

## بررسی کارایی انواع الگوهای ARCH در پیش‌بینی و الگوسازی فرآیند قیمت گوشت مرغ

بهزاد فکاری سردهایی<sup>۱</sup> - محمد قربانی<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۱۵

### چکیده

مرغ از جمله کالاهای اساسی سید خانوار است که در سال‌های اخیر شاهد نوسانات قیمتی بوده است. وجود نوسانات قیمت باعث ایجاد نااطمینانی شده و مصرف‌کننده را نسبت به قیمت بی‌اعتماد می‌نماید. در این مقاله تلاش شده با استفاده از داده‌های روزانه قیمت گوشت مرغ در سطح کشور از ۱۳۹۱:۱ تا ۱۳۹۲:۴ و با به‌کارگیری الگوهای خانواده ARCH نوسانات قیمت مرغ به دست آمده و پیش‌بینی قیمت صورت گیرد. نتایج نشان داد که از میان الگوهای خانواده ARCH، ARCH(1) بهترین پیش‌بینی را دارد. قیمت مرغ دارای عدم تقارن در اثرات اخبار خوب و بد است که اثرگذاری اخبار خوب بیشتر از اخبار بد است و همچنین اثرات اهرمی در قیمت مرغ وجود ندارد. همچنین نوسانات دوره قبل به دوره بعد نیز منتقل نمی‌گردد.

واژه‌های کلیدی: قیمت مرغ، نمودار QQ، ARCH-M، PGARCH، TGARCH  
طبقه‌بندی Jel: Q11، Q18، C13 و C51

### مقدمه

پیچیده‌تر از آن هستند که در قالب الگوهای خطی تحلیل شوند؛ بنابراین الگوهای غیرخطی از اهمیت خاصی در علوم اقتصادی و اقتصادسنجی برخوردار می‌باشند. از مهم‌ترین الگوهای غیرخطی می‌توان به الگوهای خود توضیحی آستانه‌ای<sup>۳</sup>، خود توضیحی نمایی<sup>۴</sup>، واریانس ناهمسانی شرطی خود توضیحی<sup>۴</sup> (ARCH)، واریانس ناهمسانی شرطی خود توضیحی تعمیم یافته<sup>۵</sup> (GARCH) و انواع دیگر الگوها با ضرایب تصادفی اشاره نمود (۴).

در سال‌های اخیر به‌صورت گسترده‌ای از الگوهای خانواده ARCH استفاده شده است. مطالعات بسیار گسترده‌ای در داخل و خارج کشور وجود دارد که مؤید این ادعا است. این الگوها در شرایطی استفاده می‌شوند که اجزای اخلاص الگوی تخمینی شرایط نوفه سفید بودن را از دست بدهند و به‌اصطلاح نرمال نباشند. نوفه سفید نبودن اجزای اخلاص منجر به برآورد آریبی از پارامترها در رگرسیون تخمینی خواهد بود (۷). الگوهای ARCH می‌توانند اثرات ناهمسانی واریانس را که در طول زمان در دل سری زمانی نهفته است را الگوسازی نماید و نسبت به واریانس سری زمانی که محدود به زمان است، محدودیت زمانی ندارند زیرا بسته به نوع الگو از وقفه‌های بهینه استفاده می‌شود. بسیاری از سری‌های زمانی بازارهای مالی و اقتصادی مثل نرخ بهره، نرخ ارز، شاخص بورس و قیمت محصولات و غیره رفتارهای متفاوتی

گوشت مرغ از جمله محصولات است که به دلیل اینکه قیمت آن نسبت به اقلام جانشین، به نسبت کمتر است، در سبد کالایی خانوار، حضور بیشتری داشته و دارای مصرف بالایی نسبت به کالاهای رقیب است؛ بنابراین تغییرات قیمت این محصول پروتئینی تغییرات زیادی در میزان مصرف افراد خواهد داشت (۱۲). در سال‌های اخیر به دلیل مشکلات اقتصادی و سیاسی که برای کشور به وجود آمده است، قیمت گوشت مرغ تغییرات زیادی داشته که در شکل (۱) نمایش داده شده است. با توجه به مسائل ذکر شده بررسی تغییرات و الگوسازی نوسانات، کمک فراوانی به پیش‌بینی قیمت مرغ نموده و تسهیلات فراوانی در اتخاذ سیاست‌های مناسب ایجاد می‌نماید. این مطالعه در قالب اطلاعات سری زمانی قیمت مرغ است. قیمت مرغ کشتار روز در طول دو سال گذشته دارای تغییرات زیادی بوده است. این تغییرات زیاد در قیمت مرغ کشتار روز باعث شده است که تصمیم‌گیری در مورد خرید مرغ با شرایط نااطمینانی صورت گیرد؛ یعنی خریداران کلی و جزئی در خریدهای خود نسبت به قیمت این محصول عدم اطمینان و انتظار تغییرات در قیمت را داشته باشند.

