پیش بینی قیمت خرده‌فروشی و عمده‌فروشی ماهی قزل آلا با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مدل ARMA

سید ابوالقاسم مرتضوی*[۱]، سعید حسنلو[۱]، اعلائی بروجنی[۱]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۴/۲۷

چکیده

توجه به ثبات نسبی و پیش‌بینی قیمت، می‌تواند نقش مهمی در کنترل ناپایداری قیمت‌ها و درنهایت کاهش ریسک بازار داشته باشد. در موضوع پیش‌بینی، مهم‌ترین بخش مقایسه‌ی روش‌های مختلف است. در این پژوهش با مقایسه‌ی قدرت پیش‌بینی دو روشARMA و شبکه‌ی عصبی مصنوعی و با انتخاب روش بهتر، قیمت‌های هفتگی خرده‌فروشی و عمده‌فروشی ماهی قزل‌آلا پیش‌بینی می‌شود. در این مطالعه از شبکه‌ی پیش‌خور که از نوع شبکه‌های پس انتشار (Back Propagation) است، استفاده می‌شود. داده‌های مورد استفاده در مطالعه شامل قیمت‌های هفته‌ی اول فروردین ۱۳۸۸ تا هفته‌ی آخر شهریور ۱۳۹۰ می‌باشد. قبل از استفاده از روش‌های پیش‌بینی تصادفی یا غیرتصادفی بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس آزمون‌های تصادفی بودن والد-ولفویتز، والیس-مور و دوربین-واتسون هر دو سری قیمت غیرتصادفی و قابل پیش‌بینی هستند. بر اساس آزمون ایستایی داده‌ها (دیکی-فولر تعمیم یافته) سری‌ها در سطح ایستا می‌باشند. نتایج پیش‌بینی نشان می‌دهد که مدل ARMA در مقایسه با مدل شبکه عصبی مصنوعی، بر اساس چهار معیار ارزیابی دقت پیش‌بینی، میزان خطای کمتری دارد در نتیجه قدرت بالاتری در پیش‌بینی قیمت ماهی قزل‌آلا دارد. در مدل شبکه عصبی ۸۰٪ داده‌ها برای آموزش شبکه و ۲۰٪ برای داده‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. نتایج آزمون برابری دقت دو روش (MGN) نشان می‌دهد مدل ARMA در پیش‌بینی قیمت خرده‌فروشی و قیمت عمده‌فروشی نیز به طور معنی‌داری بهتر از مدل شبکه عصبی است.

طبقه‌بندی *JEL*: *E27, P25, Q18*

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی، شبکه عصبی مصنوعی، ماهی قزل آلا، قیمت، ARMA.

۱- به‌ترتیب استادیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: samortazavi@modares.ac.ir

پیشگفتار

کشاورزی از فعالیت‌هایی است که همواره با ریسک مواجه است. منابع ریسک در کشاورزی عبارتند از ریسک تولید یا عملکرد، ریسک قیمت بازار و ریسک ناشی از سیاست‌های دولت. البته در کشورهای در حال توسعه، دو منبع اول ریسک یعنی ریسک تولید و عملکرد بیشتر مشاهده می‌شود. از بین دو منبع یاد شده یکی از موارد مهم این است که احتمال دارد نوسان کوتاه مدت تولید در قیمت متبلور شود، در حالی که تأثیرگذاری قیمت بر تولید مستلزم زمان بیشتری است (دشتی و محمدی، ۱۳۸۹). توجه به ثبات نسبی قیمت‌ها و پیش بینی قیمت می‌تواند نقش مهمی در تنظیم سیاست گذاری‌ها برای کنترل ناپایداری قیمت‌ها و در نهایت کاهش ریسک بازار داشته باشد (طیبی و همکاران، ۱۳۸۸). ضرورت دستیابی به پیش بینی‌های دقیق‌تر منجر به پیشرفت روش‌های مورد استفاده شده است. به طوری که در موضوع پیش بینی مهم‌ترین بخش مقایسه روش‌های مختلف است (دشتی و محمدی، ۱۳۸۹). امروزه در موضوعات اقتصادی-بازرگانی، پیش بینی به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه های علمی مطرح شده است و روز به روز توسعه و پیشرفت دارد. مدیران بخش‌های مختلف اقتصادی و بازرگانی، به دلیل وجود انبوه متغیرهای تأثیرگذار ترجیح می‌دهند مکانیزمی را در اختیار داشته باشند که بتواند آن‌ها را در امور تصمیم گیری یاری و مشاوره دهد، به همین دلیل سعی در روی آوردن به روش‌هایی در پیش بینی دارند که به واسطه آن‌ها تخمین‌ها به واقعیت نزدیک‌تر و خطا بسیار کم باشد. توجه به روش‌های نوین در پیش بینی (از قبیل روش شبکه های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های فازی) سبب ایجاد چالش‌های دیگری در علم پیش بینی شده است. در مطالعات مختلف انجام شده در موضوعات مالی و بازرگانی این روش‌ها جواب‌های متعددی داده‌اند (سام دلیری، ۱۳۸۴). روش‌های پیش بینی آماری معمول را می‌توان به مدل‌های رگرسیون خطی و مدل سری‌های زمانی تقسیم کرد. در مدل رگرسیونی ساده یا چندگانه ارتباط میان متغیرهای مستقل مدل سازی می‌شود، و پارامترها بر اساس مقادیر گذشته این متغیرها تخمین زده می‌شوند. در حقیقت مدل‌های رگرسیونی آماری یک محدودیت مهم دارند، قیمت محصولات کشاورزی از چندین عامل تأثیر می‌پذیرد که هر کدام ارتباط درونی پیچیده ای دارند. در مدل‌های رگرسیونی فرض می‌شود که متغیرهای توضیحی و متغیر وابسته ارتباط خطی دارند. اطلاعات قیمت محصولات کشاورزی در دنیای واقعی، نشان دهندهٔ آن است که تغییرات بازار اغلب به طور ذاتی غیرخطی هستند. اخیراً استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی متعدد، در مدل سازی روابط غیرخطی پیچیده میان قیمت بازار و تعیین عواملی مثل متغیرهای فصلی و هواشناسی، تعطیلات، سلامت مواد غذایی و دیگر موارد ضروری گزارش شده است (لی و همکاران، ۲۰۱۰).

در سال‌های اخیر با توجه به گسترش استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی این روش همواره با روش‌های دیگر پیش بینی مورد مقایسه قرار گرفته است. به طور کلی روش شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با روش‌های رگرسیونی عملکرد بهتری را نشان می‌دهد (دشتی و محمدی، ۱۳۸۹). پیش بینی کوتاه مدت قیمت برای محصولات کشاورزی موضوعی است که مطالعات وسیعی در قرن ۲۱ بر روی آن انجام شده است (لی و همکاران، ۲۰۱۰).

شیلات و ماهیگیری یکی از زیر بخش‌های منابع طبیعی بوده که می‌تواند نقش مؤثری در رشد اقتصادی کشورها داشته باشد. تولید جهانی آبزیان در دهه های اخیر رشد چشمگیری داشته است که این امر مرهون توسعه فعالیت‌های آبزی پروری می‌باشد. توسعه آبزی پروری علاوه بر تأمین غذا برای جمعیت رو به رشد و ایجاد شغل و درآمد برای بهره برداران، در تأمین بخشی از درآمدهای ارزی نیز نقش مهمی ایفا می‌کند (شمس‌الدین‌وندی و همکاران، ۱۳۸۶). واحدهای پرورش آبزیان نیز به عنوان واحدهای تولیدی و اقتصادی با انواع ریسک‌ها مواجه هستند که ریسک قیمت بازار یکی از آن‌ها است. به دلیل گسترش مزارع پرورش ماهی در کشور و ایجاد اشتغال در بخش شیلات، حمایت از شاغلین این بخش بیش از پیش ضروری می‌نماید. همچنین با وجود مطالعات زیاد صورت گرفته در زمینه پیش بینی قیمت محصولات کشاورزی، تحقیقی در خصوص پیش بینی قیمت در بخش شیلات صورت نگرفته است؛ لذا در این پژوهش سعی می‌شود با مقایسه قدرت پیش بینی دو روش ARMA و شبکه عصبی مصنوعی و با انتخاب روش بهتر، اقدام به پیش بینی قیمت ماهی قزل آلا نمود تا بتوان بخشی از ریسک ناشی از عدم قطعیت قیمت را از بین برد.

