانس  $\sigma_D^2$  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<sup>۱</sup> می‌گویند و سری دوم را که برای آزمون مدل به کار 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 به عنوان بهترین مدل پیش‌بینی انتخاب می‌گردد. در این بررسی نیز از معیار یاد شده استفاده گردید. این معیار به صورت زیر است:

$$RMSE = \sqrt{\left(\sum_{i=T}^{T+h} (\hat{y}_i - y_i)^2\right) / h} \quad (6)$$

که در آن  $\hat{y}_i$  و  $y_i$  به ترتیب مقادیر پیش‌بینی شده 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیستم و یکم، شماره ۸۱

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 به صورت زیر تعریف می‌شوند (Eviews Inc., 2004):

$$MAPE = \left( \sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{|\hat{y}_t - y_t|}{y_t} \right) / h \quad (7)$$

$$TIC = \left[ \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2} / h \right] / \left[ \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t)^2} / h + \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} (y_t)^2} / h \right] \quad (8)$$

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 و گوساله، 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 افزارهای Eviews و MATLAB بهره گرفته شد.

## نتایج و بحث

بر اساس 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 معنی‌داری 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 نایستا 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.

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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  $\chi^2$  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 آماره محاسباتی بیشتر از آماره جدول می‌باشند و لذا تمامی آنها در سطوح معنی داری یاد شده رفتار غیر تصادفی دارند؛ بنابراین، پیش‌بینی برای تمامی سریهای تحت بررسی صورت گرفت.

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

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در ادامه نیز نتایج حاصل از پیش‌بینی با استفاده از مدل‌های ارائه شده در بخش روش تحقیق آمده است. به منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی الگوهای ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی از معیار ریشه میانگین مجذور خطاهای پیش‌بینی (RMSE) استفاده گردید. همچنین شاخص نابرابری تیل به منظور 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 و گوساله 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 و گوساله، 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.

#### انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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 حالی که در مورد دو سری قیمت واقعی پشم گوسفند و شیر این خطا به مراتب بالاتر است. به‌طور کلی 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 برخوردار 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیستم و یکم، شماره ۸۱

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	موتبه فرایند ARIMA	RMSE	مقادیر سال ۱۳۸۳			مقادیر سال ۱۳۸۴		
			حقیقی	پیش‌بینی	خطا (%)	حقیقی	پیش‌بینی	خطا (%)
قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله	(۱،۱،۱)	۲۸۴۱۶۰۷	۳۱۷۲۱۴۱۰	۳۲۱۷۷۲۵۵	۱/۴۴	۳۴۳۸۱۷۹۷۵	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 و گوساله	(۲،۰،۲)	۱۴۷۲۶۴۷	۳۶۴۷۹۶۲۲	۳۸۵۴۷۵۳۱	۵/۶۷	۳۴۳۸۱۷۹۷۵	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	(۱،۰،۱ و ۵)	۳۸۸۱۳۴	۲۱۲۱۳۶۰	۲۵۴۰۶۸۵	۱۹/۷۷	۲۰۹۳۶۰۰	۲۴۴۷۸۰۸	۱۶/۹۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق



#### انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیستم و یکم، شماره ۸۱

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

ARIMA

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

### 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 مقادیر خطای به دست آمده برای سال ۱۳۸۴ با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی نیز حاکی است که همانند روش ARIMA مقادیر خطای پیش‌بینی در سال ۱۳۸۴ در مقایسه با سال ۱۳۸۳ برای اغلب سریها افزایش یافته است به این ترتیب که در مورد سریهای اسمی، خطای پیش‌بینی یا به‌طور محسوسی تغییر نیافته و یا اینکه در مقایسه با سال 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 بوده است در حالی که در مورد پیش‌بینی‌های سال ۱۳۸۳ امکان چنین قیاس تلویحی مبنی بر برتری در مورد سریهای واقعی در مقایسه با سریهای اسمی وجود ندارد.

مقایسه خطای پیش‌بینی سریهای اسمی سال ۱۳۸۴ برای دو روش حاکی از برتری پیش‌بینی‌های ارائه شده در روش ARIMA می‌باشد به این ترتیب که برای سال ۱۳۸۴ خطای پیش‌بینی به جز در مورد سری قیمت اسمی شیر که برای دو روش مشابه است، در مورد سایر سریها برای روش ARIMA کمتر است. در مورد سریهای قیمت واقعی سال ۱۳۸۴ شرایط به گونه دیگری است و می‌توان گفت که در مجموع، پیش‌بینی‌های ارائه شده با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی، در مقایسه با الگوی ARIMA بهتر است به این ترتیب که از میان ۴ سری قیمت واقعی در مورد دو سری قیمت واقعی پشم گوسفند و قیمت واقعی شیر، که خطای پیش‌بینی روش ARIMA بالاست، در روش شبکه عصبی مصنوعی این خطا به‌طور محسوسی کاهش یافته است؛ در حالی که خطای پیش‌بینی در روش ARIMA تنها در مورد سری قیمت واقعی گوشت گوساله و گاو در مقایسه با روش شبکه عصبی مصنوعی دارای خطای پایین‌تر است. در مورد سری قیمت واقعی گوشت گوسفند نیز خطای پیش‌بینی برای هر دو روش مشابه یکدیگر است. بنابراین در سال ۱۳۸۴ نیز می‌توان گفت برای سریهای قیمت واقعی، روش شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی‌های بهتری ارائه کرده است.

