



## پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های MS و

### NSGA-ANN

فرزانه عبدالهیان<sup>۱</sup>

محمدابراهیم محمدپورزند<sup>۲</sup>

سیدمحمد هاشمی نژاد<sup>۳</sup>

مهرزاد مینوئی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت مقاله : ۹۷/۰۴/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۷/۰۶/۱۴

### چکیده :

بورس اوراق بهادار یکی از ابزارهای مالی کشورها در کل دنیا محسوب می‌شود. وقوع رکود در این بازار می‌تواند اثرات مهمی از جمله کاهش نقدینگی، کاهش سودآوری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس و همچنین کاهش رشد اقتصادی را در پی داشته باشد. در این مقاله به دنبال استخراج و پیش‌بینی سیکل‌های زمانی در بورس اوراق بهادار هستیم. در ابتدا با استفاده از شاخص کل بورس و بهره‌گیری از مدل  $MSI(3)AR(2)$  سه سیکل زمانی رکود، رونق متوسط و رونق بالا در بورس اوراق بهادار استخراج می‌شود. سپس با استفاده از ادغام الگوریتم  $NSGA(II)$  و سه مدل شبکه عصبی مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بین به تفکیک هر مدل تعیین شده و به پیش‌بینی وضعیت سه ماه آینده بازار می‌پردازیم. در نهایت عملکرد سه نوع شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، پایه شعاعی و شبکه احتمالی در انتخاب ویژگی و پیش‌بینی وضعیت آینده بازار با یکدیگر مقایسه شد. نتایج حاکی از آن است نتایج حاکی از آن است که هر سه مدل مورد نظر با توجه به معیارهای میزان خطا، دقت مدل و ضریب کاپا نتایج قابل قبولی را ارائه می‌دهند و مدل شبکه احتمالی نسبت به سایر مدل‌ها از خطای پایین‌تر، دقت و ضریب کاپا بیشتری برخوردار است.

### کلمات کلیدی :

بازار خرسی، بازار گاوی، مارکوف سوئیچینگ، الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی.

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، گرایش تحقیق در عملیات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Abdollahian.2328@gmail.com

<sup>۲</sup> استاد گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) Pourzarandi@gmail.com

<sup>۳</sup> استادیار گروه مدیریت، واحد علوم پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Hasheminejad7@gmail.com

<sup>۴</sup> استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Meh.Minouei@iauctb.ac.ir

۱- مقدمه :

تغییرات بازار سهام و پیش‌بینی این تغییرات از موضوعات مهمی است که مورد توجه بازارهای سرمایه در سراسر دنیاست. رکن اصلی بازار سرمایه در ایران، بازار اوراق بهادار است که نقش محوری بازار سرمایه را بر عهده دارد. بورس اوراق بهادار از چنان اهمیتی برخوردار است که در سیستم‌های اقتصادی پیچیده امروزی از آن به عنوان سنجش سلامت یا بیماری اقتصادی کشورها نام می‌برند و مهم‌ترین وظیفه آن ایجاد یک بازار پیوسته برای اوراق بهادار می‌باشد. ویژگی بازار پیوسته این است که مقادیر زیادی از اوراق بهادار بدون اینکه تغییر زیادی در قیمت آن‌ها ایجاد گردد، مورد معامله قرار گیرند. جذب پس‌اندازهای راکد و سوق دادن آن‌ها در واحدهای تولیدی و ایجاد امکانات و تسهیلات برای مشارکت عموم مردم در توسعه و سهیم شدن در کارخانجات از اهداف اصلی بورس اوراق بهادار بشمار می‌رود و به لحاظ دارا بودن این خصوصیات می‌تواند به عنوان یک اهرم مهم در کنترل نرخ تورم و افزایش نرخ رشد نقش حساسی را در جامعه ایفاء نماید [۱۸].

توجه به بازده بازار و پیش‌بینی آن در اکثر مطالعات مورد توجه بوده است [۲۸ و ۴۵]. در حالی که چرخه‌های بازار یا به عبارتی دوران رکود و رونق در بازار و پیش‌بینی این ادوار کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بر طبق نتایج برخی از مطالعات استفاده از استراتژی‌های زمان‌بندی بازار نسبت به استراتژی نگهداری و خرید منجر به افزایش منافع اکتسابی سرمایه‌گذاران خواهد شد [۲۹ و ۴۴]. یکی از روش‌های مطرح در زمینه استخراج چرخه یا سیکل‌های زمانی، مدل‌های انتقالی مارکوف می‌باشند که اخیراً در مدل‌سازی‌های اقتصادی مورد توجه قرار گرفته‌اند. شواهد تجربی بسیاری نشان می‌دهد تغییرات ساختاری و غیرخطی و ویژگی پویایی بسیاری از سری‌های زمانی را از طریق این مدل‌ها می‌توان مشاهده کرد [۲۲]. با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ می‌توان به پرسش‌هایی چون: آیا می‌توان رژیم‌های متفاوت را در بازار اوراق بهادار تشخیص داد؟ چگونه این رژیم‌ها تغییر می‌کنند؟ به طور میانگین هر چند دفعه یک بار رژیم‌ها چرخش می‌کنند یا منتقل می‌شوند؟ پاسخ داد. بنابراین در این مقاله پس از استخراج سیکل‌های موجود در بازار اوراق بهادار با استفاده از بهترین مدل مارکوف سوئیچینگ و متغیر وابسته شاخص کل بازار به استخراج ویژگی (متغیرهای پیش‌بین) و پیش‌بینی وضعیت آینده بازار خواهیم پرداخت. در اکثر مطالعات انجام شده همچون نایبرگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۳)، فرناندز پرز و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) و چن و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) از روش‌های آماری و اقتصادسنجی چون مدل پروبیت و لاجیت برای پیش‌بینی نقاط چرخش در بازار استفاده شده است. در نتیجه در این مقاله سعی بر آن شده است که با استفاده از سیستم‌های هوشمندی چون شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک به این موضوع بپردازیم.

پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزندی، هاشمی نژاد و مینویی

با استفاده از ادغام الگوریتم ژنتیک چند هدفه **NSGA(II)** و شبکه عصبی مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بین سیکل‌های بازار استخراج شده و با بهره‌گیری از سه نوع شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (**MLP**)، پایه شعاعی (**RBF**) و شبکه احتمالی (**PNN**) و مقایسه بین عملکرد و دقت مدل‌ها بهترین مدل شبکه عصبی در پیش‌بینی وضعیت آینده بازار تعیین خواهد شد.

## ۲- مروری بر مبانی نظری و پیشینه پژوهش :

رکود و رونق در بازار با اصطلاحات مرسوم چون بازار خرسی و گاوی نام‌گذاری می‌شوند [۴۵]. رونق در بازار یا به اصطلاح بازار گاوی به دوره‌ای در بازار اشاره دارد که با افزایش قیمت سهام، افزایش علاقه‌مندی سرمایه‌گذاران و بهبود وضعیت مالی در بازار مواجه هستیم [۳۶]. از این رو تشخیص و تعیین این دوران از سوی سرمایه‌گذاران و تصمیم‌گیران بازار مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است [۴۴]. قیمت سهام در یک بازه‌ی زمانی طولانی می‌تواند چرخه‌های بازار را توصیف کند. [۴۵]. استفاده از استراتژی‌های زمان‌بندی بازار به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا بهترین زمان برای سرمایه‌گذاری یا خروج از بازار را تعیین کنند و بدین ترتیب سود اکتسابی خود را افزایش دهند [۲۷]. برای تجزیه و تحلیل چرخه یا سیکل‌های سری زمانی، تمایز بین سیکل‌های مختلف مطلوب است. چنین تمایزی چارچوبی برای توصیف منظم فراهم می‌کند. انتظار می‌رود رفتار از یک سیکل به سیکل دیگر متفاوت باشد و رفتار در داخل هر سیکل به اندازه کافی همگن باشد [۲۶]. نتایج جست‌وجو نشان می‌دهد که اصطلاح بازار خرسی و گاوی به مدت حداقل سه قرن است که مورد استفاده قرار گرفته است و قبل از سال ۱۹۹۰ به طور صریح در بازارها به کار برده شده است اما در لغت نامه مالی هیچ تعریف رسمی توافقی شده‌ای برای این اصطلاحات وجود ندارد [۴۵]. اولین مطالعات در زمینه چرخه‌های تجاری، پژوهش برای و بوسکن<sup>۴</sup> (۱۹۷۱) می‌باشد که برای تعیین چرخه‌های تجاری توسط اداره ملی تحقیقات اقتصادی (**NBER**) در آمریکا انجام شد. تمامی روش‌هایی که در ادبیات برای تعیین چرخه‌های بازار معرفی شده‌اند برگرفته از ادبیات چرخه‌های تجاری است و مراحل بازار را به صورت سری‌های زمانی گسسته در نظر می‌گیرند. برای استخراج سیکل‌های زمانی همواره دو روش پارامتریک مارکوف سوئیچینگ و روش ناپارامتریک برای و بوسکن (۱۹۷۱) مطرح بوده است. الگوریتم برای و بوسکن از قواعد و فیلترهایی برای زمان‌بندی و تعیین نقاط چرخش استفاده می‌کند. اخیراً مدل مارکوف سوئیچینگ با توجه به ماهیت عدم تقارنی سیکل‌های زمانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱۱، ۱۴ و ۱۵]. در مدل مارکوف سوئیچینگ، مکانیسم انتقال توسط متغیر وضعیت غیر قابل مشاهده  $S_t$  کنترل می‌شود [۱۴]. متغیر وابسته در مطالعاتی چون گنزالز و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۵) شاخص حجم معاملات و در مطالعاتی چون پاگان و سسونف<sup>۶</sup> (۲۰۰۳)،

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

نایبرگ (۲۰۱۳) و چن و همکاران (۲۰۱۷) شاخص **S&P500** است که برای زمان‌بندی بازار مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به ادبیات موضوع مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بین به دو دسته متغیرهای مربوط به بازار و متغیرهای کلان اقتصادی تقسیم می‌شوند. متغیرهای مربوط به بازار سهام شامل ۵ شاخص است که در ادامه به تفکیک توضیح داده می‌شود:

ارزش دفتری به قیمت: با توجه به اینکه شاخص ارزش دفتری به قیمت نشان دهنده جریان‌های نقدی در بازار است از این رو می‌تواند به عنوان متغیر پیش‌بین وضعیت آینده بازار شامل اطلاعات مفیدی باشد. فاما و فرنچ<sup>۷</sup> (۱۹۹۲) عوامل مختلفی که در تحقیقات گذشته با بازده رابطه داشتند را در یک تحقیق مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که، دو عامل اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار متغیرهایی هستند که از ارتباط قوی با بازده سهام برخوردارند. به عبارتی سهمی که از ارزش دفتری به ارزش بازار بالاتری برخوردار است در مقایسه با سهمی که ارزش دفتری به بازار پایین‌تری دارد، بطور قابل ملاحظه‌ای بازده بالاتری خواهد داشت. در تحقیقاتی چون پنتیف و اسکال<sup>۸</sup> (۱۹۹۸)، لولن<sup>۹</sup> (۱۹۹۹) و چن و همکاران (۲۰۱۷) نیز این روابط مورد تأیید قرار گرفته است.

سود نقدی به قیمت: این نسبت یکی از مهم‌ترین مقیاس‌های ارزیابی بازار است که توسط سرمایه‌گذاران در بازار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نسبت بهترین نقطه شروع در تحلیل سرمایه‌گذاری روی اوراق بهادار است. نتایج مطالعات باسو<sup>۱۰</sup> (۱۹۷۷) نشان داد، شرکت‌هایی که از نسبت **E/P** بالاتر یا به عبارتی نسبت قیمت به سود (**P/E**) پایین‌تری برخوردار هستند در مقایسه با شرکت‌هایی که نسبت **E/P** کمتری دارند، بطور قابل ملاحظه‌ای بازده بیشتری دارند. در مطالعاتی چون چن و همکاران (۲۰۱۷) رابطه مثبت این شاخص با رونق در بازار به اثبات رسیده است. به طوری که با افزایش این شاخص انتظار می‌رود بازده آینده بازار یا به عبارتی رونق در بازار افزایش یابد.

سود محقق شده به قیمت: که به آن سود تقسیمی به قیمت نیز می‌گویند. سود تقسیمی هر سهم (**DPS**) نشان دهنده مبلغ سودی است که شرکت بابت هر سهم پرداخت می‌کند. برای محاسبه این نسبت، رقم متعلق به سود تقسیمی سهام برابر تعداد سهام عادی که در دست سهامداران است تقسیم می‌کنند این نسبت قابلیت پیش‌بینی وضعیت آتی بازار را دارد. یافته‌های برکچیان و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان می‌دهد که متغیرهای بازده سود تقسیمی، نسبت سود تقسیمی به قیمت و نسبت قیمت به سود توان بالایی در پیش‌بینی بازده را دارند. به طور معمول در دوره‌هایی که نسبت قیمت به سود تقسیمی مقدار بالایی است، بسیاری از تحلیل‌گران بازده منفی را برای بازار پیش‌بینی می‌کنند. یا به

پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزند، هاشمی نژاد و مینوئی

عبارت دیگر شرکت‌هایی که قابلیت تقسیم سود بیشتر را دارند بازده بالاتری خواهند داشت. افزایش بازده بازار نیز به نوبه خود منجر به افزایش رونق در بازار می‌شود [۲۸].