پیشینه‌ی تحقیق

در زمینهٔ پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی و سایر کالاها تا به امروز مطالعات زیادی صورت گرفته است؛ که چند مورد از آنها در جدول (۱) خلاصه شده است.

همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود اکثر مطالعات برای پیش‌بینی قیمت از چند روش استفاده کرده‌اند. آنچه که در این پژوهش‌ها مشاهده می‌شود این است که در اکثر آنها از روش‌های هوش مصنوعی به عنوان یک روش آلترناتیو در کنار روش‌های آماری و اقتصادسنجی استفاده شده است. نتایج این پژوهش‌ها بیانگر آن است که روش‌های هوش مصنوعی در برخی از موارد در پیش‌بینی قیمت بهتر از روش‌های آماری و اقتصادسنجی می‌باشند. ولی بر اساس نتایج حاصل از این مطالعات نمی‌توان به طور قطعی در خصوص برتری یک روش خاص نسبت به روش‌های دیگر مورد استفاده، اطمینان حاصل کرد.

با توجه به موارد بالا و اهمیت پیش بینی متغیرها به روش‌های مختلف، در مطالعه حاضر قیمت‌های خرده فروشی و عمده فروشی ماهی قزل آلا در ایران برای هفته اول مهرماه تا هفته آخر اسفندماه سال ۱۳۹۰ به صورت هفتگی پیش‌بینی شده است.

مواد و روش‌ها

الگوهای پیش بینی به دو دسته کلی پارامتری و غیر پارامتری تقسیم بندی می‌شوند. الگوهای غیر پارامتری بر اساس این نظریه شکل گرفته‌اند که رفتار یک متغیر اقتصادی به گونه‌ای در طول زمان تکرار می‌شود. بنابراین با استفاده از رفتار گذشته متغیر می‌توان به رفتار آینده آن پی برد. مهم‌ترین الگوهای غیر پارامتری شامل الگوی میانگین متحرک و الگوی تعدیل نمایی می‌باشد. علاوه بر این، در سال‌های اخیر الگوهای دیگری نیز برای پیش بینی متغیرهای اقتصادی به کار گرفته شده که به الگوهای شبکه عصبی مصنوعی موسومند که به لحاظ فنی جزو روش‌های غیر پارامتری می‌باشند (سلامی و جهانگرد، ۱۳۸۸. به نقل از کارتاپولوس، ۱۳۸۱).

الگوهای پارامتری خود بر اساس نوع روابط بین متغیرها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. بسلر و برانت (Bessler and Brant, 1979) این الگوها را در حالت کلی به دو دسته ساختاری و غیر ساختاری تقسیم‌بندی کرده‌اند. الگوهای ساختاری بر اساس نظریه های اقتصادی شکل گرفته‌اند و مبتنی بر روابط بین متغیر های اقتصادی هستند. در این الگوها با استفاده از پارامترهای برآورد شده، وضع موجود تبیین می‌شود و بر اساس آن پیش بینی مقادیر آتی متغیر وابسته صورت می‌گیرد. از آنجا که این روش بر پایه نظریات اقتصادی شکل گرفته است، روش تئوریک پیش بینی نیز نامیده می‌شود. در مقابل، الگوهای غیر ساختاری اغلب رفتار گذشته متغیر را مبنای پیش بینی آینده قرار می‌دهند به طور کلی در الگوهای سری زمانی به جای اینکه بر مبانی نظری برای بررسی رفتار متغیرهای اقتصادی تأکید شود، عقیده بر آن است که ماهیت رفتاری متغیرها باید از درون خود مشاهدات استنتاج شود. الگوهای سری زمانی مجموعه ای از الگوهاست که شامل دو دسته کلی الگوهای تک متغیره و الگوهای چند متغیره می‌باشد. الگوهای خود توضیح (AR)، میانگین متحرک (MA) و الگوی خود توضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA)، از جمله مهم‌ترین الگوهای تک متغیره و الگوهای خود توضیح با وقفه توزیعی (ARDL)، خود توضیح برداری (VAR) و تصحیح خطای برداری (VECM) در گروه الگوهای چند متغیره قرار دارند (سلامی و جهانگرد، ۱۳۸۸).

در الگوهای سری زمانی تک متغیره، رفتار آینده متغیر بر اساس رفتار گذشته آن الگوسازی و فرض می‌شود که برای پیش‌بینی رفتار متغیر مورد نظر نیاز به اطلاعاتی به غیر از اطلاعات موجود در خود این سری نیست. بنابراین برخلاف الگوهای ساختاری، که متغیر وابسته با استفاده از متغیرهای

توضیحی، توضیح داده می‌شود، در این الگوها متغیر وابسته با استفاده از مقادیر گذشتهٔ خود و جملهٔ اخلال توضیح داده می‌شود (سلامی و جهانگرد، ۱۳۸۸. به نقل از نلسون، ۱۹۷۳).

در ادامه به توضیح مبانی نظری، الگوی تک متغیره (ARIMA) و شبکه عصبی مصنوعی که در این تحقیق از آن‌ها بهره گرفته شده است پرداخته می‌شود.

فرایند خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته[1](ARIMA)

در صورتی که سری زمانی دارای ویژگی‌های هر دو فرآیند (AR) و (MA) باشد، آن را فرآیند ARMA(p,q) گویند که شامل p مرتبه جمله خود رگرسیون و q مرتبه جمله میانگین متحرک است (به عبارت دیگر شامل p مرتبه جمله با وقفه از متغیر مورد بررسی و q مرتبه جمله اخلال است). در صورتی که سری غیر ساکن باشد و پس از d مرتبه تفاضل گیری مرتبه اول ساکن شود و سپس با فرآیند ARMA(p , q) مدل‌سازی شود، در این حالت سری زمانی اصلی، سری زمانی خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته ARIMA (p,d,q)می‌باشد. که در آن p تعداد جملات خود رگرسیون و d تعداد دفعات تفاضل گیری مرتبه اول برای ساکن شدن سری زمانی و q تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشد. معمولاً برای شناسایی و تخمین فرآیندهای ARIMA از متدولوژی باکس-جنکینز (BJ) که شامل چهار مرحله تشخیص، تخمین، کنترل تشخیصی و پیش‌بینی است استفاده می‌شود (گجراتی، ۱۳۸۵). مدل عمومی فرآیند ARIMA به صورت زیر است.

$$Y_t = \Theta + \alpha_1 Y_{t-1} + ... + \alpha_p Y_{t-p} + \beta_0 U_t + ... + \beta_q U_{t-q} \quad (۱)$$

که در آن Y در زمان t تابع جزء عرض از مبدأ، p مرتبه فرآیند خود رگرسیون و q مرتبه فرآیند میانگین متحرک است.

در این مطالعه به منظور تعیین وقفه مناسب از نمودار خود همبستگی (ACF) و خود همبستگی جزئی (PACF) استفاده می‌شود. همچنین برای بازبینی و کنترل تشخیصی از معیارهای آکایک (AIC) و شوارتز (SC) بر اساس کمترین مقدار این ضابطه‌ها بهره گرفته می‌شود.

روش شبکه عصبی مصنوعی[2](ANN)

شبکه عصبی مصنوعی یک مدل ریاضی یا محاسباتی است که سعی دارد جنبه‌های عملکردی یا ساختاری شبکه‌های عصبی بیولوژیکی را شبیه‌سازی کند. شبکه‌های عصبی مدرن ابزارهای مدل‌سازی اطلاعات آماری غیر خطی می‌باشند. آن‌ها معمولاً برای یافتن الگو در داده‌ها یا مدل‌سازی روابط پیچیده میان ورودی‌ها و خروجی‌ها به کار برده می‌شوند (لی و همکاران، ۲۰۱۰).

1- Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)
1- Artificial Neural Network

شبکه‌های عصبی با توجه به مسیر جریان اطلاعات به دو دسته طبقه بندی می‌شوند. در صورتی که اتصالات در یک مسیر، از ورودی به خروجی، جریان داشته باشند در این حالت به آن شبکه‌ی عصبی پیش خور گویند. اما اگر اتصالات در هر دو مسیر با حلقه‌هایی در شبکه جریان داشته باشند، به آن‌ها شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN[1]) می‌گویند که شبکه‌هایی پویا هستند و وضعیت آن‌ها تا زمان رسیدن به یک نقطه‌ی تعادل دائماً در حال تغییر است. در این نوع شبکه‌ها، برگشت به نرون‌های ورودی می‌تواند از نرون مخفی و یا از نرون های خروجی صورت گیرد (طیبی و همکاران، ۱۳۸۸؛ به نقل از المان، ۱۹۸۸ و جردن، ۱۹۸۶).

شبکه عصبی پیش‌خور یکی از انواع شبکه‌های عصبی است که در آن ارتباط میان واحدها به شکل حلقه‌های مستقیم نیست. در این شبکه اطلاعات فقط در یک جهت (رو به جلو) از نرون‌های ورودی از طریق نرون‌های پنهان (در صورت وجود) به نرون‌های خروجی حرکت می‌کنند یعنی چرخه یا حلقه‌ای در شبکه وجود ندارد. در حال حاضر شبکه عصبی پیش‌خور محبوبیت بیشتری دارد و به طور گسترده در کارهای عملی زیادی برای مدل‌سازی استفاده می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۱۰). شبکه‌های پیش‌خور اغلب یک یا چند لایه مخفی از نرون‌های (Sigmoid) می‌باشند و از یک لایه پایانی خطی استفاده می‌کنند. شبکه‌های چند لایه از نرون‌ها با یک تابع انتقال غیرخطی به شبکه اجازه می‌دهد که توانایی یادگیری رابطه خطی و غیرخطی را بین ورودی‌ها و خروجی‌ها داشته باشد. لایه خروجی خطی به شبکه این امکان را می‌دهد که خروجی خارج از محدوده ۱+ و ۱- داشته باشد. البته در صورتی که به خروجی مثلاً در محدوده ۱ و ۰ نیاز باشد می‌توان از تابع (Logsig) در لایه خروجی خطی استفاده کرد (کیا، ۱۳۸۷). مراحل انجام پیش‌بینی با شبکه عصبی در شکل (۱) نشان داده شده است.

بر اساس شکل فوق مراحل پیش‌بینی شامل چهار مرحله به ترتیب زیر است:

گام اول: پیش پردازش داده‌ها[2]

زمانی که داده‌ها ضعیف یا ناکافی باشند برای مدل مناسب نیستند، در این حالت قبل از استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی داده‌های اولیه باید پیش‌پردازش شوند. در اینجا فقط نرمال‌سازی داده‌ها صورت می‌گیرد.

$$Y = \frac{x - mean}{\sigma} \qquad (۲)$$

Y داده نرمال شده، X داده اولیه، mean میانگین داده‌های اولیه و σ انحراف معیار داده‌های اولیه می‌باشد.

2- Recurrent Neural Network
1- Data Pre-processing

معمولاً داده‌های اولیه به دو قسمت تقسیم می شود، داده‌های نمونه (برای آموزش شبکه) و داده‌های اعتباری (برای ارزیابی شبکه). در این مطالعه ۸۰٪ داده‌ها برای آموزش شبکه عصبی و ۲۰٪ داده‌ها برای ارزیابی شبکه در نظر گرفته شد.

گام دوم: ایجاد شبکه عصبی

برای ایجاد شبکهٔ مورد نظر، در این مرحله تعداد لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی و همچنین تعداد نرون‌ها در هر لایه بر اساس اهداف تحقیق مشخص می‌گردد.

گام سوم: آموزش شبکه عصبی

در طول آموزش گام به گام شبکه، ابتدا باید مقدار دو پارامتر تعیین گردد: یکی میانگین مربعات خطا (MSE) که نشان‌دهندهٔ میانگین مربعات خطا میان خروجی شبکه و مقدار هدف و دیگری حداکثر تعداد دوره یادگیری شبکه برای توقف یادگیری، بدون توجه به اینکه (MSE) هدف به دست آمده است یا نه. حال می‌توان شبکه را با استفاده از داده‌های آموزشی مرحلهٔ اول آموزش داد. آموزش زمانی متوقف خواهد شد که (MSE) مورد نظر به دست آید یا حداکثر تعداد دورهٔ یادگیری به پایان رسیده باشد (لی و همکاران، ۲۰۱۰).

یکی از مشکلات موجود در آموزش شبکه‌های عصبی بیش برازش (Over Fitting) است. بدین معنی که پس از آموزش شبکه، خطا بر روی مجموعهٔ آموزشی به حداقل مقدار خود می‌رسد اما با ورود داده‌های جدید به شبکه خطا بسیار بالاست. در واقع شبکه بر روی داده‌های آموزشی احاطهٔ کامل می‌یابد اما نمی‌تواند در مقابل داده‌های جدید عکس‌العمل مناسب از خود نشان دهد. در اصطلاح گفته می‌شود شبکه عمومیت کافی ندارد. دو روش برای افزایش عمومیت شبکه وجود دارد: ۱- تنظیم (Regularization) که خود شامل دو روش الف- تابع کارایی اصلاح شده ب- تنظیم خودکار است. ۲- توقف زودرس (Early Stopping) (کیا، ۱۳۸۷). با توجه به اینکه یافتن نسبت کارایی بهینه در تابع کارایی اصلاح شده مشکل می‌باشد. و در روش تنظیم خودکار زمان بیشتری برای همگرایی نسبت به توقف زودرس نیاز است. برای بهبود عمومیت شبکه در این مطالعه از روش توقف زودرس (Early Stopping) بهره گرفته شده است. در این تکنیک داده‌های موجود به سه زیر مجموعه تقسیم می‌شود. زیر مجموعه اول همان آموزشی خواهد بود که برای محاسبه گرادیان و به روزرسانی وزن‌ها و بایاس‌ها از آن استفاده می‌شود. زیر مجموعه دوم زیر مجموعه معتبرسازی است که خطای این مجموعه در طول فرآیند آموزش برای نظارت بر روال آموزش استفاده می‌شود. زمانی که خطای معتبرسازی برای تعداد خاصی تکرارها افزایش یابد، آموزش متوقف می‌شود و مقدار وزن‌ها و بایاس‌ها با زمانی که این خطا حداقل بوده انطباق داده می‌شود. زیر مجموعه سوم

مجموعه آزمایشی می‌باشد که در طول فرآیند آموزش کاربردی ندارد و از آن برای مقایسه مدل‌های مختلف استفاده می‌شود (کیا، ۱۳۸۷).

گام چهارم: پیش‌بینی بر اساس شبکه آموزش دیده

در این مرحله از شبکه عصبی آموزش دیده برای پیش‌بینی مقادیر آینده متغیر مورد نظر استفاده می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۱۰). شکل (۲) مدل یک نرون با یک ورودی را نمایش می‌دهد.

در این مطالعه از شبکه پیش‌خور که از نوع شبکه‌های پس انتشار (Back Propagation) است استفاده می‌شود. تعداد لایه‌های پنهان در شبکه مورد نظر پنج است و برای آموزش شبکه از ۸۰٪ داده‌های ورودی استفاده می‌شود.

