



## ارائه مدلی برای شناسایی عوامل موثر بر قیمت آتی سکه به روش شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با مدل‌های رگرسیونی

میلاد گودرزی<sup>۱</sup>  
بهزاد امیری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۰

### چکیده

معاملات آتی در بورس کالای ایران و بر روی سکه تمام بهار آزادی در طول سال‌های اخیر به ویژه در سال گذشته از حجم معاملاتی قابل قبولی برخوردار بوده و توجه بسیاری از فعالان بازار را به خود جلب نموده است. در این مقاله بر اساس قیمت‌های سکه در بازار نقدی و معاملات آتی سکه در بورس کالای ایران در طول یک سال کامل به بررسی عوامل موثر بر قیمت‌های این بازار پرداخته شده است و بر مبنای این عوامل و با استفاده از روش شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی قیمت قرارداد آتی سکه بهار آزادی پرداخته و در نهایت به مقایسه دقت نتایج حاصل از این مدل با مدل خطی رگرسیون چندگانه پرداخته شده و دقت پیش‌بینی آنها بررسی شده است.

**واژه‌های کلیدی:** معاملات آتی، سکه بهار آزادی، شبکه عصبی مصنوعی، مدل رگرسیون چندگانه.

۱- دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی مالی، دانشکده مهندسی صنایع و مهندسی مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (مستقل مکاتبات) milad.goodarzi@aut.ac.ir

۲- کارشناس ارشد مهندسی مالی، دانشکده مهندسی صنایع و مهندسی مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

## ۱- مقدمه

طلا از دیرباز مورد توجه انسان بوده است و همیشه به عنوان یک کالای با ارزش و با نقد شوندگی بالا مورد دادوستد قرار می‌گرفته است. بعضاً در طول تاریخ مشاهده شده است که به عنوان وجه رایج دادوستد، به ایفای نقش پرداخته است. از آنجا که اکثر معادن طلا در سراسر جهان کشف شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند می‌توان گفت مقدار طلا در سراسر جهان تغییر چشم‌گیری نخواهد کرد و تقریباً به همین اندازه باقی خواهد ماند اما با توجه به رشد جمعیت جهان و نگاه سرمایه‌گذاری به طلا، انتظار آن می‌رود که در طول سال‌های آینده نیز نه تنها از توجه به این کالای باارزش کاسته نخواهد شد که چه بسا هر روز مورد اقبال بیشتری نیز قرار بگیرد.

در اکثر کشورهای جهان، طلا نه تنها بعنوان کالایی زینتی بلکه بعنوان کالایی سرمایه‌گذاری نیز داد و ستد می‌شود و این کارکرد طلا بعنوان یک انتخاب سرمایه‌گذاری، در زمان رکود بازارهای مالی محسوس‌تر نیز می‌شود. داده‌های تاریخی قیمت جهانی طلا در چهل سال گذشته با توجه به رویدادهای مهم موید این موضوع است [۱۰]. کشور ما نیز از این قضیه مستثنی نبوده، ضمن آنکه طلا بصورت شمش و مواد اولیه استفاده می‌شود، دادوستد طلا بصورت سکه بهار آزادی نیز بدلیل نقدشوندگی بالا از رونق بسیار بالایی برخوردار است. این امر ضرورت بررسی عوامل موثر بر قیمت سکه بهار آزادی و مدلی جهت پیش‌بینی را پررنگتر می‌کند.

استفاده از الگوریتم شبکه عصبی در زمینه پیش‌بینی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. پیش‌بینی رفتار سیستم‌های پیچیده، یکی از کاربردهای گسترده شبکه‌های عصبی است. بویژه می‌توان به کاربردهای آن در پیش‌بینی وضع هوا، پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های تجاری، پیش‌بینی دبی رودخانه، پیش‌بینی نرخ ارز، پیش‌بینی قیمت سهام و دیگر پیش‌بینی‌های اقتصادی اشاره کرد. در فرآیند پیش‌بینی توسط شبکه عصبی، معمولاً مجموعه‌ای از داده‌ها بعنوان ورودی در اختیار شبکه قرار می‌گیرد تا شبکه را آموزش دهد و سپس با دادن داده ورودی با تخمین رفتار، سیستم مورد پیش‌بینی عمل برون‌یابی را برای آن انجام می‌دهد.

آمار معاملات آتی سکه بهار آزادی از ابتدای ورود اولین نمادش به تابلو معاملات بورس کالای ایران (آذر ماه سال ۱۳۸۷) در بورس کالای ایران نشان دهنده رونق فزاینده‌ای می‌باشد. که این رونق، بازاری سازمان یافته با حجم معاملات بالا و نقدشوندگی مناسب در زمینه معاملات مشتقه را در کشور مهیا ساخته است. در این مقاله تلاش شده است تا براساس قیمت‌های معاملات در این بازار، ضمن بررسی عوامل موثر بر آن و روابط بین این عوامل، قیمت آتی آنها پیش‌بینی گردد.

در ادامه به مروری بر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه پرداخته شده است (بخش دوم). سپس در بخش سوم روش تحقیق توضیح و بررسی می‌شود. در فصل چهارم داده‌ها تجزیه و

تحلیل شده و با استفاده از شبکه عصبی پیاده‌سازی می‌شوند. در ادامه عملکرد مدل شبکه عصبی با مدل رگرسیون چندگانه در فصل پنجم مقایسه می‌شود و در آخر نتایج این تحقیق ارائه می‌شود.

