

## پیش بینی قیمت قرارداد های آتی سکه طلا با استفاده از مدل آریما در بورس کالای ایران

سعید علی احمدی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۵

مجید احمد لو<sup>۲</sup>

### چکیده

این مقاله به بررسی پیش بینی قیمت قرارداد آتی سکه طلا در بورس کالای ایران پرداخته است. در این تحقیق از روش باکس- جنکینز برای بررسی توانایی پیش بینی قیمت آتی قرارداد های سکه طلا استفاده شد. روش باکس- جنکینز شامل چهار مرحله شناسایی، تخمین، کنترل تشخیصی و پیش بینی است. نتایج تحقیق نشان داد که برای دوره مورد بررسی، مدل آریما (ARIMA) با ۲ وقفه خودرگرسیون و ۲ وقفه میانگین متحرک برای پیش بینی قیمت قرارداد آتی سکه طلا مدل مناسبی است و توانایی پیش بینی قیمت قرارداد آتی سکه طلا را دارد.

واژه های کلیدی: قرارداد آتی سکه طلا، مدل آریما (ARIMA)، بورس کالای ایران.

۱ - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان - دانشجوی دکتری حسابداری (مسئول مکاتبات)  
saeidaliahmadi@yahoo.com

۲ - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل - دانشجوی دکتری علوم اقتصادی

## مقدمه

تحولات اخیر در حوزه فناوری منجر به تحولات در حوزه مدیریت سازمان گردیده و به تبع آن امور مالی شرکت ها را نیز به میزان زیادی تحت تاثیر قرار داده است. این امر باعث ظهور شاخه علمی جدیدی به نام مهندسی مالی<sup>۱</sup> شده است. مهندسی مالی به عنوان ابزار های مالی برای باز سازی شرایط مالی فعلی به شرایطی با توفیقات بیشتر تعریف شده است (راعی و سعیدی). ابزار های که از طریق مهندسی مالی طراحی می گردند باعث کاهش ریسک گردیده اند. یکی از حوزه هایی که در آن مهندسی مالی فعالیت می کند، نوآوری در اوراق بهادار است. نوآوری در اوراق بهادار سبب ایجاد شدن ابزار های مالی جدیدی مانند قرارداد های آتی<sup>۲</sup>، قرارداد های اختیار<sup>۳</sup> و قرارداد های تاخت<sup>۴</sup> می باشد. از آنجایی که این اوراق ارزش خود را از دارایی پایه می گیرند، به عنوان ابزار های مشتقه<sup>۵</sup> معروف گردیده اند. قرارداد آتی به نوعی قرارداد اشاره دارد که در آن طرفین معامله انتقال دارایی پایه در تاریخ معین و با قیمت معین را منعقد می کنند. دارایی پایه می تواند شامل دارایی های مالی (مانند سهام، شاخص سهام) و دارایی های فیزیکی (مانند سکه طلا، مس، آهن، محصولات کشاورزی و غیره) باشد. در حال حاضر در بورس کالای ایران قرارداد های آتی بر روی دارایی های فیزیکی انجام می شود. قرارداد آتی سکه طلا از سال ۱۳۸۷ در بورس کالای ایران مورد معامله قرار گرفته است. این قرار داد برای تحویل ۱۰ سکه تمام بهار آزادی تدوین شده است و در حال حاضر با سررسید های ماه اردیبهشت، تیر، شهریور، آبان، دی و اسفند ماه در بازار کالا عرضه می گردد.

عدم اطمینان در مورد آینده باعث شده است که بشر به دنبال ابزار هایی باشد که بتواند عدم اطمینان را کاهش دهد. به عبارت دیگر، به دنبال کاهش ریسک هستند. افرادی که در بازار های آتی مشارکت می کنند نیز با ابهاماتی در مورد قیمت آتی دارایی پایه روبه رو هستند. استفاده کردن از تکنیک های آماری برای پیش بینی قیمت های قرارداد های آتی می تواند تا حدودی این ابهام را کاهش دهد. یکی از این تکنیک ها، مدل های سری زمانی هستند که با استفاده از داده های گذشته سعی دارند تا حدودی آینده را پیش بینی

