

# تحلیل عوامل موثر بر نوسان‌های قیمت طلا با استفاده از مدل‌های رگرسیون سوئیچینگ مارکف و شبکه عصبی

سعید صمدی<sup>۱</sup>

دانشیار دانشکده علوم اداری و اقتصادی  
دانشگاه اصفهان

مینو نظیفی نایینی<sup>۲</sup>

کارشناسی ارشد اقتصاد توسعه و برنامه ریزی،  
دانشگاه اصفهان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۹

## چکیده

طلا یک کالای استراتژیک است و عوامل زیادی بر قیمت آن تاثیر می‌گذارد. از طرفی روش شبکه عصبی توانایی خاصی در برآورد روند و پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا دارد و روش رگرسیون سوئیچینگ نیز توانایی در شناسایی شوک‌ها و سال‌های تغییر رژیم‌های نوسانات در سطح پر نوسان و کم نوسان دارد. این تحقیق به طور جداگانه بر بررسی هر یک و پیاده سازی این روش‌ها در داده‌های نوسانات قیمت طلا می‌پردازیم.

روش تحقیق: در این پژوهش با شناسایی عوامل موثر بر نوسان‌های قیمت طلا برای دوره ۱۳۵۹-۱۳۹۰ الگوی متناسب با این نوسان‌ها مدل‌سازی می‌شود. برای مدل‌سازی از دو روش غیر خطی شبکه عصبی و مدل رگرسیون چرخشی مارکف استفاده شده است. هدف مدل‌سازی در این مطالعه مقایسه دو روش نیست بلکه با یاری جستن از دو مدل سعی در برآزش بهتر و پیش‌بینی بهتر مدل‌ها می‌باشد. هر یک از این دو روش

توانایی خاصی در قسمتی از فرآیند مدل‌سازی دارند. شبکه عصبی به کار گرفته شده در این پژوهش حاوی ۲ لایه پنهان و رگرسیون چرخشی نیز دارای ۲ رژیم می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که روش شبکه عصبی به خوبی توانسته نوسانات قیمت طلا را پیش‌بینی کند و روش رگرسیون چرخشی سال‌های چرخش و شوک را شناسایی نموده و تشخیص داده شده که در ایران مدتی که بازار طلا در حالت کم نوسان است، بیشتر از حالت پر نوسان است. نتایج نشان می‌دهد از میان عوامل موثر بر قیمت طلا در مدل شبکه عصبی متغیر نرخ ارز و قیمت جهانی طلا بیشترین تاثیر را دارد و در مدل چرخشی مارکف متغیر قیمت نفت و پس از آن CPI دارای بالاترین اهمیت و درجه تاثیر گذاری بر قیمت طلا می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** نوسانات قیمت طلا، شبکه عصبی، رگرسیون چرخشی، قیمت نفت، سکه بهار آزادی

طبقه‌بندی JEL: C25-C45-C52-E32-N15

## Analysis the Factors Affecting Gold Price Fluctuations Using a Markov Switching Regression Models and Neural Networks

**Saeed Samadi**

*Associate Professor in Economics  
University of Isfahan,*

**Mino Nazifi Naeini**

*MA in Economics, University of  
Isfahan*

**Received:** 27 Feb 2013

**Accept:** 1 Sep 2013

### Abstract

Gold is a strategic commodity and its price is influenced by many factors. Neural network method has a special ability to forecast ad good fitness, and markov switching regression has a special ability to distinguish the shocks and regime that switch and the exact date of fluctuations.

**Methodology:** In this study the proper model for gold price fluctuation is modeling after identifying the factor that affect on gold price in the period of 1980-2011. For modeling we use two non linear method, neural network and Markov Switching regression. The goal of this paper is not comparing the

result of two method but also is better modeling and better forecasting with each model separately.

Results The neural network in this study has two layers and switching regression has two regimes. The results indicate that the neural network methods are well able to predict fluctuations in the gold price. Switching regression can identify the shocks during switching yeas. And it is diagnosed that the period of being in low volatility state in the gold market is more of a high volatility state. The results show that in neural network model, among factors affecting the gold price, exchange rate and the world price of gold have the greatest impact and in Markov models, CPI has the highest importance and influence on the gold price.

**Key words:** gold price fluctuations, neural networks, switching regression, oil price, Gold Coin

**JEL classification:** C25-C45-C52-E32-N15

## ۱. مقدمه

طلا با توجه به ارزش ذاتی، فسادناپذیری، بر خورداری از مقبولیت عامه، قدرت نقدشوندگی و هزینه نگهداری پایین از اهمیت بالایی برخوردار است تا جایی که طلا پیشرفته‌ترین پول کالایی در جوامع مختلف بوده و یکی از پشتوانه‌های اصلی بسیاری از ارزهاست. در این ارتباط کشورها هنگام رکود اقتصادی به استفاده از سیاست‌های پولی و مالی انبساطی جهت دستیابی به تثبیت اقتصادی یا خروج از رکود اقتصادی متوسل می‌شوند، این سیاست‌ها علاوه بر تاثیر گذاری بر بخش‌های حقیقی اقتصاد، بر ارزش پول کشور در مقابل سایر ارزها نیز تاثیر می‌گذارد و به همین خاطر است که می‌توان گفت با اتخاذ این گونه سیاست‌ها که بر تغییرات ارزش پول کشورها تاثیر می‌گذارد، بر قیمت طلا و نفت نیز تاثیر گذار است. در طول تاریخ می‌توان به این نکته اشاره کرد که کالایی به اهمیت طلا (از لحاظ ثروت) وجود نداشته‌است، به طوری که از آغاز تمدن بشری طلا به عنوان پول ملی و ثروت افراد بوده و با گذشت زمان بر اهمیت آن افزوده شده و حتی سر منشاء بسیاری از جنگ‌ها نیز بوده‌است. هسته اصلی مکتب مרקانتریست‌ها که سر منشاء تفکر ابرقدرتی بریتانیا در گذشته بوده بر اساس تراز تجاری مثبت و کسب و جمع آوری طلا در سطح جهانی بوده و باعث ابرقدرتی بریتانیا بوده‌است. در قرن نوزدهم و آغاز قرن بیستم نیز اهمیت این کالا حفظ و سرمایه گذاری بر این کالا صورت می‌پذیرد. در این مقاله با دوری گزیدن از بحث‌های تحلیلی به صورت فنی و تکنیکی به مدل سازی و بررسی عوامل تعیین و تغییر قیمت طلا پرداخت می‌گردد.

در این مطالعه در بخش دوم به مروری بر مطالعات پیشین پرداخته میشود و روند قیمت طلا در بخش سوم ارائه شده است. در بخش چهارم مقاله حاضر عوامل موثر بر قیمت طلا و رابطه این متغیرها به صورت مجزا بحث شده است و در بخش پنجم روش تحقیق، توضیح مدلها و معرفی متغیرها بیان شده است. در نهایت در بخش ششم برآورد دو مدل و نتایج در بخش هفتم ارائه شده است.

## ۲- پیشینه تحقیق

در این بخش مروری بر مطالعات داخلی و خارجی انجام شده در حوزه قیمت طلا صورت می گیرد. محققین بسیاری در زمینه قیمت طلا و هم چنین نوسانات قیمت طلا فعالیت نموده اند که در ادامه اشاره ای به تحقیقات شان می شود:

### ۱-۲. مطالعات خارجی

**ملوین و ساتن**<sup>۱</sup> (۱۹۹۰) از داده های ماهانه قیمت های آتی طلای کمکس<sup>۲</sup> در دوره ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۸ و یک مدل گارچ جهت تخمین واریانس شرطی قیمت های طلا استفاده کرده و دریافتند که آشوب های سیاسی آفریقای جنوبی و تغییرات قیمت نفت، عواملی تعیین کننده در تخمین واریانس شرطی خطاهای پیش بینی قیمت های لحظه ای طلا می باشند. (Melvin, Suttan, 1990)

**کای**<sup>۳</sup> (۲۰۰۱) به بررسی تغییر پذیری بازده های قیمت روزانه قراردادهای آتی طلا در دوره ۱۹۹۴-۱۹۹۷ با استفاده از مدل های آرچ پرداخته و از بین ۲۳ متغیر کلان اقتصادی، متغیرهای اشتغال، شاخص بهای مصرف کننده، تولید ناخالص داخلی و درآمد شخصی را به عنوان عوامل مؤثر بر قیمت طلا معرفی نموده است. (Cai, 2001)

**لاورنس**<sup>۴</sup> (۲۰۰۳) با استفاده از داده های فصلی قیمت طلای لندن از ژانویه ۱۹۷۵ تا دسامبر ۲۰۰۱ و بهره گیری از روش خودرگرسیون برداری دریافت که وابستگی معناداری بین بازده های

1- Melvin & Suttan

2- COMEX

3- Cai

4- Lawrence

قیمت طلا و تغییرات برخی متغیرهای کلان اقتصادی مثل تورم، تولید ناخالص داخلی و نرخ بهره وجود دارد. وی بیان نمود که بازده قیمتی طلا به شاخص‌های بازده سهام و اوراق قرضه کمتر از بازده سایر کالاها وابسته است. (Lawrence, 2003)

## ۲-۲. مطالعات داخلی

**سرفراز و افسر (۱۳۸۴)** به بررسی عوامل مؤثر بر نوسانات قیمت طلا در ایران پرداخته‌اند. در این مطالعه قیمت جهانی طلا، قیمت سهام بازار بورس تهران، شاخص بهای خرده‌فروشی و نرخ برابری دلار و ریال به عنوان عوامل مؤثر در نظر گرفته شده و از روش شبکه‌های عصبی فازی بر مبنای مدل تاکاگی و سوگنو<sup>۱</sup> برای پیش‌بینی قیمت طلا استفاده شده است. داده‌های به کار رفته در این تحقیق ماهانه بوده و مقایسه نتایج پیش‌بینی با روش شبکه‌های عصبی فازی و روش رگرسیون نشان‌دهنده برتری شبکه‌های عصبی فازی در پیش‌بینی قیمت طلا بر روش رگرسیون است. (Sarfaraz, Afsar, 2005)

**دلاوری و رحمتی (۱۳۸۹)** به بررسی تغییرپذیری نوسان‌های قیمت سکه در ایران با استفاده از مدل‌های آرچ پرداختند. در مطالعه ایشان نرخ برابری دلار به ریال به عنوان عوامل مؤثر بر تغییرپذیری قیمت سکه در نظر گرفته شد. از بین این عوامل نرخ برابری دلار به ریال دارای بیشترین تأثیر بر واریانس شرطی بوده و قیمت جهانی نفت در رده بعد قرار دارد. (Delavari, Rahmati, 2010)

**خاشعی و بیجاری (۱۳۸۷)** به منظور برطرف نمودن محدودیت داده در مدل‌های میانگین متحرک خود توضیحی انباشته کلاسیک و حصول مدل دقیق‌تر در پیش‌بینی سری‌های زمانی، مدل به منظور پیش‌بینی قیمت طلا پیشنهاد شده است. نتایج حاصله بیان‌گر ترکیبی میانگین متحرک خود توضیحی انباشته با منطق فازی کارآمدی روش پیشنهادی در پیش‌بینی فاریما<sup>۲</sup> بازه تغییرات قیمت طلا می‌باشد. (Khasheei, Bijari, 2008)

**صمدی و همکاران (۱۳۸۶)** به بررسی میزان اثرپذیری شاخص قیمت بورس اوراق بهادار

1- Takagi & Casino

2- FARIMA

تهران از قیمت جهانی طلا و نفت پرداختند. در این تحقیق، مذکور تاثیر شاخص های قیمت جهانی طلا و نفت بر شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از داده های ماهانه، طی دوره ی ۱۹۹۷-۲۰۰۶ و مدل اقتصادسنجی گارچ ارزیابی شده است. (Samadi et al, 2007)

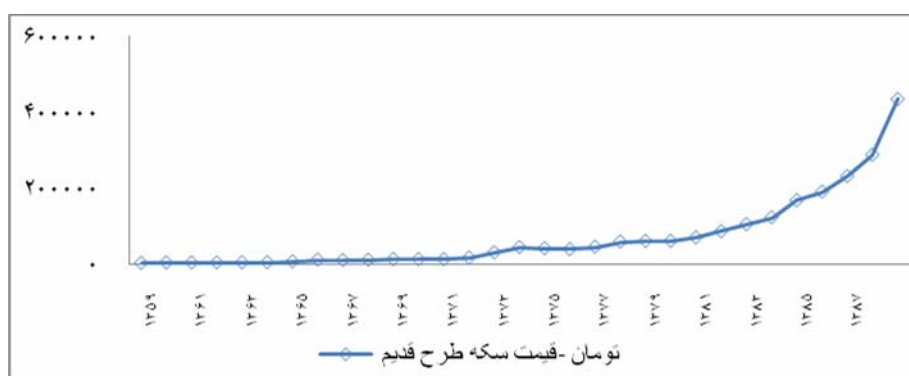
### ۳. بررسی روند قیمت طلا در ایران

در این مطالعه ما برای بررسی نوسانات قیمت طلا به بررسی نوسانات قیمت سکه بهار آزادی طرح قدیم استفاده می کنیم و با نگاهی کلی به روند قیمت سکه طلای بهار آزادی طرح قدیم به بررسی آن می پردازیم. قیمت سکه تمام بهار آزادی طرح قدیم که در دهه ۱۳۵۷ و اوایل دهه ۱۳۶۰ تنها سکه بهار آزادی رایج در کشور بود و توسط بانک مرکزی ضرب می شود، در سال ۱۳۶۶ به یک باره با افزایش چشم گیری مواجه شد اما مجددا در سال ۱۳۶۷ کاهش یافت، در سال ۱۳۶۸ مجددا با افزایش همراه شد. نرخ سکه مجددا در سال ۶۹ افزایش یافت اما در سال ۱۳۷۰ با روندی کاهشی مواجه شد. در سال ۱۳۷۱ در قیمت ۱۲ هزار و ۴۰۹ تومان باقی ماند اما در سال ۱۳۷۲ مجددا با افزایش چشمگیری نوسانات قیمت سکه بهار آزادی در سال ۱۳۷۳ به اوج خود رسید و منجر به افزایش شدید قیمت آن شد که افزایش حدود دو برابری را نسبت به سال قبل از خود نشان می دهد. این روند افزایشی همچنان ادامه داشت تا در سال ۱۳۷۴ رسید، یعنی سالی که سکه طرح امام (ره) به عنوان یک سکه بهار آزادی جدید از سوی بانک مرکزی با قیمت ۴۱ هزار و ۲۵۹ تومان وارد بازار شد. هم چنین طی سال های مذکور قیمت سکه روند صعودی را در پیش گرفت و در نهایت در سال ۱۳۸۳ بود که نرخ سکه تمام بهار آزادی طرح قدیم به بالای ۱۰۰ هزار تومان رسید، به طوری که متوسط نرخ آن در پایان سال مذکور به ۱۰۴ هزار و ۵۳۷ تومان رسید، روند افزایشی همچنان ادامه داشت تا در سال ۱۳۸۴ بالاخره در سال ۱۳۸۵ بود که نرخ سکه طرح قدیم از مرز ۱۶۰ هزار تومان بالاتر رفت اما از سال ۱۳۸۷ بود که نرخ آن به بیش از ۲۰۰ هزار تومان افزایش یافت.

### ۴. عوامل موثر بر قیمت طلا

قیمت طلا نیز مانند هر کالای دیگری تحت تاثیر نیروهای عرضه و تقاضا در بازار است. لیکن

با توجه به اینکه طلا یک کالای بسیار حساس و استراتژیک است، عوامل زیادی بر میزان عرضه و تقاضا و قیمت آن تاثیر می‌گذارد. مهم‌ترین عوامل اثرگذار (علاوه بر عوامل دخیل در بهای تمام شده تولید)، شامل تغییرات ارزش دلار و ذخایر ارزی، تغییرات نرخ بهره بانکی، تورم جهانی، تغییرات قیمت جهانی نفت و وقایع جغرافیایی - سیاسی است. در زیر به طور جداگانه به توضیح هر مورد می‌پردازیم:



نمودار (۱): روند زمانی قیمت سکه طرح قدیم (به تومان)

منبع: بانک مرکزی ایران

۱ - ارزش دلار: با توجه به اینکه قیمت گذاری طلا در بازارهای جهانی بر مبنای ارز جهانی؛ یعنی دلار صورت می‌پذیرد، تغییرات ارزش دلار مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر قیمت طلا است. در حال حاضر، با توجه به تاثیرگذاری قابل توجه اقتصاد آمریکا بر اقتصاد جهانی، کاهش ارزش پول این کشور به معنی تضعیف اقتصاد جهانی است. در نتیجه ارزش طلا به عنوان وسیله حفظ ارزش بر حسب تمام ارزها افزایش می‌یابد. هم‌چنین، کاهش ارزش دلار باعث کاهش ارزش دارایی‌های دلاری می‌شود، لذا برای حفظ ارزش دارایی‌ها باید به دنبال جایگزینی مناسب مانند طلا بود.

۲ - نرخ بهره بانکی: نرخ بهره بانکی در واقع بیانگر میزان سود بدون ریسک قابل پرداخت به سپرده‌های بانکی افراد است. در شرایط کنونی اکثر کشورها بخصوص ایالات متحده و ژاپن و برخی کشورهای اروپایی برای باقی ماندن در کورس رقابت جهانی و تلاش در جهت بهبود اقتصادی، نرخ بهره خود را در حد صفر نگه داشته‌اند. لذا در این شرایط تمایل افراد به

سپرده گذاری کاهش یافته و در مقابل تمایل به خرید و نگهداری طلا که از ثبات قیمتی مناسبی برخوردار است، افزایش یافته است. این کاهش نرخ به خصوص در آمریکا که پول آن به عنوان ارز جهانی مطرح است به شدت قیمت طلا را حمایت خواهد کرد.

۳- تورم: مقایسه روند تاریخی قیمت طلا و تورم جهانی (شامل قیمت نفت)، نشان دهنده وجود ارتباط مستقیم میان این دو است. باید گفت که نفت و طلا هر دو از کالاهای کمیاب و استراتژیک محسوب می شوند و رابطه نزدیکی با تورم جهانی دارند.

۴- وقایع جغرافیایی - سیاسی: طلا همواره کالای منتخب در زمان وجود تشنجات سیاسی است. در زمان افزایش تشنج سیاسی و نظامی بین کشورها، مردم و سرمایه گذاران به سمت خرید طلا و دیگر فلزات گران بها حرکت می کنند تا مانع از دست رفتن سرمایه خود شوند.

#### ۴-۱. عوامل موثر بر قیمت طلای ایران

قیمت طلا در ایران تحت تاثیر عوامل زیر قرار می گیرد: قیمت جهانی طلا، نرخ دلار در ایران، وضعیت تقاضا برای طلا که تابعی از عوامل متعددی است از جمله عوامل فصلی، وضعیت بازار دارایی جایگزین (از قبیل زمین سهام، و...) مهم ترین متغیرهای تأثیرگذار بر قیمت طلای ایران به صورت ذیل بوده که از دو طریق مستقیم و غیر مستقیم می تواند بر قیمت طلای داخلی تأثیر می گذارد.

متغیرهای مستقیم: این متغیرها، عواملی هستند که تغییرات آنها می تواند مستقیماً قیمت طلای داخلی را تحت تأثیر قرار دهند و بصورت زیر تأثیر می گذارند: قیمت نفت، نرخ ارز، تورم و حجم پول، زمین و بورس، قیمت های خارجی و متغیرهایی مانند نرخ بهره (نرخ سود بانکی)، تولید ملی و یا رشد تولید ملی، سطوح پس انداز متغیرهای غیر مستقیم تأثیرگذار بر قیمت طلای داخلی: این متغیرها بیشتر بدون اینکه به صورت مستقیم بر قیمت طلای داخلی تأثیر بگذارند از طریق تأثیر بر قیمت طلای خارجی بر قیمت طلای داخلی تأثیر می گذارند که عبارتند:

۱- نرخ بهره جهانی

۲- عرضه پول جهانی

۳- عرضه طلا توسط معادن و بانکهای مرکزی

۴- تقاضای طلا توسط بانکهای مرکزی کشورهای مختلف به ویژه بانکهای مرکزی کشورهای



در حال توسعه ۵- نا آرامی‌های سیاسی و امنیتی در برخی از کشورهای مهم که قیمت طلا و نفت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مانند اعتصاب در معادن آفریقای جنوبی، ناآرامی در کشورهای نفت خیز.

۶- میزان تقاضا برای مقاصد جواهر سازی، دندان پزشکی و الکترونیسته که معمولاً رشد این تقاضا تقریباً ثابت است.

#### ۴-۲. رابطه بین ارز و طلا

تغییرات قیمت طلا نیز تأثیر زیادی بر بازارهای مالی جهان دارد. در بازار ارز عمده‌ارزهایی که رابطه تنگاتنگی با طلا دارند عبارتند از: دلار، فرانک سوئیس و دلار استرالیا. به طوری که طلا در رابطه خود با بازار ارز گاه نقش پیشرو و گاه نقش پیرو را بازی می‌کند و تغییرات طلا متأثر از تغییرات دلار است. عکس آن نیز در مواردی دیده شده است. یعنی طلا دلار را مطیع خود کرده و تغییرات دلار از پی تغییر قیمت طلا آمده‌اما به طور کلی آنچه معلول است این است که دلار جهت طلا را مشخص می‌کند. علت این مسئله این است که طلا در بازارهای جهانی به دلار ارزش گذاری می‌شود و با بالا رفتن ارزش دلار قیمت طلا برای کسانی که با دیگر ارزها قصد خرید دارند گران می‌شود و در نتیجه از تقاضای آن کاسته شده که کاهش قیمت را به دنبال دارد. عکس این موضوع نیز صادق است یعنی کاهش ارزش دلار موجب کاهش قیمت طلا برای خریدارانی است که با ارزی غیر از دلار قصد خرید دارند و در نتیجه تقاضا بالا می‌رود و موجب افزایش قیمت می‌شود. بنابراین یکی از اولین قوانین بازار طلا این است که قیمت این فلز با قیمت و ارزش دلار رابطه معکوس دارد و در جهت خلاف آن حرکت می‌کند. البته بسیاری اوقات دیده شده که این قانون نقض می‌شود و طلا و دلار هم جهت با یکدیگر حرکت می‌کنند

#### ۴-۳. رابطه طلا با دارایی‌های جایگزین (زمین و بورس)

بررسی بعد تقاضا برای طلا نشان می‌دهد که قسمتی از تقاضا برای طلا به منظور تقاضاهای معاملات واسطه‌گری می‌باشد. لذا زمانی که بازارهای زمین، مسکن و بورس در رکود می‌باشد جریان حرکت سرمایه‌ها و نقدینگی به بازارهایی مانند طلا بیشتر گردیده و موجب بالا رفتن قیمت این کالا می‌گردد و در برخی از مواقع طلا به عنوان رقیب سرمایه گذاری زمین و بورس مطرح

می‌گردد.

#### ۴-۴. رابطه بین قیمت داخلی طلا و قیمت خارجی

رابطه بین قیمت داخلی و خارجی طلا به صورت یک رابطه مثبت می‌باشد. به طوری که افزایش قیمت طلای خارجی باعث افزایش قیمت طلای داخلی می‌گردد. قیمت طلای خارجی نیز منعکس کننده واکنش عرضه و تقاضا در بازار جهانی است که در آن خریداران و فروشندگان زیادی وجود دارند و همچنین جریان آزاد اطلاعات که در آن جاری است. هنگامی که تقاضا تحت تاثیر عمل دوگانه طلا به عنوان مواد خام صنعتی و ذخیره نهایی ثروت است، عرضه، به تولید و فروش موجودی بستگی دارد و امنیتی را که معمولاً پول کاغذی نمی‌تواند ایجاد کند، ارایه می‌کند. تقاضای سفته بازی تعیین کننده عمده قیمت کوتاه‌مدت است.

#### ۴-۵. متغیرهایی مانند نرخ بهره (نرخ سود بانکی)، تولید ملی و یا رشد تولید ملی، سطوح پس‌انداز (میزان پس‌انداز جامعه) با طلا

در ارتباط با تولید ملی و یا رشد تولید ملی می‌توان گفت که این متغیرها از طریق افزایش ثروت می‌تواند بر قیمت طلا تاثیر گذار باشند. و فرایند افزایش ثروت یک جامعه یک مسیر بلند مدت بوده لذا تولید ملی در پیش‌بینی‌های بلندمدت می‌تواند یک متغیر مهم محسوب گردد. در ارتباط با نرخ بهره و یا نرخ سود بانکی بایستی به این نکات اشاره کرد که این متغیر در اقتصاد ایران یک متغیر دستوری بود و به صورت دستوری در خارج از سیستم اقتصاد ایران تعیین می‌گردد و معمولاً از نرخ تورم کمتر بوده و همیشه اختلاف فاحشی با نرخ بهره بازار دارد. با توجه به ماهیت نرخ بهره رسمی (نرخ سود بانکی) استفاده از نرخ بهره رسمی دولتی در مدل‌های پیش‌بینی نمی‌تواند کمک زیادی به پیش‌بینی قیمت طلای ایران نماید و می‌تواند یک متغیر گمراه کننده باشد. ولی استفاده از نرخ بهره بازار (می‌توان نرخ تبدیل رهن مسکن به اجاره را متوسط نرخ بهره بازار دانست) که نماینده نرخ کمیابی سرمایه در اقتصاد ایران است یک متغیر مهم در تعیین قیمت طلا می‌باشد.

#### ۴-۶. رابطه طلا و وقایع سیاسی

طلا همواره کالای منتخب در زمان وجود تشنجات سیاسی است. در زمان افزایش تشنج

سیاسی و نظامی بین کشورها مردم و سرمایه‌گذاران به سمت خرید طلا و دیگر فلزات گرانبها حرکت می‌کنند تا مانع از دست رفتن سرمایه خود شوند. بحران اقتصادی و با فرض گرفتن رو به رشد بودن اقتصاد جهان، بروز تورم و در نتیجه افزایش شدید قیمت طلا را طی این سال پیش‌بینی کرده‌اند. در عین حال بر خلاف انتظار این افراد، اقتصاد کشورهای غربی حرکت مطمئنی به سمت احیا نداشته‌است. با افزایش نگرانی‌ها نسبت به اوضاع اقتصادی جهان و خودداری بیش از پیش سرمایه‌داران از سرمایه‌گذاری در بورس‌ها به نظر می‌رسد سرمایه‌ها به سمت طلا گسیل خواهد شد.

#### ۴-۷. رابطه طلا و GDP

تقاضای کالاهای اساسی در اصل با متغیرهای مستقل مربوط به چرخه‌های تجاری مثل تولید ناخالص داخلی (GDP) یا جذابیت بازار تحریک می‌شود، در نتیجه می‌توان انتظار داشت که یک افزایش تقاضای ناگهانی پیش‌بینی نشده از طرف منابع تامین معین باعث بالا رفتن ناگهانی قیمت آن کالا شود. می‌توان انتظار داشت که طلا نسبت به دیگر اجناس و کالاهایی که ممکن است کمتر قابل نقد شدن باشند، زمان لازم برای تبدیل آن به موجودی سرمایه‌گذار کوتاه‌تر باشد؛ البته به علت تغییرات تقاضا، واکنش‌پذیری قیمت هر کالایی تا حدی وابسته به نگهداری موجودی سابق خواهد بود. در حالی که اثبات شده درآمدهای بازار رهن و سهام ارتباط خیلی زیادی با GDP دارند، وابستگی پایین تا منفی بین درآمدهای طلا و درآمدهای کالاهای دیگر در بورس وجود دارد. علت این مساله این است که GDP یک شاخص مهم در بهره‌وری می‌باشد. در هنگام یک جهش اقتصادی انتظار می‌رود که سود سهام زیاد باشد، اما از طرفی افزایش تقاضا برای اعتبارات، سیاست‌های ضد گردش نقدینگی و تورم که ناشی از جهش اقتصادی می‌باشد، از ارزش این سهام می‌کاهد. اختلاف‌های بنیادی بین طلا و دیگر موجودی‌های مالی و کالاها باعث می‌شود عواملی مانند اثر تقاضای متناوب ناشی از تغییر GDP، تورم، نرخ‌های بهره واقعی و ظاهری و ساختار نرخ بهره‌ها به عنوان عوامل تاثیرگذار روی درآمد حاصل از طلا در مقابل این عوامل روی کالاهای اساسی دیگر و سرمایه‌های مالی، جزئی باشد.

#### ۴-۸. رابطه قیمت طلا با تورم و حجم پول

یکی از مهم‌ترین کاربردهای طلا حفظ ارزش پول در مقابل فشارهای تورمی می‌باشد. لذا با افزایش حجم پول و تورم با توجه به رابطه سیستم بین این موارد، قیمت طلای داخلی افزایش می‌یابد.

#### ۵. روش تحقیق

در این مطالعه، مدل‌سازی قیمت طلا از طریق دو نوع رگرسیون انجام می‌شود: روش غیر خطی شبکه عصبی و رگرسیون غیرخطی از نوع رگرسیون چرخشی. داده‌های این مطالعه برای سال‌های ۱۳۵۹-۱۳۹۰ می‌باشد و داده‌ها از مرکز آمار ایران و سایت بانک مرکزی جمع‌آوری شده‌است. نرم‌افزارهای مورد استفاده در این مطالعه SPSS برای شبکه عصبی و MATLAB برای رگرسیون چرخشی می‌باشد. متغیر وابسته در این مطالعه نوسانات قیمت طلا و متغیرهای مستقل شامل ارزش دلار، قیمت نفت، CPI، تولید ناخالص داخلی و قیمت طلای جهانی می‌باشد.

#### ۵-۱. رگرسیون چرخشی مارکف

زنجیره‌های مارکف نوع خاصی از فرآیند تصادفی می‌باشد که به طور وسیعی برای بررسی تغییرات یک سیستم طی زمان به کار می‌رود. با استفاده از زنجیره مارکف مرتبه اول برای متغیر حالت  $S_t$  نتایج و مشاهدات به دو دسته تقسیم می‌شود: پر نوسان و کم نوسان و تبدیلات و چرخش بین این دو حالت را با ماتریس احتمالات انتقال نشان می‌دهند. متغیرهای مالی و اقتصادی دارای خاصیت بخشی و چرخشی و نوسانی می‌باشد. حال چه چیز باعث این تغییرات اساسی در رفتار آن‌ها می‌باشد؟ این عوامل شامل جنگ‌ها تلاطم‌های مالی تغییرات مهم در سیاست‌های دولت، تغییرات در تغییرات خود بازار مثل بحران‌های بزرگ، تغییرات در حساسیت بازار تغییرات در قوانین و مقررات می‌باشد. این تغییرات ممکن است یک تغییر منفرد یا تغییرات مکرر باشد. اثرات فصلی نیز در بازارهای مالی بصورت گسترده‌ای مشاهده می‌شود و معمولاً "به صورت بی‌نظمی و آشفتگی و یا نوسانات زمانی نامیده می‌شود. مثال‌هایی از این تغییرات و نوسانات زمانی، روزهای هفته‌است که در بازار باز یا بسته‌است یا اینکه اثر ماه ژانویه و یا اثر روزهای تعطیلی بانک‌ها می‌باشد.

مدلهای چرخشی مارکف یک تعمیم از رویکرد متغیرهای دامی می‌باشد با این تفاوت که حالات ممکن و متغیر حالت بین رژیم‌ها به وسیله‌ی مراحل مارکف پوشش داده می‌شود. در رویکرد متغیر دامی، متغیر حالت مشخص و تعیین شده بود که چیست و در چه زمانی اتفاق می‌افتد و چه مقداری را اتخاذ می‌کند اما در رویکرد چرخشی مارکف متغیر حالت یک متغیر تصادفی است که از زنجیره مارکف پیروی می‌کند. فضای ممکن برآمدها به  $m$  حالت تقسیم می‌شود. پس متغیر  $S_t$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S_t = i \quad i=1,2,\dots,m$$

امروزه این مدل‌ها در مدل‌سازی اقتصاد بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است، زیرا که شواهد تجربی زیادی جمع‌آوری شده که برای تغییرات ساختاری و غیرخطی در ویژگی پویایی بسیاری از مدل‌های سری زمانی خطی مشاهده شده‌است. مخصوصاً رفتار پویای سری‌های زمانی اقتصاد خود بستگی به غیرخطی بودن مراحل سیکل تجاری دارد. بیش‌ترین کاربرد آن در ثبت و تشخیص رفتار چرخش رژیم‌ها در رکود و رونق اقتصادی می‌باشد.

رویکرد چرخشی مارکف زمانی مفید خواهد بود که سری از حالتی به حالت دیگر تغییر کند و متغیری که باعث تغییرات رژیم می‌شود قابل مشاهده نباشد. پارامترهای مدل از روش حداکثر راستنمایی برآورد می‌شوند این مطالعه یک راهکار مناسب برای مدل‌سازی تغییرات در میان رژیم‌ها را ارائه می‌دهد. چون الگوهای چرخشی مارکف، که گاهی از آن‌ها به الگوهای چرخشی رژیم تعبیر می‌شود، فروض کمتری را بر توزیع متغیرهای مدل تحمیل می‌نماید و قادر به برآورد هم‌زمان تغییرات متغیرهای مستقل و وابسته، مشروط به درون‌زا بودن وضعیت اقتصاد کشور در هر مقطعی از زمان (وضعیت آرامش یا وضعیت بحران) می‌باشد، بر الگوهای پیشین رجحان دارند. وقتی  $s=1$  باشد وضعیت آرامش و وقتی  $s=2$  باشد وضعیت بحران تعبیر می‌شود. محقق اقتصاد سنجی فرض می‌کند که این چرخش‌ها به طور مستقیم مشاهده نمی‌شوند اما در عوض باید یک استنتاج احتمالی راجع به اینکه کی و کجا این چرخش و تغییرات ممکن است اتفاق بیفتد داشته باشد و این استنتاج بر اساس رفتار مشاهده شده از خود سری ایجاد می‌شود. غیر خطی بودن که در

این مدل روی آن تمرکز می‌شود وقتی ایجاد می‌شود که فرآیند در رابطه با یک انتقال گسترده در طول بخش‌های رژیم باشد که رفتار پویای سری واضحا دارای تفاوت می‌باشد..

فرض کنید  $y_t$  یک متغیر عددی است که دارای توزیعی با میانگین  $\mu_1$  و واریانس  $\sigma^2$  است وقتی که در رژیم ۱ است و وقتی در رژیم ۲ است دارای میانگین  $\mu_2$  و واریانس  $\sigma^2$  است. مدل این متغیر به صورت زیر خواهد بود:

$$y_t = c_{st} + \varepsilon_t \quad (1)$$

که  $\varepsilon_t \sim i.i.d. N(0, \sigma^2)$  است و داریم:

$$s_t = 1, c_{st} = \mu_1 \quad (2)$$

$$s_t = 2, c_{st} = \mu_2$$

برای اینکه  $y_t$  از حالت تاخیر دار مستقل شود ما باید حالت‌ها را به ۴ عدد افزایش داده شود و

آن‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود:

اگر رژیم  $s_t^* = 1, s_{t-1}^* = 1$  با احتمال  $P_{11}^*$

اگر رژیم  $s_t^* = 2, s_{t-1}^* = 1$  با احتمال  $P_{12}^* = 1 - P_{11}^*$

اگر رژیم  $s_t^* = 1, s_{t-1}^* = 2$  با احتمال  $P_{21}^* = 1 - P_{22}^*$

اگر رژیم  $s_t^* = 2, s_{t-1}^* = 2$  با احتمال  $P_{22}^*$

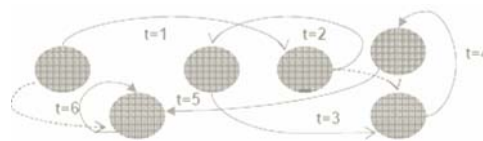
بنابراین ماتریس احتمالات زیر را خواهیم داشت:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11}^* & 0 & P_{11}^* & 0 \\ P_{12}^* & 0 & P_{12}^* & 0 \\ 0 & P_{22}^* & 0 & P_{22}^* \\ 0 & P_{21}^* & 0 & P_{21}^* \end{bmatrix} \quad (3)$$

مارکفی بودن یک فرآیند یعنی:

$$P(S_t=i | S_{t-1}=j, S_{t-2}=k, \dots, S_1=k) = P(S_t=i | S_{t-1}=j) \quad (4)$$

و چرخشی بودن یک فرآیند یعنی:



نمودار (۲): نمودار چرخش رژیم

Tahir Ismail, 2009

حال اگر بخواهیم مارکفی بودن و چرخشی بودن یک فرآیند با هم در نظر گرفته شود و این امر برای یک فرآیند دو رژیمه یا دو حالت انجام دهیم به صورت زیر انجام می‌شود و برای برآورد مدل داریم:

$$P_{i,t} = \begin{cases} \beta_{1,t}^{(1)} X_{1,t} + \dots + \beta_{k,t}^{(1)} X_{k,t} + \beta_{k+1,t} X_{k+1,t} + \dots + \beta_{j,t} X_{j,t} + \varepsilon_{t,1} & S_t = 1 \\ \beta_{1,t}^{(2)} X_{1,t} + \dots + \beta_{k,t}^{(2)} X_{k,t} + \beta_{k+1,t} X_{k+1,t} + \dots + \beta_{j,t} X_{j,t} + \varepsilon_{t,2} & S_t = 2 \end{cases}$$

VARIABLES WITH SWITCHING EFFECT

VARIABLES WITHOUT SWITCHING EFFECT

نمودار (۳): مدل چرخش رژیمی  
Tahir Ismail, 2009

برآورد احتمالات انتقال  $P_{i,j}$  معمولاً "از روش عددی حداکثرسازی درستنمایی انجام میشود. برآورد پارامترها از روش حداکثر درستنمایی انجام می‌شود که برآورد حداکثر درستنمایی برای احتمالات  $p, q$  به صورت زیر است:

$$\hat{q} = \frac{\sum_{t=2}^T pr(S_t = 1, S_{t-1} = 1 | \hat{\epsilon}_t)}{\sum_{t=2}^T pr(S_{t-1} = 1 | \hat{\epsilon}_t)} \quad \hat{p} = \frac{\sum_{t=2}^T pr(S_t = 2, S_{t-1} = 2 | \hat{\epsilon}_t)}{\sum_{t=2}^T pr(S_{t-1} = 2 | \hat{\epsilon}_t)} \quad (5)$$

میانگین طول هر رژیم نیز از فرمول  $d_i = (1 - p_{ii})^{-1}$  بدست می‌آید.

## ۲-۵. شبکه عصبی

برای مدل‌سازی از نرم افزار SPSS استفاده شده است که نرم افزاری آماری است که هم دارای گزینه‌های مدل‌سازی رگرسیون و هم شبکه عصبی می‌باشد. با توجه به اطلاعات در دسترس مدل-های شبکه عصبی، انواع معماری‌ها و ساختارهای متفاوت و با تعداد لایه‌های میانی متفاوت و تعداد متفاوت گره‌های هر لایه برای داده‌های نوسانات قیمت طلا، اجرا شد و مدلی که کمترین خطا را داشت به عنوان مدل شبکه عصبی برازش شده به داده‌ها تعیین شد و با مقایسه مجذور خطای مدل شبکه عصبی و مدل رگرسیون، مدل شبکه عصبی انتخاب شده است.

استفاده از شبکه‌های عصبی در طی دو دهه اخیر بسیار مورد توجه محققان و صنعت‌گران قرار

گرفته‌است. علت این امر علاوه بر سادگی کاربرد آنها، بازدهی این روش‌ها در مدل‌سازی فرآیند-هایی است که رفتاری به شدت غیر خطی دارند. هر مدل شبکه عصبی شامل یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و یک یا چند لایه پنهان می‌باشد. در کاربرد شبکه عصبی در پیش‌بینی، می‌توان آن را به عنوان یک تابع غیرخطی پارامتری در نظر گرفت، که بر روی مجموعه‌ای از داده‌ها به کار می‌رود.

این تابع غیرخطی را می‌توان به صورت ترکیبی از قطعاتی غیر خطی (تابع فعال‌سازی)<sup>۱</sup> به کار گرفت که هر یک توجه‌کننده‌ی بخشی از رفتار کلی داده‌های مورد استفاده در پیش‌بینی‌اند. یکی از این توابع غیر خطی که در پیش‌بینی سری‌های زمانی بسیار متداول است، تانژانت هیپربولیک است. این تابع به عنوان تابع فعال‌سازی در شبکه عصبی استفاده شده‌است. یکی از متداول‌ترین انواع شبکه‌های پیش‌رونده، شبکه‌های MLP<sup>۲</sup> می‌باشند که در این تحقیق نیز از آن‌ها استفاده شده‌است.

## ۶. معرفی متغیرهای مدل تحقیق

عوامل زیادی بر میزان عرضه و تقاضای طلا و بالطبع قیمت آن تاثیر می‌گذارد. مهم‌ترین عوامل اثرگذار (علاوه بر عوامل دخیل در بهای تمام شده تولید)، شامل تغییرات ارزش دلار و ذخایر ارزی، تغییرات نرخ بهره بانکی، تورم جهانی، تغییرات قیمت جهانی نفت و وقایع جغرافیایی-سیاسی است. این متغیرها، عواملی هستند که تغییرات آن‌ها می‌تواند مستقیماً قیمت طلای داخلی را تحت تأثیر قرار دهند مثل قیمت نفت، نرخ ارز، تورم و حجم پول، زمین و بورس، قیمت‌های خارجی و متغیرهایی مانند نرخ بهره (نرخ سود بانکی)، تولید ملی و یا رشد تولید ملی، سطوح پس‌انداز. هر چند قیمت طلا متأثر از قیمت جهانی طلا می‌باشد اما در ایران نوسانات قیمت طلا تأثیر پذیر از مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی و سیاسی می‌باشد. برای مدلسازی، ۵ دسته از مهمترین عوامل موثر بر نوسانات قیمت طلا در ایران معرفی می‌گردد.

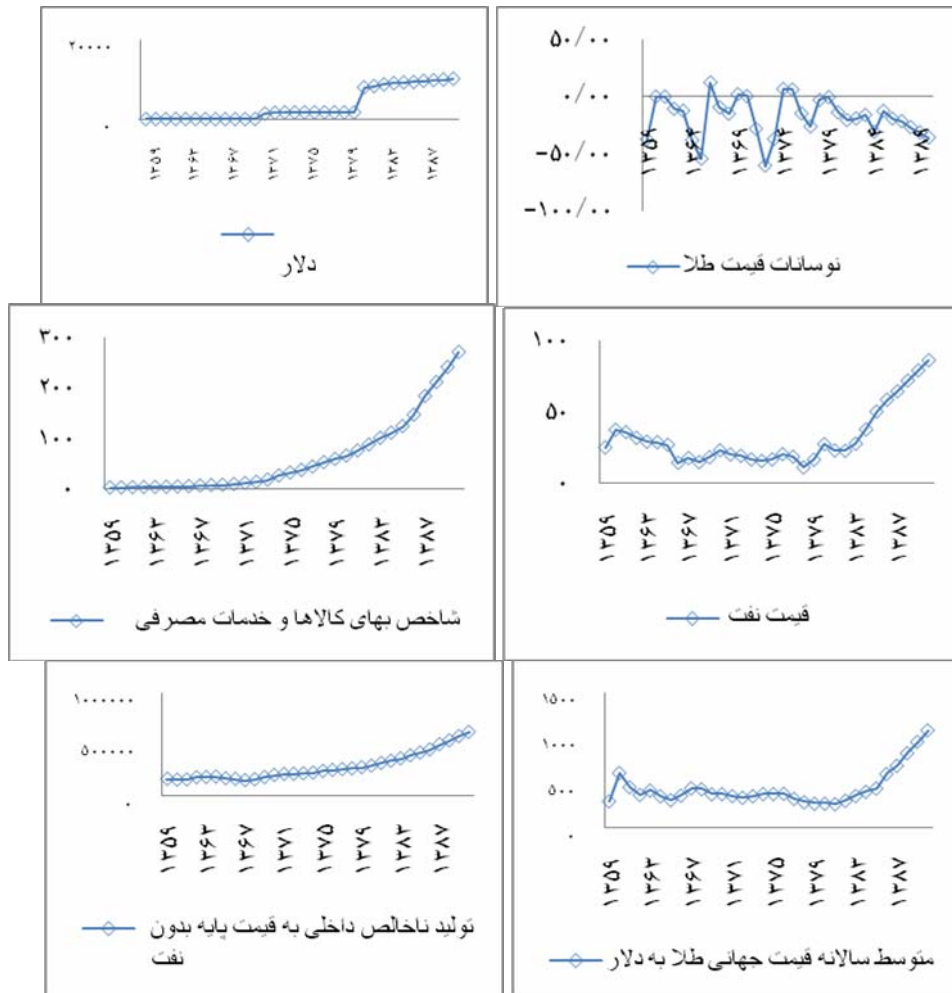
نرخ ارز (دلار) : EXCHANGE

- 
- 1- Activation function
  - 2- multi layer peceptron



قیمت نفت : OIL

تورم که به جای آن از شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرف کننده استفاده می شود (CPI)  
 تولید ناخالص داخلی بدون قیمت نفت GDP  
 متوسط سالانه قیمت طلا GLOBALGOLD



نمودار (۴): روند زمانی متغیرهای مدل

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به ثابت بودن نرخ سود بانکی، این نرخ به عنوان عاملی مؤثر برای تصمیم‌گیری در خرید طلا مورد استفاده قرار نگرفته است. هم‌چنین شاخص بورس نیز به دلیل در دسترس نبودن داده‌های آن برای سال‌های قبل از ۱۳۷۶ از سری متغیرهای مؤثر حذف شده است. و متغیر وابسته نیز نوسانات قیمت طلا در ایران می‌باشد که با نماد  $goldvolat$  نشان داده شده و از فرمول زیر برای قیمت سکه بهار آزادی طرح قدیم استفاده شده.

$$goldvolat_t = 100 * \ln \left( \frac{Pt}{Pt-z} \right) \quad (۶)$$

همان گونه که مطرح شد روش برآورد در این مطالعه به دو صورت خواهد بود، یکی روش غیر خطی شبکه عصبی و یکی روش غیر خطی رگرسیون چرخشی یا سوئیچینگ. در روش غیر خطی شبکه عصبی از طریق حداقل کردن خطا در بارها تکرار در قالب رگرسیون معمول انجام می‌شود و روش غیر خطی از طریق حداکثر کردن تابع درست‌نمایی در قالب رگرسیون چرخشی انجام می‌شود. در ادامه به توضیح مختصری در مورد هر یک از روش‌ها پرداخته می‌شود.

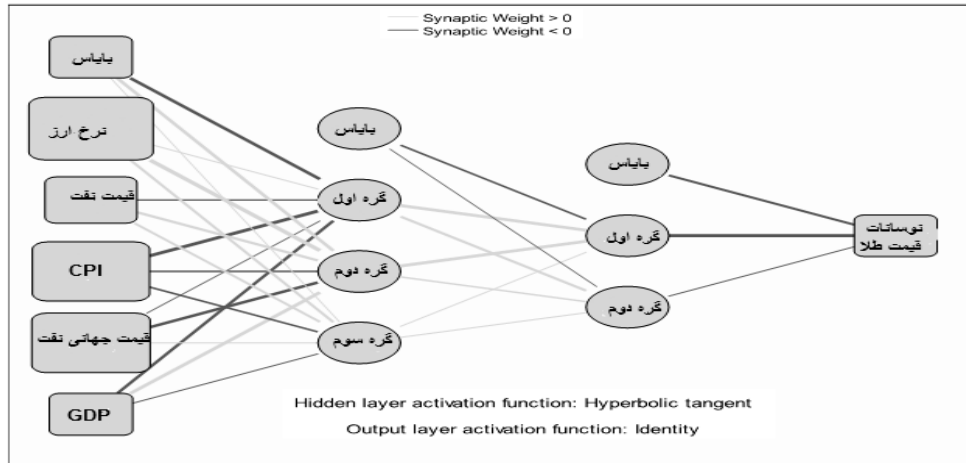
#### ۶-۱. برآورد غیر خطی شبکه عصبی

این آزمون توسط نرم افزار SPSS انجام شده است. برای آموزش شبکه عصبی، از یک شبکه با پیش رو<sup>۱</sup> استفاده شده است که دارای یک لایه ورودی با پنج متغیر (که همان متغیرهای مستقل می‌باشند و اینجا به عنوان متغیرهای لایه ورودی آورده می‌شوند) و ۶ گره یا واحد می‌باشد. تعداد واحدهای متغیر ورودی برابر تعداد متغیرهای مستقل می‌باشد. این شبکه هم‌چنین دارای دو لایه پنهان اول با ۳ گره و لایه پنهان دوم با ۲ واحد می‌باشد و لایه خروجی نیز نوسانات قیمت طلا می‌باشد. نمودار (۳) بیانگر لایه‌های شبکه‌ی عصبی این مطالعه و وزن‌های سیناپسی ارائه شده می‌باشد. در این مطالعه MPL دارای دو لایه‌ی پنهان که ۳ واحد در لایه‌ی پنهان اول و ۲ واحد در لایه پنهان دوم می‌باشد و تابع فعال‌سازی لایه پنهان، تانژانت هیپربولیک و تابع فعال‌سازی لایه‌ی خروجی، تابع شناسایی<sup>۲</sup> می‌باشد. در این مطالعه از شبکه عصبی با تعداد دو لایه‌ی پنهان استفاده می‌شود که در نمودار زیر وزن‌های سیناپسی مؤثر به تصویر کشیده شده است. در نمودار زیر

1- feed-forward

2- identity

خطوط پررنگ نشانه وزن‌هایی هستند که توسط تابع فعال‌سازی، فعال شده‌اند و وزن سیناپسی مثبتی داشته‌اند و خطوط کمرنگ نیز نشانه‌های وزن‌های منفی هستند که توسط تابع فعال‌سازی، فعال نشده‌اند.



نمودار (۵): وزن‌های سیناپسی و لایه‌های شبکه عصبی

منبع: محاسبات تحقیق

بنابر این، مدل مورد استفاده شبکه‌ی پیش‌خور<sup>۱</sup> با تعداد ۲ لایه‌ی پنهان با ۳ عنصر در لایه اول ۲ گره در لایه دوم و تابع غیر خطی تانژانت هیپربولیک استفاده گردید. تعداد تکرار آموزش توسط نرم افزار به صورت خود کار تا جایی که خطا پس از کم شدن شروع به افزایش می‌کند، انتخاب می‌شود. شبکه به صورت اتفاقی<sup>۲</sup> و غیر قابل بازگشت به شبکه<sup>۳</sup> تدوین شده است، چون الگوریتم غیر قابل بازگشت به شبکه معمولاً<sup>۴</sup> برای داده‌های کم تعداد انتخاب می‌شود. نتایج به دست آمده از مدل شبکه عصبی در جدول (۱) خلاصه شده است.

- 1- Feed-forwar
- 2- randomize
- 3- batch

جدول (۱) نتایج مدل شبکه عصبی

نمونه	مجموع مربعات خطا	۳/۳۷
یادگیری	خطای نسبی	۰/۳۰
نمونه‌آزمون	مجموع مربعات خطا	۰/۷۴
	خطای نسبی	۰/۱۷

منبع: محاسبات تحقیق

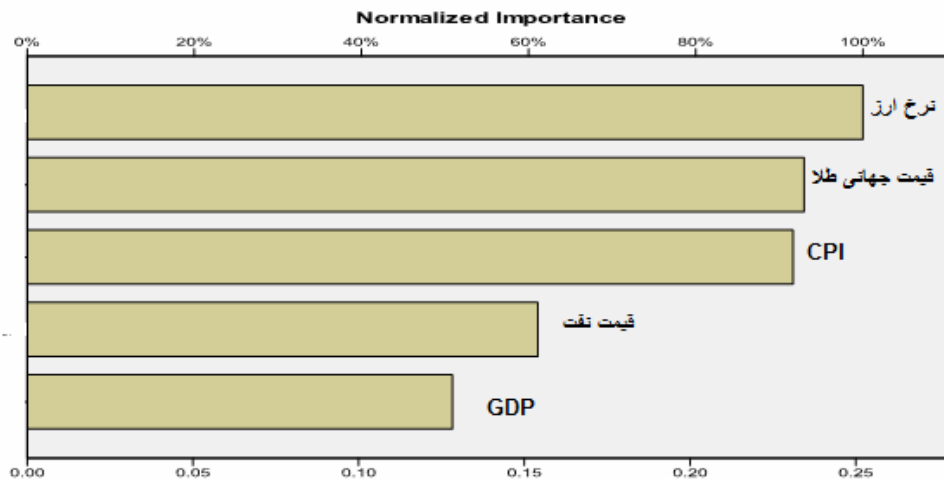
نمودار (۴) و جدول (۲) میزان اهمیت متغیرهای ورودی در مدل‌سازی شبکه عصبی و پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا را نشان می‌دهد و بیانگر این است نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت در پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا به روش شبکه عصبی بسیار اهمیت دارد و بیشترین ضریب اهمیت در جدول نیز متعلق به همین متغیر است.

جدول (۲): اهمیت متغیرهای توصیفی

متغیرهای مستقل	میزان اهمیت
دلار	۰/۲۵
قیمت نفت	۰/۱۵
شاخص قیمت کالا و خدمات مصرفی	۰/۲۳
قیمت جهانی طلا	۰/۲۳
تولید ناخالص داخلی بدون قیمت نفت	۰/۱۲

منبع: محاسبات تحقیق

حال به بررسی اهمیت متغیرهای وارد شده در مدل و تاثیر گذار بر نوسانات قیمت طلا در کشور می‌پردازیم. نمودار (۳) میزان اهمیت متغیرها را در پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا کشور که با روش شبکه عصبی انجام شد، نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، متغیر مهمی که در برآورد نوسانات قیمت طلا از درجه اهمیت بالایی برخوردار است، ارزش دلار است و سپس قیمت طلای جهانی می‌باشد. و همان گونه که انتظار می‌رفت وقایع سیاسی بر نوسانات قیمت طلا بسیار موثر است و درالگو سازی نوسانات قیمت طلا در ایران ارزش دلار دارای بالاترین اهمیت میباشد. پس از آن قیمت جهانی طلا دارای بیشترین اثر بر نوسانات قیمت طلا است زیرا به صورت منطقی قیمت طلا متأثر از قیمت طلای جهانی خواهد بود.



نمودار (۶): میزان اهمیت متغیرها در پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا به روش شبکه عصبی

منبع: محاسبات تحقیق

در این قسمت به بررسی عملکرد پیش‌بینی شبکه عصبی پرداخته می‌شود. در نمودار (۴) مشاهده می‌کنیم که پیش‌بینی شبکه عصبی برای نوسانات قیمت طلا چقدر نزدیک به مقادیر واقعی نوسانات قیمت طلا ایران بوده است. این پیش‌بینی از نوع پیش‌بینی داخل نمونه‌ای می‌باشد. نمودار (۴) نشان می‌دهد که شبکه عصبی قادر است به خوبی پرش‌ها و روند نوسانات قیمت طلای ایران را پیش‌بینی کند. در مدل غیر خطی مورد استفاده از شبکه‌های عصبی پیشرو به عنوان تکنیکی با پتانسیل قوی برای کشف ساختارها و استنتاج الگوها در فرآیندهای دینامیک، غیر خطی و ناشناخته استفاده شده است که بازده تخمین در دو مرحله آموزش و آزمایش مدل بسیار بالا بوده است. در واقع، می‌توان انتظار داشت که عملکرد مدل‌های غیر خطی مانند شبکه‌های عصبی در مدلسازی فرآیندهای ناشناخته و پیش‌بینی رفتار آینده بسیار بالاتر از روش‌های معمول خطی باشد. در این قسمت به بررسی عملکرد پیش‌بینی شبکه عصبی می‌پردازیم در نمودار (۴) مشاهده می‌کنیم که پیش‌بینی شبکه عصبی برای نوسانات قیمت طلا چقدر نزدیک به مقادیر واقعی نوسانات قیمت طلا ایران بوده است.

۲-۶. برآورد غیر خطی مدل چرخشی مارکف (برآورد حداکثر درستنمایی برای پارامترها) در این روش؛ برآورد تابع درستنمایی بهینه می‌شود و برای مدل سازی از روش  $MLE^1$  استفاده شده است. (این همان روش نیوتون رافسون<sup>۲</sup> می‌باشد)

مرحله بعدی الگوریتم حداکثر سازی انتظارات  $EM^3$  می‌باشد که شامل دو بخش است:



نمودار (۷): بررسی عملکرد پیش بینی شبکه

منبع: محاسبات دقیق

بخش اول محاسبه متغیر حالت مورد انتظار ( $St$ ) تحت برآوردهای فعلی از پارامترها که در این حالت هر مشاهده را متعلق به یکی از حالت‌ها (رژیم‌ها) می‌داند. بخش بعدی حداکثر سازی پارامترها می‌باشد. که برآوردهای جدیدی از پارامترها را به شرط مقادیر متغیر حالت ( $St$ ) است بدست می‌آورند.

$$P_{1,t} = \begin{cases} \beta_{0,s=1} + \beta_{\text{exchang},s=1} + \beta_{\text{oil},s=1} + \beta_{\text{CPI},s=1} + \beta_{\text{GDP},s=1} + \beta_{\text{globalgold},s=1} + \varepsilon_{s=1}; \\ \beta_{0,s=2} + \beta_{\text{exchang},s=2} + \beta_{\text{oil},s=2} + \beta_{\text{CPI},s=2} + \beta_{\text{GDP},s=2} + \beta_{\text{globalgold},s=2} + \varepsilon_{s=2}; \end{cases} \quad (7)$$

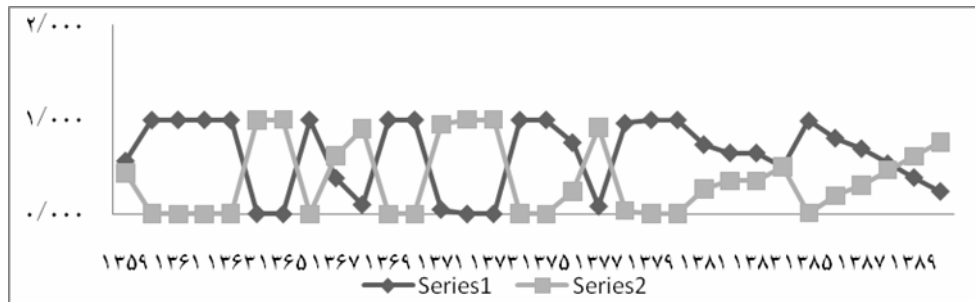
نتایج رگرسیون چرخشی به صورت زیر می‌باشد:

- 1- Maximum Likelihood Estimation
- 2- Newton -Raphson
- 3- Expectation Maximization Algorithm

برآورد مدل برای حالت ۲			برآورد مدل برای حالت ۱		
p-value	مقدار برآورد	B	p-value	مقدار برآورد	B
۰/۰۰	۰	B <sub>0</sub>	0	۰	B <sub>0</sub>
۰/۰۰	۰/۰۰۲	B <sub>exchang</sub>	۰/۰۰	۰/۰۰۵	B <sub>exchang</sub>
۰/۰۰	-۱/۲۱	B <sub>oil</sub>	۰/۰۰	-۰/۵۱	B <sub>oil</sub>
۰/۰۰	۰/۵۹	B <sub>CPI</sub>	۰/۰۰	۰/۹	B <sub>CPI</sub>
۰/۰۰	۰/۰۲	B <sub>GDP</sub>	۰/۰۰	۰/۰۱	B <sub>GDP</sub>
۰/۰۰	۰/۰۱	B <sub>globalgold</sub>	۰/۰۰	۰/۰۵	B <sub>globalgold</sub>

منبع: محاسبات تحقیق

زمان پیش بینی شده برای ماندن در رژیم ۱ (حالت کم نوسان) برابر ۳/۴۶ سال و زمان ماندن در رژیم پر نوسان برابر ۱/۸۱ سال می باشد.  
تقسیم بندی نوسانات قیمت طلا بر طبق دو رژیم به صورت نمودار زیر می باشد:



نمودار (۸): نوسانات قیمت طلا در دو رژیم

منبع: محاسبات دقیق

که می توان این تغییرات رژیم را در بعضی سال ها تشخیص دهیم. از نمودار بالا مشخص است که تغییر رژیم در چه سال هایی رخ داده یا به عبارت دیگر نوسانات و شوک های ایجاد شده به قیمت طلا در چه سال هایی ایجاد شده این تغییرات: بین سال های ۱۳۶۴، ۱۳۶۶، ۱۳۶۷، ۱۳۷۷، ۱۳۷۴، ۱۳۷۱، ۱۳۶۹، ۱۳۷۸، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۸ می باشد که دلایل این تغییرها را می توان به صورت زیر فهرست کرد:

فروپاشی شوروی ۱۳۶۹

جنگ اول خلیج فارس ۱۳۷۱  
 سالی که سکه طرح امام (ره) به عنوان یک سکه بهار آزادی جدید از سوی بانک مرکزی  
 وارد بازار شد. ۱۳۷۴  
 تجزیه چکسلواکی و پیمان ماستربخت ۱۳۷۷  
 ایجاد یورو در ۱۹۹۹ و حمله یازده سپتامبر در ۲۰۰۱ و حمله آمریکا به عراق ۲۰۰۲ منجر به  
 تغییر رژیم در سال ۱۳۸۴ شده  
 تشدید تحریم‌ها در سال ۱۳۸۸ بر ایران  
 در نظر داشته باشیم که سال ۱۹۷۹ (۱۳۵۷) همان سالی بود که انقلاب اسلامی ایران به پیروزی  
 رسید و پس از آن نیز ارتش شوروی افغانستان را اشغال کرد، ضمن آنکه سال ۱۹۸۰ (۱۳۵۹) هم با  
 بحران‌های سیاسی گسترده همراه بود و رسانه‌های جهانی از حمله آمریکا به ایران و درگیری آمریکا  
 و شوروی سخن می‌گفتند. همه این‌ها سرمایه‌گذاران خطرگریز را به خرید طلا ترغیب کرد که  
 نتیجه آن افزایش تقاضا و قیمت این «مطمئن‌ترین دارایی» بود. در حقیقت، افزایش قیمت طلا در  
 سال‌های ۱۹۷۹ و ۱۹۸۰ نمونه آشکاری از تاثیر بحران‌های سیاسی بر قیمت طلا به شمار می‌رود.  
 بازارهای طلا از سال ۱۹۸۵ (۱۳۶۵) تا ۱۹۹۹ (۱۳۷۹) تحت تاثیر فروش بالقوه بانکهای  
 مرکزی قرار داشت. بانکهای مرکزی سراسر دنیا جوی را بوجود آوردند که متاثر از آن انتظار  
 می‌رفت فروش طلا نامحدود باشد. طبیعتاً در آن دوران قیمت طلا سقوط کرد. در دوره ۱۰  
 ساله ۱۳۷۹-۱۳۸۷ بازده طلا به میزان چشمگیری از بازده سهام بازارهای بورس و اوراق قرضه  
 بالاتر بوده است. اما به یاد داشته باشیم که این دوره ده ساله، بحران مالی اخیر و کاهش شدید  
 شاخص‌های سهام را در بر می‌گرفته است.

## ۷. جمع بندی و نتیجه گیری

در این مطالعه مهم‌ترین متغیرهای موثر بر نوسانات قیمت طلا به صورت ۵ متغیر قیمت نفت،  
 ارزش دلار، شاخص کالاها و خدمات مصرف کنند. (که خود نماینده تورم می‌باشد) تولید  
 ناخالص داخلی بدون نفت (برای جلوگیری از هم‌خطی با قیمت نفت) و قیمت جهانی طلا به  
 عنوان متغیرهای توضیحی یا اثرگذار معرفی شد. این متغیرها در شبکه عصبی حکم لایه ورودی  
 برای شبکه را خواهند داشت. متغیر وابسته نوسانات قیمت طلا می‌باشد. با گرفتن لگاریتم تفاضل از



قیمت سکه بهار آزادی طرح قدیم به عنوان متغیر وابسته یا لایه خروجی در شبکه عصبی معرفی شد. نتایج حاکی از آن است که شبکه عصبی با خطایی در حدود ۰/۱ به برآورد روند نوسانات قیمت طلا در ایران می‌پردازد و هم‌چنین مدل چرخشی مارکف توانسته سال‌های شوک‌های وارد شده به بازار طلای ایران و منشا ایجاد نوسانات را شناسایی کند و نوسانات قیمت طلای ایران را توانسته به دو رژیم پر نوسان و کم نوسان تفکیک کند و این پیشنهاد را می‌دهد که در بازار ایران مدت ماندن بازار در رژیم کم نوسان طولانی‌تر از مدت ماندن در رژیم پر نوسان است. نتایج برآورد دو مدل شبکه عصبی و مدل چرخشی مارکف نشان می‌دهد که در مدل شبکه عصبی متغیر نرخ ارز و قیمت جهانی طلا بیشترین تاثیر را بر قیمت طلا دارد و در مدل چرخشی مارکف متغیر قیمت نفت در هر دو رژیم کم نوسان و پر نوسان قیمت طلا و پس از آن CPI دارای بالاترین اهمیت و درجه تاثیر گذاری بر قیمت طلا می‌باشد.

### منابع و مآخذ

- [1] arfaraz , L. (1995 ). " Investigating the relationship between gold , the dollar and Special Drawing Right in Historical Perspective " , Journal of Economic and Administrative Sciences Faculty , Ferdowsi University of Mashhad , Issue 3. (in persian)
- [2] Cai, J., cheung, Y, L., C. S. Wong, M., (2001)," What moves the gold market?", Journal of Futures Market, Mar 2001, 21, 3, 257-278.
- [3] Cyn-Young Park, Ruperto Majuca and Josef Yap ,(2010) " The 2008 Financial Crisis and Potential Output in Asia:Impact and Policy Implications", Asian Development Bank, Working Paper Series on Regional Economic Integration No., April 2010
- [4] Delavari, Majid ; Rahmati , Zainab (2010 ) , "Analysis of fluctuations in the price of gold coins in Iran using models ARCH" Journal of Science and Development No. 30 , Spring 2010. (in persian)
- [5] Dhar,V.& chou,D.(2001). A comparison of nonlinear methods for predicting earnings surprises and returns. IEEE Transactions on Neural networks, 12(4),907-921.
- [6] Francis Y.Kumah (2010),"A Markov-Switching Approach To Measuring Exchange Market Pressure " , International Journal of Finance And Economics,2010 .
- [7] Ginters Buss,(2010) "Forecasts with single equation Markov-Switching model:an approach to the Gross domestic product of Latvia " MPRA(Munich Personal RePEc Archive) Paper No. 20688, posted 14. February 2010
- [8] Ihle, von Cramon-Taubadel, and Zorya, ajae.oxfordjournals.org, Amer.

- J.(2009) " Markov-switching Estimation of Spatial Maize Price Transmission Processes Between Tanzania &Kenya", *Agr. Econ.* 91 (Number 5, 2009): 1432–1439. Copyright 2009 Agricultural and Applied Economics Association
- [9] Khashei , M.; Bijar, M. ( 2009 ) , " gold price prediction using hybrid model autoregresive moving average models stacked with classic fuzzy logic " , *Journal of Research ( Humanities ) of Isfahan university*, Volume 31 - Issue 3 - 2009 - pp. 151-162 . (in persian)
- [10] L. E. Blose, "Gold price risk and the returns on gold mutual funds", *Journal of Economics and Business*, Volume 48, Issue 5, Pages 499-513, December 1996.
- [11] Lawrence,C., (2003), "why is Gold Different from other Assets? An Empirical Investigation", *World gold council*, London.
- [12] Mahdavi , S, Zhou, " Gold and commodity prices as leading indicators of inflation: Tests of long-run relationship and predictive performance", *Journal of Economics and Business*, Volume 49, Issue 5, Pages 475-489, September-October 1997. (in persian)
- [13] Melvin, M., Suttan, J., (1990), "South African Political unrest, oil prices, and the time varing Risk premium in the Gold Futures Market", *Journal of Futures Market*, 10,2.
- [14] Morrison, Kevin. (2003), "Gold bulls wait for further dollar slide".
- [15] Refigure Rasul (1985), *An Approach to Gold Price Behavior with Reference to Price Expectation ;Ph.D Thesis in the University of Cincinnati*
- [16] Samadi , lions pride, and the referee, M., (2007 ) ,Evaluation of the effectiveness Stock Price Index Tehran Stock Exchange, the world price of oil and gold, " *Journal of Economic & Investigation* , Volume 4 , Number 2 , Summer 2007 . (in persian)
- [17] Shakeri, A. ( 2009 ) , *Macroeconomic Theory and Policy Publications Nevysa press* . (in persian)
- [18] Shen cao, (2008), *the futures market Efficiency of Gold, Silver and copper. MA Thesis in the Concordia University* Cherkaoui, Mouna (1986) *Gold Price and Political Tension , Ph.D Thesis in the Arizona State University*
- [19] Stanley Richard(2002). *Analysis of economic indicators* . Translated by Mohammad Reza ZIAEI Bigdelli F. Neyvand Press Institute of Economic Affairs.
- [20] Tahir Ismail, Abdul Rahman(2009), " Modelling the Relationships between US and Selected Asian Stock Markets", , *World Appl. Sci. J.*, 7 (11): 1412-1418, 2009