درآمد به قیمت: باری و موخرجی و رینز<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۶) بیان کردند که نسبت  $S/P$  عامل توضیحی قابل اتکاتری در رابطه با بازده می‌باشد زیرا این نسبت، تحت تاثیر روش‌های مختلف حسابداری که بر سود و ارزش دفتری تاثیر می‌گذارند، قرار نمی‌گیرد. در شرایط فشار و اضطرار مالی سطح فروش شرکت‌ها کاهش پیدا می‌کند و هزینه‌های ثابت کمتر سرشکن می‌گردد، تعداد مشتریان کاهش یافته و در نتیجه هزینه‌های شرکت چون یافتن کارکنان متخصص و آموزش به آن‌ها افزایش می‌یابد. با کاهش اعتبار شرکت، هزینه‌های مالی شرکت (به دلیل افزایش ریسک اعتباری شرکت) افزایش پیدا می‌کند. در شرایط تنش و اضطرار مالی ریسک‌گریزی سهامداران نیز منجر به وخیم‌تر شدن اوضاع می‌شود [۵۲]. بر مبنای مدل رشد پویای گوردون<sup>۱۲</sup> هر چه درآمد نسبت به قیمت در بازار افزایش یابد شاهد بهبود بازده بازار و به تبع آن رونق در بازار خواهیم بود.

واریانس بازده بازار: نوسانات بازار سهام یا به عبارتی واریانس بازده بازار بر مبنای ادبیات توان پیش‌بینی وضعیت آینده بازار را دارد. در واقع یکی از نشانه‌های رکود یا رونق در بازار تغییر در نوسانات بازار است [۵۳]. بازده بازار از تغییرات نوسانات آن تأثیر می‌پذیرد به طوری که با افزایش نوسانات بازده، قیمت در بازار کاهش می‌یابد و به تبع آن رکود در بازار رخ می‌دهد.

$$Y_j = \ln\left(\frac{TI_j}{TI_{j-1}}\right) \times 100 \quad (1)$$

در معادله (۱)  $Y_i$  بازده روز  $j$  و  $TI_j$  شاخص کل بازار سهام تهران در روز  $j$  را نشان می‌دهد. بازده ماهانه از جمع بازده‌های روزانه یک ماه به دست می‌آید:

$$Y_t = \sum_{j=1}^{N_j} y_{j,t} \quad (2)$$

در معادله (۲) بازده ماهانه با  $Y_t$  نشان داده شده است و  $N_j$  نمایانگر تعداد روزهای کاری بازار سهام در طول یک ماه است. تعطیل بودن بازار سهام در برخی از روزها در هرماه در نظر گرفته شده است. در نتیجه واریانس بازده بازار از قاعده زیر محاسبه می‌شود.

$$\sigma_M^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (Y_{j,t} - Y_t^m)^2 \quad (3)$$

$y_{j,t}$  مقدار بازده در روز  $j$  و ماه  $t$  است.  $Y_t^m$  میانگین بازده‌های روزانه در طول ماه  $t$  است. در نهایت  $\sigma_t^2$  مقدار واریانس بازده‌های روزانه در ماه  $t$  است [۱].

متغیرهای کلان اقتصادی شامل ۴ متغیر است که به شرح زیر می‌باشد:

**قیمت نفت خام:** نفت به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع انرژی جهان همواره اثر معناداری بر اقتصاد کشورهای مختلف داشته است. بنابراین قیمت نفت و نوسان‌های آن همواره یکی از متغیرهای مورد توجه در مطالعات اقتصادی می‌باشد. با توجه به وابستگی شدید اقتصاد ایران به درآمدهای حاصل از فروش نفت، می‌توان انتظار داشت که نوسان‌های قیمت نفت اثرات قابل توجهی بر فعالیت‌های اقتصادی کشور از جمله بازار سهام داشته باشد. ادبیات موضوع در رابطه با ارتباط نفت خام و بازده بازار به سه دسته تقسیم می‌شود. دسته اول همچون تحقیقات جونز و کاول<sup>۱۳</sup> (۱۹۹۶)، سادورسکای<sup>۱۴</sup> (۱۹۹۹)، چپو و لی<sup>۱۵</sup> (۲۰۰۹) و جامازی و آلویی<sup>۱۶</sup> (۲۰۱۰) رابطه منفی بین نفت خام و وضعیت آینده بازار را تأیید می‌کنند. جونز و کاول (۱۹۹۶) به این نتیجه رسیدند که تغییرات قیمت نفت اثر مشخص و منفی بر تولید جامعه و بازده حقیقی سهام دارد. آنها بیان نمودند که عکس‌العمل بازار سرمایه بین‌المللی به شوک‌های قیمت نفت به‌وسیله تغییرات جاری و آتی در جریان نقدی حقیقی تعدیل می‌شود. آنها به این نتیجه رسیدند که بازار سرمایه آمریکا و کانادا رفتاری عقلایی دارد، به این معنا که واکنش قیمت‌های سهام به شوک نفتی به‌طور کاملی به‌وسیله اثر آن بر جریان نقدی حقیقی جاری و آتی به حساب می‌آید، در حالیکه بازارهای سرمایه ژاپن و انگلیس تمایل به عکس‌العمل بیش از حد شوک‌های قیمت نفت دارند. مطالعه سادورسکای (۱۹۹۹) یافته‌های جونز و کاول را تأیید نمود. سادورسکای (۱۹۹۹) با استفاده از داده‌های ماهانه و مدل VAR اثر قیمت نفت بر متغیرهای اقتصاد کلان و از جمله بازده سهام را بررسی نمودند. این مطالعه نشان داد که شوک‌های قیمت نفت یک اثر منفی و معناداری بر بازده سهام دارد.

دسته دوم وجود یک رابطه مثبت را در نظر می‌گیرند که می‌توان به تحقیقاتی چون ال-شریف و همکاران<sup>۱۷</sup> (۲۰۰۵) و نارایان و نارایان<sup>۱۸</sup> (۲۰۱۰) اشاره کرد. ال-شریف و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه اثر قیمت نفت بر بازار سهام انگلیس به این نتیجه رسیدند که بین قیمت نفت با بخش نفت و گاز ارتباطی مثبت و قوی وجود دارد و قیمت نفت با بخش غیرنفتی رابطه‌ی معناداری ندارد، بنابراین در مجموع به رابطه مثبت قیمت نفت و بازده بازار سهام رسیدند.

افزایش قیمت‌های جهانی نفت می‌تواند از یک سو درآمد افراد و سرمایه‌گذاران را افزایش دهد و تقاضا برای خرید سهام افزایش یابد و از سوی دیگر باعث فراهم شدن افزایش واردات مواد اولیه بنگاه‌ها و انتقال تکنولوژی به داخل کشور شده، در نتیجه میزان سوددهی و جریان وجوه نقدی عایدی‌های آتی بنگاه‌ها افزایش یابد بنابراین می‌تواند بر قیمت و بازدهی سهام تاثیر مثبت داشته باشد [۵].

و در دسته سوم هر دو رابطه مثبت و منفی تأیید می‌شود اما جهت این رابطه به عوامل دیگری نیز مربوط است. اینکه آیا کشور موردنظر واردکننده نفت است و یا صادرکننده اهمیت دارد. در کشورهای صادرکننده نفت همچون ایران، افزایش صادرات به منزله درآمد بیشتر است که به تبع آن تقاضا برای کالاهای سرمایه‌ای و مصرفی افزایش می‌یابد در نتیجه شاهد آثار تورمی در بعد پولی و مالی خواهیم بود. بانک مرکزی به عنوان یکی از سیاست‌های پولی نرخ بهره را افزایش خواهد داد بنابراین دریافتی‌های سهامداران و ارزش جریان نقدی کاهش خواهد یافت که منجر به وقوع رکود در بازار می‌شود [۱۰].

**نرخ تورم:** تورم به افزایش عمومی قیمت‌ها در طول زمان و به طور مداوم اشاره دارد. این شاخص بر مبنای شاخص قیمت مصرف‌کننده (PPI) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{نرخ تورم} = \frac{PPI_t - PPI_{t-1}}{PPI_{t-1}} \times 100 \quad (۴)$$

رابطه بین نرخ تورم و بازار سهام با توجه به ساختار اقتصادی کشور، از کشوری به کشور دیگر متفاوت است. فاما معتقد بود رابطه مثبت بین بازده سهام و فعالیت حقیقی که ناشی از بخش حقیقی است با رابطه منفی بین تورم و فعالیت حقیقی که ناشی از بخش پولی است ترکیب می‌شود و رابطه منفی بین بازده حقیقی سهام و تورم استنتاج می‌شود [۴۱].

چن و همکاران (۲۰۱۷) رابطه‌ای مثبت بین نرخ تورم و رکود در بازار را تأیید می‌کنند. افزایش تورم منجر به کاهش قدرت خرید خواهد شد. با کاهش قدرت خرید نرخ تنزیل افزایش می‌یابد در نتیجه ارزش سهام تحت تأثیر قرار می‌گیرد و احتمال وقوع رکود در بازار تشدید خواهد شد در مقابل بر خی از مطالعات رابطه‌ای مثبت بین تورم و بازده بازار بیان می‌کنند استدلال آن‌ها این است که هر چند تورم از طریق کانال نرخ تنزیل تأثیر منفی بر قیمت سهام می‌گذارد ولی اگر تورم و افزایش قیمت محصولات شرکت‌های بورسی بیشتر از رشد هزینه‌های تولید باشند در اینصورت سود بنگاه‌ها افزایش یافته و تورم از کانال جریان وجوه نقدی آتی عایدی‌ها می‌تواند تأثیر مثبتی بر قیمت سهام داشته باشد، بدیهی است در این صورت برآیند این دو اثر مخالف هم، نحوه تأثیر تورم بر قیمت و بازدهی سهام را تعیین خواهد کرد [۵].

**قیمت طلا:** طلا به عنوان یک ابزار جایگزین سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران مطرح است. زمانی که قیمت طلا افزایش می‌یابد شاهد افزایش تمایل سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در طلا و کاهش سرمایه‌گذاری در بازار سهام خواهیم بود [۴۲، ۱۲، ۴۸]. به لحاظ رقابتی که بین بازار سهام با بازارهای مسکن، زمین، ارز و سکه وجود دارد، افزایش قیمت ارز، سکه و یا مسکن و زمین، باعث افزایش هزینه‌های فرصت سرمایه‌گذاری در بازار سهام می‌گردند. و بدین ترتیب با افزایش بازدهی در بازارهای رقیب، منابع

سرمایه‌گذاران از بازرس سهام به سمت بازارهای دیگر سرازیر می‌شود، در نتیجه قیمت‌های سهام کاهش خواهند یافت. در واقع در این شرایط نرخ بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاران در بازار سهام (نرخ تنزیل) افزایش یافته و از کانال نرخ تنزیل تقاضا برای خرید سهام کاهش می‌یابد [۵]. همچنین بئور و لوسی<sup>۱۹</sup> (۲۰۱۰) آزمون کردند که آیا طلا می‌تواند به عنوان یک ابزار مصون‌سازی مطرح باشد و ارزش خود را هنگام تنش و آشفتگی بازارهای آمریکا، انگلستان و آلمان حفظ کند؟ نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که طلا می‌تواند در مقابل ریسک‌های مالی به عنوان ابزار مصون‌سازی عمل کند و پناهگاه سرمایه‌گذاران هنگام شرایط نابسامان بازارهای مالی باشد.

**نرخ ارز:** نرخ ارز به عنوان معیار ارزش پول ملی هر کشور در برابر پول کشورهای دیگر بوده و بازتابی از شرایط اقتصادی کشور است. بازار اوراق بهادار و بازار ارز همواره به عنوان بخش‌های حساس بازار مالی هستند. این دو بازار به سرعت از نوسانات و دوره‌های تجاری در اقتصاد تأثیر می‌پذیرند. در عین حال، تنش و فشار در یک یا هر دو بازار به ایجاد نگرانی در میان سیاست‌گذاران بازارها می‌انجامد. تعاملات پویا بین این دو بازار، پژوهشگران، سیاست‌گذاران و نیز تحلیل‌گران را در انجام تحلیل‌های دقیق و مشروح تشویق نموده است [۵۱]. رابطه بین نرخ ارز و قیمت سهام از این دیدگاه قابل بررسی است که اگر درجه ارزبری صنایع عمده فعال کشور بالا باشند، با افزایش نرخ ارز، هزینه‌های تولید بیشتر از قیمت محصولاتشان افزایش یافته و این موضوع از کانال کاهش جریان نقدی عایدی‌های آتی بنگاه‌ها می‌تواند باعث افت قیمت‌های سهام گردد. اما اگر درجه ارزآوری صنایع عمده کشور بالا باشند، رابطه بین نرخ ارز و قیمت سهام از کانال جریان وجوه نقدی بنگاه‌ها مثبت خواهد بود. برآیند اثرات منفی ناشی از رقابت بین بازارهای سهام و ارز و اثر مثبت اخیر، تعیین‌کننده رابطه نهایی بین نرخ ارز و قیمت سهام خواهد بود [۵].