آزمون تصادفی بودن سری‌ها

در حالت کلی مدل‌های پیش بینی یا بر اساس روند گذشته بنا شده‌اند یا در آن‌ها متغیر علی وجود دارد. اما در صورتی می‌توان از مدل‌های پیش بینی فوق استفاده نمود که معیارهایی همچون روند زمانی، سیکل‌های کوتاه و بلندمدت در سری وجود داشته باشد؛ لذا قبل از استفاده از روش‌های پیش بینی باید تصادفی یا غیر تصادفی بودن داده‌ها را مورد بررسی قرار داد، چرا که اگر این داده‌ها تصادفی باشند، نمی‌توان از مدل‌های پیش‌بینی بر اساس روند گذشته استفاده نمود (طرازکار و نجفی، ۱۳۸۴). آزمون‌های مختلفی برای بررسی تصادفی بودن یک سری زمانی وجود دارد که می‌توان به روش‌های فن نیومن و دوربین-واتسون و آزمون‌های ناپارامتریک والد-ولفویتز و والیس مور اشاره کرد. در ادامه مبانی نظری برخی از این آزمون‌ها مورد بحث قرار گرفته است (دی، ۱۹۶۵).

آزمون والد-ولفویتز[1]

تئوری این آزمون توسط (Wald and Wolfowitz) و (Mood) بیان شده است. این روش بر اساس علامت‌های حاصل از اختلاف بین مشاهدات در سری و میانه آن سری می‌باشد. اگر $y_1, y_2, \ldots, y_N$ یک سری زمانی با N مشاهده و y_m میانه آن سری باشد. سری علامت‌های جملات اخلال یعنی، $Sgn\ u_1, Sgn\ u_2, \ldots, Sgn\ u_N$ مورد توجه خواهد بود که این سری از رابطه $u_i=y_i-y_m$, $i=1, 2, \ldots, N$ به دست می‌آید. یک دوره، دنباله‌ای با علامت‌های مشابه است. مثلاً سری **(- - + - + - - - + - + +)** شامل یک دنباله با دو مثبت، یک دنباله با یک منفی، یک دنباله با یک مثبت و الی آخر است (شامل ۱۰ دوره است). تعداد انتظاری کل دوره‌ها در یک سری کاملاً تصادفی از رابطه زیر به دست می‌آید.

1- Wald-Wolfowitz Test

$$E(D) = 1 + 2\frac{P.Q}{N} \quad (۳)$$

در این رابطه P تعداد انحراف‌های مثبت‌ها، Q تعداد انحراف‌های منفی‌ها، N تعداد مشاهدات سری و E(D) تعداد دوره موجود در یک سری کاملاً تصادفی می‌باشد. واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری کاملاً تصادفی به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\sigma_D^2 = \frac{2.P.Q\ [2.P.Q - N]}{N^2(N-1)} \quad (۴)$$

در رابطه فوق σ_D^2 واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری تصادفی می‌باشد. آزمون معنی‌داری بر اساس آماره توزیع نرمال با میانگین و واریانس صورت می‌گیرد:

$$Z = \frac{D - E(D)}{\sigma_D} \quad (۵)$$

برای آزمون فرض H_0 مبنی بر تصادفی بودن سری، مقدار Z محاسباتی با مقدار بحرانی جدول مقایسه می‌شود (دی، ۱۹۶۵).

آزمون والیس-مور[1]

این آزمون بر اساس علامت‌های حاصل از تفاضل مرتبه اول سری مورد نظر به قضاوت می‌پردازد. اگر سری مورد نظر به صورت $y_1, y_2, ..., y_N$ و تفاضل مرتبه اول آن به صورت $_i=y_{i+1}-y_i$, $i=1, 2, ..., N-1$ تعریف شود. سری زیر را داریم که :

$Sgn_1, Sgn_2, ..., Sgn_{N-1}$

$Sgn_i = -$ if $_i<0$

$Sgn_i = +$ if $_i>0$

دنباله حاصل از علامت‌های مشابه که برای توصیف ترتیب صعودی یا نزولی در سری اصلی $y_1, y_2, ..., y_N$ به کار می‌رود، دوره نامیده می‌شود. در یک سری تصادفی احتمال تجاوز یک مقدار مشخص از سری، از مقدار قبلی خود با افزایش طول دوره کاهش می‌یابد. بنابراین در یک سری تصادفی نباید دوره‌های زیادی با طول بزرگ و همچنین دوره‌های زیاد با هر طول یکسان را انتظار داشته باشیم. تعداد دوره هم علامت از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$U_k = \frac{2(k^2+3k+1)(N-k-2)}{(k+3)!} \quad (۶)$$

که در آن U_k تعداد دوره‌های انتظاری با طول k، بدون دورهٔ اول و آخر؛ و N تعداد مشاهدات است. آماره این آزمون از توزیع [2] پیروی می‌کند که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

1- Wallis-Moore Test

$$\chi_p^2 = \frac{(u_1 - U_1)^2}{U_1} + \frac{(u_2 - U_2)^2}{U_2} + \frac{(u_{>2} - U_{>2})^2}{U_{>2}} \quad (۷)$$

در اینجا $u_{>2}$ و $U_{>2}$ به ترتیب تعداد دورهٔ مشاهده شده و تعداد دورهٔ انتظاری با طول بیشتر از دو می‌باشند. ضروری و معقول است که همه تعداد دوره‌های انتظاری با طول بیشتر از دو را، برای تخمین χ^2 از رابطه زیر به دست آوریم.

$$U_{>2} = \sum_{k=3}^{N-3} U_k = \frac{4N - 21}{60} \quad (۸)$$

آماره مورد نظر در صورتی که کمتر از ۶/۳ باشد، تقریبا با $\frac{7}{6}\chi^2$ با درجه آزادی دو و در صورتی که بیشتر از ۶/۳ باشد با χ^2 و درجه آزادی ۲/۵ مقایسه می‌شود. فرض صفر در این آزمون تصادفی بودن سری مورد نظر است. برای شروع آزمون ابتدا باید تفاضل مرتبه اول سری مورد نظر برآورد گردد و سپس بر اساس علامت‌های مثبت و منفی حاصل از تفاضل مرتبه اول آمارهٔ مورد نظر محاسبه می‌شود (دی، ۱۹۶۵).

آزمون دوربین–واتسون[1]

یکی از روش‌های پارامتریک برای آزمون تصادفی بودن یک سری زمانی، آزمون دوربین -واتسون است. برای انجام این آزمون لگاریتم متغیر مورد بررسی بر روی متغیر زمان رگرس می‌شود. سپس وجود خود همبستگی مثبت درجه اول با استفاده از آماره دوربین-واتسون، مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرض تصادفی بودن سری در صورتی که وجود خود همبستگی ثابت شود، رد می‌گردد. البته زمانی می‌توان از این آزمون استفاده نمود که مشاهدات به طور تقریبی نرمال توزیع شده باشند (فرجزاده و شاه‌ولی، ۱۳۸۸). در مطالعه حاضر برای بررسی نرمال بودن مشاهدات از آزمون جارک -برا[2] استفاده شد. فرض صفر این آزمون مبنی بر نرمال بودن توزیع سری مورد بررسی است. آماره آزمون به صورت رابطه (۹) محاسبه می‌گردد.

$$JB = n\left[\frac{s^2}{6} + \frac{(k-3)^2}{24}\right] \quad (۹)$$

که در آن n اندازه نمونه، s چولگی و K کشیدگی می‌باشد (جارک و برا، ۱۹۸۷).

معیارهای انتخاب بهترین روش پیش‌بینی

معیارهای مختلفی، برای ارزیابی پیش‌بینی صورت گرفته بر اساس روش‌های مختلف وجود دارد. که در همه آن‌ها داده‌ها به دو گروه تقسیم می‌شود داده‌های گروه اول که آموزشی (در این مطالعه

1-Durbin-watson
2- Jarque-Bera

۱۰۰ داده) است برای پیش‌بینی داده‌های گروه دوم (نمونه پیش‌بینی،۲۰ داده) استفاده می‌شود. در تمام روش‌های پیش‌بینی، گروه اول برای انجام محاسبات و گروه دوم برای آزمون پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند (فرجزاده و شاه‌ولی، ۱۳۸۸). چند مورد از این معیارها در جدول شماره (۲) خلاصه شده است.