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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

مقادیر سال ۱۳۸۴			مقادیر سال ۱۳۸۳			RMSE	متغیر
خطا (%)	پیش‌بینی	واقعی	خطا (%)	پیش‌بینی	واقعی		
۱۲/۳۴	۳۸۶۳۰۰۰۰	۳۴۳۸۷۹۷۵	۲/۱۷	۳۲۴۱۰۰۰۰	۳۱۷۲۱۴۱۰	۳۰۳۸۸۲۶	قیمت اسمی گوشت گاو و گوساله
۱۴/۹۱	۴۸۳۳۰۰۰۰	۴۲۰۵۸۹۴۳	۳/۸۷	۴۰۳۰۰۰۰۰	۳۸۷۹۷۵۴۴	۲۴۹۸۱۰۷۶	قیمت اسمی گوشت گوسفند
۱۰/۰۷	۵۰۸۹۰۰۰۰	۵۶۵۹۱۰۰	۳/۷۵	۴۶۶۸۰۰۰	۴۸۵۰۰۰۰	۴۲۳۱۶۵	قیمت اسمی پشم گوسفند
۶/۱۹	۱۹۶۴۰۰۰	۲۰۹۳۶۰۰	۶/۱۱	۱۷۳۲۰۰۰	۱۸۴۴۶۶۱	۱۲۱۴۲۶	قیمت اسمی شیر
۱۹/۷۲	۴۱۱۷۰۰۰۰	۳۴۳۸۷۹۷۵	۱۱/۰۵	۴۰۵۱۰۰۰۰	۳۶۴۷۹۶۲۲	۵۵۷۸۵۲۲	قیمت واقعی گوشت گاو و گوساله
۱۹/۱۴	۵۰۱۱۰۰۰۰	۴۲۰۵۸۹۴۳	۱۰/۱۱	۴۹۱۳۰۰۰۰	۴۴۶۱۷۱۷۵	۶۵۲۶۲۹۷	قیمت واقعی گوشت گوسفند
۷/۱۰	۶۰۶۱۰۰۰	۵۶۵۹۱۰۰	۱۱/۸۴	۶۲۳۸۰۰۰	۵۵۷۷۵۰۰	۵۴۶۷۱۰	قیمت واقعی پشم گوسفند
۲/۳۱	۲۱۴۲۰۰۰	۲۰۹۳۶۰۰	۲/۳۹	۲۱۷۲۰۰۰	۲۱۲۱۳۶۰	۴۹۵۳۳	قیمت واقعی شیر

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همانند الگوی ARIMA، در این 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 ۴/۱۰-۷/۱۵ قرار دارد. در مورد سریهای اسمی پیش‌بینی شده با استفاده از روش ARIMA میان دو سال از نظر پراکندگی تفاوت چندانی دیده نشد. به‌طور کلی 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 برآورد 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 برآورد 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 برآوردها حاکی از کاهش قیمت واقعی در دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ نسبت به دوره گذشته آنها بوده است. البته به‌طور کلی برای اغلب سریهای مورد بررسی، هر دو روش قائل به کاهش قیمت واقعی در افتهای مورد بررسی هستند که میزان کاهش براساس پیش‌بینی‌های

انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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

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

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 به وسیله

شاخص قیمت مصرف کننده که در مورد اقتصاد ایران دارای روند صعودی می باشد 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 به‌طور کلی پایین‌تر از مقادیر آنها برای سری‌های قیمت اسمی می‌باشد به گونه‌ای که حتی از میان ۱۶ مورد پیش‌بینی با استفاده از دو روش، دو پیش‌بینی 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.



انتخاب الگوی پیش‌بینی قیمت .....

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

مصنوعی

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

## نتیجه گیری 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 حائز اهمیت 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 افزایش خطای پیش‌بینی شده است. به‌طور کلی 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 پیشنهادها 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.

۱. آذر، ع. و افسر، ا. ۱۳۸۵. مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با رویکرد شبکه عصبی فازی. فصلنامه پژوهش‌های بازرگانی، شماره ۴:۵۲-۳۳.
۲. آقاعباسی، ن. ۱۳۷۹. بررسی امکانات القوه و بالفعل جهت خودبسندهی 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.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیستم و یکم، شماره ۸۱

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 جهاد کشاورزی. 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. Applied econometrics time series, John Wiley and Sons, Inc.
17. Eviews Inc. 2004. Eviews 5 user's guide, quantitative 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. *Management 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. Pindyck, 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.