در بخش تحلیل‌های اقتصادی، سری‌های زمانی نقش اساسی در ساختار متغیرهای اقتصادی ایفا می‌کنند. بسیاری از سری‌های زمانی

2- Threshold Autoregressive  
3- Exponential Autoregressive  
4- Autoregressive Conditional Heteroscedastic  
5- Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic

۱ و ۲- دانشجوی دکتری و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
\* - نویسنده مسئول: (Email: ghorbani@um.ac.ir)

روزانه خانوارهای ایرانی را تأمین می‌نماید؛ بنابراین چون قیمت مرغ که تغییرات زیادی در طول دو سال گذشته داشته و همواره در مطبوعات و رسانه‌ها مورد توجه بوده، انتخاب شده است. وجود نوسانات در قیمت مرغ باعث ایجاد انتظارات نوساناتی در مصرف‌کنندگان می‌شود که خود این مسئله باعث افزایش نوسانات قیمت مرغ می‌شود. با توجه به مطالعات گذشته مشخص می‌شود که استفاده از الگوهای خانواده ARCH موردی بوده و به دیگر الگوهای عضو خانواده ARCH توجه نشده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در اکثر مطالعات از الگوی ARCH و یا GARCH استفاده شده است (۱۸ و ۲۵). همچنین یکی از مشکلات اصلی که در مطالعات گذشته وجود دارد عدم توجه به بحث نرمال بودن اجزای اخلال معادلات برآورد شده در سری‌های زمانی است. در الگوهای خانواده ARCH بحث نرمال بودن اجزای اخلال معادلات تخمینی، مغفول مانده و نوع توزیع سری اخلال مشخص نشده است. عدم توجه به توزیع اجزای اخلال بر مقدار ضریب برآورد شده اثر می‌گذارد. با توجه به این نکات، در این مقاله تلاش می‌شود تا با استفاده از قیمت گوشت مرغ کشتار روز کشور، انواع الگوهای خانواده ARCH بررسی شده و با توجه معیارهای موجود، به مقایسه الگوهای تخمینی پرداخته شود. با انجام پیش‌بینی درست و دقیق قیمت مرغ می‌توان برنامه‌ها و سیاست‌های لازم را اتخاذ و اجرایی نمود. همچنین در صورت وجود نوسانات شدید، می‌توان سیاست‌هایی را اجرا کرد که به کاهش نوسان قیمت مرغ کمک نماید.

### مواد و روش‌ها

استفاده از انواع الگوهای خانواده ARCH با توجه به شرایط و محدودیت‌های داده‌های در دسترس است و در نهایت الگوی کارا با توجه به معیارهای موجود تبیین می‌شود. داده‌های استفاده شده در این مطالعه به صورت روزانه در سطح کشور بوده که از تاریخ ۱۳۹۱:۱ تا ۱۳۹۲:۹ را شامل می‌شود. این اطلاعات از شرکت فن آوری اطلاعات و ارتباطات صنعت مرغداری و دامپروری کشور تهیه شده است. مزیت استفاده از اطلاعات روزانه این است که از میانگین‌گیری در طول زمان خودداری شده و تغییرات به صورت پویاتری قابل بررسی است. در ادامه الگوهای خانواده ARCH تصریح شده و شرایط برآورد هر یک بیان می‌شود.

یکی از فروض اصلی الگوهای سری زمانی ثابت بودن واریانس در طول سری مورد بررسی است. اگر این فرض بررسی نشود، ضرایب تخمینی به دلیل وجود همبستگی سریالی بین داده‌ها، اریب بوده و در تفسیر دچار مشکل می‌شود (۵). بر همین اساس انگل (۹) روش ARCH را بنیان نهاد که بر اساس این روش می‌توان جملات اجزای اخلال را که دارای واریانس ناهمسانی است، الگوسازی نمود؛ یعنی با

در زمان‌های متفاوت از خود نشان می‌دهند. در زمان‌هایی دارای نوسانات زیاد بوده و در زمان دیگری تغییرات اندکی را تجربه می‌کنند؛ بنابراین در پیش‌بینی این گونه سری‌های زمانی باید این جنبه از نوسانات و آرامش‌ها در نظر گرفته شود. برای اینکه بتوان این گونه فراز و فرودهای سری‌های قیمتی را در نظر گرفت، الگوهای واریانس شرطی خود توضیحی پیشنهاد می‌شود (۲۲).

در ادامه به مطالعات صورت گرفته در زمینه بحث اشاره می‌شود. بناویدز (۱) به پیش‌بینی نوسانات قیمت آتی ذرت و گندم در قالب الگوهای تک متغیره و چند متغیره GARCH پرداخت و نشان داد که در مورد قیمت آتی ذرت الگوی تک متغیره  $(GARCH(1,1))$  و در مورد قیمت آتی گندم الگوی چند متغیره  $(BEKK(1,1))$  نتایج بهتری می‌دهد. لاورنس (۱۷) در مطالعه‌ای نشان می‌دهد که الگوهای ARMA نسبت به الگوهای GARCH نمایی در به دست آوردن نوسانات توابع و شوک‌های وارده بهتر و دقیق‌تر عمل می‌نمایند. محقق با استفاده از توابع تخمینی ARMA و GARCH نشان می‌دهد که الگوی ARMA در پیش‌بینی نیز قدرت بیشتری دارد؛ بنابراین محقق پیشنهاد می‌کند که در پیش‌بینی‌ها و الگوسازی نوسانات از ARMA استفاده شود. نورالدین و همکاران (۲۱) در مطالعه‌ای با استفاده از الگوهای ARCH و کوواریانس‌های توابع چندگانه اقدام به پیش‌بینی نموده‌اند. در این مطالعه با استفاده از الگوهای BEKK، DCC و RCC اقدام به الگوسازی و پیش‌بینی سهام DJIA نمود. در انتها محقق بیان می‌کند که استفاده از الگوهای چندگانه به پویایی پیش‌بینی و دقت بیشتر می‌انجامد.