نرخ ارز در کشورهای در حال توسعه مانند ایران یکی از متغیرهای اقتصادی اثر گذار محسوب می‌شود. بطوریکه افزایش نرخ ارز از یک سو باعث افزایش میزان بدهی خارجی، و از سوی دیگر باعث افزایش بهای تمام شده‌ی تولیدات و خدمات ارائه شده وارداتی، توسط شرکت‌ها می‌شود. افزایش بدهی شرکت کمبود نقدینگی را به همراه خواهد داشت و کمبود نقدینگی بنگاه‌های اقتصادی اثر منفی بر توزیع سود، بازده سهام و شاخص قیمت داشته و همچنین، افزایش بهای تمام شده محصولات تولیدی، کاهش حاشیه سود شرکت، کاهش قیمت و بازده سهام، و به تبع کاهش شاخص سهام را در پی خواهند داشت.

در ادامه به برخی از تحقیقات خارجی و داخلی اشاره می‌شود:



### پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزندی، هاشمی نژاد و مینویی

پیشینه تحقیق شامل دو قسمت است: دسته اول به تحقیقاتی اشاره دارد که به بررسی و پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار سهام توجه داشته‌اند و در دسته دوم به مقالاتی اشاره می‌کنیم که با استفاده از روش‌های هوش مصنوعی به طور کلی به پیش‌بینی در بازار پرداخته‌اند.

چن در مقاله‌ای در سال ۲۰۰۹ به پیش‌بینی رکود در بازار سهام پرداخت. نرخ بهره، نرخ تورم، رشد پول، رشد تولید صنعتی، نرخ بیکاری، نرخ بودجه فدرال، بدهی دولت فدرال و نرخ ارز اسمی به‌عنوان متغیرهای مستقل معرفی کرد که بر وقوع رکود در بازار اثرگذارند. با استفاده از مدل پروبیت به تحلیل در دو سطح درون نمونه و برون نمونه پرداخت. متغیر وابسته رکود با استفاده از شاخص **S&P500** استخراج شد. برای استخراج دوران رکود از روش میانگین متحرک نایو، مارکوف سوئیچینگ و الگوریتم **BB** استفاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای نرخ بهره و نرخ تورم مفیدترین متغیرهای پیش‌بین رکود در بازار هستند. در پژوهشی مشابه نایبرگ (۲۰۱۳) نیز به پیش‌بینی رکود و رونق در بازار با استفاده از مدل‌های سری زمانی پویا باینری پرداختند. سیکل‌های زمانی با استفاده از مدل مارکوف و **BB** استخراج شدند. افق‌های پیش‌بینی ۱،۲،۳،۴،۵،۶ و ۱۲ ماه در نظر گرفته شد. متغیرهای پیش‌بین شامل بازده گذشته سهام، تورم، تفاوت بین نرخ اوراق قرضه دولتی ۱۰ ساله و اوراق خزانه ۳ ماهه، تفاوت بین نرخ بهره اوراق خزانه ۳ ماهه و اوراق قرضه دولتی ۱۰ ساله، تفاوت بین دو نسبت سود نقدی به قیمت و سود محقق شده به قیمت و نرخ بیکاری هستند که برای پیش‌بینی وضعیت آینده بازار مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از مدل پروبیت اثبات شد که تفاوت بین نرخ بهره کوتاه‌مدت و بلندمدت، نسبت سود نقدی به قیمت و بازده گذشته سهام بهترین متغیرهای پیش‌بین هستند. یایا و گیل-آلانا<sup>۲۰</sup> (۲۰۱۴) به سنجش تداوم و نامتقارنی در بازارهای خرسی و گاوی در نیجریه با استفاده از مدل‌های **GARCH** توجه داشتند. نتایج آن‌ها نشان داد که نوسانات در بازار سهام می‌تواند تحت تأثیر نیروهای متناوب بازار خرسی و گاوی قرار دارد همچنین نشان دادند که بازارها بیشترین زمان خود را در حالت گاوی قرار دارند. جیانگ و فنگ<sup>۲۱</sup> (۲۰۱۵) در مقاله خود با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ بیزین، چهار وضعیت را در بازار سهام آمریکا استخراج کردند همچنین بیان کردند که بازار سهام به‌طور سنتی بین بازار خرسی و گاوی در حال تغییر است. بازار گاوی نشان‌دهنده میانگین بالای بازده و بازار خرسی نشان‌دهنده میانگین پایین بازده است.

زاهدی و راغی (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان کاربرد مدل‌های شبکه عصبی و تحلیل مؤلفه اساسی در پیش‌بینی قیمت سهام بازار اوراق بهادار تهران به پیش‌بینی قیمت سهام پرداختند. در ابتدا با استفاده از تحلیل مؤلفه اساسی از بین ۲۰ متغیر حسابداری در پیش‌بینی قیمت بازار مهم‌ترین آن‌ها استخراج شده

و سپس در مرحله بعد با استفاده از شبکه عصبی MLP به پیش‌بینی پرداختند. کیو و همکاران<sup>۲۲</sup> (۲۰۱۶) در مقاله خود کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی را در پیش‌بینی بازده بازار سهام در ژاپن مورد بررسی قرار دادند. با استفاده از ترکیب تکنیک‌های SA<sup>۲۳</sup> و GA<sup>۲۴</sup> با مدل شبکه عصبی BP در ابتدا بهترین فاکتورهای پیش‌بین انتخاب و در گام بعد به پیش‌بینی پرداختند. دقت مدل ترکیبی جدید از سایر مدل‌ها بهتر بوده و نتایج قابل قبول‌تری را ارائه می‌دهد. گوکن و همکاران<sup>۲۵</sup> (۲۰۱۶) به بهبود پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از ادغام روش‌های متاهوریستیک HS<sup>۲۶</sup> و GA با مدل شبکه‌های عصبی پرداختند. در واقع با استفاده از روش ترکیبی متاهوریستیک و شبکه عصبی مرتبط‌ترین شاخص‌های تکنیکی در پیش‌بینی قیمت سهام استخراج شده و بر اساس این متغیرها به پیش‌بینی پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که ترکیب روش‌های متاهوریستیک و شبکه عصبی منجر به نتایج بهتری خواهد شد و همچنین روش HS و شبکه عصبی دارای عملکرد بهتری نسبت به روش GA و شبکه عصبی است.

چن و همکاران (۲۰۱۷) نیز با استفاده از متغیرهای پیش‌بین بازده سهام که شامل متغیرهای قیمت سهام، نسبت درآمد-قیمت، بازده سهام؛ نسبت ارزش دفتری به بازار، نسبت سود تقسیمی به قیمت، درآمد به قیمت، واریانس سهام، قیمت عرضه اولیه سهام، تورم، نرخ اوراق خزانه، بازده اوراق قرضه بلندمدت دولتی، عملکرد اوراق قرضه بلندمدت دولتی، تفاوت بین بازده بلندمدت اوراق قرضه و نرخ اوراق خزانه، تفاوت بین بازده اوراق قرضه شرکتی و اوراق قرضه دولتی و تفاوت بین عملکرد بالا و پایین و اوراق قرضه می‌باشد با استفاده از مدل پروبیت و انجام تحلیل‌ها در دو سطح تحلیل درون و برون نمونه به پیش‌بینی وضعیت آتی بازار پرداختند. نتایج حاکی از آن است که متغیرهای تفاوت بین بازده اوراق قرضه شرکتی و اوراق قرضه دولتی، تفاوت بین عملکرد بالا و پایین و اوراق قرضه و تورم برای پیش‌بینی بازار خرسی مناسب هستند.

پیشینه داخلی با توجه به ادبیات مربوط به بازده سهام و پیش‌بینی در بازار سهام استخراج شده است: رحمانی و تجویدی (۱۳۸۴) در مقاله‌ای با عنوان رابطه تجربی متغیرهای حسابداری و بازار با بازده سهام به پیش‌بینی بازدهی بازار پرداختند. متغیرهای مورد نظر شامل اندازه، نسبت‌های بدهی به حقوق صاحبان سهام، ارزش دفتری به ارزش بازار سهام، سود به قیمت و فروش به قیمت هر سهم می‌باشد. متغیرهای مستقل در قالب مدل‌های یک متغیره با متغیر وابسته بازدهی برای هر یک از سال‌های ۷۶ تا ۸۲ آزمون شدند. آزمون‌های یک متغیره، بین نسبت فروش به قیمت هر سهم و سود به قیمت در هر چهار سال متوالی ارتباط معنادار با بازدهی مشاهده شد. اندازه برحسب (ارزش بازار سهام)، در هر چهار

### پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزندی، هاشمی نژاد و مینویی

سال متوالی با بازدهی ارتباط معنادار داشت. بین اندازه به‌عنوان لگاریتم جمع دارایی‌ها با بازدهی در چهار سال متوالی ارتباطی مشاهده نشد و نتایج مرتبط به نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سهام از ثبات لازم برخوردار نبود. البرزی و همکاران (۱۳۸۷) به پیش‌بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از دو مدل آربیتراژ و شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداختند. اطلاعات روزانه شاخص بازده نقدی و قیمت به‌عنوان متغیر وابسته و اطلاعات روزانه قیمت سکه بهار آزادی، حجم معاملات کل بازار و قیمت دلار به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. مدل چندعاملی مبتنی بر رگرسیون چند متغیره و مدل شبکه عصبی بر مبنای معماری پرسپترون چندلایه با الگوریتم آموزش پس انتشار خطا برآزش شده است. از معیارهای میانگین قدر مطلق انحرافات، میانگین مجذور خطا، جذر میانگین مجذور خطا و میانگین قدر مطلق درصد خطا به منظور قدرت پیش‌بینی مدل‌ها استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که هر دو مدل در پیش‌بینی رفتار شاخص بازده نقدی و قیمت موفق بودند و عملکرد شبکه عصبی بر مدل چندعاملی برتری دارد. حیدری زارع و کردلوئی (۱۳۸۸) در مقاله‌ای به پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از متغیرهای مستقل نرخ ارز (دلار آمریکا و یورو)، قیمت طلا و قیمت نفت پرداختند. نتایج مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه نشان داد که با خطای کمتری نسبت به روش‌های دیگر می‌توان قیمت سهام را پیش‌بینی کرد. پاکدین و همکاران در سال (۱۳۸۸) در مقاله‌ای تحت عنوان ارائه مدل پیش‌بینی شاخص کل قیمت سهام با رویکرد شبکه عصبی از مدل‌های MLP با الگوریتم آموزش پس انتشار و مدل چندعاملی بهره گرفته شد. متغیرهای ورودی شامل شاخص صنعت، شاخص مالی و شاخص بازده نقدی بود که به صورت سالانه در نظر گرفته شدند. با توجه به دو مدل مورد نظر نشان داده شد که مدل شبکه عصبی در مقایسه با روش چند عاملی دارای خطای بسیار ناچیزی بوده و عملکرد بهتری نسبت به آن دارد؛ به عبارت دیگر شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام موفق‌تر است. در تحقیقی دیگر که توسط صمدی و بیانی (۱۳۹۰) انجام شد ارتباط بین متغیرهای کلان اقتصادی شامل نرخ ارز، بورس اوراق بهادار تهران مورد سنجش قرار گرفت. اثرگذاری متغیرهای کلان اقتصادی شامل نرخ ارز، قیمت جهانی طلا، نرخ تورم، حجم نقدینگی و قیمت نفت بر شاخص بازده سهام بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از داده‌های ماهانه دوره‌ی ۱۳۷۹-۱۳۸۹ و مدل اقتصادسنجی GARCH آزمون شد. نتایج کار آن‌ها نشان داد که قیمت طلا، نرخ تورم و نرخ ارز بر بازده سهام اثرگذار هستند؛ و نقدینگی و قیمت نفت تأثیری بر بازده سهام ندارند.

تهرانی و مرادپور (۱۳۹۱) با استفاده از شاخص بورس اوراق بهادار تهران عملکرد شبکه عصبی شعاع پایه و شبکه عصبی پرسپترون در پیش‌بینی بازده شاخص بورس اوراق بهادار را مقایسه کردند. نوع آزمون

عملکرد شبکه‌های عصبی بر اساس حداقل مربعات خطا در دو رویکرد درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای بکار گرفته شد. نتایج این پژوهش در رویکرد درون نمونه‌ای برتری شبکه عصبی شعاع پایه و در رویکرد برون نمونه‌ای برتری شبکه عصبی پرسپترون را نمایش می‌دهد. فلاح پور و علی پور ریکنده (۱۳۹۳) نیز به پیش‌بینی شاخص سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی موجکی در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. در ابتدا با استفاده از تجزیه موجک داده‌های مورد نظر نویز زدایی شده و در مرحله بعد با استفاده از شبکه عصبی **BP** در سطوح مختلف تجزیه شده به پیش‌بینی شاخص کل پرداخته شد. این پژوهش نشان داد، بهره‌گیری از تبدیل موجک برای نویز زدایی داده‌ها می‌تواند به پیش‌بینی بهتر و دقیق‌تری منجر شود و عملکرد شبکه عصبی موجکی بهتر از شبکه عصبی است. رجب پور و همکاران در سال ۱۳۹۳ در مقاله‌ای با عنوان پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی مدلی برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با به‌کارگیری داده‌های درون‌زا و برون‌زای شرکت توسط شبکه‌های عصبی مصنوعی (پرسپترون چندلایه) ارائه دادند. توانایی قابل قبول، شبکه‌های عصبی مصنوعی، خصوصاً شبکه‌های پس انتشار با الگوریتم‌های توسعه‌یافته، به منظور پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌ها نشان داده شد. علاوه بر این موضوع، با توجه به استفاده از داده‌های کلان اقتصادی مثل نرخ تورم، قیمت ارز، شاخص‌های کلان بورس اوراق بهادار و قیمت طلا همراه با داده‌های درونی شرکت (نسبت‌های مالی و اطلاعات سهام) در مدل پیشنهادی، این پژوهش نتایج با قابلیت اتکای بیشتر نسبت به پژوهش‌های مشابه، ارائه داد.