که در آنها فرض می‌شود که $j=T+1,T+2,\ldots,T+h$ نمونه پیش‌بینی؛ y_t و y_t به‌ترتیب مقدار واقعی و پیش‌بینی شده در دورهٔ t می‌باشند. دو معیار اول وابسته به مقیاس متغیر وابسته است. این معیارها باید برای اندازه‌گیری نسبی و مقایسه پیش‌بینی سری‌های یکسان با مدل‌های مختلف استفاده شوند. بر اساس این معیارها هر چه مقدار خطا کمتر باشد، قابلیت پیش‌بینی مدل بهتر خواهد بود. معیار میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) وابسته به مقیاس نمی‌باشد و با این معیار امکان مقایسه سری‌هایی که مقیاس متفاوتی دارند وجود دارد. ضریب نابرابری تایل همیشه بین صفر و یک قرار دارد که مقدار صفر نشان‌دهندهٔ پیش بینی کاملاً صحیح و بدون خطا است (هینمن و کوهلر، ۲۰۰۶ و بورکه، ۱۹۷۹).

روش‌های فوق از جمله روش‌های پرکاربرد برای ارزیابی دقت پیش‌بینی‌ها می‌باشند. ولی هیچ یک از روش‌های فوق نمی‌تواند برتری آماری یک روش را نسبت به روش دیگر بیان نماید. یکی از آزمون‌هایی که می‌تواند معنی‌دار بودن تفاوت روش‌های مختلف را بررسی نماید، آزمون مرگان-گرنجر-نیوبلد (MGN) (Morgan-Granger-Newbold) می‌باشد (تکاز، ۲۰۰۱). در این آزمون ابتدا خطای پیش‌بینی دو روش یعنی e_{it} و e_{jt} محاسبه می‌شود. سپس مجموع ($X_t=e_{it}+e_{jt}$) و تفاضل ($Z_t=e_{it}-e_{jt}$) خطای پیش‌بینی محاسبه می‌گردد. فرضیه صفر این آزمون برابری دقت پیش‌بینی دو روش، در برابر برتری روش اول می‌باشد. در صورتی پیش‌بینی‌ها دقت یکسانی دارند که همبستگی میان X_t و Z_t برابر صفر باشد. آماره آزمون (MGN) از رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود.

$$MGN = \frac{\hat{\rho}_{xz}}{\sqrt{\frac{1-\hat{\rho}_{xz}}{T-1}}} \qquad (۱۰)$$

که در آن ρ_{xz} ضریب همبستگی بین X_t و Z_t است. این آماره از توزیع (t) با درجه آزادی (T-1) پیروی می‌کند (دیبلد و ماریانو، ۱۹۹۵).

اطلاعات مورد نیاز مطالعه از سازمان شیلات ایران تهیه شده است، که شامل میانگین قیمت خرده‌فروشی و میانگین قیمت عمده‌فروشی ماهی قزل آلا در کل کشور از هفته اول فرودین ماه سال ۱۳۸۸ تا هفته چهارم شهریور ماه سال ۱۳۹۰ می‌باشد. هر سری ۱۲۰ داده را در بر می‌گیرد. که ابتدا ویژگی ایستایی داده‌ها با استفاده از آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته مورد بررسی قرار

گرفت، سپس آزمون‌های مختلف تصادفی بودن و نرمال بودن داده‌ها صورت گرفت. تمامی مراحل تحقیق با استفاده از نرم‌افزارهای Eviews 6، Matlab 7.5.0 و Excel2007 انجام شد.

بحث و نتایج

بررسی روند تغییرات هر دو سری قیمت خرده‌فروشی و قیمت عمده‌فروشی ماهی قزل‌آلا نشان می‌دهد که در طی دوره مورد مطالعه قیمت‌ها نوساناتی را از خود نشان می‌دهند، که در کل موجب افزایش هر دو قیمت خرده‌فروشی و عمده‌فروشی در طی دورهٔ مورد مطالعه شده است. استفاده از داده‌های سری زمانی در مطالعات مستلزم بررسی ایستایی سری می‌باشد؛ لذا ابتدا با استفاده از آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته ایستایی سری‌های قیمت خرده‌فروشی و عمده‌فروشی بررسی شد که نتایج آن در جدول (۳) خلاصه شده است. بر اساس نتایج حاصل از این آزمون هر دو سری مورد مطالعه، در سه سطح معنی‌داری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ ایستا می‌باشند.

از طرفی در قسمت مواد و روش‌ها بیان شد که باید قبل از استفاده از روش‌های پیش بینی، تصادفی یا غیر تصادفی بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گیرد. چون اگر داده‌ها تصادفی باشند، نمی‌توان از مدل‌های پیش بینی بر اساس روند گذشته استفاده نمود. بنابر این در مطالعه حاضر نیز قبل از انجام پیش‌بینی، تصادفی بودن سری‌ها با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک والد-ولفویتز، والیس-مور و آزمون پارامتریک دوربین-واتسون بررسی شد. لازم به ذکر است همان طور که قبلاً نیز گفته شد برای انجام آزمون دوربین-واتسون ابتدا باید نرمال بودن سری‌ها بررسی گردد. برای انجام این کار از آزمون نرمال بودن جارک-برا استفاده شده است. نتایج این آزمون‌ها در جداول ۴ الی ۷ خلاصه شده است. با توجه به نتایج حاصل از آزمون والد-ولفویتز جدول شماره (۴)، هردو سری مورد مطالعه در سه سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ غیر تصادفی می‌باشند.

نتایج آزمون والیس-مور در جدول (۵) نشان می‌دهد که سری قیمت خرده‌فروشی در سطح ۱٪ و ۵٪ تصادفی و فقط در سطح ۱۰٪ غیر تصادفی و قابل پیش‌بینی می‌باشد. در حالی که سری قیمت عمده‌فروشی در سطح ۱٪ تصادفی و در سطح ۵٪ و ۱۰٪ غیر تصادفی می‌باشد.

نتیجه آزمون نرمال بودن در جدول (۶) نشان می‌دهد که سری‌های مورد بررسی به طور نرمال توزیع شده‌اند و می‌توان از آزمون دوربین-واتسون استفاده کرد.

بررسی خود همبستگی مثبت درجه اول با استفاده از آزمون دوربین-واتسون در جدول (۷) نشان‌دهنده این است که هر دو سری قیمت خرده‌فروشی و عمده‌فروشی دارای خود همبستگی مثبت می‌باشند. بنابر این فرض تصادفی بودن سری‌ها رد می‌شود و هردو سری غیر تصادفی و قابل پیش‌بینی می‌باشند.

الگوی ARMA و الگوی شبکه عصبی مصنوعی

پس از مشخص شدن ایستایی سری‌های مورد مطالعه با استفاده نمودار خود همبستگی (ACF) و خود همبستگی جزئی (PACF) تعداد وقفه مناسب برای تخمین الگو مشخص گردید. برای بازبینی و کنترل تشخیصی از معیارهای آکایک (AIC) و شوارتز (SC) بر اساس کمترین مقدار این معیارها استفاده شد. نتایج حاصل از تخمین فرآیند ARMA برای سری‌های خرده‌فروشی و عمده‌فروشی ماهی قزل آلا در جدول (۸) خلاصه شده است. نتایج نشان می‌دهد که هر دو سری از فرآیند ARMA(4,2) پیروی می‌کنند.