قهرمان‌زاده و عارف (۱۲) در بررسی نوسانات نامتقارن قیمت بازار مرغ زنده در استان تهران نشان دادند که قیمت مرغ زنده از الگوی TGARCH، قیمت جوجه گوشتی یک‌روزه از الگوی EGARCH و قیمت کنجاله سویا از الگوی GJRGARCH پیروی می‌کند. همچنین اثرات اهرمی در هر سه سری قیمتی مشاهده شده است. محمدی و همکاران (۱۹) با هدف انتخاب الگوی مناسب برای پیش‌بینی قیمت اسمی و واقعی گوشت گاو، گوساله و گوسفند، شیر و پشم گوسفند شبکه عصبی و ARIMA را مورد استفاده قرار داده و به این نتیجه رسیدند که الگوی ARIMA از برتری نسبی در پیش‌بینی قیمت اسمی محصولات منتخب برخوردار است. همایون و همکاران (۱۶) در مطالعه‌ای به بررسی مدل‌های پیش‌بینی شاخص‌های بازار بورس ایران پرداخته‌اند. در این مطالعه با استفاده از الگوی ARMA و ARCH/GARCH با استفاده از داده‌های ماهانه تخمین انجام گرفته است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که الگوی ARMA در پیش‌بینی شاخص بازار اول دقیق‌تر بوده و پیش‌بینی‌های الگوی EGARCH برای شاخص کل بهتر بوده است.

همان‌طور که بیان شد، قیمت مرغ از جمله کالاهای اساسی سبد مصرفی خانوار است که بخش زیادی از پروتئین لازم برای انرژی

می‌باشند که با استفاده از معیارهای AIC، SC و HQ تعیین می‌شوند (۱۵).

اگر در برآورد سری زمانی این شرط صادق نباشد، برای رفع این مشکل، انگل و بورسلو (۱۰) IGARCH را پیشنهاد دادند که شکل تلفیقی GARCH است. در این الگو عرض از مبدأ الگوی GARCH حذف شده و شرط واحد بودن مجموع ضرایب الگوی GARCH مورد بررسی قرار می‌گیرد.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{i=1}^q \beta_i = 1$$

در ادامه انگل و همکاران (۱۱) به نوع دیگری از خانواده GARCH اشاره نمودند. آن‌ها بیان داشتند که در برخی از سری‌های زمانی، نوسانات اجزای اخلاخل باعث ایجاد تغییرات در سری زمانی می‌شود؛ یعنی وجود نوسانات در اجزای اخلاخل خود عاملی برای ایجاد تغییرات در سری زمانی است؛ بنابراین با توجه به این مسئله، از واریانس شرطی رابطه واریانس، به‌عنوان متغیری در رابطه میانگین سری استفاده می‌شود که به این الگو بسته به معنی‌داری، ARCH-M یا GARCH-M گفته می‌شود. تصریح الگوی GARCH-M زیر نشان داده شده است:

$$Y_t = \mu t + a + \sum_{i=1}^k b_i X_{t-i} + \lambda \sigma_t^2 + \sigma_t \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t = \sigma_t z_t \quad (5)$$

در رابطه (۵)  $\sigma_t^2$  از رابطه (۳) به دست می‌آید و  $\lambda$  پارامتری است که معنی‌داری و یا عدم معنی‌داری واریانس شرطی را روی متغیر وابسته نشان می‌دهد. البته انگل و همکاران (۱۱) واریانس شرطی را به اشکال لگاریتمی و مجذور (انحراف معیار نوسانات شرطی) نیز نمایش داده‌اند. در ادامه به تشریح دیگر الگوهای خطی پرداخته می‌شود. محققین بر این باور هستند که اثرات اخبار خوب و بد یکسان نبوده و در پی یافتن راه‌حلی برای جداسازی اثرات اخبار خوب و بد روی سری‌های زمانی بودند تا اینکه زاکوین (۲۶) و گولستن و همکاران (۱۳) GARCH آستانه‌ای یا TGARCH را معرفی نمودند. در این الگو شکل رابطه میانگین ثابت بوده و فقط رابطه واریانس تغییر می‌کند.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{k=1}^r \gamma_k \varepsilon_{t-k}^2 I_{t-k} \quad (6)$$

در رابطه (۶)،  $I_{t-k}$  به‌عنوان متغیر مجازی وارد الگو شده که اگر  $\varepsilon_t$  منفی باشد،  $I_{t-k}$  مقدار یک به خود گرفته و در غیر این صورت مقدار صفر دارد. در این مدل از تغییرات  $\varepsilon_t$  به‌عنوان شاخصی برای الگوسازی

الگوسازی اجزای اخلاخل می‌توان به بررسی روابط بین اجزای اخلاخل پرداخت. حال سؤال این است که آیا هر سری زمانی را می‌توان در قالب الگوی خانواده ARCH برآورد نمود یا شرایطی وجود دارد که باید بررسی شود؟ اصولاً داده‌هایی در این گونه الگوها جای می‌گیرند که دارای نوسانات خوشه‌ای بوده و در دوره‌ای با نوسانات زیاد و در دوره‌ای دیگر با نوسانات کم همراه باشند.

البته برای این منظور آزمونی توسط بروش (۳) و گادفری (۱۴) ارائه شده که با استفاده از آماره Q به بررسی همبستگی سریالی بین اجزای اخلاخل مدل می‌پردازد و برخلاف آماره دوربین واتسون که فقط به بررسی AR(۱) می‌پردازد، با آزمون LM می‌توان مراتب بالاتر اجزای اخلاخل را در مدل‌های ARMA مورد بررسی قرار داد (۳). در این آزمون اگر فرض  $H_0$  رد شود، آنگاه در جملات اخلاخل همبستگی وجود داشته و باید برای برآورد آن از الگوی خانواده ARCH استفاده شود. در ادامه الگوهای خانواده ARCH بحث می‌شود. در الگوی ARCH ابتدا رابطه میانگین برای متغیر موردنظر برآورد شده و همچنین برای اجزای اخلاخل نیز الگویی طراحی می‌شود که از آن به‌عنوان رابطه واریانس نام برده می‌شود. رابطه (۱) **Error!** **Reference source not found.** بیانگر معادله میانگین است.

$$Y_t = \mu_t + \sigma_t z_t, \quad \varepsilon_t = \sigma_t z_t, \quad z_t \approx NID(0,1) \quad (1)$$

در رابطه (۱)،  $Y_t$  میانگین شرطی بوده که به متغیرهای توضیحی و ضرایب آن‌ها بستگی دارد.  $\mu_t$  شامل متغیرهای توضیحی است که شامل متغیرهای برون‌زا و متغیرهای درون‌زای با وقفه است.  $z_t$  نیز جزء اخلاخل است که دارای توزیع یکسان و مستقل<sup>۱</sup> است. فرآیند نوسانات مثبت توسط  $\sigma_t$  مشخص می‌شود که  $\sigma_t$  توسط مدل مختلف ARCH و GARCH به دست می‌آید. جزء اخلاخل رابطه میانگین تعدیل شده از ضرب  $\sigma_t$  در  $z_t$  به دست می‌آید. رابطه واریانس نیز که به صورت رابطه (۲) است:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2)$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i \geq 0$$

در این مدل پارامترهای  $\alpha_1, \dots, \alpha_p$  باید محاسبه شوند. در ادامه بولرسلو (۲) بخش  $\sigma_t^2$  را به سمت راست رابطه (۲) اضافه نمود و الگوی GARCH را معرفی نمود.

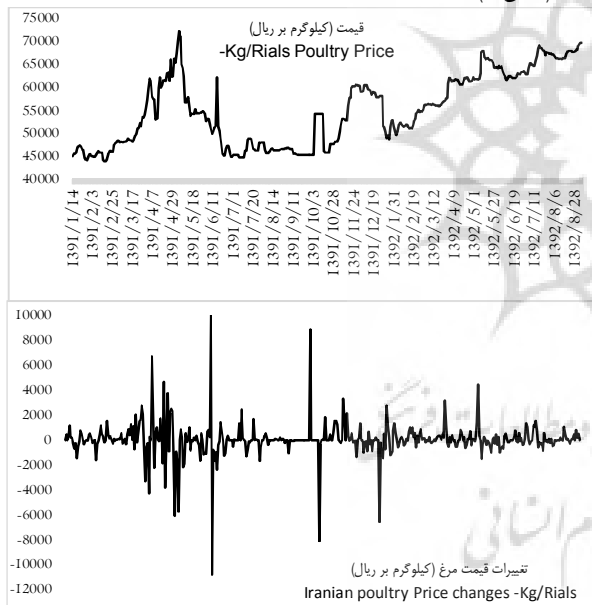
$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (3)$$

در این الگو نیز پارامترهای موردنظر برآورد می‌شوند. برای اینکه الگو ایستا باشد، باید مجموع ضرایب برآورد شده  $(\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{i=1}^q \beta_i < 1)$  در رابطه (۳) کمتر از یک باشد. وقفه‌های  $p$  و  $q$ ، وقفه‌های بهینه

(محور افقی و عمودی) مثل هم باشد، آنگاه نمودار QQ روی خط مستقیم مشخص در نمودار منطبق می‌شود. اگر این اتفاق نیفتد، دو توزیع از نظر مقداری با هم برابر نیستند (۶ و ۴). برای اینکه بتوان بین الگوهای موجود بهترین الگو را تعیین نمود، نیاز به شاخص‌ها و معیارهایی است. در بین معیارهای موجود از معیارهای AIC، SC و معیارهای پیش‌بینی استفاده می‌شود. الگویی دارای ارزش و اعتبار است که بتواند پیش‌بینی‌هایی با حداقل خطا را داشته باشد؛ بنابراین در مقایسه الگوها از معیار RMSE به‌عنوان رایج‌ترین معیار در تعیین الگوهای پیش‌بینی استفاده می‌شود. البته معیارهای دیگری نیز وجود دارد اما در این مطالعه از RMSE استفاده می‌شود، زیرا نتایج بقیه معیارها مشابه می‌باشند.

### نتایج و بحث

قیمت گوشت مرغ کشور شاهد تغییرات زیادی در طول دو سال گذشته بوده است. در دوره‌ای تغییرات شدید بوده و در دوره‌ای کوتاه تغییرات کاهش داشته است. در حقیقت رفتار خوشه‌ای به خود گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱- قیمت و تغییرات مرغ ایران مأخذ: (www.itp.com)  
Figure 1- Price and price change of Iran poultry (www.itp.com)

برای بررسی ایستایی متغیرها از آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته استفاده شد. نتایج آزمون ایستایی نشان داد که قیمت مرغ در سطح دارای ریشه واحد بوده و با یک‌مرتبۀ تفاضل‌گیری ایستا شد؛ بنابراین در مطالعه از تفاضل مرتبۀ اول لگاریتم قیمت مرغ استفاده شد.

اخبار خوب و بد استفاده شده است.  $\varepsilon_{t-i}$  مثبت، به‌عنوان اخبار خوب و  $\varepsilon_{t-i}$  منفی به‌عنوان اخبار بد در نظر گرفته می‌شوند. در الگو پارامتر  $\alpha_i$  نشان‌دهنده اثرات اخبار خوب و مقدار پارامتر  $\alpha_i + \gamma_i$  نشانگر اثرات اخبار بد است. اگر  $\gamma_i$  مثبت باشد، اخبار بد باعث افزایش نوسانات می‌شود و نشان می‌دهد که اثرات اهرمی<sup>۳</sup> وجود دارد. همچنین اگر  $\gamma_i$  مخالف صفر باشد، اثرات اخبار نامتقارن است. در حقیقت ARCH و GARCH شکل خاصی از الگوی TARCH و TGARCH می‌باشند که در آن عبارت آستانه صفر شده است.