با مرور ادبیات به این نتیجه می‌رسیم که در مطالعات داخلی به بررسی و پیش‌بینی سیکل‌های زمانی (دوران رکود و رونق) در بازار اوراق بهادار به‌طور خاص توجه نشده است و همچنین در مطالعات خارجی توجه کمتری به استفاده از روش‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در پیش‌بینی سیکل‌های زمانی بازار شده است. در نتیجه در مطالعه حاضر در گام اول با استفاده از مدل **MS-AR** مارکوف سوئیچینگ سیکل‌های زمانی استخراج شده و در گام بعدی با استفاده از ادغام الگوریتم ژنتیک چند هدفه (**NSGAI**) و سه مدل شبکه عصبی **MLP**، **RBF** و **PNN** به استخراج مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بین رکود می‌پردازیم و در نهایت عملکرد سه مدل شبکه عصبی در پیش‌بینی وضعیت آینده بازار با یکدیگر مقایسه خواهد شد.

### ۳- روش شناسی پژوهش :

#### داده‌های پژوهش :

داده‌های مربوط به متغیرهای شاخص کل بازار<sup>۲۷</sup>، ارزش دفتری به قیمت، سود نقدی به قیمت، سود محقق شده به قیمت و درآمد به قیمت از سایت بورس اوراق بهادار تهران استخراج شد. همچنین داده‌های مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی شامل قیمت نفت، نرخ تورم، قیمت دلار و قیمت طلا از پایگاه آمار و داده‌های بانک مرکزی استخراج شده است. داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به بازه‌ی زمانی فروردین سال ۱۳۸۰ تا دی سال ۱۳۹۶ (پایان سال میلادی ۲۰۱۷) می‌باشد که به صورت ماهانه در نظر گرفته شده‌اند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای **SPSS22**، **OxMetrics7** و **Matlab2017** انجام شده است.

#### مدل مارکوف سوئیچینگ :

با توجه به خاصیت عدم تقارنی چرخشی سیکل‌های بازار، مدل‌های غیرخطی چون مدل‌های مارکوف سوئیچینگ قادر به تشخیص مرحله‌های رونق و رکود هستند در حالی مدل‌های خطی قادر به محاسبه عدم تقارن این سیکل‌ها نمی‌باشند. مدل‌های غیرخطی نسبت به مدل‌های خطی از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار هستند. پیش فرض اصلی در مدل‌های غیرخطی این است که رفتار متغیری که بر مبنای آن مدل‌سازی انجام می‌شود در وضعیت‌های مختلف متفاوت بوده و تغییر می‌کند. مدل‌های مارکوف سوئیچینگ از جمله مدل‌هایی هستند که تغییر از یک وضعیت به وضعیت دیگر به سرعت<sup>۲۸</sup> انجام می‌گیرد [۱۱].

مدل‌های سوئیچینگ توسط کوانت<sup>۲۹</sup> (۱۹۷۲)، گولدفلد و کوانت<sup>۳۰</sup> (۱۹۷۳) معرفی شد و توسط همیلتون<sup>۳۱</sup> (۱۹۸۹) برای استخراج چرخه‌های تجاری بسط داده شده است. در مدل سوئیچینگ معرفی شده توسط کوانت (۱۹۷۲)، مکانیسم‌های انتقال از همدیگر مستقل هستند، در حالی که در مدل‌های ارائه شده توسط گولدفلد و کوانت (۱۹۷۳) و همیلتون (۱۹۸۹) انتقال‌ها توسط زنجیره مرتبه اول مارکوف<sup>۳۲</sup> تحت پوشش قرار می‌گیرند که با انواع مدل‌های مارکوف سوئیچینگ شناخته شده‌اند [۱۴].

از مفروضات مدل مارکوف سوئیچینگ این است؛ رژیم‌ی که در زمان  $t$  رخ می‌دهد قابل مشاهده نبوده و بستگی به یک فرایند غیرقابل مشاهده ( $S_t$ ) دارد. در یک مدل با دو رژیم می‌توان فرض کرد که  $S_t$  مقادیر ۱ و ۲ را اختیار می‌کند. یک مدل **AR(1)** دو رژیم‌ی را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$Y_t = \begin{cases} \varphi_{0,1} + \varphi_{1,1}y_{t-1} + \varepsilon_t & \text{if } st = 1 \\ \varphi_{0,2} + \varphi_{1,2}y_{t-1} + \varepsilon & \text{if } st = 2 \end{cases} \quad (5)$$

یا به طور خلاصه می‌توان ذکر کرد:

$$y_t = \varphi_{0,s_t} + \varphi_{1,s_t}y_{t-1} + \varepsilon \quad (6)$$

برای تکمیل مدل باید ویژگی‌های فرایند  $S_t$  را مشخص نماییم. در مدل مارکوف-سوئیچینگ  $S_t$  یک فرایند مارکوف از درجه اول در نظر گرفته می‌شود. این فرض بیانگر این نکته است که  $S_t$  تنها به رژیم دوره قبل یعنی  $S_{t-1}$  بستگی دارد. در ادامه با معرفی احتمالات انتقال<sup>۳۳</sup> از یک وضعیت به وضعیت دیگر مدل خود را تکمیل می‌کنیم:

$$\begin{aligned} p(s_t = 1/s_{t-1} = 1) &= p_{11} \\ p(s_t = 2/s_{t-1} = 1) &= p_{12} \\ p(s_t = 1/s_{t-1} = 2) &= p_{21} \\ p(s_t = 2/s_{t-1} = 2) &= p_{22} \end{aligned} \quad (7)$$

در روابط فوق،  $P_{ij}$  ها بیانگر احتمال انتقال زنجیره مارکوف از وضعیت  $i$  در زمان  $t-1$  به وضعیت  $j$  در زمان  $t$  می‌باشد.  $P_{ij}$  ها باید غیر منفی باشند و همچنین شرط زیر برای آن‌ها برقرار باشد:

$$\begin{aligned} p_{11} + p_{12} &= 1 \\ p_{21} + p_{22} &= 1 \end{aligned} \quad (8)$$

می‌توان مدل معرفی شده فوق را به حالتی تعمیم داد که شامل  $m$  رژیم و  $P$  وقفه باشد؛ در این صورت چند حالت کلی پیش می‌آید که با توجه به اینکه کدام قسمت از مدل اتورگرسو وابسته به رژیم است و با توجه به آن انتقال می‌یابد به ۴ دسته کلی تغییر در میانگین (MSM)، تغییر در عرض از مبدأ (MSI)، تغییر در پارامترهای اتورگرسو (MSA) و تغییر در ناهمسانی واریانس (MSH) تقسیم می‌شوند. از ترکیب این چهار دسته حالت‌های مختلف دیگری مطرح می‌باشد که در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱: خلاصه حالت‌های مختلف مدل‌های MS-AR

توضیحات		MSM		MSI	
		میانگین متغیر	میانگین ثابت	عرض از مبدأ متغیر	عرض از مبدأ ثابت
ثابت $A_i$	$\sigma$ ثابت	MSM	M خطی	MSI	خطی
	$\sigma$ متغیر	MSMH	MSH	MSIH	MSH
$A_i$	$\sigma$ ثابت	MSMA	MSA	MSIA	MSA
	$\sigma$ متغیر	MSMAH	MSAH	MSIAH	MSAH

به منظور انتخاب مدل بهینه گام‌های زیر بررسی می‌شود:

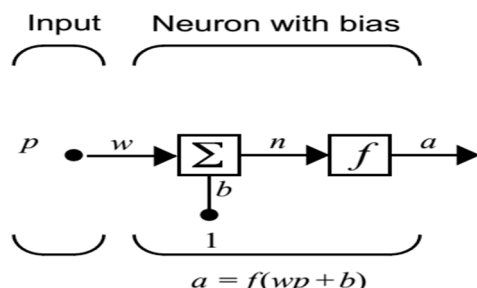
- ✓ در ابتدا با استفاده از آزمون **LR**، خطی یا غیرخطی بودن الگوی داده‌ها بررسی می‌شود
- ✓ در گام بعد با استفاده از معیار اطلاعاتی آکائیک تمامی مدل‌های ممکن مارکوف سوئیچینگ، تعداد وقفه‌های بهینه تعیین می‌شود
- ✓ همچنین با استفاده از معیار اطلاعاتی آکائیک تعداد مناسب رژیم‌ها تعیین می‌شود.
- ✓ در نهایت بر مبنای بیشترین ضرایب معنادار (به خصوص اجزای وابسته به رژیم)، حداقل واریانس جملات اخلال و بیشترین مقدار تابع حداکثر راست نمایی بهترین مدل انتخاب و تخمین زده می‌شود.

#### مدل شبکه عصبی

یک شبکه عصبی از نرون‌های مصنوعی تشکیل شده است. نرون یا گره کوچکترین واحد پردازش اطلاعات می‌باشد که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد [۱۹]. هریک از این نرون‌ها ورودی‌ها را دریافت کرده و پس از پردازش روی آن‌ها، خروجی را تولید می‌کنند؛ بنابراین هر نرون در شبکه به عنوان مرکز پردازش و توزیع اطلاعات بوده، ورودی و خروجی مخصوص به خود را دارد [۵۰]. این شبکه‌ها به دلیل قابلیت یادگیری و تعمیم در بسیاری از موارد کاربرد دارند؛ از جمله می‌توان به اجرای توابع پیچیده در زمینه‌های مختلفی چون تشخیص الگو<sup>۳۴</sup>، تشخیص هویت، طبقه‌بندی، پردازش صحبت و تصویر و سیستم‌های کنترلی اشاره کرد [۱۷].

شکل زیر نمایش ساختار یک نرون تک ورودی است که در آن متغیرهای **p** و **a** به ترتیب ورودی و خروجی نرون هستند.





شکل ۱: مدل نرون تک ورودی

خروجی نرون از رابطه ۹ بدست می آید:

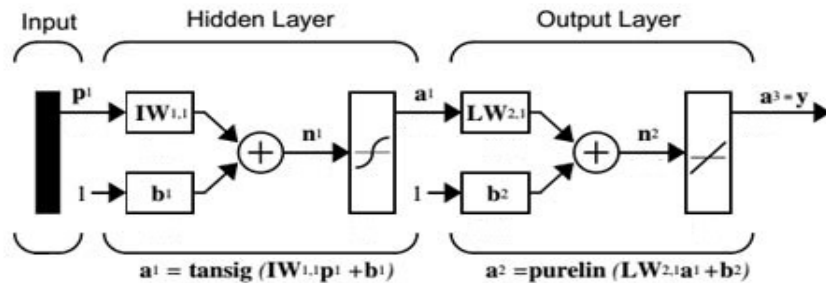
$$a = f(wp + b) \quad (9)$$

$f$  تابع محرک (فعالیت)،  $w$  و  $b$  به ترتیب وزن و بایاس نرون می باشند. پارامترهای  $w$  و  $b$  قابل تنظیم بوده و تابع محرک  $f$  نیز توسط طراح انتخاب می شود. بر اساس انتخاب  $f$  و نوع الگوریتم یادگیری، پارامترهای  $w$  و  $b$  تنظیم می شوند. در حقیقت یادگیری به این معنی است که  $w$  و  $b$  طوری تغییر نمایند که رابطه ورودی و خروجی نرون با هدف خاصی مطابقت نماید. عموماً یک نرون، بیش از یک ورودی دارد. معمولاً یک نرون حتی با تعداد ورودی های زیاد نیز به تنهایی برای حل مسائل کفایت نمی کند [۱۹]. در نتیجه از مجموعه ای از نرون ها در قالب یک لایه استفاده خواهد شد.

#### شبکه های عصبی پرسپترون چند لایه<sup>۳۵</sup> (MLP)

یکی از ساده ترین انواع شبکه های پرسپترون نوع یک لایه آن می باشد. در این شبکه وزن ها و بایاس ها می توانند برای تولید یک هدف مشخص آموزش داده شوند. قوانین یادگیری مورد استفاده در این راستا "قوانین آموزش پرسپترون" نامیده می شود. شبکه های پرسپترون از آن جهت که توانایی مناسبی جهت تکامل یافتن به وسیله بردارهای ورودی را دارند، بسیار شایان توجه هستند. این شبکه ها مخصوصاً در حل مسائل ساده طبقه بندی بسیار مناسب می باشند [۱۷]. شبکه های پرسپترون چند لایه شامل چندین پرسپترون ساده هستند که یک یا چند لایه میانی (لایه پنهان) بین لایه های ورودی و خروجی وجود دارد. تعداد لایه های پنهان تعداد نرون های هر لایه ثابت نمی باشند. یک سازنده باید تعیین کند که برای کاربرد مورد نظرش، چند لایه و چند نرون در هر لایه باید انتخاب گردد (این کار عموماً با حدس و تخمین علمی و یا به صورت سعی و خطا انجام می شود). الگوریتم های آموزشی متفاوتی در MLP مورد استفاده قرار می گیرد که عمومی ترین آن ها دلتا<sup>۳۶</sup> و پس انتشار<sup>۳۷</sup> هستند [۱۶].

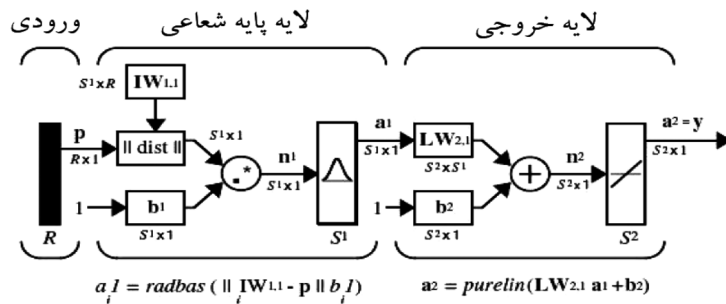




شکل ۲: معماری شبکه پرسپترون چند لایه

### شبکه‌های شعاع مبنا (RBF)

شبکه‌های شعاع مبنا به نسبت شبکه پس انتشار نیاز به نرون‌های بیشتری دارند اما حسن آن‌ها در زمان طراحی کوتاه‌تر آن‌ها نسبت به شبکه‌های استاندارد پس انتشار می‌باشد. این شبکه‌ها زمانی که بردارهای آموزشی بسیار زیاد می‌باشند دارای بهترین کارایی هستند. شبکه‌های RBF نوعی شبکه عصبی پیش‌خور می‌باشند و ساختار آن‌ها شبیه شبکه‌های MLP است. در این شبکه‌ها برخلاف شیوه رایج در شبکه‌های دیگر، به تمام فضای ورودی به طور یکسان پاسخ داده نمی‌شود. در اینجا ابتدا مرکز فضای ورودی محاسبه شده و سپس به ورودی‌هایی که به اندازه کافی به این مرکز نزدیک باشند پاسخ داده می‌شود. در نتیجه این شبکه‌ها به ورودی‌ها به صورت محلی<sup>۳۸</sup> پاسخ می‌دهند [۲۱]. شبکه‌های شعاع مبنا از دو لایه تشکیل شده‌اند که معماری آن‌ها به صورت زیر می‌باشد.

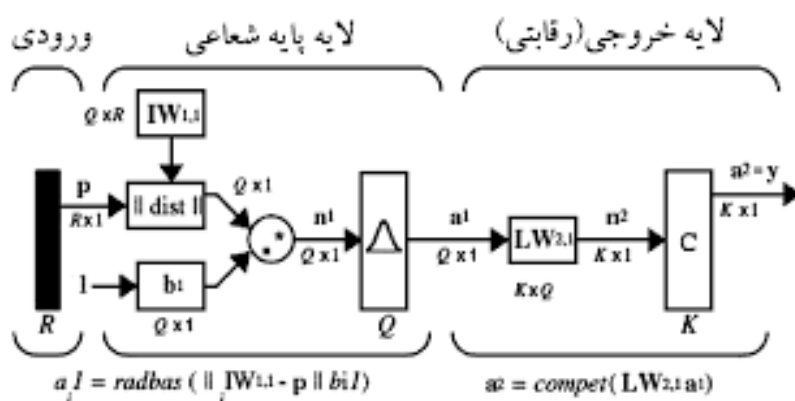


شکل ۳: معماری شبکه شعاع پایه

### شبکه‌های عصبی احتمالی (PNN)

شبکه‌های عصبی PNN یکی از انواع شبکه‌های شعاع مبنا هستند که در مورد مسائل طبقه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند. زمانی که یک بردار ورودی به شبکه اعمال می‌شود، لایه اول فاصله بردار

ورودی را از ورودی‌های آموزشی محاسبه می‌کند و به این ترتیب برداری را فراهم می‌آورد که عناصر آن تعیین کننده میزان فاصله بین ورودی و ورودی آموزشی هستند. لایه دوم با استفاده از خروجی لایه اول، برداری از احتمال‌ها را به عنوان خروجی شبکه تولید می‌کند. در نهایت تابع انتقال رقابتی موجود در لایه دوم حداکثر مقدار احتمال‌ها را از بردار احتمال‌ها انتخاب می‌کند و به ازای آن خروجی ۱ و به ازای بقیه احتمال‌ها خروجی صفر تولید می‌نماید [۱۷]. تفاوت این شبکه با شبکه‌های پیشین در لایه دوم است که از نوع رقابتی می‌باشد. باید خروجی‌های هدف در قالب بردارهای شاخص با مقادیر ۰ و ۱ به این شبکه‌ها وارد شوند. در این بخش پس از اعمال یک ورودی به شبکه، فاصله بین این ورودی و دیگر ورودی‌ها محاسبه شده و برداری تولید می‌شود که عناصر آن نشان دهنده میزان نزدیکی آن ورودی به مجموعه آموزشی است. به همین ترتیب برای دیگر ورودی‌ها نیز این عملیات تکرار می‌شود. در نهایت مجموع فواصل محاسبه شده، در قالب یک بردار احتمالی به لایه خروجی منتقل می‌شود که توسط توابع مربوط، مقادیر خروجی شبکه به دست می‌آید [۲۱]. معماری این شبکه به صورت زیر است:



شکل ۴: معماری شبکه احتمالی

### الگوریتم ژنتیک NSGA II

الگوریتم ژنتیک از الگوریتم‌های اکتشافی حل مسئله است که از مدل‌سازی زیستی جمعیت جانداران تبعیت می‌کند. در این الگوریتم، خصوصیات نسل جانداران به مقدار توابع هدف و بهبود در خصوصیات نسلی در پی گذشت زمان ارتباط داده شده است و ایجاد نسل‌های جدید از آمیزش نسل‌های قبلی به بهبود در مقدار توابع هدف مانند شده است [۳۱].

پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزندی، هاشمی نژاد و مینوئی

در مرحله استخراج ویژگی‌های مطلوب (متغیرهای ورودی) با توجه به اینکه به دنبال بهینه کردن تابع دو هدفه زیر هستیم استفاده از الگوریتم‌های چندهدفه پیشنهاد می‌شود.

$$\text{Min } Z_1 = E \quad (10)$$

$$\text{Min } Z_2 = nf$$

$E$  برابر با میزان خطا و  $nf$  بیانگر تعداد ویژگی‌ها یا تعداد متغیرهای ورودی انتخاب شده می‌باشد که در هر دو مورد به دنبال حداقل کردن تابع هدف هستیم.

یکی از روش‌های مطرح در زمینه حل مسائل بهینه چندهدفه، استفاده از الگوریتم ژنتیک با مرتب‌سازی غیر مغلوب<sup>۳۹</sup> NSGAIII است که توسط دب و همکاران (۲۰۰۲) مطرح شد.

گام‌های الگوریتم ژنتیک با مرتب‌سازی غیر مغلوب به صورت زیر می‌باشد:

۱. ایجاد جمعیت اولیه: برای تولید جمعیت اولیه، به صورت تصادفی بردار صفر و یک انتخاب ویژگی (متغیرهای ورودی) تولید می‌شود.

۲. محاسبه‌های ارزش‌های برازندگی یا ارزیابی جمعیت تولید شده

۳. مرتب کردن جمعیت بر اساس شرط‌های غلبه کردن (پارتو): اعضای جمعیت در داخل دسته‌هایی قرار می‌گیرند؛ به طوری که اعضای موجود در دسته اول، یک مجموعه کاملاً غیر مغلوب توسط دیگر اعضای جمعیت فعلی هستند. اعضای موجود در دسته دوم نیز بر همین اساس تنها توسط اعضای دسته اول مغلوب می‌شوند و این روند به همین صورت در سایر دسته‌ها ادامه می‌یابد تا به تمام اعضای موجود در هر دسته، یک رتبه بر مبنای شماره دسته اختصاص داده شود.

۴. محاسبه فاصله ازدحامی<sup>۴۰</sup>: این پارامتر برای هر عضو در هر دسته محاسبه می‌شود و بیانگر اندازه‌ای از نزدیکی نمونه مورد نظر به دیگر اعضای جمعیت آن دسته است. هر چقدر این مقدار بزرگ‌تر باشد به واگرایی و گستره بهتری در مجموعه اعضای جمعیت منجر خواهد شد.

۵. انتخاب: پس از مرتب‌سازی جمعیت اولیه بر اساس شرط‌های غلبه، مقدار فاصله ازدحامی محاسبه خواهد شد و از میان جمعیت اولیه انتخاب آغاز می‌شود. این انتخاب بر اساس دو معیار زیر صورت می‌گیرد:

- رتبه جمعیت: جمعیت‌ها در رتبه‌های پایین‌تر انتخاب می‌شوند.
- محاسبه فاصله: با فرض اینکه  $p$  و  $q$  دو عضو از یک رتبه باشند، عضو انتخاب می‌شود که فاصله ازدحامی بیشتری دارد. باید به این نکته اشاره کرد که اولویت انتخاب، ابتدا با رتبه و سپس بر اساس فاصله ازدحامی است.

۶. انجام تقاطع<sup>۴۱</sup> و جهش<sup>۴۲</sup> برای تولید فرزندان جدید

۷. تلفیق جمعیت اولیه و جمعیت به دست آمده از روش‌های تقاطع و جهش.  
۸. جایگزین کردن جمعیت والدین با بهترین اعضای جمعیت تلفیق شده در مراحل قبل. در مرحله نخست، اعضای رتبه‌های پایین‌تر جایگزین والد‌های قبلی می‌شوند و سپس بر اساس فاصله ازدحامی مرتب می‌شوند. جمعیت اولیه و جمعیت ناشی از تقاطع و جهش، ابتدا بر حسب رتبه دسته‌بندی می‌شوند و قسمتی از آن‌ها که دارای رتبه پایین‌تری هستند، حذف می‌گردند. در مرحله بعد جمعیت باقیمانده بر اساس فاصله ازدحامی مرتب می‌شوند.

۹. تمامی مراحل تا نسل (و یا شرایط بهینگی) مورد نظر تکرار می‌شوند [۳۱].

فاصله ازدحامی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

• برای نقاط ابتدایی و انتهایی دسته مقدار آن برابر با بی‌نهایت در نظر گرفته می‌شود.

• برای سایر نقاط دسته از ۲ تا  $K-1$  با استفاده از قاعده زیر به دست می‌آید:

$$CD(i) = (f_m^{i+1} - f_m^{i-1}) / (f_m^{max} - f_m^{min}) \quad (11)$$

که در آن  $CD(i)$ ، فاصله ازدحامی فرد  $i$  ام بر روی دسته  $F$ ،  $f_m$  مقدار تابع هدف  $m$  ام در  $i$  امین فرد در گروه  $F$  و  $f_m^{max}, f_m^{min}$  به ترتیب کمترین مقدار و بیشترین مقدار تابع هدف  $m$  در دسته  $F$  است. جوابی بهتر است که فاصله ازدحامی بیشتری داشته باشد.

#### ۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها :

#### استخراج چرخه‌های بازار اوراق بهادار تهران

استخراج دوره‌های رکود و رونق با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ و داده‌های مربوط به شاخص کل بازار (TEPIX) انجام می‌شود با توجه به اینکه مدل مارکوف سوئیچینگ از روش‌های پارامتریک می‌باشد در ابتدا لازم است که مانایی داده‌ها مورد بررسی قرار بگیرد. از آزمون‌های مطرح برای تشخیص ریشه‌ی واحد، آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته  $(ADF)^{۴۳}$  و فیلیپس پرون  $(PP)^{۴۴}$  است که در این پژوهش از آزمون‌های مذکور استفاده شده است.

در صورتی که قدر مطلق مقدار آماره‌ی محاسبه شده کمتر از قدر مطلق مقادیر بحرانی باشد فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در متغیرها پذیرفته می‌شود. خلاصه نتایج در جدول ۲ ارائه شده است. لازم به ذکر که از مقدار لگاریتم مربوط به شاخص کل استفاده شده است.

جدول ۲: آزمون ریشه واحد

لگاریتم شاخص کل (TEPIX)			متغیر
-۰/۶۲۱۹	مقدار آماره با عرض از مبدا	در سطح	آزمون دیکی فولر تعمیم یافته
-۱/۸۳۴	مقدار آماره با عرض از مبدا و روند		
-۷/۷۴۴	مقدار آماره با عرض از مبدا	با یک بار تفاضل گیری	
-۷/۷۲۱	مقدار آماره با عرض از مبدا و روند		
-۰/۶۳۲۸	مقدار آماره با عرض از مبدا	در سطح	آزمون فیلیپس پرون
-۱/۶۳۲	مقدار آماره با عرض از مبدا و روند		
-۷/۶۳۶	مقدار آماره با عرض از مبدا	با یک بار تفاضل گیری	
-۷/۶۱۲	مقدار آماره با عرض از مبدا و روند		

در سطح خطای ۰/۰۵ مقدار بحرانی در حالت عرض از مبدا برابر ۲,۸۷- و در حالت عرض از مبدا و روند برابر ۳,۴۳- است. طول وقفه بهینه با استفاده از معیار اطلاعاتی شوارتز تعیین شده است.

با توجه به اینکه قدر مطلق آماره‌های آزمون دیکی فولر تعمیم یافته و فیلیپس پرون در هر دو حالت عرض مبدا و عرض از مبدا و روند، کمتر از مقادیر بحرانی است بنابراین وجود ریشه واحد در داده‌ها تأیید می‌شود در نتیجه از تفاضل مرتبه اول شاخص کل برای تخمین مدل مارکوف سوئیچینگ استفاده خواهد شد.

پس از اجرای تمامی مدل‌ها با در نظر گرفتن دو حالت ۲ و ۳ رژیمه و AR ۱ تا ۵ بهترین مدل انتخاب می‌شود. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بر اساس آزمون نسبت درست‌نمایی (LR) که به منظور بررسی تبعیت متغیر رشد شاخص کل از سه رژیم مورد استفاده قرار گرفته است فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن رد شده و وجود سه رژیم در بازار اوراق بهادار تهران تأیید می‌شود. لذا اطمینان حاصل می‌شود که مدل رکود و رونق در بازار اوراق بهادار تهران را می‌توان با الگوی مارکوف سوئیچینگ برآورد نمود. با توجه به معیار اطلاعاتی آکائیک که برای مدل MSI(3)AR(2) برابر با ۳/۴۹۱- است و از سایر مدل‌ها کمتر می‌باشد و همچنین بر مبنای بیشترین ضرایب معنادار، حداقل واریانس جملات اخلال و حداکثر راست‌نمایی از مدل مذکور برای تعیین سیکل‌های بازار اوراق بهادار استفاده خواهد شد. خروجی مدل MSI (3)AR(2) در جدول زیر قابل مشاهده است.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

جدول ۳: نتایج تخمین مدل مارکوف سوئیچینگ برای متغیر وابسته رشد شاخص کل

مقدار احتمال	آماره t	انحراف معیار	ضرایب	متغیر
۰/۰۹۰	-۱/۷۰	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۵*	عرض از مبدأ رژیم ۱
۰/۰۰۰	۴/۸۷	۰/۰۰۶	۰/۰۳۰***	عرض از مبدأ رژیم ۲
۰/۰۰۰	۹/۹۵	۰/۰۱۲	۰/۱۲۲***	عرض از مبدأ رژیم ۳
۰/۰۰۰	۶/۴۱	۰/۰۵۷	۰/۳۶۹***	وقفه اول تفاضل مرتبه اول شاخص کل
۰/۰۰۱	-۳/۲۹	۰/۰۵۸	-۰/۱۹۱***	وقفه دوم تفاضل مرتبه اول شاخص کل
log-likelihood		۳۵۷/۳۸۸		
معیار اطلاعاتی AIC		-۳/۴۹۱		
Normality Test		۳/۴۸۰ (۰/۱۷۵)		
ARCH Test		۰/۴۷۵ (۰/۴۹۱)		
Linearity LR-test Chi <sup>2</sup> (6)		۳۲/۸۶۰ (۰/۰۰۰)**		

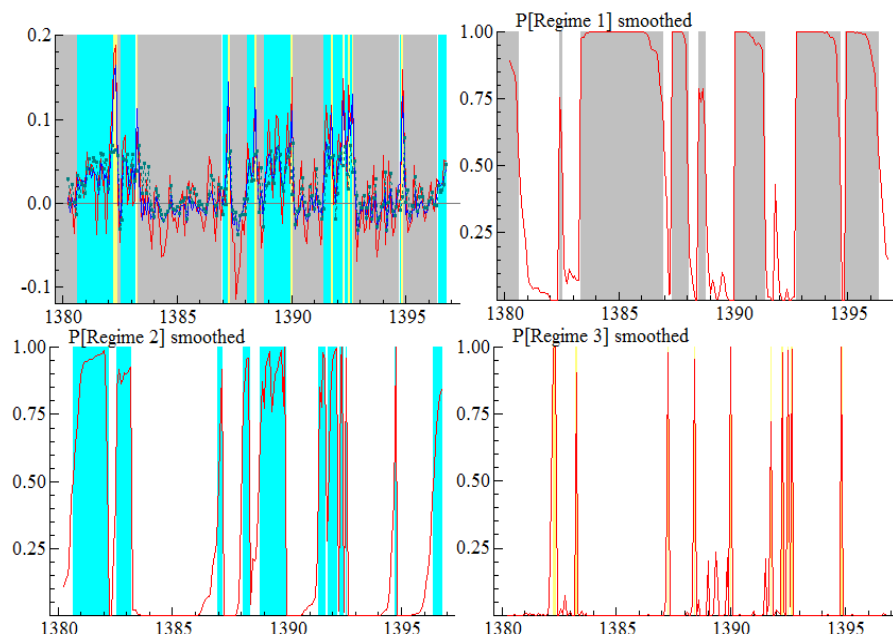
\*: در سطح خطای ۰/۱۰

\*\* : در سطح خطای ۰/۰۵

\*\*\*: در سطح خطای ۰/۰۱

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود جهت حرکت رژیم اول نزولی که نشان دهنده رکود در بازار و رژیم دوم و سوم با جهت حرکت صعودی به ترتیب نشان دهنده رونق متوسط و بالا می‌باشند. همچنین پراکندگی (واریانس) در رژیم سوم نسبت به سایر رژیم‌ها بیشتر و رژیم اول دارای کمترین پراکندگی است.

شکل ۵ نیز احتمالات شرطی هموار شده قرار گرفتن در هر یک از سه رژیم را نشان می‌دهد.



شکل ۵: احتمالات شرطی هموار شده قرار گرفتن در رژیم ۱ (رکود)، رژیم ۲ (رونق متوسط) و رژیم ۳ (رونق بالا) جدول ۴ احتمال ثبات و انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر را نشان می‌دهد. بر مبنای نتایج، احتمال ثبات در رژیم رکود، برابر با ۰/۹۳۵ و انتقال به رژیم با رونق متوسط ۰/۰۶۵ است. احتمال انتقال از رژیم رکود به رونق بالا و احتمال انتقال از رونق متوسط به رکود صفر است. احتمال ثبات در رژیم با رونق متوسط ۰/۸۳۰ و احتمال انتقال به رونق بالا ۰/۱۷۰ است همچنین به طور مشابه برای رژیم سوم (رونق بالا) احتمال انتقال به رژیم رکود ۰/۵۹۱ و احتمال انتقال به رژیم با رونق متوسط ۰/۲۷۴ است. احتمال ثبات در رژیم با رونق بالا ۰/۱۳۵ می‌باشد.

جدول ۴: احتمال ثبات و انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر

	رکود و $t$	رونق متوسط و $t$	رونق بالا و $t$
رکود و $t+1$	۰/۹۳۵	۰/۰۰۰	۰/۵۹۱
رونق متوسط و $t+1$	۰/۰۶۵	۰/۸۳۰	۰/۲۷۴
رونق بالا و $t+1$	۰/۰۰۰	۰/۱۷۰	۰/۱۳۵

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

در ادامه خلاصه سه رژیم به تفکیک ماه ارائه شده است. همانطور که نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد بازار اوراق بهادار تهران بیشتر در حالت رکود قرار داشته است. میانگین ماه‌های رکود برابر ۱۵ ماه و رونق متوسط و بالا به ترتیب برابر ۶ و ۱ ماه است.

جدول ۵: رژیم‌های ۱، ۲ و ۳ مدل  $MSI(3)AR(2)$  به تفکیک ماه

رژیم ۱ (رکود)	رژیم ۲ (رونق متوسط)	رژیم ۳ (رونق بالا)
۸۰ (۰۴) - ۸۰ (۰۸)	۸۰ (۰۹) - ۸۲ (۰۳)	۸۲ (۰۴) - ۸۲ (۰۵)
۸۲ (۰۶) - ۸۲ (۰۷)	۸۲ (۰۸) - ۸۳ (۰۳)	۸۳ (۰۴) - ۸۳ (۰۴)
۸۳ (۰۵) - ۸۶ (۱۲)	۸۷ (۰۱) - ۸۷ (۰۳)	۸۷ (۰۴) - ۸۷ (۰۴)
۸۷ (۰۵) - ۸۸ (۰۱)	۸۸ (۰۲) - ۸۸ (۰۵)	۸۸ (۰۶) - ۸۸ (۰۶)
۸۸ (۰۷) - ۸۸ (۱۰)	۸۸ (۱۱) - ۸۹ (۱۲)	۹۰ (۰۱) - ۹۰ (۰۱)
۹۰ (۰۲) - ۹۱ (۰۵)	۹۱ (۰۶) - ۹۱ (۰۹)	۹۱ (۱۰) - ۹۱ (۱۰)
۹۲ (۱۰) - ۹۴ (۰۹)	۹۱ (۱۱) - ۹۲ (۰۳)	۹۲ (۰۴) - ۹۲ (۰۴)
۹۴ (۱۲) - ۹۶ (۰۵)	۹۲ (۰۵) - ۹۶ (۰۶)	۹۲ (۰۷) - ۹۲ (۰۷)
	۹۲ (۰۸) - ۹۲ (۰۸)	۹۲ (۰۹) - ۹۲ (۰۹)
	۹۴ (۱۰) - ۹۴ (۱۰)	۹۴ (۱۱) - ۹۴ (۱۱)
	۹۶ (۰۶) - ۹۶ (۱۰)	
جمع: ۱۲۲ ماه	جمع: ۶۶ ماه	جمع: ۱۱ ماه
میانگین: ۱۵ ماه	میانگین: ۶ ماه	میانگین: ۱ ماه

**پیش پردازش داده‌های و انتخاب ویژگی**

پس از استخراج چرخه‌های بازار در گام بعد به دنبال پیش‌بینی وضعیت آینده بازار با استفاده از متغیرهای پیش‌بین ارزش دفتری به قیمت، سود نقدی به قیمت، سود محقق شده به قیمت، درآمد به قیمت، واریانس بازده بازار، تورم، قیمت نفت، قیمت طلا (از قیمت سکه استفاده شده است)، نرخ ارز (از قیمت دلار استفاده شده است). هر یک از متغیرها شامل اطلاعات سه ماه، شش ماه و ۱۲ ماه قبل هستند بنابراین ۲۷ متغیر به عنوان متغیرهای ورودی یا پیش‌بین در نظر گرفته شده‌اند. قبل از ورود به بخش



پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزند، هاشمی نژاد و مینویی

پیش‌بینی لازم است که پیش پردازش اولیه صورت گیرد و بهترین متغیرهای ورودی انتخاب شوند. در این مرحله از روش ادغام سه نوع شبکه عصبی MLP، RBF و PNN با الگوریتم ژنتیک چندهدفه NSGAII استفاده شده است. تعداد نرون‌های لایه میانی با استفاده از آزمون سعی و خطا در هر شبکه تعیین شده است. با توجه به اینکه آموزش هر مدلی از شبکه‌های عصبی از فرایندی احتمالی پیروی می‌کند و ورودی‌ها به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، بنابراین خطای به دست آمده برای هر بار اجرای مدل‌ها متفاوت است. بدین منظور از میانگین خطای بدست آمده پس از چندین بار تکرار مدل استفاده می‌شود. تعداد تکرار اجرای مدل‌ها، ۱۰ تکرار در نظر گرفته شده است. تعداد تکرار و جمعیت اولیه در برنامه الگوریتم ژنتیک نیز در هر مدل برابر ۳۰ است. خلاصه نتایج هر یک از مدل‌ها در جدول ۶ قابل مشاهده است. کلمات اختصار در پیوست توضیح داده شده است.

جدول ۶: نتایج انتخاب ورودی‌های بهینه در هر مدل

نام مدل	تعداد نرون لایه میانی	مقدار خطا (MSE)	تعداد ویژگی انتخاب شده	ویژگی‌های انتخاب شده
NSGAII-MLP	۵	۰/۰۳۷۵	۷	D2P(-3), S2P(-3), B2P(-6), CoinP (-6), E2P(-12), B2P (-12), OilP (-12)
NSGAII-RBF	۱۰	۰/۱۰۵۱	۴	B2P(-3), B2P(-6), S2P(-6), D2P(-12)
NSGAII-PNN	توسط خود شبکه تعیین می‌شود	۰/۰۲۲۰	۴	INF(-3), SVAR(-3), D2P (-12), INF (-12)

مدل NSGAII-MLP با ۷ ورودی (سودنقدی به قیمت و درآمد به قیمت هر یک با وقفه زمانی ۳ ماه، ارزش دفتری به قیمت و قیمت سکه هر یک با وقفه زمانی ۶ ماه، سود محقق شده به قیمت، ارزش دفتری به قیمت و قیمت نفت هر یک با وقفه زمانی ۱۲ ماه) و خطای ۰/۰۳۷۵، مدل NSGAII-RBF با ۴ ورودی (ارزش دفتری به قیمت با وقفه زمانی ۳ ماه، ارزش دفتری به قیمت و درآمد به قیمت هر یک با وقفه زمانی ۶ ماه و سود نقدی به قیمت با وقفه زمانی ۱۲ ماه) و خطای ۰/۱۰۵۱ و مدل NSGAII-PNN با ۴ ورودی (تورم با وقفه زمانی ۳ و ۱۲ ماه، واریانس بازده بازار با وقفه زمانی ۳ ماه و سود نقدی به قیمت با وقفه زمانی ۱۲ ماه) و خطای ۰/۰۲۲۰ قادر به تخمین وضعیت بازار با در نظر گرفتن سه رژیم رکود، رونق متوسط و رونق بالا هستند.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

پس از تعیین بهترین متغیرهای پیش‌بین، هریک از مدل‌ها با هدف پیش‌بینی برای افق زمانی ۳ ماهه با متغیرهای انتخابی اجرا شده و با مقایسه میانگین توان دوم خطا (MSE)، دقت مدل و ضریب کاپا هر یک از سه مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه، پایه شعاعی و شبکه احتمالی بهترین مدل انتخاب خواهد شد.

مدل پرسپترون چند لایه با ۵ نرون در لایه میانی، الگوریتم یادگیری لونیبرگ مارکوارت و توابع انتقال **tansig** در لایه اول و **pureline** در لایه دوم اجرا شد. ۷۰ درصد از داده‌ها به بخش آموزش، ۱۵ درصد داده‌ها به بخش آزمایش و ۱۵ درصد داده‌ها به بخش اعتبارسنجی اختصاص داده شد. MSE این مدل برابر با ۰/۰۳۷۶ است. خروجی ماتریس اغتشاش در نمودار زیر قابل مشاهده است:

Output Class \ Target Class	1	2	3	
1	115 60.5%	1 0.5%	2 1.1%	97.5% 2.5%
2	2 1.1%	61 32.1%	9 4.7%	84.7% 15.3%
3	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
	98.3% 1.7%	98.4% 1.6%	0.0% 100%	92.6% 7.4%

شکل ۶: ماتریس اغتشاش شبکه پرسپترون چندلایه

دقت مدل که از رابطه زیر قابل محاسبه است و در نمودار بالا نیز نشان داده شده است برابر با ۹۲/۶٪ است.

(۱۲) دقت = تعداد توافقات مشاهده شده بین خروجی مدل و مقدار واقعی / کل مشاهدات

کل مشاهدات: ۱۹۰

تعداد توافقات مشاهده شده = ۶۱ + ۱۱۵

ضریب کاپا نیز از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$k = \frac{pr(a) - pr(e)}{1 - pr(e)} \quad (۱۳)$$

پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللہیان، محمدپورزندی، ہاشمی نژاد و مینونی

در رابطه بالا  $pr(a)$  برابر با درصد توافق مشاهده شده بین خروجی مدل و مقدار واقعی است که برابر با همان دقت مدل است.

$pr(e)$  برابر با احتمال فرضی شانس توافق است که در ابتدا حاصل ضرب درصد مقادیر محاسبه شده توسط مدل و خروجی واقعی در هر کلاس به صورت جداگانه محاسبه شده و در نهایت مجموع مقادیر بدست آمده‌ی سه کلاس معرف مقدار  $pr(e)$  است. در تفسیر ضریب کاپا می‌توان بیان کرد که اگر این ضریب کمتر از  $0/4$  باشد به عنوان توافق کم، بین  $0/41$  و  $0/75$  به عنوان توافق نسبی مطلوب تا خوب و بیشتر از  $0/76$  به عنوان توافق عالی تفسیر می‌شود.

محاسبه ضرایب کاپا با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد که برای مدل MLP برابر با  $0/85$  است که نشان دهنده توافق عالی است.

مدل پایه شعاعی با مقدار عدد گسترش 1، مقدار هدف صفر و حداکثر تعداد 20 نرون اجرا شد. از آنجایی که در مدل‌های پایه شعاعی ایجاد و آموزش شبکه همزمان انجام می‌شود 70 درصد از داده‌ها به بخش آموزش و 30 درصد به بخش آزمایش اختصاص داده شد. مقدار MSE برابر با  $0/093$  می‌باشد. خروجی ماتریس اغتشاش این مدل به صورت زیر است:

	1	2	3	
1	103 54.2%	12 6.3%	8 4.2%	83.7% 16.3%
2	14 7.4%	50 26.3%	3 1.6%	74.6% 25.4%
3	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
	88.0% 12.0%	80.6% 19.4%	0.0% 100%	80.5% 19.5%
	1	2	3	

شکل 7: ماتریس اغتشاش شبکه پایه شعاعی

همانطور که در نمودار مشخص است دقت مدل برابر با  $0/805$  و ضریب کاپا پس از محاسبه برابر با  $0/60$  است. و نشان دهنده توافق نسبی است.

مدل شبکه احتمالی با عدد گسترش 0/1 اجرا شد مشابه مدل‌های پایه شعاعی ایجاد و آموزش شبکه همزمان انجام می‌شود بنابراین در این مدل نیز 70 درصد از داده‌ها به بخش آموزش و 30 درصد به بخش

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

آزمایش اختصاص داده شد. مقدار MSE برابر با ۰/۰۲۵۷ می‌باشد. خروجی ماتریس اغتشاش این مدل به صورت زیر است:

1	112 58.9%	0 0.0%	2 1.1%	98.2% 1.8%
2	2 1.1%	59 31.1%	1 0.5%	95.2% 4.8%
3	3 1.6%	3 1.6%	8 4.2%	57.1% 42.9%
	95.7% 4.3%	95.2% 4.8%	72.7% 27.3%	94.2% 5.8%
	1	2	3	
	Target Class			

شکل ۸: ماتریس اغتشاش شبکه احتمالی

در شبکه احتمالی دقت مدل برابر با ۹۴/۲٪ است و ضریب کاپا با مقدار ۰/۸۸۹ نشان دهنده‌ی توافق عالی است.

### ۵- بحث و نتیجه‌گیری :

مشکلات و تجارب سخت بدست آمده از اقتصادهای بزرگ طی دهه‌های گذشته منجر به افزایش توجه به چرخه‌های اقتصادی، چرخه‌های مالی و تعاملات بین آن‌ها شده است توجه به چرخه‌های مالی (رکود و رونق) در بازار سهام، تعیین و پیش‌بینی این ادوار کمک ویژه‌ای به سرمایه‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان بازار خواهد کرد. در واقع استفاده از استراتژی‌های زمان‌بندی بازار به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا بهترین زمان برای سرمایه‌گذاری یا خروج از بازار را تعیین کنند و بدین ترتیب بتوانند سود اکتسابی خود را افزایش دهند.

در این پژوهش به بررسی و پیش‌بینی چرخه‌های مالی در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شد. در ابتدا با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ ((MSI(3)-AR(2) اثبات شد که متغیر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از سه رژیم، رکود، رونق متوسط، رونق بالا تبعیت می‌کند. پس از استخراج سیکل‌های زمانی به پیش‌بینی وضعیت ۳ ماه آینده بازار بر اساس سه مدل MLP، RBF و PNN پرداختیم و در نهایت قدرت این سه مدل بر اساس سه معیار میانگین توان دوم خطا (MSE)، دقت مدل و ضریب کاپا

### پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزندی، هاشمی نژاد و مینویی

با یکدیگر مقایسه شد. متغیرهای ورودی در هریک از مدل‌ها شامل ارزش دفتری به قیمت، سود نقدی به قیمت، سود محقق شده به قیمت، درآمد به قیمت، واریانس بازده بازار، تورم، قیمت نفت، قیمت طلا و نرخ ارز می‌باشد. هر یک از متغیرها با وقفه‌های زمانی ۳، ۶ و ۱۲ ماه در نظر گرفته شدند. در نتیجه ۲۷ متغیر به عنوان متغیرهای ورودی تعیین شد. قبل از اجرای مدل‌ها لازم بود که پیش‌پردازش اولیه‌ای انجام شود تا بهترین متغیر یا ویژگی‌ها انتخاب شوند. بدین منظور از ادغام الگوریتم ژنتیک چندهدفه (NSGAI) و سه مدل شبکه عصبی مذکور بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که شبکه عصبی PNN با ۴ ویژگی و خطای ۰/۰۲۲۰ و پس از آن شبکه MLP با ۷ ویژگی و خطای ۰/۰۳۷۵ و شبکه RBF با ۴ ویژگی و خطای ۰/۱۰۵۱ قابلیت پیش‌بینی وضعیت سه ماه آینده بازار را دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهد به طور کلی هر سه مدل دارای قابلیت پیش‌بینی مناسبی هستند در حالی که شبکه عصبی PNN با دقت ۹۴/۲٪، خطای ۰/۰۲۵۷ و ضریب کاپا ۰/۸۸۹ نسبت به دو مدل MLP با دقت ۹۲/۶٪، خطای ۰/۰۳۷۶ و ضریب کاپا ۰/۸۵ و مدل RBF با دقت ۸۰/۵٪، خطای ۰/۰۹۳ و ضریب کاپا ۰/۶۰ توان بیشتری در پیش‌بینی وضعیت بازار دارد. همان‌طور که بررسی ماتریس‌های اغتشاش سه مدل نشان می‌دهد تنها مدل PNN قابلیت تعیین کلاس سه یا رژیم با رونق بالا را دارد در حالی که دو مدل دیگر در هیچ یک از موارد نتوانسته‌اند کلاس سوم (رونق بالا) را تخمین بزنند.

خروجی مدل PNN نشان می‌دهد که متغیر نرخ تورم بر شاخص کل بازار دارای اثری کوتاه‌مدت (۳ ماه) و بلندمدت (۱۲ ماه)؛ سود نقدی به قیمت تأثیر بلندمدت (۱۲ ماه) و واریانس بازده بازار دارای اثری کوتاه‌مدت (۳ ماه) بر شاخص کل بازار یا به عبارتی چرخه‌های مالی بازار هستند.

با توجه به مطالعات چن و همکاران (۲۰۱۷) سود نقدی به قیمت متغیر پیش‌بین مناسبی برای وضعیت آتی بازار است و با بازده بازار رابطه‌ای مستقیم دارد. در تفسیر این نتیجه می‌توان ذکر کرد که با افزایش سود نقدی نسبت به قیمت واقعی سهام، پس از مدتی قیمت سهام و یا به عبارتی بازده سهام افزایش خواهد یافت با افزایش قیمت سهام رونق در بازار بیشتر شده یا به عبارتی رکود کاهش می‌یابد. نکته حائز اهمیت در این تفسیر این است که مدیریت، سود تقسیمی را برقرار نمی‌کند تا زمانیکه مطمئن باشد که سود تقسیمی از محل درآمدهای آتی می‌تواند در همین سطح حفظ شود با توجه به رعایت این نکته تفسیر فوق قابل استناد است.

نرخ تورم بلندمدت و کوتاه‌مدت نیز قابلیت پیش‌بینی وضعیت آتی بازار را دارد که این نتایج در راستای کار چن و همکاران (۲۰۱۷)، چن (۲۰۰۹) و نایبرگ (۲۰۱۳) است. جهت رابطه بین تورم و بازار سهام مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته اما یک جمع بندی نهایی در این زمینه وجود ندارد

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

[۲۰]. این ارتباط از کشوری به کشور دیگر به علت وجود ساختار اقتصادی متفاوت، تغییر می کند. برخی از مطالعات این رابطه را منفی و برخی دیگر آنرا مثبت می دانند و تعداد کمی از مطالعات هیچ رابطه مشخصی تشخیص نمی دهند. به منظور تعیین نوع رابطه بین شاخص های نرخ تورم و شاخص وضعیت (رژیم) بازار پیشنهاد می شود در مطالعات آینده به این موضوع پرداخته شود.

همچنین با توجه به نتایج ابونوری و موتمنی (۱۳۸۶) و چن و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده شد که واریانس بازده بازار رابطه ای عکس با بازده بازار دارد به بیان دیگر با افزایش نوسانات بازار تمایل و علاقه سرمایه گذاران به بازار کاهش می یابد پیشنهاد می شود به منظور تایید جهت این رابطه، در مطالعات آینده به بررسی این موضوع پرداخته شود.

با توجه به نتایج، متغیر و اطلاعات حسابداری علاوه بر متغیرهای کلان اقتصادی قابلیت خوبی در پیش بینی سیکل های مالی بازار دارند بنابراین با توجه به اهمیت اطلاعات مالی، لازم است به منظور شفاف سازی و افزایش کیفیت اطلاعات حسابداری اقدامات لازم را انجام داده و این اطلاعات به موقع و به نحو مطلوب در اختیار سرمایه گذاران و تصمیم گیران بازار قرار گیرد.