برای طراحی و آموزش شبکه عصبی، ۸۰٪ داده‌ها برای آموزش و ۲۰٪ داده‌ها برای ارزیابی شبکه در نظر گرفته شد. همچنین حداکثر تعداد تکرار ۱۰۰۰ دور در نظر گرفته شده است. آموزش شبکه با افزایش خطا بر اساس روش توقف زودرس متوقف می‌شود (برای افزایش عمومیت شبکه). در این مطالعه شبکه عصبی پیش‌خور با یک لایه ورودی و پنج لایه مخفی بر اساس آزمون و خطا طراحی شد. در لایه مخفی از نرون‌های (Sigmoid) استفاده شده است.

پس از تخمین فرآیندهای ARMA و همچنین آموزش شبکه عصبی مصنوعی پیش‌خور، داده‌ها به دو قسمت تقسیم شد. مجموعه اول شامل ۱۰۰ داده برای آموزش و مجموعه دوم شامل ۲۰ داده برای پیش‌بینی درون نمونه‌ای و ارزیابی دقت دو روش استفاده شد.

در جدول (۹) و (۱۰) نتایج حاصل از ارزیابی دقت پیش‌بینی برای دو سری قیمت خرده‌فروشی و عمده‌فروشی با روش‌های ARMA و شبکه عصبی مصنوعی آمده است.

این نتایج نشان می‌دهد که مدل ARMA(4,2) در مقایسه با مدل شبکه عصبی مصنوعی، بر اساس هر چهار معیار ارزیابی دقت پیش‌بینی، میزان خطای کمتری دارد در نتیجه قدرت بالاتری در پیش‌بینی قیمت ماهی قزل آلا دارد. نتایج آزمون برابری دقت دو روش، (MGN) در جدول (۱۱) نشان می‌دهد در سطح خطای ۱۰٪ (با اطمینان ۹۰٪) مدل ARMA در پیش‌بینی قیمت خرده‌فروشی به طور معنی‌داری بهتر از مدل شبکه عصبی است. همچنین مدل ARMA در سطح خطای ۵٪ (با اطمینان ۹۵٪) در پیش‌بینی قیمت عمده‌فروشی نیز به طور معنی‌داری بهتر از مدل شبکه عصبی است.

پیش بینی خارج از نمونه

با توجه به اینکه فرآیند (ARMA) بر اساس معیارهای ارزیابی خطا دارای دقت پیش‌بینی بالاتری در مقایسه با مدل شبکه عصبی است، بنابر این برای پیش‌بینی خارج از نمونه (هفته اول مهرماه ۱۳۹۰ تا هفته آخر اسفندماه ۱۳۹۰) از روش (ARMA) بهره گرفته شد که نتایج حاصل از این پیش‌بینی برای قیمت‌های خرده‌فروشی و عمده‌فروشی در جدول (۱۲) نشان داده شده است.

پیش‌بینی نشان می‌دهد که قیمت خرده‌فروشی و عمده‌فروشی ماهی قزل آلا از اول مهرماه سال ۱۳۹۰ تا آخر اسفندماه همین سال حدود ۲٪ افزایش خواهد یافت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از ریسک‌هایی که واحدهای پرورش آبزیان با آن مواجه هستند، ریسک قیمت بازار می‌باشد. در این پژوهش برای کاهش بخشی از ریسک ناشی از عدم قطعیت قیمت، قیمت‌های هفتگی خرده‌فروشی و عمده‌فروشی ماهی قزل‌آلا پیش بینی گردید. برای این کار از دو روش ARMA و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. قبل از استفاده از روشهای پیش بینی تصادفی یا غیرتصادفی بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس آزمون‌های والد-ولفویتز، والیس-مور و دوربین-واتسون مشخص گردید که هر دو سری قیمت غیرتصادفی و قابل پیش‌بینی هستند و می‌توان از آنها برای پیش‌بینی مقادیر آتی استفاده کرد. همان طور که در قسمت قبل بیان شد، نتایج پیش‌بینی دو روش بر اساس چهار معیار ارزیابی دقت پیش‌بینی، مقایسه گردید و مشخص شد که مدل ARMA میزان خطای کمتری و در نتیجه قدرت بالاتری در پیش‌بینی قیمت ماهی قزل‌آلا دارد. نتایج آزمون (MGN) نیز نشان داد که مدل ARMA در پیش‌بینی قیمت خرده‌فروشی و قیمت عمده‌فروشی قزل آلا به طور معنی‌داری بهتر از مدل شبکه عصبی است. نتایج مطالعه نشان داد بر خلاف سایر مطالعات مثل کهزادی و همکاران (۱۹۹۶) در پیش‌بینی قیمت گاو زنده و گندم و طیبی و بیاری (۲۰۰۸) در پیش‌بینی قیمت جوجه، که مدل شبکه عصبی را به عنوان مدل برتر در مقایسه با روش‌های آماری معرفی می‌کنند. مدل (ARMA) در این مطالعه قدرت بالاتری دارد و به طور معنی‌داری برتر از روش شبکه عصبی پیش‌خور است. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهاد می‌گردد که برای پیش‌بینی متغیرها از یک روش استفاده نشود، بلکه با استفاده از چند روشِ پیش‌بینی و ارزیابی قدرت این مدل‌ها، پیش‌بینی با استفاده از مدل برتر صورت گیرد. و با توجه به قدرت بالای روش (ARMA) در این مطالعه، پیشنهاد می‌گردد از این روش به عنوان یکی از روش‌های مورد نظر در مطالعات استفاده شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

۱. بی‌نام. ۱۳۸۹. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران. سازمان شیلات ایران.

۲. دشتی س.ا. و محمدی ح. ۱۳۸۹. پیش‌بینی قیمت گوشت مرغ و تخم مرغ با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در ایران. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۵۵: ۱۰۶-۸۷.

۳. سام دلیری ا. ۱۳۸۴. پیش‌بینی نرخ رشد و نرخ تورم در بخش کشاورزی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۴. سلامی ح.ا. و جهانگرد ح. ۱۳۸۸. الگوسازی سری‌های زمانی برای پیش‌بینی مصرف سیب و پرتقال در ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۷: ۱۳۴-۱۱۷.

۵. شمس‌الدین وندی ر.، صالح ا. و سلامی ح. ۱۳۸۶. سنجش سودآوری مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا در ایلام و بررسی عوامل مؤثر بر آن. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران.

۶. طرازکار م. ح. و نجفی ب. ۱۳۸۴. کاربرد هوش مصنوعی در پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی، مطالعه موردی: قیمت برنج در استان فارس. فصلنامه پژوهشی بانک و کشاورزی، ۹: ۲۰۹-۱۸۱.

۷. طیبی س.ک.، آذربایجانی ک. و بیاری ل. ۱۳۸۸. مقایسه مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و سری‌های زمانی برای پیش‌بینی قیمت گوشت مرغ در ایران. پژوهشنامه علوم اقتصادی، ۱: ۷۸-۵۹.

۸. فرج زاده ز. و شاه ولی ا. ۱۳۸۸. پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی مطالعه موردی پنبه، برنج و زعفران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۷: ۷۱-۴۳.

۹. قهرمان‌زاده م. ۱۳۹۰. پیش‌بینی قیمت ماهانه‌ی جوجه‌ی یک روزه‌ی گوشتی در استان آذربایجان شرقی. اقتصاد کشاورزی، ج ۵، ۴: ۲۱۰-۱۸۳.

۱۰. کیا م. ۱۳۸۷. شبکه‌های عصبی در **MATLAB**. چاپ سوم. انتشارات کیان رایانه سبز، ۲۲۹ ص.

۱۱. گجراتی د. ۱۳۸۵. مبانی اقتصادسنجی. (ترجمه: حمید ابریشمی). چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۱۶۷ ص.

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

۱۳. مجاوریان م. و امجدی ا. 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.

۱۴. نجفی ب.، زیبایی م.، شیخی م. و طراز کار م.ح. ۱۳۸۶. پیش‌بینی قیمت برخی محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱: ۵۱۱-۵۰۱.