کنند. قیمت قرارداد های آتی به عنوان مهم ترین عامل در انعقاد قرارداد از عواملی مانند شرایط سیاسی، اقتصادی، واکنش رفتاری فعالان بازار و غیره تاثیر پذیر هستند. مشخص کردن تمام این عوامل تا حدودی مشکل است. اما، بر اساس فرضیه بازار کارا که بر اساس آن اطلاعات به سرعت در بازار منتشر می شوند، می توان قیمت قرارداد های آتی را به عنوان جانشینی برای نشان دادن تمام این عوامل مورد استفاده قرار داد. بنابراین، می توان از قیمت قرارداد های آتی برای پیش بینی قیمت قرارداد های آتی استفاده کرد. در این مقاله مابه دنبال یافتن پاسخ برای سوال زیر هستیم:

۱) آیا می توان از مدل ARIMA<sup>۱</sup> برای پیش بینی قیمت قرارداد های آتی سکه طلا استفاده نمود؟

#### پیشینه تحقیق

در این بخش برخی از تحقیقات انجام شده که در ارتباط با موضوع تحقیق هستند، به طور خلاصه مورد بررسی قرار می گیرد. در ایران تا کنون تحقیقی در این زمینه انجام نگرفته است.

لین (۲۰۱۰)<sup>۲</sup> به بررسی پیش بینی قیمت طلا با استفاده از مدل های آریما و قارچ (GARCH) پرداخت. مطالعه آنها دوره تحقیق ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۰ را با استفاده از داده های ماهانه برای پیش بینی قیمت طلا را مورد بررسی قرار داد. وی از روش تحقیق باکس - جنکینز برای ساختن مدل های آریما استفاده کرد. در این تحقیق ابتدا از داده های دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۸ برای تخمین مدل آریما استفاده کردند. نتیجه تخمین نشان داد که میانگین موزون با P و q یک (یعنی (MA(1,1) مدل مناسبی برای قیمت طلا است. سپس، از این مدل برای پیش بینی دوره ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۰ استفاده شد. همچنین نتایج نشان داد که مدل قارچ با P و q یک (یعنی (GARCH(1,1) نیز مدل مناسبی برای پیش بینی قیمت طلا است.



وانخاد و همکاران (۲۰۱۰)<sup>۸</sup> اقدام به پیش بینی محصول نخود فرنگی هند با استفاده از مدل آریمما پرداختند. در تحقیق آنها از روش باکس - جنکینز استفاده شد. آنها در تحقیق خود از مدل آریمما با الگوی  $ARIMA(1,1,1)$  برای پیش بینی تولید نخود فرنگی تا سال ۲۰۱۵ استفاده کردند.

دولی و لنیهان (۲۰۰۵)<sup>۹</sup> به ارزیابی مدل های سری زمانی برای پیش بینی قیمت فلزات پرداختند. در این تحقیق از دو مدل  $ARIMA$  و مدل قیمت آتی وقفه داده شده برای پیش بینی قیمت فلزات روی و سرب استفاده شد. نتایج تحقیق آنها نشان داد که مدل  $ARIMA$  در مقایسه با مدل قیمت آتی وقفه داده شده، پیش بینی بهتری را انجام می دهد. فرناندز (۲۰۰۵)<sup>۱۰</sup> به بررسی پیش بینی قیمت کالاهای نفت خام و قیمت گاز پرداخته است. وی در تحقیق خود از مدل شبکه هوش مصنوعی، مدل برداری و  $ARIMA$  برای پیش بینی استفاده نمود. نتایج تحقیق وی نشان داد که برای دوره های پیش بینی کوتاه مدت (یعنی ۲ تا ۴ روز) مدل  $ARIMA$  بهتر است.

کوتراس و همکاران (۲۰۰۳)<sup>۱۱</sup> به بررسی مدل های  $ARIMA$  برای پیش بینی قیمت روزانه برق پرداختند. آنها از تکنیک  $ARIMA$  برای تحلیل کردن داده های سری زمانی استفاده کردند. این تحقیق در بازار اسپانیا و کالیفرنیا انجام شد. نتایج تحقیق آنها نشان داد که از مدل  $ARIMA$  می توان برای پیش بین قیمت برق روزانه استفاده کرد.

بروسسان و لیما (۲۰۰۲)<sup>۱۲</sup> به بررسی کاربردی از مدل های سری زمانی به عنوان یک ابزار تصمیم گیری برای خرید یا فروش قرارداد های آتی گوشت در بازار برزیل پرداختند. مدل استفاده شده در تحقیق آنها مدل  $ARIMA$ ، شبکه عصبی و مدل خطی پویا است. در این تحقیق از داده های هفتگی استفاده شد. دوره تحقیق ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۹ بوده است. هدف اصلی تحقیق پیش بینی کسب بازده از طریق خرید و فروش در سال ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ است. نتایج تحقیق حاکی از توانایی مدل ها برای پیش بینی قرارداد آتی است. بررسی پیشینه تحقیق نشان می دهد که از مدل  $ARIMA$  می توان برای پیش بینی قیمت قرارداد های آتی استفاده کرد.

### فرضیه تحقیق

مدل ARIMA توانایی پیش بینی قیمت قرارداد آتی سکه طلا را دارد.

### روش شناسی تحقیق

با توجه به اینکه هدف مقاله حاضر پیش بینی قیمت قرارداد آتی سکه در بورس کلایی ایران با استفاده از مدل لوزی باکس- جنکینز<sup>۱۳</sup> (B-J) می باشد، ابتدا به بیان مختصری از روش مذکور پرداخته می شود. نکته قابل توجه در روش باکس- جنکینز این است که برای استفاده از آن باید یک سری زمانی مانا<sup>۱۴</sup> یا یک سری زمانی که پس از یک مرتبه (یا بیشتر از یک مرتبه) تفاضل گیری مانا شود، وجود داشته باشد. دلیل نیاز به داده های مانا این است که هر مدلی که از این داده ها به دست می آید را می توان با ثبات دانست و آن را مبنای معتبری برای پیش بینی به شمار آورد.

روش باکس- جنکینز به دنبال پاسخ به این پرسش است چگونه می توان تشخیص داد یک سری زمانی از یک فرایند خود رگرسیون<sup>۱۵</sup> خالص، فرایند میانگین متحرک<sup>۱۶</sup> خالص یا یک فرایند خود رگرسیون- میانگین متحرک<sup>۱۷</sup> پیروی می کند. این روش چهار مرحله به شرح زیر دارد:

#### مرحله اول: شناسایی<sup>۱۸</sup>

در این مرحله مقادیر مربوط به وقفه های جملات خود رگرسیونی، تعداد دفعات تفاضل گیری برای مانا شدن و تعداد جملات میانگین متحرک تعیین می شود. برای این منظور می توان از ابزارهای آکائیک<sup>۱۹</sup> و شوارتز- بیزین<sup>۲۰</sup> استفاده نمود.

#### مرحله دوم: تخمین<sup>۲۱</sup>

پس از مرحله شناسایی به تخمین پارامترهای مدل پرداخته می شود. گاهی اوقات برای تخمین پارامترها از روش حداقل مربعات استفاده می شود. اما زمانی که مدل نسبت به پارامترها، غیرخطی باشد به روش های تخمین غیرخطی متوسل می شوند.

### مرحله سوم: کنترل تشخیصی<sup>۲۲</sup>

پس از انتخاب یک مدل خاص و تخمین پارامترهای آن به این سوال پاسخ داده می‌شود که آیا مدل انتخابی داده‌ها را به خوبی برازش می‌کند؟ یک آزمون ساده برای بررسی این نکته آن است که می‌بایست باقی‌مانده‌های حاصل از این مدل اختلال سفید باشد. در صورتی که باقی‌مانده‌ها اختلال سفید باشند می‌توان مدل انتخابی را به عنوان یک برازش مناسب پذیرفت.

### مرحله چهارم: پیش‌بینی

یکی از دلایل محبوبیت و گستردگی مدلسازی ARIMA توانایی و موفقیت آن در پیش‌بینی است. پیش‌بینی‌های مدل ARIMA برای دوره‌های کوتاه مدت بهتر است و در مقایسه با مدل‌سازی سنتی اقتصادسنجی از قابلیت اعتماد و اتکای بیشتری برخوردار است.

### جامعه و نمونه تحقیق

جامعه تحقیق در این مقاله قرارداد های آتی سکه طلا است. این قرارداد ها از سال ۱۳۸۷ تا کنون در بورس اوراق بهادار کالا مورد معامله قرار گرفته است. برای انتخاب دوره تحقیق نمونه از معیار های زیر استفاده شد:

- دوره انتخاب شده دارای بیشترین روزهای تعداد معامله باشد.
  - افق زمانی تا حد ممکن به قرارداد های شروع شده در سال ۱۳۸۹ نزدیک باشد.
- بر اساس دو معیار بالا معامله قرارداد آتی سکه طلا با سررسید شهریور که دارای بیشترین تعداد روزهای معاملاتی ( ۱۰۵ روز معاملاتی) است، به عنوان نمونه تحقیق انتخاب گردید. در این تحقیق از تعداد ۹۵ داده برای تخمین مدل و از ۱۰ داده باقی مانده برای مقایسه داده های پیش بینی با داده های واقعی استفاده شد. علت انتخاب معیار های بالا را می توان به مدل های سری زمانی ارتباط داد. زیرا در این گونه مدل ها هرچه دوره زمانی بیشتر باشد، پیش بینی بر اساس مدل سری زمانی از توانایی بیشتری برخوردار خواهد بود.

### نتایج تحقیق

با توجه به مطالب مذکور، ابتدا به بررسی مانا بودن سری زمانی قیمت روزانه قرارداد آتی سکه طلا در بورس کالایی ایران پرداخته می شود. برای بررسی مانایی از آزمون دیکی- فولر<sup>۳۳</sup> یا دیکی- فولر تعمیم یافته<sup>۳۴</sup> استفاده می شود. نتیجه آزمون ریشه واحد برای لگاریتم طبیعی سری زمانی قیمت سکه (LCP) در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱)- آزمون ریشه واحد لگاریتم طبیعی قیمت روز تسویه سکه تمام بهار آزادی

نام متغیر	عرض از مبدأ	آماره مک کینون(مقدار بحرانی جدول)	آماره	سطح معنی داری
LCP	*	-۲/۸۹۲۵	-۲/۰۲۸۶	۵ درصد
DLCP	*	-۲/۸۹۲۸	-۸/۶۹۴۳	۵ درصد

نتیجه آزمون ریشه واحد در جدول (۱) نشان می دهد که سری زمانی قیمت قرارداد آتی سکه طلا (LCP) در سطح معنی داری ۵ درصد دارای ریشه واحد بوده و بنابراین، مانا نمی باشد. به همین منظور و جهت مانا شدن از سری قیمت سکه طلا تفاضل مرتبه اول گرفته شد. نتیجه ریشه واحد در مورد تفاضل مرتبه اول قیمت قرارداد آتی سکه طلا (DLCP) در سطح معنی داری ۵ درصد حاکی از عدم وجود ریشه واحد بوده و بنابراین، مانا می باشد. بنابراین، روش باکس- جنکینز را روی تفاضل مرتبه اول لگاریتم طبیعی سری قیمت قرارداد آتی سکه طلا انجام شده است.

در مرحله بعدی تعداد وقفه های خودرگرسیون و میانگین متحرک با استفاده از معیارهای تعیین وقفه آکائیک و شوارتز- بیزین تعیین شد. جدول (۲) مقادیر آکائیک و جدول (۳) مقادیر شوارتز- بیزین مدل های برآورد شده با وقفه های مختلفی از خود رگرسیونی و میانگین متحرک را نشان می دهد.

جدول (۲) - مقادیر آکائیک در الگوی برآورد شده  $ARMA(P, q)$ 

$P \backslash q$	۰	۱	۲	۳
۰	-۷۴۴۹۵۳۴	-۷۴۳۷۳۱۱	-۷۴۲۸۳۳	-۷۴۲۸۳۰۳
۱	-۷۴۲۶۳۴۹	-۷۴۰۴۸۵۵	-۷۴۰۴۸۴۵	-۷۴۰۴۹۶۳
۲	-۷۴۰۷۲۴۳	-۷۳۹۵۲۴۵	-۷۴۵۵۸۴۳	-۷۳۸۵۵۳۷
۳	-۷۴۰۲۷۹۳	-۷۳۹۲۰۶۸	-۷۳۸۰۸۴۲	-۷۴۴۶۶۰۷

که در آن  $P$  نشان دهنده تعداد جملات خود رگرسیونی و  $q$  نشان دهنده تعداد جملات میانگین متحرک است.

جدول (۳) - مقادیر شوارتز-بیزین در الگوی برآورد شده  $ARMA(P, q)$ 

$P \backslash q$	۰	۱	۲	۳
۰	-۷۴۲۲۴۷۸	-۷۳۸۳۱۹۸	-۷۳۷۴۲۱۷	-۷۳۷۴۱۹
۱	-۷۳۷۱۸۸۵	-۷۳۲۳۱۵۹	-۷۳۲۳۱۴۸	-۷۳۲۳۲۶۶
۲	-۷۳۵۲۴۲۱	-۷۳۱۳۰۱۳	-۷۳۷۳۶۱	-۷۳۰۳۳۰۵
۳	-۷۳۴۷۶۰۹	-۷۳۰۹۲۹۲	-۷۲۹۸۰۰۶	-۷۳۶۳۲۳۱

که در آن  $P$  نشان دهنده تعداد جملات خود رگرسیونی و  $q$  تعداد جملات میانگین متحرک است.

همان طور که ملاحظه می شود در این مورد هر دو معیار آکائیک الگوی  $ARIMA(2, 2)$  و شوارتز-بیزین الگوی  $ARIMA(0, 0)$  را معرفی می نمایند زیرا کمترین مقدار را نسبت به سایر وقفه ها دارند. البته مقادیر وقفه های بالاتر نیز مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج آنها در جدول وارد نشده است. با توجه به اینکه پیش بینی از طریق الگوی  $ARIMA(0, 0)$  امکان پذیر نمی باشد، بنابراین در مرحله بعدی برای تخمین فرایند  $ARIMA(2, 2)$  از نرم افزار ایویوز نسخه ۵ (Eviews5) به صورت زیر استفاده شد.



(۱)

$$(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i) DCP_t = \delta + (1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i) \epsilon_t$$

که در آن P، تعداد وقفه های خود رگرسیون، q تعداد وقفه های میانگین متحرک،  $DCP_t$  تفاضل لگاریتم طبیعی قیمت قرارداد آتی سکه طلا و  $L^i$  عملگر وقفه می باشد. در مدل شناسایی شده  $p=2$  و  $q=2$  است. بنابراین، می توان مدل بالا را به صورت زیر نوشت:

(۲)

$$(1 - \sum_{i=1}^2 \phi_i L^i) DCP_t = \delta + (1 + \sum_{i=1}^2 \theta_i L^i) \epsilon_t$$

حال می توان مدل (۲) را تخمین زد و کنترل تشخیصی را در مورد آن انجام داد. نتیجه تخمین مدل (۲) در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴) - تخمین ضرایب مدل ARMA(2, 2)

متغیرها	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معنی داری
$\delta$	-0.001025	0.001025	-0.9152	۵ درصد
$\sum_{i=1}^2 \theta_i L^i$	0.9221	0.042	21.94447	۵ درصد
$\sum_{i=1}^2 \phi_i L^i$	-0.9903	0.01627	-60.85	۵ درصد

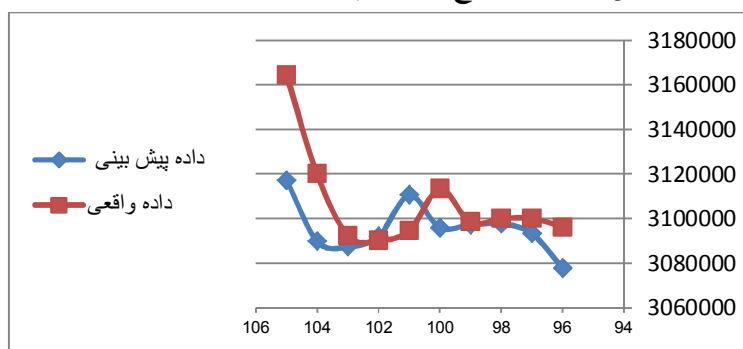
آماره  $t$  استیودنت برای وقفه های خود رگرسیون و وقفه های میانگین متحرک به ترتیب  $-60.85$  و  $21.94447$  است. نتایج تخمین حاکی از معنی دار بودن ضرایب با وقفه خود رگرسیونی و با وقفه میانگین متحرک در سطح معنی داری  $5$  درصد می باشد. به منظور بررسی مناسب بودن مدل برآورد شده، توابع خودهمبستگی  $^{25}$  (ACF) و خودهمبستگی جزئی  $^{26}$  (PACF) برای سری باقی مانده حاصل از تخمین مورد بررسی قرار گرفت. نمودار توابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی مربوط به باقی مانده های نمونه در شکل (5) نشان داده شده است. این نمودار ها، همگی کوچک بوده و از هیچ الگوی خاصی پیروی نمی کنند. همچنین، مقدار آماره  $Q$  لجانگ - باکس  $^{27}$  برای همه وقفه ها بی معنی است. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که الگوی برآورد شده، الگوی مناسبی است و می توان با استفاده از این مدل به پیش بینی برای دوره ای فراتر از دوره تخمین اقدام نمود. بنابراین، فرضیه صفر تحقیق رد می شود و در نتیجه از مدل آریما می توان برای پیش بینی قیمت قرارداد آتی سکه طلا استفاده نمود. مقایسه نتایج مربوط به داده های پیش بینی شده با استفاده از مدل برآورد شده و داده های واقعی روز های  $96$  تا  $105$  دوره تحقیق در جدول شماره  $6$  نشان داده شده است. نتایج داده های واقعی و پیش بینی شده قیمت قرارداد آتی سکه طلا نشان می دهد که آنها در یک جهت در حال حرکت هستند. نتایج این تحقیق با تحقیق های کونتراس و همکاران (2003) و بروسسان و لیما (2002) سازگار است.



شکل (۵) - توابع ACF و PACF باقی مانده مدل ARMA(2, 2)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.058	0.058	0.3171	
		2	0.004	0.001	0.3189	
		3	-0.036	-0.037	0.4457	0.504
		4	-0.069	-0.065	0.9152	0.633
		5	-0.065	-0.058	1.3378	0.720
		6	0.015	0.021	1.3598	0.851
		7	-0.013	-0.020	1.3784	0.927
		8	0.083	0.077	2.0800	0.912
		9	0.025	0.009	2.1430	0.952
		10	0.058	0.054	2.4934	0.962
		11	0.084	0.084	3.2403	0.954
		12	-0.151	-0.155	5.6911	0.841
		13	-0.074	-0.044	6.2896	0.853
		14	-0.094	-0.081	7.2697	0.839
		15	0.008	0.027	7.2761	0.887
		16	0.001	-0.020	7.2762	0.924
		17	0.177	0.155	10.888	0.760
		18	0.037	0.008	11.046	0.807
		19	-0.075	-0.111	11.721	0.817
		20	-0.038	-0.001	11.897	0.853
		21	-0.004	0.011	11.899	0.890
		22	0.039	0.085	12.089	0.913
		23	-0.031	-0.026	12.212	0.934
		24	-0.031	-0.036	12.335	0.950
		25	-0.083	-0.114	13.220	0.947
		26	-0.074	-0.111	13.933	0.948
		27	-0.127	-0.136	16.087	0.912
		28	-0.032	-0.076	16.224	0.931
		29	0.017	0.082	16.263	0.948
		30	-0.083	-0.085	17.218	0.944
		31	-0.044	-0.052	17.490	0.954