**۶- پیوست :**

نام متغیر	کلمه اختصار
ارزش دفتری به قیمت	B2P
سود نقدی به قیمت	D2P
سود محقق شده به قیمت	E2P
درآمد به قیمت	S2P
واریانس بازده بازار	SVAR
تورم	INF
قیمت نفت	OilP
قیمت سکه	CoinP
قیمت دلار	DollarP

پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزندی، هاشمی نژاد و مینوئی

#### فهرست منابع :

- ۱) ابونوری، اسماعیل، موتمنی، مانی، ۱۳۸۶، تجزیه و تحلیل بازخورد نوسانات در بازار سهام تهران، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۴، پیاپی ۲۷، صص ۲۴۷-۲۶۱.
- ۲) البرزی، محمود، یعقوب نژاد، احمد، مقصود، حسین، ۱۳۸۷، کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی شاخص بازده نقدی و قیمت سهام، مطالعات تجربی حسابداری مالی، شماره ۲۲.
- ۳) برکچیان، سید مهدی، نصیری، لیلا، ابراهیم‌نژاد، علی، نسبت‌های ارزش‌گذاری و قابلیت پیش‌بینی بازده بازار (شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران). فصلنامه مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی، ۱۳۹۵، (۲)۱، ۱۴۵-۱۶۵.
- ۴) پاکدین امیری، علیرضا، پاکدین امیری، مجتبی، پاکدین امیری، مرتضی، ۱۳۸۸، ارائه مدل پیش‌بینی شاخص کل قیمت سهام با رویکرد شبکه‌های عصبی (مطالعه موردی: بورس اوراق بهادار تهران)، جستارهای اقتصادی، سال ششم، شماره ۱۱، صص ۱۰۸-۸۳.
- ۵) ترابی، تقی. هومن، تقی. (۱۳۸۹). اثرات متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص‌های بازدهی بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، سال چهارم، شماره ۱، صص ۱۴۴-۱۲۱.
- ۶) تهرانی، رضا، مرادپور، سعید، ۱۳۹۱، پیش‌بینی بازده شاخص بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی شعاع پایه، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره دهم، صص ۷۵-۹۰.
- ۷) حیدری زارع، بهزاد، کردلوئی، ۱۳۸۹، پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، پژوهشگر (فصلنامه مدیریت)، سال هفتم، شماره ۱۷، صص ۵۶-۴۹.
- ۸) رجب پور، ابراهیم، تقوا، محدرضا، حسین زاده یزدی، محمدعلی، بابااحمدی، سارا، ۱۳۹۳، پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، پژوهش‌های نوین در حسابداری، سال اول، شماره ۴، صص ۵۷-۴۵.
- ۹) رحمانی، علی، تجویدی، الناز، ۱۳۸۴، رابطه تجربی متغیرهای حسابداری و بازار با بازده سهام، مطالعات تجربی حسابداری مالی، دوره ۳، شماره ۱۱، صص ۲۴۶-۲۲۷.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

۱۰) صادقی شهدانی، مهدی، محسنی، حسین، ۱۳۹۲، تأثیر قیمت نفت بر بازده بازار سهام: شواهدی از کشورهای صادرکننده نفت خاورمیانه، پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی، سال اول، شماره ۳، صص ۱-۱۶.

۱۱) صالحی سربین، مرتضی، رئیسی اردلی، غلامعلی، شتاب بوشهری، نادر، ۱۳۹۲، نقاط رکود و رونق اقتصاد ایران با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، سال هفتم، شماره ۳، صص ۶۷-۸۳.

۱۲) صمدی، سعید، بیانی، عذرا، ۱۳۹۰، بررسی ارتباط متغیرهای کلان اقتصادی و بازده سهام در بورس اوراق بهادار، فصلنامه اقتصاد مالی، دوره ۵، شماره ۱۶، صص ۹۱-۱۱۲.

۱۳) فلاح پور، سعید، علی پور ریکنده، جواد، ۱۳۹۳، پیش‌بینی شاخص سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی و موجکی در بورس اوراق بهادار تهران، راهبرد مدیریت مالی، سال دوم، شماره ۷، صص ۳۱-۱۵.

۱۴) فلاحی، فیروز، پورعبدالهان کوچی، محسن، بهبودی داود، محسنی زنوزی، فخری سادات، ۱۳۹۲، بررسی اثرات نامتقارن شوک‌های درآمد نفتی بر تولید در اقتصاد ایران با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ، سال دوم، شماره ۷، صص ۱۲۷-۱۰۳.

۱۵) فلاحی، فیروز، هاشمی دیزج، عبدالرحیم، ۱۳۸۹، رابطه‌ی علیت بین GDP و مصرف انرژی در ایران با استفاده از مدل‌های مارکوف سوئیچینگ، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هفتم، شماره ۲۶، صص ۱۵۲-۱۳۱.

۱۶) کارتالوپولس، استماتیوس. وی، ۱۳۹۰، منطق فازی و شبکه‌های عصبی (مفاهیم و کاربردها)، ترجمه محمد جورابیان و رحمت الله هوشمند، دانشگاه شهید چمران، چاپ پنجم، اهواز.

۱۷) کیا، سیدمصطفی، ۱۳۹۵، شبکه‌های عصبی در MATLAB، چاپ پنجم، دانشگاهی کیان، تهران.

۱۸) محمدی ملقرنی، عطاالله، ۱۳۸۴، نقش بازار بورس اوراق بهادار در توسعه اقتصادی، اولین کنگره منطقه ای راهکارهای توسعه اقتصادی استان کردستان.

۱۹) منهج، محمدباقر، ۱۳۸۴، مبانی شبکه‌های عصبی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

۲۰) موسوی حقیقی، محمدهاشم. راغب، مریم. (۱۳۹۳). اثر نرخ تورم بر عملکرد بازار سهام در ایران. پژوهش‌های پولی - بانکی، سال هفتم، شماره ۱۹، صص ۱۴۲-۱۲۵.



پیش‌بینی دوران رکود و رونق در بازار اوراق بهادار ... / عبداللهیان، محمدپورزندی، هاشمی نژاد و مینویی

- (۲۱) نادمی، یونس، ۱۳۹۶، بودجه تحقیقات و رشد اقتصادی در ایران: رویکرد مارکوف سوئیچینگ، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال بیست و پنج، شماره ۸۲، صص ۱۹۷-۲۳۱.
- (۲۲) نظیفی نایینی، مینو، فتاحی، شهرام، صمدی، سعید، ۱۳۹۱، مدل‌سازی و پیش‌بینی نوسانات بازار با استفاده از مدل انتقالی گارچ مارکف، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۹، صص ۱۱۷-۱۴۱.
- 23) Barbee Jr, W. C., Mukherji, S., & Raines, G. A. (1996). Do Sales–Price and Debt–Equity Explain Stock Returns Better than Book–Market and Firm Size? *Financial Analysts Journal*, 52(2), 56-60.
- 24) Basu, S. (1977). Investment performance of common stocks in relation to their price-earnings ratios: A test of the efficient market hypothesis. *The Journal of Finance*, 32(3), 663-682.
- 25) Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45(2), 217-229.
- 26) Bry, G., & Boschan, C. (1971). Programmed selection of cyclical turning points *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs* (pp. 7-63): NBER.
- 27) Candelon, B., Piplack, J., & Straetmans, S. (2008). On measuring synchronization of bulls and bears: The case of East Asia. *Journal of Banking & Finance*, 32(6), 1022-1035 .
- 28) Chen, N.-K., Chen, S.-S., & Chou, Y.-H. (2017). Further evidence on bear market predictability: The role of the external finance premium. *International Review of Economics & Finance*, 50, 106-121 .
- 29) Chen, S.-S. (2009). Predicting the bear stock market: Macroeconomic variables as leading indicators. *Journal of Banking & Finance*, 33(2), 211-223 .
- 30) Chiou, J.-S., & Lee, Y.-H. (2009). Jump dynamics and volatility: Oil and the stock markets. *Energy*, 34(6), 788-796 .
- 31) Coello, C. A. C., Lamont, G. B., & Van Veldhuizen, D. A. (2007). *Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems* (Vol. 5): Springer.
- 32) El-Sharif, I., Brown, D., Burton, B., Nixon, B., & Russell, A. (2005). Evidence on the nature and extent of the relationship between oil prices and equity values in the UK. *Energy economics*, 27(6), 819-830 .

- 33) Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- 34) Fernandez-Perez, A., Fernández-Rodríguez, F., & Sosvilla-Rivero, S. (2014). The term structure of interest rates as predictor of stock returns: Evidence for the IBEX 35 during a bear market. *International Review of Economics & Finance*, 31, 21-33 .
- 35) Göçken, M., Özçalıcı, M., Boru, A., & Dosdoğru, A. T. (2016). Integrating metaheuristics and artificial neural networks for improved stock price prediction. *Expert Systems with Applications*, 44, 320-331 .
- 36) Gonzalez, L., Powell, J. G., Shi, J., & Wilson, A. (2005). Two centuries of bull and bear market cycles. *International Review of Economics & Finance*, 14(4), 469-486 .
- 37) Jammazi, R., & Aloui, C. (2010). Wavelet decomposition and regime shifts: Assessing the effects of crude oil shocks on stock market returns. *Energy Policy*, 38(3), 1415-1435 .
- 38) Jiang, Y., & Fang, X. (2015). Bull, bear or any other states in US stock market? *Economic Modelling*, 44, 54-58 .
- 39) Jones, C. M., & Kaul, G. (1996). Oil and the stock markets. *The Journal of Finance*, 51(2), 463-491 .
- 40) Lewellen, J. (1999). The time-series relations among expected return, risk, and book-to-market. *Journal of Financial Economics*, 54(1), 5-43 .
- 41) Madsen, J. B. (2002). Share returns and the Fisher hypothesis reconsidered. *Applied Financial Economics*, 12(8), 565-574.
- 42) Mishra, P., Das, J., & Mishra, S. (2010). Gold price volatility and stock market returns in India. *American Journal of Scientific Research*, 9(9), 47-55 .
- 43) Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Modelling the impact of oil prices on Vietnam's stock prices. *Applied energy*, 87(1), 356-361 .
- 44) Nyberg, H. (2013). Predicting bear and bull stock markets with dynamic binary time series models. *Journal of Banking & Finance*, 37(9), 3351-3363 .
- 45) Pagan, A. R., & Sossounov, K. A. (2003). A simple framework for analysing bull and bear markets. *Journal of Applied Econometrics*, 18(1), 23-46 .

- 46) Pontiff, J., & Schall, L. D. (1998). Book-to-market ratios as predictors of market returns<sup>1</sup>. *Journal of Financial Economics*, 49(2), 141-160 .
- 47) Qiu, M., Song, Y., & Akagi ,F. (2016). Application of artificial neural network for the prediction of stock market returns: The case of the Japanese stock market. *Chaos, Solitons & Fractals*, 85, 1-7 .
- 48) Raza, N., Shahzad, S. J. H., Tiwari, A. K., & Shahbaz, M. (2016). Asymmetric impact of gold, oil prices and their volatilities on stock prices of emerging markets. *Resources Policy*, 49, 290-301 .
- 49) Sadorsky, P. (1999). Oil price shocks and stock market activity. *Energy economics*, 21(5), 449-469 .
- 50) Sadorsky, P. (2006). Modeling and forecasting petroleum futures volatility. *Energy economics*, 28(4), 467-488 .
- 51) Saleh, G. (2008). *The dynamic relation between stock prices and exchange rates in Egypt, Saudi Arabia and UAE*: University of Illinois at Chicago.
- 52) Shapiro, A. C. (1986). Guidelines for long-term corporate financing strategy. *Midland Corporate Finance Journal (Winter 1986)*, 6-19.
- 53) Welch, I., & Goyal, A. (2007). A comprehensive look at the empirical performance of equity premium prediction. *The Review of Financial Studies*, 21(4), 1455-1508 .
- 54) Yaya, O. S., & Gil-Alana, L. A. (2014). The persistence and asymmetric volatility in the Nigerian stock bull and bear markets. *Economic Modelling*, 38, 463-469 .
- 55) Zahedi, J., & Rounaghi, M. M. (2015). Application of artificial neural network models and principal component analysis method in predicting stock prices on Tehran Stock Exchange. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 438, 178-187 .

- 
- <sup>۱</sup> Nyberg                                      <sup>۲</sup> Fernandez-Perez et al.                                      <sup>۳</sup> Chen et al.                                      <sup>۴</sup> Bry & Boschan  
<sup>۵</sup> Gonzalez et al.                                      <sup>۶</sup> Pagan & Sossounov                                      <sup>۷</sup> Fama & French                                      <sup>۸</sup> Pontiff and Schall                                      <sup>۹</sup> Lewellen  
<sup>۱۰</sup> Basu                                      <sup>۱۱</sup> Barbee, Mukhreji, Rains                                      <sup>۱۲</sup> Gordon growth model                                      <sup>۱۳</sup> Jones and Kaul  
<sup>۱۴</sup> Sadorsky                                      <sup>۱۵</sup> Chiou and Lee                                      <sup>۱۶</sup> Jammazi and Aloui                                      <sup>۱۷</sup> El-Sharif et al.  
<sup>۱۸</sup> Narayan and Narayan                                      <sup>۱۹</sup> Baur & Lucy                                      <sup>۲۰</sup> Yaya and Gil-Alana                                      <sup>۲۱</sup> Jiang and Fang  
<sup>۲۲</sup> Qiu et al.                                      <sup>۲۳</sup> simulated annealing                                      <sup>۲۴</sup> genetic algorithm                                      <sup>۲۵</sup> Göçken et al.  
<sup>۲۶</sup> Harmony Search  
<sup>۲۷</sup> TEPIX  
<sup>۲۸</sup> Sudden Switching  
<sup>۲۹</sup> Quandt  
<sup>۳۰</sup> Goldfeld & Quandt  
<sup>۳۱</sup> Hamilton  
<sup>۳۲</sup> First order Markov chain  
<sup>۳۳</sup> Transition probabilities  
<sup>۳۴</sup> Pattern Recognition  
<sup>۳۵</sup> Multi layer perceptron  
<sup>۳۶</sup> DELTA  
<sup>۳۷</sup> Back Propagation  
<sup>۳۸</sup> Local  
<sup>۳۹</sup> Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II  
<sup>۴۰</sup> Crowding Distance  
<sup>۴۱</sup> Crossover  
<sup>۴۲</sup> Mutation  
<sup>۴۳</sup> Augmented Dickey-Fuller  
<sup>۴۴</sup> Phillips-Perron