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

محققین بسیاری به بررسی قیمت طلا، عوامل موثر بر آن و پیش‌بینی قیمت آن پرداخته‌اند و مدل‌هایی نیز برای پیش‌بینی قیمت پیشنهاد داده‌اند. از آن جمله می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد. تولی و لوسی در سال ۲۰۰۶ [۱۷]، تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی را در قیمت نقدی و آتی طلا در بازه ۲۰۰۳-۱۹۸۳ با استفاده از مدل‌های گارچ، بررسی کردند. آنها با بهره‌گیری از شاخص‌های نقدینگی و قرارداد آتی طلا و چند متغیر اقتصادی دیگر و همچنین با استفاده از روش‌های GARCH قیمت طلا را پیش‌بینی کرده‌اند. ایشان همچنین نشان دادند که دلار آمریکا مهمترین عامل اقتصادی تأثیرگذار و در بعضی بازارها تنها عامل تأثیرگذار بشمار می‌آید. بلوز در مطالعه خود در سال ۲۰۰۹ [۶] تأثیر نوسانات تورم مورد انتظار را در نوسانات قیمت طلا بررسی کرد. او شاخص  $CPI^1$  را بعنوان شاخصی از متغیر تورم در نظر گرفت و نشان داد که تغییرات در شاخص  $CPI$ ، سرمایه‌گذاران را به سمت بازار اوراق قرضه می‌کشاند و سرمایه‌گذاران نمی‌توانند تورم مورد انتظار بازار را از طریق بررسی قیمت طلا پیش‌بینی کنند. باتن و همکاران در سال ۲۰۱۰ [۴] تأثیر فاکتورهای مهم اقتصادی دوره‌های اقتصادی، محیط پولی و بازار مالی را در قیمت فلزات گرانبهای طلا، نقره، پلاتینیوم و پالادیوم بررسی کردند و نشان دادند که این فاکتورها تأثیر زیادی بر روی قیمت طلا دارند.

مطالعات دیگری نیز به بررسی تأثیر قیمت نفت بر روی قیمت طلا پرداخته‌اند از آن جمله می‌توان به تحقیق شفیع - توپال و ژانگ - وی در سال ۲۰۱۰ [۱۴] [۱۸] اشاره کرد. شفیع و توپال مطالعه‌ای در زمینه روند بلند مدت قیمت جهانی طلا و رابطه آن با دو عامل اصلی قیمت نفت و تورم انجام دادند. در این مطالعه داده‌های ۴۰ سال (۱۹۶۸-۲۰۰۸) طلا را مورد مطالعه قرار داده‌اند و مدل پیشنهادی خود را در این بازه آزمون و برای ۱۰ سال آینده پیش‌بینی کرده‌اند. این مطالعه نشان داد که قیمت طلا رابطه مستقیمی با قیمت نفت دارد ولی رابطه محسوسی بین تورم (تورم آمریکا) و قیمت طلا وجود ندارد. در این مقاله از مدل ریزش بازگشتی پرش/سقوط برای پیش‌بینی استفاده شده است. بررسی‌های ژانگ و وی نیز موید رابطه میان قیمت طلا و نفت می‌باشد. آنها نشان دادند که قدرت تأثیر نفت بر طلا بیشتر است. آگاروال و لوسی در سال ۲۰۰۷ [۲] قیمت طلا را با دیدی متفاوت بررسی کردند. آنها در این مطالعه جنبه‌های روانی معاملات طلا را مورد توجه قرار دادند و عوامل موثر بر آن را مشخص کردند.

در طول سال‌های اخیر روش هوش مصنوعی با توجه به در نظر گرفتن روابط پیچیده میان متغیرها کاربردهای فراوانی در زمینه‌های مختلف به ویژه پیش‌بینی داشته است. در زمینه کاربرد روش‌های هوش مصنوعی و مخصوصاً شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد. از نمونه کاربردهای شبکه عصبی در پیش‌بینی شاخص بورس، می‌توان به مطالعات چانگ و همکارانش<sup>۲</sup> [۹] و بویا سیگلو و آوسی<sup>۳</sup> [۱۲] اشاره کرد. چای و همکاران [۸] از روش شبکه عصبی برای پیش‌بینی شاخص سهام تایوان استفاده کردند. آن‌ها در مطالعه خود شبکه عصبی و تئوری گری را با یکدیگر ترکیب کردند تا بتوانند با استفاده از داده‌های ورودی کمتر به پیش‌بینی دقیقتری دست یافته و دقت پیش‌بینی خود را بالا ببرند. و در واقع از خروجی تحلیل روابط گری به عنوان ورودی مدل شبکه عصبی استفاده کردند. شیخ عبدالحمید و زاهد اقبال [۱۵] نیز با استفاده از روش شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی نوسان‌پذیری شاخص قیمت آتی S&P 500 پرداختند.

چانگ و همکارانش با استفاده از شبکه‌های عصبی، منطق فازی و اتو رگرسیون، مدل ترکیبی را برای پیش‌بینی شاخص سهام TAIEX ارائه دادند. در این تحقیق آنها داده‌های سالهای ۱۹۹۷-۲۰۰۳ شاخص را بررسی کرده و ۳ ماه آخر دوره را مورد آزمون قرار دادند. مدل پیشنهادی آنها عملکرد بهتری را نسبت به مدل یو و چن نشان داده است. در این حوزه نیز می‌توان به تحقیق سیگلو که با استفاده از شبکه‌های عصبی بازده شاخص ISE استانبول را بررسی و پیش‌بینی کرده است، اشاره کرد. عبده تبریزی و پناهیان [۱۶] نیز با استفاده از شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی قیمت سهام پرداختند. سرفراز و افسر [۱] نیز به بررسی عوامل موثر بر نوسانات طلا پرداختند و از مدل شبکه عصبی بر مبنای تاکاگی سوگنو برای پیش‌بینی قیمت طلا استفاده نمودند.