شکل (۶) - مقایسه نتایج داده های پیش بینی با داده های واقعی



## نتیجه گیری و بحث

این مقاله به بررسی پیش بینی قیمت قرارداد آتی سکه طلا در بورس کالای ایران پرداخته است. در این تحقیق از مدل ARIMA برای بررسی توانایی پیش بینی قیمت آتی قرارداد های سکه طلا استفاده شد. برای استفاده از مدل ARIMA ابتدا لازم است که مانایی داده های روزانه مورد بررسی قرار گیرد. نتایج آزمون دیکي فولر نشان داد که قیمت های روزانه قرارداد های آتی با یک وقفه مانا هستند. بنابراین، برای تخمین مدل از داده های روزانه با یک وقفه استفاده شد. نتایج آزمون آکائیک الگوی ARIMA (۲، ۲) را معرفی نمود. مدل تخمین زده شده با ARIMA (۲، ۲) نشان داد که مدل تخمین زده شده برای وقفه های خودرگرسیون دو تایی و وقفه های میانگین متحرک دوتایی معنی دار است. به منظور بررسی مناسب بودن مدل برآورد شده، توابع خودهمبستگی (ACF) و خودهمبستگی جزئی (PACF) تخمین زده شد. نتایج تخمین نشان داد که مدل بدست آمده مدل مناسبی است و این مدل می تواند برای پیش بینی قیمت قرارداد های آتی دوره های فراتر استفاده گردد. نتایج این تحقیق با تحقیق های کونتراس و همکاران (۲۰۰۳) و بروسسان و لیما (۲۰۰۲) سازگار است. نتایج این تحقیق می تواند مورد استفاده سرمایه گذاران و شرکت بورس کالای ایران قرار گیرد.

یادداشت‌ها

- <sup>1</sup> - Financial Engineering
- <sup>2</sup> - Future Contracts
- <sup>3</sup> - Option Contracts
- <sup>4</sup> - Swap Contracts
- <sup>5</sup> - Derivative Instrument
- <sup>6</sup> - Autoregressive and Moving Average process (ARIMA)
- <sup>7</sup> - Lin (2010)
- <sup>8</sup> - Wankhade and et.al (2010)
- <sup>9</sup> - Dooley and Lenihan (2005)
- <sup>10</sup> - Fernandes (2005)
- <sup>11</sup> - Contreras and et al (2003)
- <sup>12</sup> - Bressan and Lima (2002)

- 13 -Box- Jenkins Methodology
- 14 - Stationary
- 15 - Autoregressive Process
- 16 - Moving Average process
- 17 - Autoregressive and Moving Average process
- 18 - Identification
- 19 - Akaike Information Criterion
- 20 - Schwarz Bayesian Criterion
- 21 Estimation
- 22 Diagnostic Checking
- 23 Dickey-Fuller (DF)
- 24 Augmented Dickey-Fuller (ADF)
- 25 - Auto Correlation Function
- 26 -Partial Auto Correlation Function
- 27 -Ljung & Box

#### فهرست منابع

- 1) راعی، رضا و علی سعیدی (۱۳۸۵) " مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک" انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی (سمت).
- 2) گجراتی، دامودار. ابریشمی، حمید (۱۳۸۷) " مبانی اقتصاد سنجی" انتشارات دانشگاه تهران - چاپ پنجم - جلد دوم.
- 3) نوفرستی، محمد (۱۳۸۷) " ریشه واحد و همجمعی در اقتصادسنجی" انتشارات رسا - چاپ دوم
- 4) Bressan and Lima (2002) " the applicability of time series models as a decision tool of buy and sell orders of live cattle futures contracts" nova Economia\_Belo Horizonte\_12 (1)\_117-140\_janeiro-junho de 2002.
- 5) Contreras,J,Rosario,E, Francisco,J, and Antonio (2003) " ARIMA models to predict next day Electricity prices" IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 18, NO. 3, AUGUST 2003 .
- 6) Dooley and Lenihan (2005) " An assessment of time series methods in metal price forecasting" Resources Policy 30 (2005) 208-217.
- 7) Fernandez,v (2005) " Forecasting commodity prices by classification methods: The cases of crude oil and natural gas spot prices".
- 8) Lin,J (2010) " Empirical study of Gold price Based on ARIMA and GARCH Models, Stockholm's universities.



- 9) Wankhade,R, Suvarna,M, Sonal,G and V.M. Bodade (2010)" Use if the RIMA model for forecasting Pigeon Pea Production in india"International Review of Business and Finance.v(2)