15. Bourke J. J. 1979. Comparing the Box-Jenkins and Econometric Techniques for Forecasting Beef Prices. Review of marketing and agricultural economics. 2: 95-106.
16. Day R. H. 1965. Probability Distributions of Field Crop Yields. Journal of Farm Economics. 47: 713-741.
17. Diebold F. X. and Mariano R. S. 1995. Comparing Predictive Accuracy. Journal of Business & Economic Statistics. 3: 253-263.
18. Haoffi Z ., Guoping X ., Fagting Y. and Han Y. 2007. A Neural Network Model Based on the Multi- Stage Optimization Approach for Short- Term Food Price Forecasting in China. Expert Systems with Applications. 33: 347-356.
19. Hyndman R. J. and Koehler A. B. 2006. Another look at measures of forecast accuracy. International Journal of Forecasting 22: 679˚ 688.
20. Jarque C. M., and Bera A. K. 1987. A test for normality of observations and regression residuals. International Statistical Review. 55: 163˚ 172.
21. Kohzadi N., Boyd M. S., Kermanshahi B. and L. Kaastra. 1996. A comparison of artificial neural networks and time Series model for forecasting commodity price. Neurocomputing. 10: 169-181.
22. Li G. q., Xu S.w. and Li Z. m. 2010. Short-Term Price Forecasting For Agro-products Using. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 1: 278-287.

23. Tayebi S.K and bayari L. 2008. A prediction of the Irans Chicken price by the ANN and Time series Methods. American-Eurasian J. Agric&Environ Sci. 2: 1-5.
24. Tkacz G. 2001. Neural network forecasting of Canadian GDP growth. International Journal of Forecasting. 17: 57˚69.

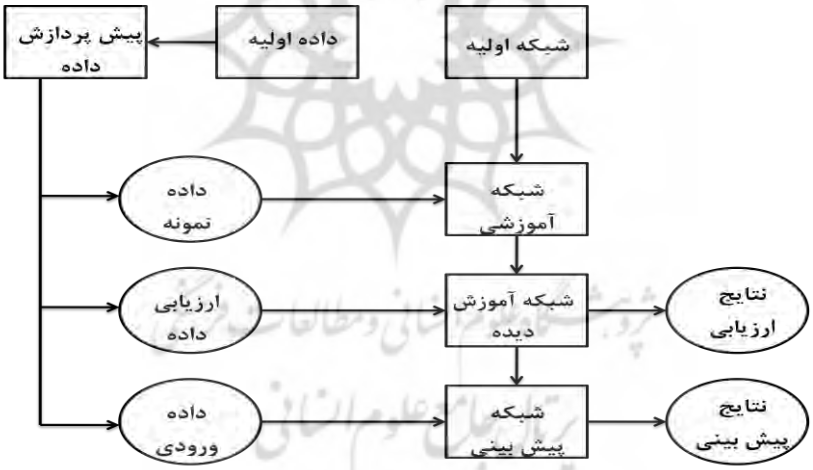
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست‌ها

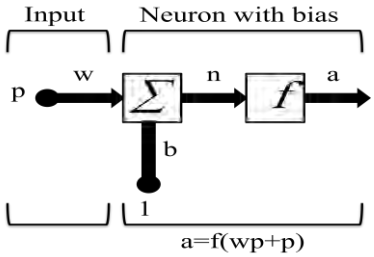
جدول ۱- مرور ادبیات تحقیق

مطالعه/تحقیق	محقق	روش مورد استفاده	نتایج
پیش‌بینی قیمت جوجه‌ی یک روزه گوشتی	قهرمان‌زاده (۱۳۹۰)	الگوی پایه‌ی رگرسیونی و مدل (SARIMA)	الگوی پایه‌ی رگرسیونی در مقایسه با الگوهای (SARIMA)، الگوی مناسبی برای پیش‌بینی قیمت جوجه‌ی یک روزه گوشتی است.
پیش‌بینی قیمت گوشت مرغ و تخم مرغ	دشتی و محمدی (۱۳۸۹)	(ARIMA) و شبکه عصبی مصنوعی	در پیش‌بینی سری‌های اسمی، مدل (ARIMA) و در پیش‌بینی سری‌های واقعی شبکه عصبی از برتری نسبی برخوردارند.
پیش بینی قیمت اسمی و واقعی پنبه، برنج و زعفران	فرجزاده و شاه‌ولی (۱۳۸۸)	تعدیل نمایی یگانه، تعدیل نمایی دوگانه، (ARIMA)، هارمونیک و شبکه عصبی مصنوعی	(ARIMA) در پیش بینی قیمت اسمی برنج و زعفران، شبکه عصبی در پیش بینی قیمت اسمی پنبه و روش هارمونیک در پیش بینی قیمت واقعی پنبه بهترین پیش بینی را ارائه می‌کنند.
پیش بینی قیمت عمده‌فروشی محصولات گوجه فرنگی، پیاز و سیب زمینی	نجفی و همکاران (۱۳۸۶)	روش‌های میانگین متحرک، تعدیل نمایی یگانه، تعدیل نمایی دوگانه، (ARIMA) (ARCH) و شبکه عصبی مصنوعی	شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی قیمت سه ماه آتی (به استثنای گوجه فرنگی) دقیق‌تر است. در پیش بینی‌های شش ماهه تفاوت معنی دار نیست. شبکه عصبی مصنوعی دارای خطای بالاتری در پیش بینی‌های بلندمدت می‌باشد، هر چند این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار نیست.
پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی (قیمت برنج در استان فارس)	طرازکار و نجفی (۱۳۸۴)	تعدیل نمایی، (ARIMA) و شبکه عصبی مصنوعی	شبکه عصبی در پیش‌بینی سه ماه آینده به لحاظ آماری از دیگر روش‌ها برتر است و قیمت شش ماه آینده برنج را به خوبی، ولی نه بهتر از سایر روش‌ها پیش‌بینی می‌کند.
پیش‌بینی قیمت مرکبات	مجاوریان و امجدی (۱۳۷۸)	مدل (ARIMA) بدون اثرات فصلی، مدل (ARIMA) با اثرات فصلی و مدل سوم شبیه‌سازی اثرات فصلی با تابع مثلثاتی سینوسی	مدلی که در آن اثرات فصلی با تابع مثلثاتی سینوسی شبیه‌سازی شده است کارایی بهتری در پیش‌بینی قیمت مرکبات نسبت به دو مدل دیگر دارد.
پیش‌بینی	گیلانپور و کهزادی	مدل‌های مختلف (ARMA)	از بین مدل‌های مختلف تخمین زده شده، مدل

قیمت برنج تایلندی در بورس بین‌المللی برنج بانکوک	(۱۳۷۶)		ARIMA (17,1,0) بر اساس معیار آکایک و شوارتز به عنوان مدل برتر برای پیش‌بینی انتخاب شده است.
پیش‌بینی قیمت کوتاه مدت محصولات کشاورزی	لی و همکاران (۲۰۱۰)	(ARIMA) و شبکه عصبی مصنوعی	مدل سری زمانی و شبکه عصبی در پیش‌بینی قیمت روزانه دقت یکسانی دارند. اما در پیش‌بینی قیمت‌های هفتگی و ماهانه مدل شبکه عصبی بهتر از مدل سری زمانی است.
پیش‌بینی قیمت جوجه	طیبی و بیاری (۲۰۰۸)	مدل(ARIMA) (ARDL) و شبکه عصبی مصنوعی	مدل شبکه عصبی مصنوعی قیمت جوجه را با دقت بیشتری نسبت به مدل‌های اقتصادسنجی (ARIMA) و (ARDL) پیش‌بینی می‌کند.
پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت گندم	هااوفی و همکاران (۲۰۰۷)	مدل (ARIMA)، الگوریتم پس‌انتشار (BP) و بهینه‌یابی چندمرحله‌ای (MSOA)	مدل (MSOA) در مقایسه با دو مدل دیگر پیش‌بینی دقیق‌تری دارد.
پیش‌بینی قیمت گندم و گاو زنده	کهزادی و همکاران (۱۹۹۶)	مدل (ARIMA) و شبکه عصبی مصنوعی (شبکه پیش‌خور)	مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی قیمت گاو زنده و گندم بهتر از مدل اقتصادسنجی ARIMA می‌باشد.