نلسون (۲۰) تصریح دیگری از الگوی خانواده ARCH را بیان می‌کند. نلسون این الگو را به شکل نمایی تصریح نموده و آن را EGARCH نام‌گذاری می‌نماید. تصریح الگو به شکل زیر است.

$$\text{Log}(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \sum_{i=1}^q \beta_i \text{Log}(\sigma_{t-i}^2) + \sum_{k=1}^r \gamma_k \varepsilon_{t-k}^2 \frac{\varepsilon_{t-k}}{\sigma_{t-k}} \quad (7)$$

در رابطه (۷)، سمت چپ رابطه شکل لگاریتمی واریانس شرطی است که بیانگر نمایی بودن اثرات اهرمی است. وجود اثرات اهرمی با منفی بودن  $\gamma_k$  آزمون می‌شود و اثرات نامتقارن بودن الگو با  $\gamma_k \neq 0$  بررسی می‌گردد.

تیلور (۲۴) و شوورت (۲۳) الگوی GARCH با انحراف استاندارد را تصریح نمودند به صورتی که انحراف استاندارد بجای واریانس در الگو قرار می‌گیرد. بعدها این الگو توسط دینگ و همکاران (۷) توسعه یافت و به PARCH<sup>۵</sup> تبدیل شد. در این الگو پارامتر  $\delta$  بیانگر قدرت انحراف معیار در الگو است و پارامتر  $\gamma$  بیانگر اثرات نامتقارنی در الگو است.

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^\delta \quad (8)$$

$$\delta > 0, |\gamma_i| \leq 1 \text{ for } i = 1, \dots, r,$$

$$\gamma_i = 0 \text{ for all } i > r, \text{ and } r \leq p$$

اگر مدل متقارن باشد،  $\gamma_i$  برای تمام  $i$  ها صفر است و اگر  $\delta$  برابر ۲ شود و همچنین  $\gamma_i$  برای تمام مقادیر  $i$  صفر شود، الگوی PARCH به الگوی استاندارد GARCH تقلیل می‌یابد. در الگوی فوق اگر  $\gamma$  مخالف صفر باشد، اثرات نامتقارن وجود دارد.

در برآورد الگوهای خانواده ARCH، توزیع جمله اخلاص رابطه میانگین اهمیت بسیاری دارد؛ زیرا با توجه به نوع توزیعی که برای اجزای اخلاص ( $\varepsilon_t$  در رابطه ۴) در نظر گرفته می‌شود، مقدار ضرایب برآوردی تغییر می‌کند. برای اینکه بتوان نوع توزیع اجزای اخلاص را تشخیص داد از نمودار چارک-چارک نظری<sup>۶</sup> استفاده می‌شود. در این نمودار که برای یک سری قیمتی استفاده می‌شود، اگر دو توزیع

- 3- Leverage effect
- 4- Exponential GARCH
- 5- Power ARCH
- 6- Theoretical Quantile-quantile Plots

7- Root Mean of Squared Error

مصرف کنندگان و عادت به خرید آن‌ها منطقی به نظر می‌رسد. در ادامه باید نوع توزیع اجزای اخلاخل بررسی شود. لذا ابتدا آماره‌های توصیفی اجزای اخلاخل رابطه میانگین مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که لگاریتم تفاضل قیمت مرغ به وقفه‌های تفاضل قیمت و اجزای اخلاخل چهارم، پنجم و ششم وابسته است. با توجه به اینکه داده‌ها روزانه است، تأثیرپذیری از وقفه‌های دورتر مثل وقفه ششم توجیه‌پذیر است؛ یعنی فرد خریدار مرغ به قیمت هفته گذشته مرغ توجه دارد و این مقوله به لحاظ رفتارشناسی

جدول ۱- نتایج تخمین الگوی  $ARIMA((4,5,6,10),1,(4,5,6,10))$  لگاریتم قیمت مرغ (LP)

Table 1- The Estimation of  $ARIMA((4,5,6,10),1,(4,5,6,10))$  logarithm Model of the poultry price

متغیرها Variables	ضریب Coefficient	آماره t T Value	سطح معنی‌داری Significant level
عرض از مبدأ Intercept	0.00	0.85	0.34
تفاضل قیمت مرغ در وقفه چهارم (DLP(4)) The 4 <sup>th</sup> Lags of Poultry Price Deffirance	0.13	6.49	0.00
تفاضل قیمت مرغ در وقفه پنجم (DLP(5)) The 5 <sup>th</sup> Lags of Poultry Price Deffirance	0.34	12.64	0.00
تفاضل قیمت مرغ در وقفه ششم (DLP(6)) The 6 <sup>th</sup> Lags of Poultry Price Deffirance	-0.72	-29.85	0.00
اجزای اخلاخل در وقفه چهارم ( $\epsilon_{t-4}$ ) The 4 <sup>th</sup> Lags of Residual Term	-0.2	-10.51	0.00
اجزای اخلاخل در وقفه پنجم ( $\epsilon_{t-5}$ ) The 5 <sup>th</sup> Lags of Residual Term	-0.43	-14.87	0.00
اجزای اخلاخل در وقفه ششم ( $\epsilon_{t-6}$ ) The 6 <sup>th</sup> Lags of Residual Term	0.71	38.18	0.00
$R^2=0.47, SC=-4.87, AIC=-4.8, F=3.99 (0.00)$			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

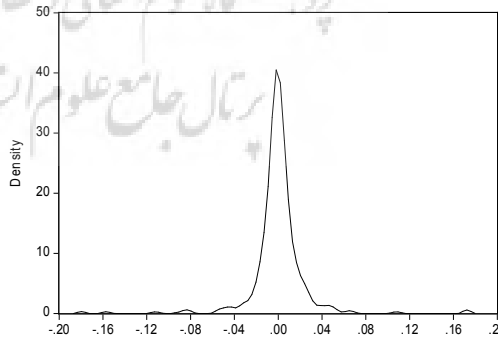
برای توزیع نرمال نیز نشان می‌دهد که در سطح بالایی از احتمال (۰/۰۰) توزیع نرمال نیست. برای بررسی این موضوع و اینکه چه توزیعی مناسب است، از نمودار QQ استفاده شد.

توزیع نرمال، دارای میانگین صفر و واریانس یک است. همان‌طور که در جدول ۲ مشخص است، میانگین نزدیک به صفر و انحراف معیار با یک اختلاف داشته و از همه مهم‌تر کشیدگی (۲۶/۲۵) است که با مقدار ۳ توزیع نرمال اختلاف زیادی دارد. نتایج آزمون (جارك-)

جدول ۲- نتایج آماره‌های توصیفی و آزمون نرمال تفاضل قیمت مرغ (RE)

Table 2- Results of descriptive statistics and Normality test of prices poultry difference

آماره‌ها Statistics	مقدار Value
میانگین Mean	0.000004
بیشترین Max	0.172
کمترین Min	-0.172
انحراف معیار Standard deviation	0.024
چولگی Skewness	-0.12
کشیدگی Kurtosis	26.25
جارك-برا Jarque-Bera	8694.39
معنی‌داری Significantly	0.00



مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

برای بررسی وجود اثرات ARCH (ناهمسانی واریانس شرطی) از آزمون LM استفاده شد. جدول ۳ نشان می‌دهد که اثرات ARCH در اجزای اخلاص تفاضل قیمت مرغ برآورد شده وجود دارد؛ بنابراین می‌توان از خانواده ARCH با استفاده از توزیع  $t$  استیودنت استفاده نمود. جدول ۴ نتایج برآوردهای الگوهای ARCH و الگوی ARMA که همان الگوی رابطه میانگین است، ارائه شده تا با معیارهای دیگر الگوها مقایسه شود.

جدول ۳- نتایج آزمون LM-ARCH تفاضل قیمت مرغ  
Table 3- Results of LM-ARCH Test of Poultry price Difference

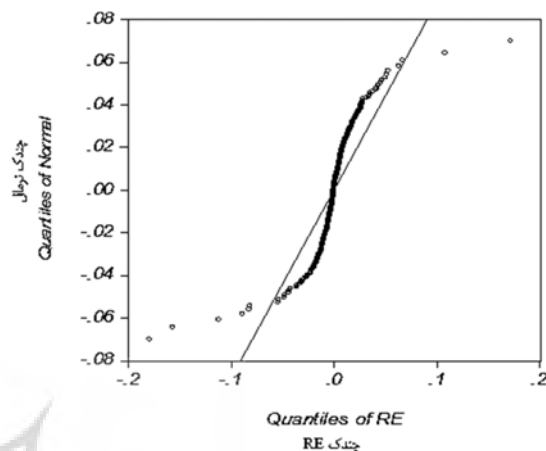
متغیر Variable	آماره تعداد مشاهدات در $R^2$ (معنی داری) Obs*R-Squared (Sign)	آماره F (معنی داری) F Statistic (Sign)
تفاضل قیمت مرغ Poultry price difference	23.22 0.00	24.45 0.00

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

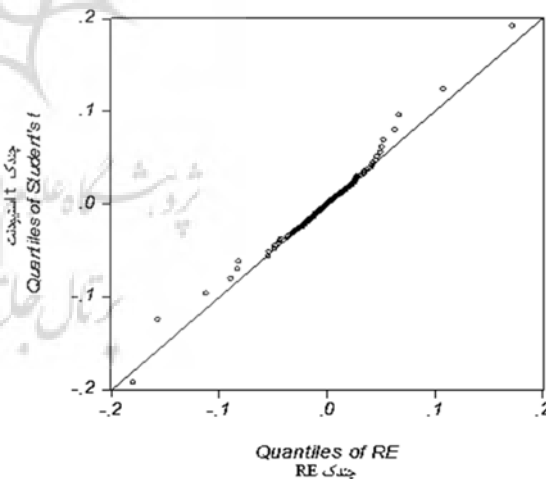
طبق نتایج جدول ۴، الگوی ARIMA نسبت به دیگر الگوها از نظر معیارهای انتخاب الگو (AIC و SC) دارای مقادیر بیشتری است که نشان از بی‌دقت بودن این الگو در مقایسه با دیگر الگوهای برآورد شده است. الگوی ARCH(1) دارای کمترین مقادیر قدر مطلق هم از نظر معیارهای AIC و SC و هم از نظر معیار پیش‌بینی (RMSE) است. با توجه به اینکه مجموع ضرایب الگوی ARCH کمتر از یک است، بنابراین نیازی به استفاده از الگوی IGARCH نیست. الگوی آستانه‌ای (TGARCH) در مقایسه با دیگر الگوها از RMSE بیشتری برخوردار است، اما دارای AIC و SC کمتر نسبت به الگوی ARCH-M و PGARCH است. تفسیر ضرایب الگوی آستانه‌ای بیان می‌دارد که اثرات اخبار خوب ( $\alpha_1$ )  $0/14$  بوده و مقدار اثرات اخبار بد ( $\alpha_1 + \gamma_1$ )  $0/1$  است که نشان از تأثیر مثبت اخبار خوب دارد. چون  $\gamma_1$  معنی دار بوده و مخالف صفر است، بنابراین اثرات اخبار نامتقارن است؛ یعنی با شیوع اخبار بد و اخبار خوب به یک اندازه، اخبار خوب اثرات مثبت بیشتری نسبت به اثرات منفی اخبار بد دارند. اخبار خوب در بازار مرغ قوی‌تر هستند. الگوی EGARCH از جمله الگوهای متوسط در پیش‌بینی تفاضل قیمت مرغ است. چون  $\gamma_1$  در الگوی EGARCH مثبت است، بنابراین اثرات اهرمی وجود ندارد؛ زیرا  $\gamma_1$  از نظر آماری معنی دار شده و مخالف صفر است، بنابراین اثرات نامتقارن در الگو وجود دارد که این نتایج منطبق با نتایج الگوی TGARCH است.

طبق نظر کلیولند (۶) و چمبرز و همکاران (۴) در نمودار QQ، نقاط باید روی خط برازش شده قرار بگیرند تا توزیع موردنظر قبول شود؛ بنابراین با توجه به شکل (۲) مشخص می‌شود که اجزای اخلاص تفاضل رابطه میانگین قیمت مرغ دارای توزیع نرمال نیست. در ادامه نمودار برای توزیع  $t$  استیودنت بررسی شده است.



شکل ۲- نمودار QQ توزیع نرمال اجزای اخلاص تفاضل قیمت مرغ (RE)  
Figure 2- QQ plot of normal distribution of residual difference of Poultry price

طبق شکل (۳) مشخص شده است، جملات اجزای اخلاص تقریباً در تمامی نقاط منطبق با توزیع  $t$  استیودنت است؛ بنابراین توزیع  $t$  استیودنت به‌عنوان توزیع هدف در الگوهای تخمینی باید استفاده شود.



شکل ۳- نمودار QQ توزیع  $t$  استیودنت اجزای اخلاص تفاضل قیمت مرغ (RE)  
Figure 3- QQ plot of t Student's distribution of residual difference of Poultry price

۸- توزیع‌های دیگر نیز آزمون شد که توزیع استیودنت  $t$  بهترین نتیجه را داشت.

جدول ۴- نتایج برآورد الگوهای خانواده ARCH برای لگاریتم تفاضل قیمت مرغ

Table 4- Estimate of Arch family Model's for Poultry Price Deffirence Logaritimic form

Model	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta_1$	$\gamma_1$	$\delta$	AIC	SC	RMSE
ARIMA	-	-	-	-	-	-	-4.78	-4.8	0.0061
ARCH	0.004*	0.11*	-	-	-	-	-4.57	-4.49	0.0036
TGARCH	0.0005*	0.14*	-	-	-0.15*	-	-4.61	-4.51	0.0058
EGARCH	-4.72*	-0.12*	0.43*	0.39*	0.41*	-	-4.62	-4.51	0.0046
PGARCH	0.003*	0.13*	0.27*	0.73*	0.99*	0.61*	-4.85	-4.73	0.0049
ARCH-M(log)	0.00*	0.1*	-	0.8*	-	-	-4.66	-4.55	0.0042

ماخذ: یافته‌های تحقیق (\* معنی‌داری در سطح یک درصد)

Source: Research findings (\*Significant at one percent level)

برآورده شدن الزامات الگو و انجام آزمون‌های مربوط به الگو است. انجام آزمون نرمالیتته اجزای اخلال و بررسی اثرات ناهمسانی واریانس در اجزای اخلال از الزامات الگو بوده و عدم توجه به آن‌ها باعث نتیجه‌گیری نادرست می‌شود. همچنین انتخاب الگو با توجه به نیاز محقق است، اینکه محقق به دنبال چه هدفی است، بر اساس همان هدف از الگوهای واریانس شرطی استفاده شود. نهایتاً مشخص می‌شود که الگوهای خانواده ARCH از قدرت پیش‌بینی مناسبی برخوردار بوده و الگوهای ARMA در مقایسه با الگوهای خانواده ARCH از کارایی کمتری برخوردار می‌باشند که این مسئله نشان از برتری پیش‌بینی‌های غیرخطی در مقایسه با پیش‌بینی‌های خطی است.

با توجه به نتایج و برآورد الگوها، قیمت مرغ دارای نوسانات بوده است. به نظر می‌رسد چون مرغ جزء کالاهای مصرفی روزانه خانوار بوده، وجود تفاضل شدید در قیمت باعث ایجاد نا اطمینانی و نارضایتی در بازار مرغ می‌شود. در حقیقت چون مرغ محصول اساسی در سبد خانوار است، نباید دارای نوسانات باشد. در این راستا پیشنهاد می‌شود که با توجه به نیاز کشور به گوشت مرغ، زیرساخت‌هایی ایجاد شود که متناسب با نیاز کشور بوده و واردات مرغ را کاهش دهد. وقتی که واردات مرغ کاهش پیدا کند، به همان نسبت نیز وابستگی قیمت از قیمت جهانی کم شده و به طبع نوسانات کمتری نیز از قیمت جهانی به قیمت داخلی منتقل می‌شود. همچنین ایجاد مرغداری، سردخانه و حتی تأمین مواد اولیه صنعت مرغداری می‌تواند در توازن بازار و جلوگیری از نوسانات مؤثر باشد.

الگوی PGARCH از الگوهای تقریباً ضعیف پیش‌بینی است و از نظر مقادیر AIC و SC نیز در رده‌های پایین قدرت برازش‌گری است. چون  $\gamma_1$  از نظر آماری صفر نبوده (-۰/۹۹)، بنابراین الگو متقارن نیست. قدرت انحراف معیار الگو ( $\delta$ ) نیز برابر ۰/۶۱ است. الگوی ARCH-M نیز از جمله الگوهای کاربردی است که اثرات نوسانات شرطی را در رابطه میانگین نشان می‌دهد. این الگو دارای قدرت مناسب در پیش‌بینی است. همچنین مقدار پارامتر واریانس شرطی که به شکل لگاریتمی وارد رابطه میانگین شده است، ۰/۰۰۶ است که از نظر آماری نیز در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار شده است. این پارامتر نشان می‌دهد که نوسانات لگاریتمی تفاضل قیمت مرغ اثرات مثبت روی تفاضل قیمت مرغ داشته و باعث افزایش آن می‌شود، هر چند از نظر مقدار پارامتر کم است ولی اثرگذار است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این مطالعه نشان داد که تفاضل قیمت مرغ در برخی زمان شدید بوده و در زمان‌های دیگری کم است که نشان از رفتار نوساناتی این محصول دارد. اثرات نامتقارن اخبار خوب و بد در قیمت مرغ باعث ایجاد واکنش در مصرف‌کنندگان می‌شود. اخبار خوب اثرات قابل توجهی در بازار مرغ داشته و باعث ایجاد تغییرات مثبت در تفاضل قیمت مرغ می‌شود ولی اخبار بد اثرات قابل توجهی نداشته است.

با توجه به الگوهای برازش شده و با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص می‌شود که استفاده از الگوهای واریانس شرطی بستگی به

### منابع

- 1- Benavides G. 2009. Price volatility forecasts for agricultural commodities: An application of volatility models, option implies and composite approaches for futures prices of corn and wheat. Journal of Management, Finance and Economics, 3(2): 40-59.
- 2- Bollerslev T. 1986. Generalized autoregressive conditional. Economic Review, Federal Reserve Bank of Kansas City, 79 (3): 27-38.
- 3- Breusch T.S. 1979. Testing for autocorrelation in dynamic linear models. Australian Economic Papers, 17: 334-

- 355.
- 4- Chambers J. M., Cleveland W. S., Kleiner B., and Tukey P. A. 1983. Graphical methods for data analysis. Murray Hill, NJ: Wadsworth & Brooks/Cole Publishing Company.
  - 5- Chand S., Kamal Sh., and Ali I. 2012. Modeling and volatility analysis of share prices using ARCH and GARCH models. *World Applied Sciences Journal*, 19 (1): 77-82.
  - 6- Cleveland W. S. 1994. The elements of graphing data, Summit, NJ: Hobart Press.
  - 7- Ding C. W., Granger J., and Engle R. 1993. A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of Empirical Finance*, 1: 83-106.
  - 8- Enders W. 2010. Applied econometric time series. 3rd ed. Wiley. Alabama.
  - 9- Engle R. 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. *Econometrica*, 50:987-1008.
  - 10- Engle R., and Bollerslev T. 1986. Modeling the persistence of conditional variances. *Econometric Reviews*, 5: 1-50.
  - 11- Engle R., David M.L., and Russell P. 1987. Estimating time varying risk premia in the term structure: the ARCH-M model. *Econometrica*, 55: 391-407.
  - 12- Gahremanzade M., and Aref eshgi T. 2013. Modeling asymmetric volatility in the market prices of poultry meat Tehran Province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 27 (2): 134-143.
  - 13- Glosten L. R., Jaganathan R., and Runkle D. 1993. On the relation between the expected value and the volatility of the normal excess return on stocks, *Journal of Finance*, 48: 1779-1801.
  - 14- Godfrey L. G. 1988. Specification tests in econometrics. Cambridge: Cambridge University Press.
  - 15- Grasa A.A. 1989. Econometric model selection a new approach, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
  - 16- Homaun A., Mohammadi H., and Keshtkar A. 2010. Evaluation of predictive models of stock market indices in Iran. *Journal of Research and Economic Policies*, 18 (56): 95-112.
  - 17- Lawrance A.J. 2011. Volatile ARMA modelling of GARCH squares. *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics*, 2: 195-203.
  - 18- McKenzie M., Mitchell H., Brooks R., and Faff R. 2001. Power ARCH modelling of commodity futures data on the London Metal Exchange. *The European Journal of Finance* 7, 22-38.
  - 19- Mohammadi H., Farajzade Z., Dehbashi V., Shahraki A., and Ansarinik H. 2013. Select price modeling of dairy products. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 21(81): 101-129.
  - 20- Nelson D. B. 1991. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. *Econometrica*, 59: 347-370.
  - 21- Nouredin D., Shephard N., and Shephard K. 2012. Multivariate Rotated ARCH Models. Working Paper, Department of Economics, University of Oxford, & Oxford-Man Institute.
  - 22- O'Donnell J., and Rayner V. 2007. Imposing necessary conditions for stationarity on ARCH and GARCH models. *Journal of Econometrics* 122(1): 27-48.
  - 23- Schwert W. 1989. Stock volatility and crash of '87. *Review of Financial Studies*, 3: 77-102.
  - 24- Taylor S. 1986. Modeling financial time series, New York: John Wiley & Sons.
  - 25- Trenea I., and Mihail C. 2011. Modeling Romanian exchange rate evolution with garch, tgarch, garch- in mean models. *The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences*, 1: 299-305.
  - 26- Zakoian J. M. 1994. Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18: 931-944.