در ادبیات موضوع تحقیقاتی که به پیش‌بینی آتی طلا پرداخته باشند به ندرت یافت می‌شود که از این جمله می‌توان به مقاله گروندنیستکی و اوزبورن [۷] اشاره کرد، آن‌ها در تحقیقشان با استفاده از شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی شاخص S&P و قیمت آتی طلا پرداختند. پوستی و صادقیانی [۱۳] تلاش کردند تا قیمت‌های آتی سکه طلا در بورس کالای ایران را پیش‌بینی نمایند، آن‌ها برای این امر از روش رگرسیون استفاده کردند، البته آن‌ها در تحقیقشان نمادهای معاملاتی مختلف را جداگانه تحلیل کردند و عملاً نمی‌توان از نتایج تحقیق آن‌ها برای پیش‌بینی جامع طلا استفاده نمود.

با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان گفت اگرچه تحقیقات بسیاری مرتبط با طلا انجام شده است و اساساً از روش‌های رگرسیون و شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی استفاده می‌شود اما تاکنون تحقیق جامعی در زمینه پیش‌بینی قیمت‌های آتی طلا با استفاده از این روش‌ها انجام نگرفته است.

همچنین با توجه به نوپا بودن قراردادهای آتی سکه تحقیقات بسیار محدودی در این خصوص انجام شده است.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

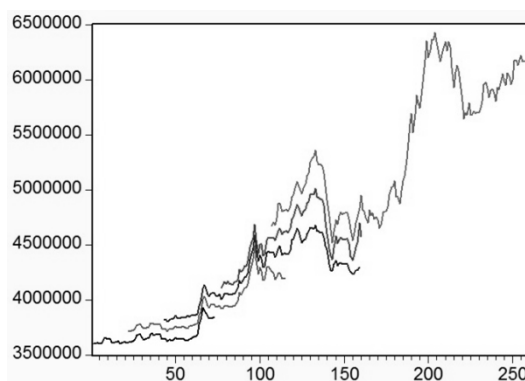
این تحقیق سعی دارد عوامل تأثیر گذار بر قیمت معاملات آتی را بررسی کرده و با توجه به عوامل موثر، مدلی را برای پیش بینی ارائه دهد. فرضیه تحقیق این است که نوسانات قیمت دلار، قیمت طلای جهانی و سکه بهار آزادی تأثیر مثبتی بر قیمت قرارداد آتی در تحویل‌های نزدیک دارند. برای این منظور این تحقیق از داده‌های تاریخی استفاده کرده است. با توجه به اینکه مدت زمان کمی از ورود قراردادهای آتی سکه به بورس کالا می‌گذرد و به دلیل حجم معاملات پایین و عمق کم بازار در دو سال ابتدای معاملات قراردادهای آتی سکه، در این تحقیق از قیمت نمادهای اسفند ۸۹، اردیبهشت ۹۰، تیر ۹۰، شهریور ۹۰ و آبان ۹۰ استفاده شده است. برای این منظور داده‌های تاریخی قیمت جهانی طلا، قیمت دلار و قیمت سکه در بازار ایران از ابتدای آذرماه سال ۱۳۸۹ تا پایان آبان ماه سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفته است.

### ۳-۱- استخراج یک قیمت از میان نمادهای معاملاتی مختلف

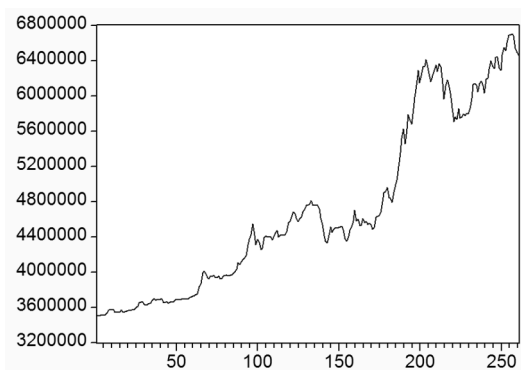
در معاملات آتی سکه بورس کالای ایران، معاملات در نمادهای مختلف و بر اساس تحویل در ماه‌های مختلف انجام می‌شود. ساده‌ترین راه برای بررسی قیمت‌های این بازار بررسی قیمت‌های هر نماد معاملاتی به دنبال نماد دیگر می‌باشد اما این روش این مشکل را ایجاد می‌کند که با پایان هر سررسید و به دلیل اختلاف قیمت ذاتی سررسیدهای مختلف شاهد یک شکستگی بزرگ در قیمت‌ها می‌باشیم و قیمت‌ها با یک پرش همراه می‌شوند. راه حل مناسب‌تر آن است که مانند تحقیق پوستی و صادقیانی [۱۳] قیمت‌های هر نماد معاملاتی بصورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرند و برای هر نماد یک تحلیل و یک رابطه جداگانه داشته باشیم اما این کار با مشکلاتی همراه می‌شود. از یک طرف هر نماد معاملاتی و در واقع هر سررسید تقریباً ۶ ماه زودتر جهت انجام معاملات معرفی می‌شود و لذا جهت بررسی داده‌های تاریخی تنها می‌توان از داده‌های مربوط به ۶ ماه استفاده نمود و از آنجا که لازم است تا از تعدادی از داده‌ها را برای تست قدرت و توانایی پیش‌بینی مدل کنار استفاده شود عملاً نمی‌توان به استناد این داده‌ها به روابطی با قابلیت اطمینان بالا دست یافت.

از سوی دیگر معاملات روزهای پایانی جهت از بین بردن هرگونه فرصت سفته بازی به قیمت‌های بازار نقدی بسیار نزدیک می‌شود و این امر باعث می‌شود رفتار و الگوی قیمت‌ها در

روزهای پایانی تغییر کرده و نمی‌توان بطور مناسبی از آن بهره برد بنابراین می‌توان گفت حتی همه داده‌های این ۶ ماه نیز قابل استفاده نمی‌باشند. از طرف دیگر عوامل فصلی و تقویمی مختلفی بر روی قیمت طلا و طبیعتاً قیمت سکه تاثیرگذار می‌باشد و این امر این مشکل را سبب می‌شود که اگر برای یک نماد معاملاتی به رابطه معین و مناسبی بدست آید نمی‌توان از آن به عنوان مرجعی برای پیش‌بینی و تحلیل در نمادهای دیگر استفاده نمود چرا که ممکن است نمادهای دیگر به سبب قرارگرفتن در بازه زمانی دیگر از الگوی رفتاری متفاوتی برخوردار باشند و بطور کلی می‌توان گفت هیچ یک از نمادهای معاملاتی همه ویژگی‌های رفتاری قیمت سکه را در خود ندارند.



نمودار ۱. الف. داده‌های قراردادهای آتی سررسیدهای مختلف



نمودار ۱. ب. داده‌های قراردادهای آتی بصورت یک نماد پیوسته

آنچه در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است میانگینی موزون از قیمت‌های نزدیک‌ترین نمادهای قابل معامله در بازار می‌باشد و برای آنکه زمان تا سررسید خیلی بزرگ نشود تنها از دو

نماد نزدیک استفاده شده است. وزن‌های داده شده بدین صورت است که در ابتدا که زمان تا سررسید برای نزدیک‌ترین نماد ۲ ماه می‌باشد و برای سررسید دورتر ۴ ماه، وزن سررسید نزدیک عددی بسیار نزدیک به یک می‌باشد و وزن قیمت نماد با سررسید دورتر نزدیک به صفر. با گذشت زمان و با هرچه نزدیکتر شدن به پایان سررسید نماد نزدیکتر، وزن آن کمتر شده و به صفر می‌رسد، از طرف دیگر وزن نماد با سررسید دورتر به سمت یک نزدیک می‌شود بطوریکه در آخرین روز معاملاتی وزن نماد نزدیکتر عملاً صفر و وزن نماد دورتر برابر یک می‌شود. از این زمان به بعد وزن نماد دورتر که حالا خود نزدیکترین نماد است رو به کاهش می‌گذارد و وزن سومین نماد که حالا دومین نماد به لحاظ تاریخ سررسید به حساب می‌آید از صفر شروع و به مرور افزایش می‌یابد. بدین ترتیب ضمن آنکه می‌توان بدون توجه به قیمت معاملات آتی نمادهای مختلف و بدون نگرانی از پایان معاملات آن به قیمت واحدی از معاملات آتی دست یافت که مشکل کمبود داده را ندارد، از طرفی این قیمت برای کل یک سال و با لحاظ کردن همه ویژگی‌های تقویمی طلا نیز قابل استفاده است و نیز بسیار هموار می‌باشد و به هیچ وجه با پایان هر سررسید شکستگی در آن دیده نمی‌شود. دیگر ویژگی بسیار مناسب این روش آن است که با این روش عملاً زمان تا سررسید برای همه روزهای معاملاتی ثابت و یکسان می‌شود و این امر نه تنها کار را راحتتر می‌کند بلکه امکان مقایسه بسیار بهتری را با روزهای مختلف و نیز با قیمت سکه در بازار نقدی فراهم می‌آورد بطوریکه در هر لحظه می‌توان به قیمت معاملاتی آتی‌ای اشاره کرد که مربوط به تاریخ سررسیدی معادل ۲ ماه بعد می‌باشد.

### ۲-۲- شبکه عصبی مصنوعی

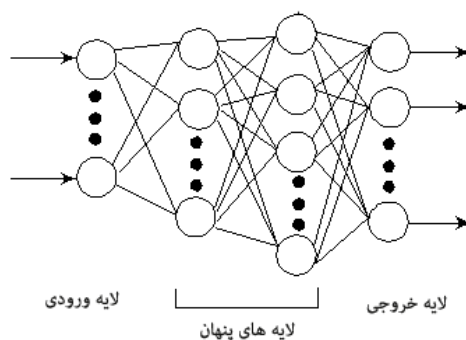
شبکه‌های عصبی مصنوعی از جمله روش‌هایی هستند که قادر به تخمین موارد غیرخطی متعدد در داده‌ها بوده و یک چارچوب محاسبه‌ای انعطاف‌پذیر برای دامنه وسیعی از مسائل غیرخطی هستند. یکی از مزیت‌های بارز اینگونه از مدل‌ها نسبت به مدل‌های غیرخطی دیگر، این است که شبکه‌های عصبی مصنوعی یک تقریب زنده جهانی هستند که می‌توانند هر نوع تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند.

اینگونه از شبکه‌ها به هیچگونه پیش‌فرضی در مورد شکل مدل در فرآیند مدل‌سازی نیاز ندارند و به طور کلی یک مدل مبتنی بر داده هستند. در حال حاضر انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی وجود دارد که برخی از آنها دارای کاربرد بیشتری هستند. بررسی مطالعات حاکی از تأکید بر استفاده از شبکه‌هایی مانند شبکه پیشخور پس انتشار<sup>۴</sup> و شبکه آبخاری پس انتشار است. در این

تحقیق نیز از شبکه پیشخور پس انتشار برای پیش بینی استفاده شده است. که در ادامه این شبکه به اختصار معرفی می‌گردد.

### شبکه پیشخور پس انتشار

در این شبکه، هر نرون از لایه ها، اطلاعات را از نرون های لایه قبل گرفته و پس از پردازش به نرون های لایه بعد انتقال می‌دهد. در این نوع شبکه برخلاف شبکه بازگشتی، اطلاعات تنها در یک جهت و از لایه ورودی به لایه خروجی منتقل می‌شود. در نمودار زیر یک نمونه شبکه پیشخور پس انتشار با دو لایه پنهان نمایش داده شده است. در این نمودار بردار  $X$  بردار داده های ورودی،  $Y$  بردار داده های خروجی و  $F$  تابع عملگر می‌باشد.

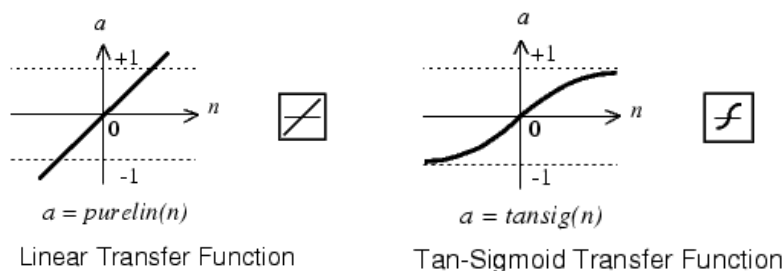


شکل ۱. نمونه ساده شبکه پیشخور پس انتشار

هر گره نشانگر یک نرون است. نرون‌ها همانند نرون‌های بدن انسان عمل می‌کنند و به ازای مقادیر خاصی از ورودی نرون فعال می‌شوند. ارتباط بین نرون‌ها را با وزن دهی از هم متمایز می‌کنند. برای هر نرون یک تابع عملگر تعریف می‌شود و معمولاً نرون‌های لایه‌های پنهان را تابع عملگر تانسیگموئید و لایه‌های خروجی را تابع عملگر خطی در نظر می‌گیرند. در این تحقیق نیز بدلیل دامنه این تابع، برای لایه‌های پنهان و خروجی استفاده شده است. در شکل زیر نمودار این دو تابع را می‌توان دید.

در این مقاله پس از بررسی و تعیین عوامل موثر بر قیمت آتی سکه بهار آزادی با استفاده از شبکه عصبی پیشخور پس انتشار به ساخت یک مدل غیرخطی می‌پردازیم و با کمک این مدل به پیش‌بینی قیمت‌های آتی سکه خواهیم پرداخت.





شکل ۲. توابع عملگر خطی و تان سیگموئید

### ۳-۳- منغیرها و داده‌های تحقیق

در این تحقیق با توجه به روش‌هایی که استفاده می‌شود قیمت‌های قرارداد آتی بعنوان متغیر وابسته و قیمت‌های طلای جهانی، قیمت ارز و قیمت سکه بهار آزادی بعنوان متغیر توصیفی انتخاب شده‌اند.

همانطور که در بخش‌های قبل ذکر شد در این تحقیق داده‌های تاریخی ۵ قرارداد آتی با نمادهای اسفند۸۹، اردیبهشت ۹۰، تیر ۹۰، شهریور ۹۰ و آبان ۹۰ مورد مطالعه قرار گرفته است که این اطلاعات از شرکت بورس کالای ایران و براساس قیمت‌های تسویه روزانه جمع آوری شده است. بواسطه این ۵ نماد، داده‌های یکساله سه متغیر توصیفی از ابتدای آذر ماه ۸۹ لغایت پایان آبان ماه ۹۰ از سایت شرکت زرین<sup>۵</sup> جمع آوری و مورد مطالعه قرار گرفته است. داده‌ها بصورت روزکاری و به تعداد ۲۶۰ روز می‌باشند. ۲۰۰ روز اول برای مدل سازی و آموزش مدل و ۶۰ روز آخر برای تست مدل استفاده شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از سه نرم افزار MATLAB 7.8، Excel2010 و EViews 4.1 استفاده شده است.

### ۳-۴- اطلاعات توصیفی عوامل موثر

در جدول ۱ مقادیر میانگین، میانه، بیشینه، کمینه، انحراف معیار، ضریب چولگی، ضریب کشیدگی، آماره جارک-براو میزان معنی داری آن به منظور آزمون نرمال بودن هریک از متغیرهای توضیحی تحقیق به صورت جدولی حاوی آمار توصیفی متغیرها ارائه گردیده است.

جدول ۱. اطلاعات توصیفی عوامل موثر

آماره	قرارداد آتی	اونس طلا	دلار	سکه بهار آزادی
میانگین	4272888	1508.654	11325.41	4135073
میانه	4351172	1494.7	11274.2	4210000
بیشینه	6286770	1896.6	12478.6	5959000
کمینه	3502791	1335.5	10550	3390000
انحراف معیار	612281.4	141.0938	468.6837	559767.3
چولگی	0.955765	1.106083	0.368438	1.042737
کشیدگی	3.974113	3.537684	2.261333	4.192284
جاک برا	38.54882	43.40577	9.117146	48.32997
احتمال	0	0	0.010477	0

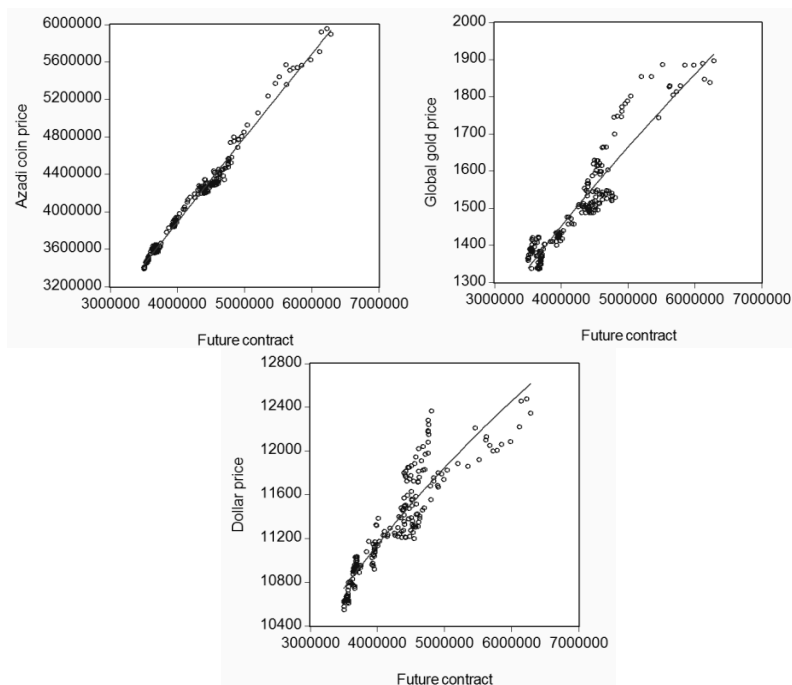
## ۴- یافته‌های پژوهش

به منظور بررسی عوامل تاثیرگذار، قیمت قراردادهای آتی را با هرکدام از عوامل بصورت جداگانه بررسی نمودار پراکندگی رسم شده است. در زیر این سه نمودار آورده شده است.

شکل ۱. رابطه سه عامل اونس طلا، سکه بهار آزادی و دلار بر قرارداد آتی

	قرارداد آتی - اونس طلا	قرارداد آتی - سکه بهار آزادی	قرارداد آتی - دلار
R-squared	۰.۸۸	۰.۹۸۸	۰.۸۱۱

نمودارها موید وجود همبستگی مثبت بین این سه عامل و قرارداد آتی است. این رابطه بین قیمت سکه بهار آزادی و قرارداد آتی بسیار زیاد است. برای بررسی بیشتر هرکدام از این عوامل را بررسی متغیر وابسته رگرسی می‌کنیم که نتایج ضریب تعیین آنها در جدول زیر آورده شده است



شکل ۱. رابطه سه عامل هر اونس طلا، قیمت هر سکه بهار آزادی و ارزش هر دلار با قرارداد آتی

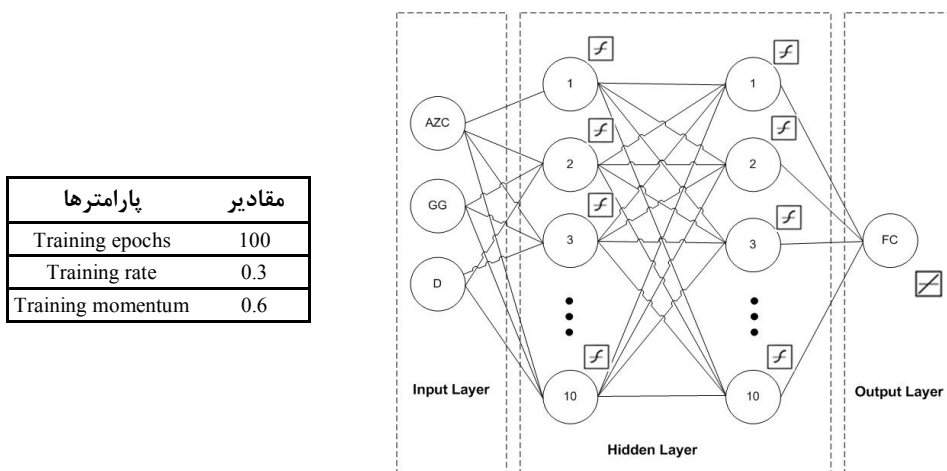
#### ۴-۱- ارائه مدل پیش بینی

در این بخش با استفاده از عوامل موثر در قیمت قرارداد آتی و مدل بدست آمده به پیش بینی دوره ۶۰ روزه با استفاده از مدل غیر خطی شبکه عصبی پرداخته شده است.

#### پیش بینی با استفاده از شبکه عصبی

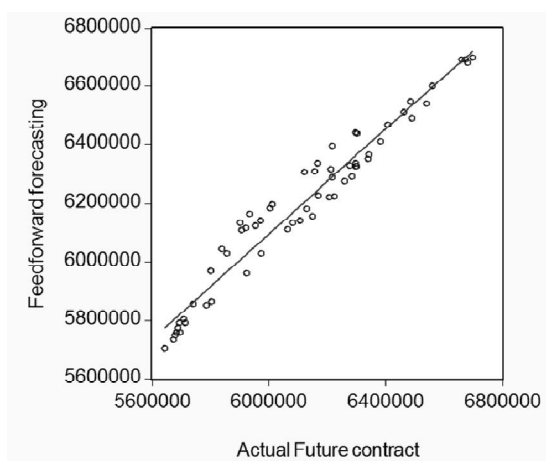
پیاده سازی این مدل در نرم افزار MATLAB 7.8 صورت گرفته است. معمولاً در طراحی شبکه پیشخور پس انتشار از دو یا سه لایه استفاده می کنند. در صورت افزایش تعداد لایه های پنهان و یا نرون ها در هر لایه، شبکه دچار بیش برآزش می شود و قدرتش در پیش بینی اطلاعات کاهش می یابد. برای تعیین تعداد لایه و نرون های بهینه، بصورت سعی و خطا شبکه های مختلفی پیاده سازی شدند که در نهایت شبکه با دو لایه پنهان و در هر لایه ۱۰ نرون با کمترین MSE، انتخاب

شده است. در این مقاله الگوریتم آموزشی لونیبرگ-مارکوات با پارامترهای زیر مورد استفاده قرار گرفته است. شبکه پیشخور پس انتشار مورد استفاده در تحقیق در شکل ۲ رسم شده است.



شکل ۲. شبکه عصبی طراحی شده در این تحقیق

با ۲۰۰ داده اول آموزش داده شده و با ۶۰ داده آخر تست شده است. نتایج برازش مدل در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳. مرابطة مقدار پیش بینی شده (با روش FFBP) با مقدار واقعی

#### ۴-۲- ارائه مدل به روش رگرسیون چندگانه

برای آنکه بتوان نتایج مدل را به شیوه مناسب‌تری بیان کرد در ادامه تلاش شده است تا با ساخت مدل خطی قیمت‌های قراردادهای آتی بررسی شده و با مدل غیرخطی شبکه عصبی مقایسه می‌گردد. با توجه به همبستگی مثبت عوامل ذکر شده در بالا می‌توان رابطه خطی زیر را در نظر گرفت:

$$Futures\ contract = b_0 + b_1 * Dollar + b_2 * Azadi\ coin + b_3 * Global\ Gold \quad (1)$$

این رابطه، با کمک نرم افزار EViews4.1 آزمون و برازش شده است. برای بررسی فرض پانجگانه آزمون‌های زیر بر روی نتایج برازش صورت گرفته است:

- تست نرمال بودن مولفه خطا با رسم نمودار ستونی، محاسبه چولگی، کشیدگی و آزمون جاک-برا
- تست هم خطی با آزمون t-student بروی ضرایب معادله برازش شده و همچنین آزمون معناداری کل.
- تست ناهمسانی واریانس با انجام آزمون White.
- تست خودهمبستگی با آزمون آماره Durbin Watson.

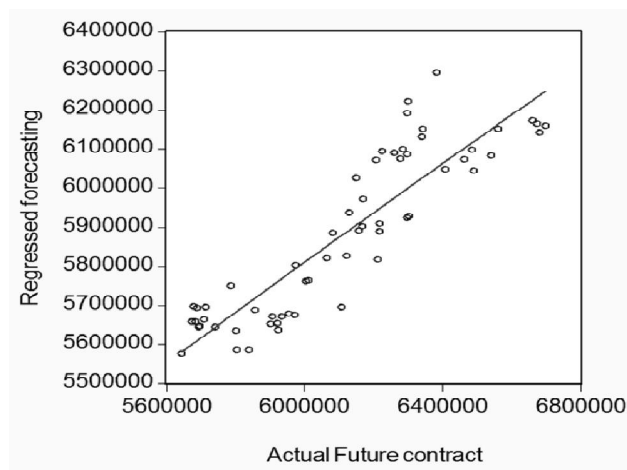
نتایج آزمون‌های انجام گرفته نشان از وجود خودهمبستگی دارد که از آنجا که به طور واضح می‌توان نشانه‌هایی از پدیده تار عنکبوتی در رفتار معامله گران در باره سکه را مشاهده نمود چنین نتایجی قابل پیش‌بینی می‌باشد. برای رفع این موضوع از آنجا که حداکثر نوسان قیمت‌های یک نماد در طول یک روز براساس قیمت تسویه روز قبل تعیین می‌گردد لذا از داده‌های قرارداد آتی با وقفه یکروزه استفاده شده است که با رگرس کردن مجدد مدل، پارامترهای زیر حاصل می‌شود که در این مدل تمامی فرض OLS صدق می‌کنند.

$$Futures\ contract(t) = -854466.9 + 87.055 * Dollar(t) + 0.409 * Azadi\ coin(t) + 133.77 * Global\ Gold(t) + 0.524 * Futurescontract(t - 1)$$

جدول ۲. ضرایب عوامل مختلف بر اساس رابطه رگرسیون چندگانه

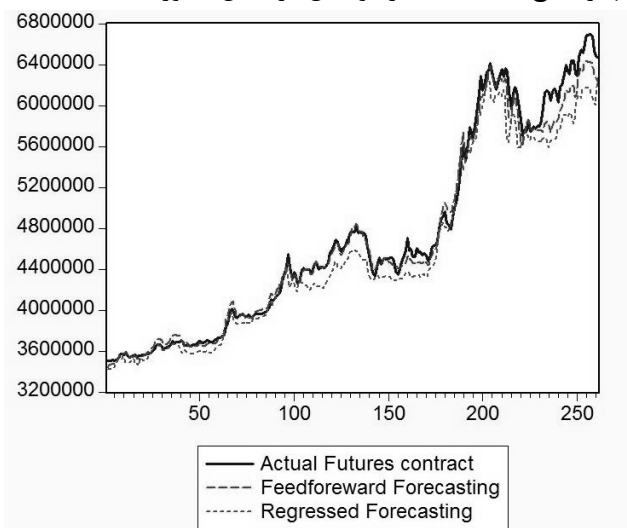
	دلار	سکه بهار آزادی	اونس طلا	قرارداد آتی با وقفه یکروزه
Coefficient	۸۷.۰۵۵	۰.۴۰۹	۱۳۳.۷۷	۰.۵۲۴

با استفاده از این ضرایب به پیش‌بینی قیمت‌های آتی سکه براساس مدل رگرسیون پرداخته شده که نتایج آن در شکل ۴ آورده شده است.



شکل ۴. رابطه مقدار پیش‌بینی شده با مقدار واقعی

به منظور مقایسه بهتر نتایج بدست آمده از دو مدل در شکل ۵ آورده شده است.



شکل ۵. مقایسه مقدار های پیش‌بینی شده شبکه عصبی و رگرسیون خطی با مقادیر واقعی در

دوره ۶۰ روزه

## ۵- نتیجه گیری و بحث

در این تحقیق عوامل موثر بر قیمت قراردادهای آتی سکه بهار آزادی در معاملات آتی بورس کالای ایران بررسی گردیده و مدلی با استفاده از شبکه عصبی برای پیش بینی آن ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده، می توان قیمت معاملات آتی سکه بهار آزادی را متأثر از سه فاکتور قیمت سکه در بازار نقدی، ارزش دلار در بازار ایران و ارزش جهانی طلا دانست. نکته قابل توجه آن است که بر اساس نتایج بدست آمده از مدل، این عوامل تا حد بسیار خوبی عوامل موثر بر قیمت های بازار آتی را پوشش می دهند. در انتها عملکرد مدل پیشنهادی با مدل خطی رگرسیون چندگانه مقایسه شده است.

مدل شبکه عصبی با در نظر گرفتن روابط پیچیده ای که مابین عوامل وجود دارد، توانسته است دوره ۶۰ روزه را با ضریب تعیین خوبی پیش بینی کند و همانطور که در متن عنوان شد اگرچه نتایج بدست آمده از روش رگرسیون بسیار قابل قبول است اما دقت شبکه پیشخور پس انتشار بیشتر بوده و مقدار خطای کمتری را همراه داشته است.

همچنین نتایج حاصله بر اساس معیارهای MAPE، MPE و U مقایسه شده اند که خلاصه نتایج آن در جدول زیر آمده است.

جدول ۴. مقایسه خطای دو روش پیش بینی

	MAPE	MPE	U
رگرسیون خطی	۰.۰۳۷۸	۰.۳۷۷	3.64207 E-09
شبکه پیشخور پس انتشار	۰.۰۱۳۷	- ۰.۰۱۳۷	1.45569 E-09

با گذشت زمان و بدست آمدن داده های جدیدتر می توان تعداد داده های بیشتری را برای آموزش مدل در نظر گرفت و بر دقت مدل ها افزود. مدل سازی ها با هوش مصنوعی و بالاخص شبکه های عصبی در چند سال گذشته، بدلیل قابلیت بالا در مدلسازی روابط پیچیده سیستم ها در تحقیقات افزایش یافته است. در مطالعات آینده می توان قابلیت آنها را با ادغام کردن منطق فازی، برای در نظر گرفتن عوامل کیفی که قابل اندازه گیری نیستند در مدلسازی، توسعه داد. نرخ تنزیل یکی دیگر از پارامترهای مهم بازار سرمایه می باشد، که مورد توجه قرار نگرفته است، می توان در تحقیقات آتی رابطه نرخ تنزیل قیمت های آتی نسبت به قیمت های نقدی را بررسی نمود.

## فهرست منابع

- ۱) لیلا سرفراز، امیر افسر (۱۳۸۴)، بررسی عوامل موثر بر قیمت طلا و ارائه مدل پیش‌بینی بر مبنای شبکه‌های عصبی فازی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۱۶، ۱۴۹-۱۶۵.
- 2) Aggarwal, R., Lucey, B. M. (2007). "Psychological barriers in gold prices?". *Review of Financial Economics*, 16(2), 217-230.
- 3) Akbar Esfahanipour, WeryaAghamiri(2010), "Adapted Neuro-Fuzzy Inference System on indirect approach TSK fuzzy rule base for stock market analysis", *Expert Systems with Applications*, 37, 4742-4748.
- 4) AzadehA., Asadzadeh,S.M.,Ghanbari,A. (2010), "An adaptive network-based fuzzy inference system for short-term natural gas demand estimation: Uncertain and complex environments ",*Energy Policy*,38 ,1529-1536.
- 5) Batten, J. A., Ciner, C., Lucey, B. M. (2010). "The macroeconomic determinants of volatility in precious metals markets". *Resources Policy*, 35(2), 65-71.
- 6) Blose, L. E. (2010). "Gold prices, cost of carry, and expected inflation". *Journal of Economics and Business*, 62(1), 35-47.
- 7) Grudnitski G., Osburn L., "Forecasting S&P and gold futures prices: An application of neural networks", *Journal of Futures Markets*, 13 (6), 631-643.
- 8) Sheng-Chai Chi, (1999), "A forecasting approach for stock index future using grey theory and neural networks", *International Joint Conference on Neural Network*.
- 9) Fi-John Chang, Ya-Ting Chang(2006), "Adaptive neuro-fuzzy inference system for prediction of water level in reservoir", *Advances in Water Resources*, 29, 1-10.
- 10) Jalal Shiria,n, O` zgurKis-i b (2011), "Comparison of genetic programming with neuro-fuzzy systems for predicting short-term water table depth fluctuations ",*Computers & Geosciences* ,37 (2011) 1692-1701.
- 11) Jing-Rong Changa, Liang-Ying Weib,Ching-Hsue Cheng(2011), "A hybrid ANFIS model based on AR and volatility for TAIEX forecasting", *Applied Soft Computing*, 11, 1388-1395.
- 12) MelekAcarBoyacioglu a, ,DeryaAvci(2010), "An Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS) for the prediction of stock market return: The case of the Istanbul Stock Exchange", *Expert Systems with Applications* , 37, 7908-7912.
- 13) Pousti, F., Sadeghiani, J., (2011), "An econometrics method for estimating gold coin futures prices", *Management Science Letter*, 1, 621-630.
- 14) Shafiee, S., Topal, E. (2010). "An overview of global gold market and gold price forecasting". *Resources Policy*, 35(3), 178-189.
- 15) Shaikh A. H., Zahid I., (2004), "Using neural networks for forecasting volatility of S&P 500 Index futures prices", *Journal of Business Research*, 57 (10), 1116-1125.
- 16) Tabrizi H. A., Panahian H. (2000), "Stock Price Prediction by Artificial Neural Networks: A Study of Tehran's Stock Exchange (T.S.E)", *Hand Research Foundation*, <http://www.handresearch.org/>.
- 17) Tully, E., Lucey, B. M. (2007). "A power GARCH examination of the gold market". *Research in International Business and Finance*, 21(2), 316-325.



- 18) Zhang, Y. J., Wei, Y. M. (2010). " The crude oil market and the gold market: Evidence for cointegration, causality and price discovery". Resources Policy, 35(3), 168-177.
- 19) [www.tala.ir](http://www.tala.ir)
- 20) [www.ime.co.ir](http://www.ime.co.ir)

## یادداشت‌ها

---

<sup>1</sup>Consumer Price Index

<sup>2</sup>Jing-Rong Chang, Liang-Ying Wei, Ching-Hsue Cheng

<sup>3</sup>MelekAcarBoyacioglu, DeryaAvcı

<sup>4</sup>Feed forward Back propagation network

<sup>5</sup>[www.tala.ir](http://www.tala.ir)