شکل ۱- چارت پایه‌ای مراحل انجام شبکه عصبی مصنوعی مأخذ: لی و همکاران، ۲۰۱۰.



شکل ۲- مدل یک نرون با یک ورودی مأخذ: کیا، ۱۳۸۷.

جدول ۲- معیارهای ارزیابی کارایی و دقت مدل‌های پیش‌بینی

معیار	فرمول
ریشه میانگین مربع خطا (Root Mean Squared Error)	$RMSE = \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}$
میانگین قدر مطلق خطا (Mean Absolute Error)	$MAE = \sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{\lvert \hat{y}_t - y_t \rvert}{h}$
میانگین قدر مطلق درصد خطا (Mean Absolute Percentage Error)	$MAPE = 100\left[\sum_{t=T+1}^{T+h} \left\lvert \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right\rvert\right] / h$
ضریب نابرابری تایل (Theil Inequality Coefficient)	$TIC = \frac{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}}{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t)^2}{h} + \sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(y_t)^2}{h}}$

مأخذ: هینمن و کوهلر، ۲۰۰۶ و بورکه، ۱۹۷۹.

جدول ۳- نتایج آزمون ایستایی دیکی-فولر تعمیم یافته

متغیر	آماره آزمون دیکی فولر تعمیم یافته	مقادیر بحرانی در سطوح معنی داری ٪۱	٪۵	٪۱۰	نتیجه آزمون
سری قیمت خرده فروشی	-۴/۲۶۳	-۴/۰۳۷	-۳/۴۴۸	-۳/۱۴۹	در هر سه سطح ایستاست.
سری قیمت عمده فروشی	-۴/۲۴۰	-۴/۰۳۷	-۳/۴۴۸	-۳/۱۴۹	در هر سه سطح ایستاست.

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۴- نتایج آزمون تصادفی بودن والد-ولفوویتز

متغیر	آماره آزمون	مقادیر بحرانی Zدر سطوح معنی داری ٪۱	٪۵	٪۱۰	نتیجه آزمون
سری قیمت خرده فروشی	-۴/۶۶	۲/۵۸	۱/۹۶	۱/۶۴	سری در هر سه سطح معنی داری غیر تصادفی است.
سری قیمت عمده فروشی	-۴/۴۶	۲/۵۸	۱/۹۶	۱/۶۴	سری در هر سه سطح معنی داری غیر تصادفی است.

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۵- نتایج آزمون تصادفی بودن والیس-مور

متغیر	آماره آزمون	مقادیر بحرانی χ^2 در سطوح معنی داری ٪۱	٪۵	٪۱۰	نتیجه آزمون
سری قیمت خرده فروشی	۶/۰۲۳	۱۰/۷۴	۶/۹۸	۵/۳۷	سری فقط در سطح معنی داری ۱۰٪ غیر تصادفی است.
سری قیمت عمده فروشی	۷/۲۱۸	۱۰/۲۷	۶/۹	۵/۴۲	سری در سطح معنی داری ۵٪ و ۱۰٪ غیر تصادفی است

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۶- نتایج آزمون نرمال بودن سری (آزمون جارک- برا)

متغیر	آماره جارک-برا به دست آمده	Prob.	نتیجه آزمون
سری قیمت خرده فروشی	۰/۷۲۵	۰/۶۹۵	سری نرمال توزیع شده است.
سری قیمت عمده فروشی	۰/۴۰۶	۰/۸۱۵	سری نرمال توزیع شده است

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۷- نتایج آزمون تصادفی بودن دوربین-واتسون

متغیر	آماره دوربین-واتسون به دست آمده	نتیجه آزمون
سری قیمت خرده فروشی	۱/۳۳	خود همبستگی مثبت دارد و سری غیر تصادفی است.
سری قیمت عمده فروشی	۱/۰۴	خود همبستگی مثبت دارد و سری غیر تصادفی است.

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۸- نتایج تخمین فرآیند ARMA

فرآیند و سری	R^2	D-W	AIC	SC	HQC
فرآیند ARMA(4,2) برای قیمت خرده فروشی	۰/۶۴۶۷	۲/۲۰	۱۸/۳۸۲	۱۸/۵۴۸	۱۸/۴۵۰
فرآیند ARMA(4,2) برای قیمت عمده فروشی	۰/۶۹۲۷	۲/۰۹	۱۸/۱۵۶	۱۸/۳۲۳	۱۸/۲۲۴

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۹- ارزیابی کارایی روش‌های پیش‌بینی سری قیمت خرده فروشی

معیار ارزیابی	روش پیش‌بینی ANN	ARMA(4 ,2)
RMSE	۳۷۷۸/۷۹	۳۲۴۸/۰۳
MAE	۳۴۵۳/۴۳	۲۳۷۶/۰۶
MAPE	۶/۶۳	۴/۷۹
TIC	۰/۰۳۶	۰/۰۳۰

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۱۰- ارزیابی کارایی روش‌های پیش‌بینی سری قیمت عمده فروشی

معیار ارزیابی	روش پیش‌بینی ANN	ARMA(4,2)
RMSE	۴۲۰۶/۹۸	۲۵۴۶/۶۴
MAE	۳۵۱۱/۳۷	۱۸۲۰/۳۵
MAPE	۷/۴۶	۴/۰۴
TIC	۰/۰۴۶	۰/۰۲۷

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۱۱-آزمون برابری دقت پیش‌بینی

نام سری	روش آلترناتیو	*MGN*
سری قیمت خرده فروشی	شبکه عصبی مصنوعی	**-۱/۸۲۲***
سری قیمت عمده فروشی	شبکه عصبی مصنوعی	**-۲/۰۹۸****

*و ** و ***: به ترتیب نشانگر معنی‌داری بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

مأخذ: یافته های تحقیق.

جدول ۱۲- نتایج حاصل از پیش‌بینی برون نمونه‌ای برای سری‌ها

	هفته های مهرماه ۱۳۹۰				هفته های آبان ماه ۱۳۹۰				هفته‌های آذرماه ۱۳۹۰			
سری	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴
قیمت خرده فروشی	۵۴۹۸۶	۵۵۲۷۴	۵۵۲۰۲	۵۴۷۸۳	۵۴۳۲۴	۵۴۳۶۵	۵۴۷۵۳	۵۴۹۶۶	۵۴۷۶۳	۵۴۴۹۰	۵۴۵۷۳	۵۴۹۶۰
قیمت عمده فروشی	۴۸۳۸۷	۴۸۲۴۷	۴۸۳۱۹	۴۸۳۰۰	۴۸۱۶۳	۴۸۰۲۱	۴۷۹۷۹	۴۸۰۳۶	۴۸۱۲۱	۴۸۱۸۲	۴۸۲۱۷	۴۸۲۵۶

	هفته‌های دی‌ماه ۱۳۹۰				هفته‌های بهمن‌ماه ۱۳۹۰				هفته‌های اسفندماه ۱۳۹۰			
سری	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴
قیمت خرده فروشی	۵۵۲۱۶	۵۵۱۱۴	۵۴۹۱۳	۵۴۹۸۶	۵۵۳۲۸	۵۵۵۸۵	۵۵۵۴۱	۵۵۳۸۷	۵۵۴۴۴	۵۵۷۳۷	۵۵۹۸۴	۵۵۹۸۱
قیمت عمده فروشی	۴۸۳۲۰	۴۸۴۰۵	۴۸۴۹۳	۴۸۵۷۴	۴۸۶۵۱	۴۸۷۲۹	۴۸۸۱۴	۴۸۹۰۳	۴۸۹۹۲	۴۹۰۷۹	۴۹۱۶۵	۴۹۲۵۲

مأخذ: یافته های تحقیق.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی