فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال دهم/ شماره سی‌وهفتم/ بهار ۱۴۰۰

# مقایسه ادوار مالی پیش‌بینی‌شده‌ی بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های ANFIS، MLP، RBF و PNN مبتنی بر الگوریتم PSO

**فرزانه عبدالهیان**
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
Abdollahian.2328@gmail.com

**محمدابراهیم محمدپورزرندی**
استاد گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (مسئول مکاتبات)
Pourzarandi@yahoo.com

**حسن قالیباف اصل**
دانشیار گروه مدیریت مالی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.
ghalibafasl@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۱۶

**چکیده**

یکی از نهادهای مالی کشورها در کل دنیا، بورس اوراق بهادار است که از شاخص‌های آن به عنوان شاخص سلامت اقتصادی استفاده می‌شود. با توجه به اینکه حجم عظیمی از سرمایه‌ها از طریق بورس اوراق بهادار هدایت و در چرخه تولید و صنعت قرار می‌گیرد وقوع رکود در این بازار می‌تواند اثرات مهمی به دنبال داشته باشد. در این مقاله، به دنبال استخراج دوره‌های رونق و رکود در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شاخص کل بازار و با بهره‌گیری از روش پاگان و سسونف هستیم سپس با استفاده از الگوریتم PSO مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بین تعیین و در گام بعد به پیش‌بینی ادوار مالی بازار با استفاده از شبکه‌های ANFIS، MLP، RBF و PNN می‌پردازیم. یافته‌ها نشان می‌دهد که با توجه به معیارهای میانگین توان دوم خطا، مجذور میانگین توان دوم خطا، دقت مدل و ضریب کاپا، مدل MLP نتایج بهتری در پیش‌بینی وضعیت آتی بازار ارائه می‌دهد.

**واژه‌های کلیدی:** ادوار مالی بازار، بازار خرسی، بازار گاوی، هوش مصنوعی، روش پاگان و سسونف.

## ۱- مقدمه

بازار سرمایه در اقتصاد تمامی کشورها نقش حیاتی ایفا می‌کند. این بازار علاوه بر اینکه پول‌ها و سرمایه‌های راکد را از طریق شرکت‌ها به فعالیت می‌اندازد خود نیز به عنوان شاخص رونق یا رکود اقتصادی کشورها به حساب می‌آید. ازاین‌رو شناخت و بررسی رفتار بازار همواره به‌عنوان یکی از موضوعات مهم برای سرمایه‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان مطرح بوده است[۴۱].

طی دهه‌های گذشته با توجه به مشکلات و تجارب سخت به‌دست‌آمده از اقتصادهای بزرگ توجه به چرخه-های اقتصادی، چرخه‌های مالی و تعاملات بین آن‌ها افزایش‌یافته است[۳۳]. مطالعات تجربی زیادی به‌پیش بینی بازده بازار پرداخته‌اند درحالی‌که به دوره‌های رونق و رکود در بازار و پیش‌بینی این ادوار کمتر توجه شده است.

در مطالعات زیادی چون چن[۱] (۲۰۰۹) و نایبرگ[۲] (۲۰۱۳) بیان شده است که استراتژی‌های زمان‌بندی بازار نسبت به استراتژی نگهداری و خرید منجر به افزایش عایدی اکتسابی سرمایه‌گذاران خواهد شد. تعیین و پیش‌بینی دوره‌های رکود و رونق به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا بهترین زمان برای سرمایه‌گذاری یا خروج از بازار را تعیین کنند و بدین ترتیب می‌تواند منافع اکتسابی خود را افزایش دهند[۲۱].

ایده تقسیم وضعیت بازار به دو دسته بازار خرسی و گاوی مشابه دوره‌های رکود و رونق در فعالیت‌های اصلی اقتصادی تعریف می‌شود [۳۲و۴۱]. رونق در بازار یا بازار گاوی به دوره‌ای اشاره دارد که با افزایش قیمت سهام، افزایش علاقه‌مندی سرمایه‌گذاران و بهبود شرایط مالی همراه است. به طور مشابه رکود در بازار یا بازار خرسی به دوره‌ای اشاره دارد که با کاهش قیمت سهام، کاهش علاقه‌مندی سرمایه‌گذاران و افول شرایط مالی همراه است [۲۳و۳۰]. الگوریتم پاگان و سسونف[۳] (۲۰۰۳) در استخراج ادوار مالی برگرفته از ادبیات استخراج ادوار تجاری و الگوریتم برای و بوسکن[۴] (۱۹۹۱) است. پاگان و سسونف با استفاده از اطلاعات ماهانه شاخص S&P500 در بازار آمریکا، نقاط بازگشتی[۵] در ادوار مالی را استخراج کردند. به منظور شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر دوران رونق و رکود بازار از ادبیات بازده بازار استفاده می‌شود. در مطالعاتی چون پنتیف و اسکال[۶] (۱۹۸۸) و لیولن[۷] (۱۹۹۹) متغیرهای مالی بازار چون سود تقسیمی، سود محقق شده، ارزش دفتری به قیمت می‌توانند متغیرهای پیش‌بینی مناسبی برای بازده بازار باشند. همچنین در مطالعاتی همچون گایول و ولچ[۸] (۲۰۰۸) متغیرهای کلان اقتصادی را به عنوان متغیرهای پیش‌بین مناسب در نظر گرفتند. در پژوهش‌هایی چون چن و همکاران[۹] (۲۰۱۷) از هر دو دسته متغیرهای مالی بازار و متغیرهای کلان اقتصادی برای پیش‌بینی وضعیت آتی بازار استفاده شده است که در این مقاله نیز از هر دو دسته متغیرهای مالی بازار و متغیرهای کلان اقتصادی استفاده خواهد شد.

در این مقاله، ابتدا با استفاده از الگوریتم پاگان و سسونف به استخراج ادوار مالی بازار می‌پردازیم سپس با استفاده از الگوریتم PSO مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بین بازار استخراج و با استفاده از الگوریتم‌های ANFIS، MLP، RBF و PNN به پیش‌بینی وضعیت آتی بازار خواهیم پرداخت.

## ۲- مروری بر مبانی نظری و پیشینه پژوهش

### ۲-۱-بازار سهام خرسی و گاوی

بازارهای مالی روندهای رو به بالا و رو به پایینی را نمایش می‌دهند که در اصطلاحات رایج به عنوان رژیم گاو نر و رژیم خرس طبقه‌بندی می‌گردند. بازار خرسی و گاوی فرصت‌های سرمایه‌گذاری متفاوتی را نشان می‌دهند. سرمایه‌گذاران بازار مالی به شدت علاقه‌مند هستند که دوره‌های بازار را به منظور تخصیص دارایی‌های خود پیش‌بینی کنند [۴۰]. سرمایه‌گذاران با استفاده از تجزیه‌وتحلیل‌های آماری دقیق گاوها و خرس‌ها می‌توانند زمان تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری را بهبود ببخشند[۲۱]. چاوت و پوتر[۱۰] (۲۰۰۰) بازار خرسی و گاوی را به‌صورت زیر تعریف می‌کنند: در اصطلاحات بازار سهام، بازار گاوی (خرسی) بازاری است که به‌طورکلی با افزایش (کاهش) قیمت‌ها همراه است [۴۱]. یایا و گیل-آلانا[۱۱] (۲۰۱۴) بیان می‌کنند که بازارها بیشترین زمان خود را در حالت گاوی قرار دارند. بنابراین بازار سهام زمانی از حالت گاوی به حالت خرسی تغییر می‌کند که قیمت‌ها از نقطه اوج دوره قبلی برای یک دوره، کاهش قابل‌توجهی داشته باشد. این تعریف منعکس‌کننده توالی حرکت‌های قیمت منفی در قیمت سهام در طول بازار گاوی یا روند قیمت‌های مثبت در بازارهای خرسی نیست اما باید قوانین دیگری برای محدود کردن میزان این حرکات ارائه شود. با توجه به این تعریف باید بتوانیم نقاط بازگشت در سری زمانی را تعریف کنیم. این نکته مهم است که بدانیم الگوریتم پاگان و سسونف (PS) اساساً فرایندی برای شناسایی الگوهای زمانی است که با استفاده از یک سری قوانین متوالی صورت می‌گیرد. در ابتدا به معیاری برای تعیین مکان اوج و فرود نیاز داریم. این قسمت با جست‌وجوی نقاطی انجام می‌شود که در یک پنجره‌ی زمانی از سایر نقاط اطرافش بالاتر یا پایین‌تر باشد. مسئله بعدی مدت‌زمان بین این نقاط است که باید اندازه‌گیری شود و سپس مجموعه‌ای از سایر قوانین نیز در نظر گرفته می‌شود که حداقل طول هر فاز در دوره‌ها را محدود می‌کند. برای و بوسکن (۱۹۷۱) حداقل طول هر مرحله را برابر ۶ ماه و حداقل طول هر سیکل را برابر ۱۵ ماه در نظر گرفته‌اند. الگوریتم برای و بوسکن برای شناسایی سیکل‌های تجاری طراحی شده بود که پاگان و سسونف (۲۰۰۳) این الگوریتم را برای استفاده در بازارهای سهام با استفاده از برخی قوانین اولیه در مورد بازارهای خرسی و گاوی تعدیل کردند. با توجه به اینکه برخی از حرکات بزرگ در بازار سهام دارای اطلاعات مهم و مفیدی هستند درنتیجه هموارسازی آن‌ها منجر به حذف اثراتشان می‌شود بنابراین در الگوریتم PS داده‌ها هموار نمی‌شوند. درنتیجه پنجره زمانی برای شناسایی قله‌ها و فرودهای محلی تا ۸ ماه در هر طرف گسترش می‌یابد این گسترش بازه زمانی به علت عدم هموارسازی داده‌ها قابل توجیه است. همچنین یک چرخه به مدت‌زمانی حداقل برابر ۱۶ ماه (به‌جای ۱۵ ماه) نیاز دارد. برای اصلاح و بهبود حرکات تیزی که در قیمت سهام وجود دارد محدودیت‌هایی اعمال می‌شود به‌عبارت‌دیگر اگر شاخص قیمت سهام در یک ماه به‌اندازه ۲۰ ٪ کاهش یا افزایش داشته باشد قانون حداقل طول هر فاز را می‌توان نادیده گرفت [۲۴، ۲۵، ۳۰، ۴۰ و ۴۱]. در برخی از مطالعات چون چن و همکاران (۲۰۱۷) پنجره زمانی ۶ ماه و طول دوره ۱۵ ماه در نظر گرفته شده است. کول و ون دیک[۱۲] (۲۰۱۷) با توجه به نتایج پاگان و سسونف (۲۰۰۳) پنجره زمانی ۷ ماهه را برای استخراج ادوار مالی بازار در نظر گرفتند. از نظر آن‌ها در نظر گرفتن بازه زمانی ۶ ماهه به منظور حذف نقاط تبدیلی در آغاز و پایان

سری طولانی است و این بازه را به سه ماه کاهش دادند. در این پژوهش از الگوریتم PS به منظور شناسایی نقاط بازگشتی استفاده شده است که گام‌های این الگوریتم به طور خلاصه به شرح زیر است:

۱) تعیین نقاط تبدیل اولیه در داده‌های خام

- تعیین نقاط اولیه تبدیل در داده‌های خام با استفاده از انتخاب نقاط اوج (یا فرود) محلی زمانی که این داده بیشترین (کمترین) مقدار را در پنجره زمانی ۸ ماهه در یک طرف داشته باشد.

(۱)

$$\text{نقطه اوج} = [Pt-8, \dots, Pt-1, < Pt > Pt+1, \dots, Pt+8]$$

(۲)

$$\text{نقطه فرود} = [Pt-8, \dots, Pt-1 > Pt < Pt+1, \dots, Pt+8]$$

- اجرای متناوب تبدیل‌ها (چرخش‌ها) با استفاده از انتخاب بلندترین اوج‌ها یا کمترین فرودها

۲) عملیات سانسور کردن (اطمینان از تغییر بعد از هر مرحله)

- حذف نقاط تبدیلی بین ۶ ماه از آغاز و پایان سری زمانی
- حذف دوره‌هایی (سیکل‌هایی) که طول مدت آن‌ها کمتر از ۱۶ ماه است.
- حذف فازهایی که کمتر از ۴ ماه باشند (در صورتی که کاهش یا افزایشی بیش از ۲۰ درصد در یک ماه داشته باشیم این قانون نادیده گرفته می‌شود).

۳) بیان نقاط تبدیلی نهایی با در نظر گرفتن قانون تناوب [۴۱].

در بسیاری از پژوهش‌ها چون چن (۲۰۰۹) و نایبرگ (۲۰۱۳) استخراج بازار گاوی و خرسی با استفاده از شاخص کل سهام همچون S&P500 انجام شده است در این مطالعه از شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران استفاده می‌شود.

### ۲-۲-متغیرهای پیش‌بین ادوار مالی بازار

متغیرهای در نظر گرفته شده به منظور پیش‌بینی رونق و رکود در بازار به دو دسته متغیرهای مالی بازار و متغیرهای کلان اقتصادی تقسیم می‌شود.

از آنجا که یک شروع خوب برای تحلیل سرمایه‌گذاری و نهایتاً تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری، آگاهی از اطلاعات تاریخی بازار و شرکت از نظر مالی است لذا بررسی اطلاعات داخلی گذشته گامی اساسی است [۷]. از جمله متغیرهای مالی تأثیرگذار بر وضعیت آتی بازار می‌توان به متغیرهای زیر اشاره کرد:

*ارزش دفتری به قیمت:* با توجه به اینکه شاخص ارزش دفتری به قیمت نشان‌دهنده جریانات نقدی در بازار است از این‌رو می‌تواند به عنوان متغیر پیش‌بین وضعیت آینده بازار شامل اطلاعات مفیدی باشد. فاما و فرنچ[۱۳] (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 سهامی که از ارزش دفتری به ارزش بازار بالاتری برخوردار است در

مقایسه با سهامی که ارزش دفتری به بازار پایین‌تری دارد، به‌طور قابل ملاحظه‌ای بازده بالاتری خواهد داشت. در تحقیقاتی چون پنتیف و اسکال(۱۹۹۸) ، لولن(۱۹۹۹) و چن و همکاران(۲۰۱۷) نیز این روابط مورد تأیید قرار گرفته است. ارزش دفتری بیانگر آن است که به ازای هر سهم، آورده سهامداران بر مبنای مبالغ دفتری چه قدر است.

*نسبت سود محقق شده به قیمت*[۱۴]: (E/P) یکی از مهم‌ترین مقیاس‌های ارزیابی بازار است که توسط سرمایه-گذاران در بازار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نسبت بهترین نقطه شروع در تحلیل سرمایه‌گذاری روی اوراق بهادار است. سادگی محاسبه، عدم دخالت عوامل ذهنی و ایجاد قابلیت مقایسه از جمله مزیت‌هایی است که موجب شده است این نسبت به عنوان یکی از ابزارهای متداول و جهانی در ارزشیابی بازار مطرح باشد[۷]، لذا بهتر است به همراه این نسبت، از عوامل مکمل دیگری مانند D/P، S/P، B/P و... نیز استفاده شود. نتایج مطالعات باسو[۱۵] (۱۹۷۷) نشان داد، شرکت‌هایی که از نسبت E/P بالاتر یا به عبارتی نسبت قیمت به سود (P/E) پایین-تری برخوردار هستند در مقایسه با شرکت‌هایی که نسبت E/P کمتری دارند، بطور قابل ملاحظه‌ای بازده بیشتری دارند [۷]. 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 نقدی به قیمت: به این نسبت سود تقسیمی به قیمت نیز می‌گویند. سود تقسیمی هر سهم (DPS) نشان‌دهنده مبلغ سودی است که شرکت بابت هر سهم پرداخت می‌کند 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 تحلیل گران بازده منفی را برای بازار پیش‌بینی می‌کنند. یا به 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 [۲۴]. استراتژی شرکت‌ها در تقسیم سود متفاوت است. برخی شرکت‌ها روند تقریباً ثابتی در تقسیم سود دارند و برخی دیگر، بسته به شرایط اقتصادی شرکت این نسبت را تعیین می‌کنند. سود تقسیمی نیز می‌تواند به صورت‌های متعددی مثل نقدی و یا اعطای سهام به جای وجه نقد صورت گیرد. اتخاذ هر کدام از این سیاست‌ها در تعیین نسبت سود و یا شیوه اعطای سود، بر روی هزینه‌های تأمین مالی شرکت، مالیات شرکت و ثروت سهامداران اثرگذار است [۵]. با توجه به تحقیقات صورت گرفته توافق واحدی در رابطه با چگونگی تأثیر سود تقسیمی بر ارزش شرکت وجود ندارد. گوردون[۱۶] (۱۹۵۹) معتقد است که سود تقسیمی ثروت سهام‌دار را افزایش می‌دهد. میلر و شولز (۱۹۷۸) نیز معتقد هستند که سود تقسیمی تأثیری بر ثروت سهامدار ندارد. لیتزنبرگر و راماساوی (۱۹۷۹) نیز اعتقاد دارند که سود تقسیمی باعث کاهش ثروت سهامداران می‌شود. لیپسون[۱۷] (۱۹۹۸) بیان می‌کند که سود تقسیمی علامت دهنده مناسبی از وضعیت سودآوری آینده شرکت می‌باشد و مدیریت، سود تقسیمی را برقرار نمی‌کند تا زمانی‌که مطمئن باشد که سود تقسیمی از محل درآمدهای آتی می‌تواند در همین سطح حفظ شود [۸].

*فروش به قیمت*: باربی، موخرجی و رینز[18] (۱۹۹۶) بیان کردند که نسبت S/P عامل توضیحی قابل اتکاتری در رابطه با بازده می‌باشد زیرا این نسبت، تحت تأثیر روش‌های مختلف حسابداری که بر سود و ارزش دفتری تأثیر 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 [۴۵]. بر مبنای مدل رشد پویای گوردون[19] هر چه درآمد نسبت به قیمت در بازار افزایش یابد شاهد بهبود بازده بازار و به تبع آن رونق در بازار خواهیم بود [۲۴].

*واریانس بازده بازار:* بازخورد نوسانات بازده سهام، ابتدا توسط پیندیک[20] (۱۹۸۴) معرفی شد. طبق بازخورد نوسانات، اگر نوسانات بازده سهام به عنوان شاخص ریسک سهام صاحب ارزش باشد؛ افزایش نوسانات بازده سهام منجر به افزایش بازده مورد انتظار سهام خواهد شد. افزایش بازده مورد انتظار سهام نیز کاهش قیمت سهام را در پی خواهد داشت. به عبارتی سرمایه‌گذاران تنها در ازای بازده بیشتر ریسک بیشتر را قبول می‌کنند؛ بنابراین بازده سهام از تغییرات نوسانات آن تأثیر می‌پذیرد به شکلی که افزایش نوسانات بازده موجب کاهش قیمت سهام و در نتیجه کاهش بازده سهام خواهد شد [۴۶]. نوسانات بازار سهام یا به عبارتی واریانس بازده بازار بر مبنای ادبیات توان پیش‌بینی وضعیت آینده بازار را دارد.

(۳)

$$Y_j = \ln(^{TI_j}/_{TI_{j-1}}) \times 100$$

در معادله (۳) $Y_i$ 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:

(۴)

$$Y_t = \sum_{j=1}^{N_j} y_{j,t}$$

در معادله (۴) 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.

$$\sigma_M^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^{N} \left(Y_{j,t} - Y_t^m\right)^2 \qquad (۵)$$

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

در ادامه به بیان مهم‌ترین متغیرهای کلان اقتصادی در پیش‌بینی ادوار مالی بازار می‌پردازیم:

*قیمت نفت خام:* صنعت نفت از مهم‌ترین و مؤثرترین صنایع در جهان به‌ویژه ایران است که نوسان‌های آن به عنوان یکی از متغیرهای مورد توجه در اکثر مطالعات اقتصادی مطرح می‌باشد. با توجه به وابستگی شدید اقتصاد ایران به نفت، می‌توان انتظار داشت که نوسان‌های قیمت نفت اثرات قابل توجهی بر فعالیت‌های اقتصادی کشور از جمله بازار سهام داشته باشد. مطالعات مختلفی اثر نوسان‌های قیمت نفت بر بازده بازار سهام را در کشورهای مختلف و با مدل‌های مختلف بررسی نمودند. در مجموع، با توجه به نتایجی که از این مدل‌ها به دست آمده است مطالعات در این رابطه را می‌توان به چهار گروه اصلی تقسیم کرد. گروه اول شامل مطالعاتی می‌شود که از وجود رابطه منفی معناداری بین قیمت نفت و بازده بازار سهام حمایت می‌کنند. استدلال این گروه بر این است که چون نفت به عنوان یک نهاده مهم در تولید محسوب می‌شود افزایش در قیمت نفت باعث افزایش هزینه انرژی برای شرکت‌های تولیدی می‌شود که این امر سود شرکت‌های بورس را کاهش داده و قیمت آن‌ها را کاهش می‌دهد. در این زمینه می‌توان به مطالعاتی چون چیو و لی[۲۱](۲۰۰۹) و جامازی و آلویی [۲۲] (۲۰۱۰) اشاره کرد. در مطالعات داخلی صمدی و همکاران ( ۱۳۸۶ ) با استفاده از داده‌های ماهانه (۲۰۰۶-۱۹۹۷) و به کارگیری مدل GARCH به بررسی شاخص قیمت جهانی طلا و نفت بر شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران پرداختند .بر اساس نتایج آن‌ها قیمت نفت اثر منفی بر بازده بازار سهام ایران دارد.

گروه دوم همچون ال- شریف و همکاران[۲۳] (۲۰۰۵) و نارایان و نارایان[۲۴] (۲۰۱۰). ثابت می‌کنند که رابطه مثبت بین قیمت نفت و بازده بازار سهام وجود دارد. 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 رابطه مثبت و قوی وجود دارد و قیمت نفت با بخش غیرنفتی اثر 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 و از این جهت می‌تواند بر قیمت و بازدهی سهام تأثیر مثبت داشته باشد [۶].

دسته سوم هر دو رابطه مثبت و منفی را تائید می‌کنند. جهت این رابطه به این بستگی دارد که کشور مربوطه واردکننده یا صادرکننده نفت است. در این زمینه می‌توان به تحقیقات پارک و راتی[۲۵] ( ۲۰۰۸ ) و کیلیان و پارک[۲۶] ( ۲۰۰۷ ) اشاره کرد.

افزایش قیمت نفت اگر چه باعث افزایش تولید ناخالص ملی(شامل درآمد نفتی) برای کشورهای صادرکننده‌ی نفت می‌شود اما باید در نظر داشت که مصرف‌کننده‌ی نهایی محصولات و مشتقات نفتی، به طور عمده کشورهای در حال توسعه هستند. به دلیل این که کشورهای صادرکننده‌ی نفت اغلب خود به دلیل عدم توانایی و نداشتن فن‌آوری لازم برای فرآوری نفت خام، واردکننده‌ی محصولات و مشتقات نفتی هستند، بنابراین افزایش قیمت نفت باعث افزایش بهای تمام شده‌ی محصولات تولید شده توسط کشورهای صنعتی می‌شود که این نیز منجر به افزایش ارزش ریالی واردات کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران می‌شود؛ بنابراین انتظار می‌رود رابطه‌ی بین افزایش درآمد نفتی با افزایش شاخص‌های بازار سهام یک رابطه‌ی منفی باشد.

گروه چهارم نیز اثبات می‌کنند که هیچ رابطه معناداری بین قیمت نفت و بازده بازار وجود ندارد. در این زمینه می‌توان به مطالعات آپرگیس و میلر[۲۷] (۲۰۰۹) اشاره کرد که با استفاده از مدل VECM برای هشت کشور پیشرفته به این نتیجه رسیدند که شوک‌های نفتی اثر معناداری بر بازده سهام ندارد. از دیگر تحقیقات مشابه می‌توان مطالعات میلر و راتی[۲۸] (۲۰۰۹) و ال جنابی و همکاران[۲۹] (۲۰۱۰) نام برد.

در نهایت ذکر این نکته ضروری است که نوسانات قیمت نفت نه تنها مستقیماً بر قیمت و بازده سهام اثر می‌گذارد بلکه به صورت غیر مستقیم نیز بر بازار سرمایه تأثیرگذار است، علت آن است که نوسانات قیمت نفت عامل اصلی تغییر در بسیاری از متغیرهای کلان اقتصادی کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت است که این متغیرها خود بر بازار سرمایه تأثیرگذار هستند. با توجه به متکی بودن بودجه دولتی ایران و یارانه‌ها به درآمدهای نفتی، تغییرات در قیمت نفت تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر اقتصاد ایران به‌ویژه بازار سرمایه دارد [۳].

*نرخ تورم:* در دهه ۱۹۷۰ نظریه فیشر در بعضی کشورها نقض شد. فاما ( ۱۹۸۱ ) تلاش کرد تا رابطه بین تورم و بازده سهام را تبیین کند. وی عقیده داشت رابطه منفی مشاهده شده بین بازده حقیقی سهام و تورم از اثرات زنجیره‌ای نشأت می‌گیرد.

تورم در علم اقتصاد به افزایش عمومی قیمت‌ها در طول زمان و به طور مداوم تعبیر می‌شود. این شاخص بر مبنای شاخص قیمت مصرف‌کننده (PPI) به صورت زیر فرموله شده است:

(۶)

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

رابطه بین نرخ تورم و بازار سهام با توجه به ساختار اقتصادی کشور، از کشوری به کشور دیگر متفاوت است. 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 برخی از مطالعات رابطه‌ای مثبت بین تورم و بازده بازار بیان می‌کنند استدلال آن‌ها این است که هر چند تورم از طریق کانال نرخ تنزل 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 [۶].

*قیمت طلا*: سکه طلا به دلیل ارزش ذاتی آن، کالایی کم ریسک محسوب می‌شود. به علاوه، در مقایسه با سایر دارایی‌ها نظیر املاک و مستغلات، از خاصیت نقد شوندگی بسیار بالاتری برخوردار است و می‌توان آن را در هر زمان و موقعیتی به فروش رساند. 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[۱۲. بائور و لوسی[۳۰] (۲۰۱۰) آزمون کردند که آیا طلا می‌تواند به عنوان

یک ابزار مصون‌سازی مناسب باشد و ارزش خود را هنگام فشار و آشفتگی بازارهای آمریکا، انگلستان و آلمان حفظ کند؟ آن‌ها مدارکی جمع‌آوری کردند که اظهار می‌داشت طلا می‌تواند در مقابل ریسک‌های مالی به عنوان ابزار مصون‌سازی عمل کند و پناهگاه سرمایه‌گذاران هنگام شرایط نابسامان بازارهای مالی باشد. مطابق با تحقیق پژوهشگران پیشین نظیر کاپیه و همکاران [۳۱] (۲۰۰۵)، طلا می‌تواند به‌عنوان ابزار مصون‌سازی خوبی در حمایت از پرتفوی سرمایه‌گذاران در ایران مورد استفاده واقع گیرد.

*نرخ ارز*: نرخ ارز در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران یکی از متغیرهای اقتصادی اثرگذار محسوب می‌شود. دو بازار سهام و ارز به‌شدت از نوسانات اقتصادی تأثیر پذیرفته و تغییرات آن را به سرعت منعکس می‌نمایند [۴۴].

مطالعات تجربی زیادی در کشورهای مختلف به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. بعضی از مطالعات به علیت و جهت رابطه بین نرخ ارز و قیمت سهام توجه دارند. به عنوان نمونه می‌توان به تحقیقات اسکویی و سهرابیان (۱۹۹۲)، آجایی و همکاران (۱۹۹۸)، وو (۲۰۰۰)، رمزمی و ینگ (۲۰۰۲)، چپانگ و یانگ (۲۰۰۳) اشاره کرد. میلر و شوفنگ (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای اثر کاهش نرخ ارز را بر بازار سهام کره جنوبی در زمان بحران مالی آسیا با استفاده از داده‌های روزانه مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که نوسانات نرخ ارز به نوسانات در بازدهی سهام منجر می‌شود و کاهش نرخ ارز اثر منفی بر بازده سهام دارد. آردام و تونبوح (۲۰۰۸) در مطالعه خود اثر متغیرهای کلان اقتصادی همچون نرخ ارز را بر بازار سهام مورد بررسی قرار دادند. با استفاده از آزمون هم جمعی یوهانسون و تحصیح خطای برداری به این نتیجه رسیدند که بین قیمت سهام و نرخ ارز رابطه ای منفی وجود دارد [۱۱]. در مطالعات داخلی نیز به این موضوع پرداخته شده است به عنوان نمونه برقی اسگویی و همکاران (۱۳۹۳) آثار تغییرات نرخ ارز و قیمت نفت خام بر شاخص قیمت سهام را با استفاده از مدل‌های غیرخطی مارکوف سوئیچینگ و داده‌های روزانه ۱۳۸۹-۱۳۸۴ مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که تغییرات متغیر برونزای نرخ ارز و قیمت نفت خام با یک وقفه تأخیر مثبت و معنادار و تأثیر متغیرهای یاد شده بر شاخص قیمت سهام با دو وقفه تأخیر منفی و معنادار است؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که نتایج تمامی این مطالعات بسته به کشورها، دوره زمانی مورد مطالعه و نیز تعریف عملیاتی داده‌های مورد استفاده، متفاوت است.

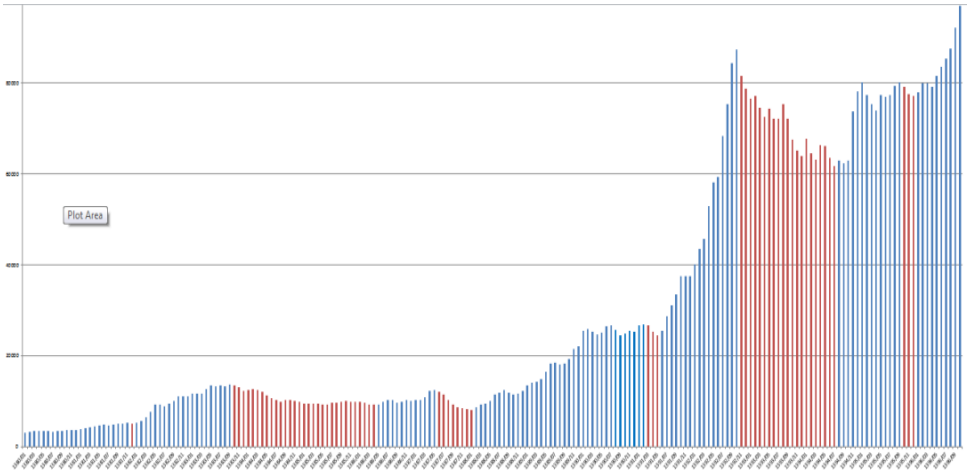
## ۳- روش‌شناسی پژوهش

داده‌های مربوط به متغیرهای بازار سهام شامل شاخص کل بازار، ارزش دفتری به قیمت، سود نقدی به قیمت، سود محقق شده به قیمت، فروش به قیمت و واریانس بازده بازار از پایگاه اطلاعاتی 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 جمع‌آوری‌شده مربوط به بازه‌ی زمانی فروردین سال ۱۳۸۰ تا دی سال ۱۳۹۶ (پایان سال میلادی ۲۰۱۷) می‌باشد که به‌صورت ماهانه در نظر گرفته‌شده‌اند. هر یک از متغیرهای پیش‌بین با وقفه‌های زمانی ۳، ۶ و ۱۲ ماه در نظر گرفته شدند (در

مجموع ۲۷ متغیر پیش‌بین). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS22، Matlab2017 و Excel 2010 انجام شد.

### ۳-۱- استخراج ادوار مالی بازار با استفاده از الگوریتم PS

در نمودار و جدول زیر دوره‌های رکود و رونق در بازار بر مبنای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و با استفاده از الگوریتم PS نشان داده شده است.




**نمودار ۱: استخراج ادوار رکود و رونق در بازار با استفاده از الگوریتم PS**

**جدول ۱: دوره‌های رکود و رونق در بازار**

| طول دوره (ماه) | بازار خرسی | طول دوره(ماه) | بازار گاوی |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۸۱/۱۲ | ۲۳ | ۸۰/۰۱-۸۱/۱۱ |
| ۳۱ | ۸۳/۱۰-۸۶/۰۴ | ۲۱ | ۸۲/۰۱-۸۳/۰۹ |
| ۸ | ۸۷/۰۶-۸۸/۰۱ | ۱۳ | ۸۶/۰۵-۸۷/۰۵ |
| ۳ | ۹۱/۰۳-۹۱/۰۵ | ۳۷ | ۸۸/۰۲-۹۱/۰۲ |
| ۲۱ | ۹۲/۱۱-۹۴/۰۷ | ۱۷ | ۹۱/۰۶-۹۲/۱۰ |
| ۳ | ۹۵/۱۰-۹۵/۱۲ | ۱۴ | ۹۴/۰۸-۹۵/۰۹ |
| | | ۱۰ | ۹۶/۱-۹۶/۱۰ |
| ۶۷ | | ۱۳۵ | مجموع دوره‌ها |
| ۱۱,۱۷ | | ۱۹,۲۸ | میانگین دوره‌ها |

نتایج نشان می‌دهد که بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی فروردین سال ۱۳۸۰ تا پایان دی سال ۱۳۹۶، بیشتر در حالت رونق (گاوی) قرار داشته است میانگین طول دوره‌های رونق برابر با ۱۹ ماه و میانگین طول دوره‌های رکود برابر با ۱۱ ماه می‌باشد. طولانی‌ترین دوره رونق مربوط به اردیبهشت سال ۱۳۸۸ تا اردیبهشت سال ۱۳۹۱ می‌باشد همچنین طولانی‌ترین دوره رکود در بازار مربوط به دی سال ۱۳۸۳ تا تیر سال ۱۳۸۶ است.

### ۳-۲- نرمال‌سازی داده‌ها

داده‌های پژوهش در ابتدا با استفاده از رابطه (۷) نرمال شدند. از آنجایی که نتیجه نهایی و مقادیر پارامترها با داده‌های نرمال هیچ تفاوتی ندارد لزومی به غیر نرمال‌سازی نتیجه نهایی وجود ندارد.

(۷)

$$X_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

$X_i$= مقادیر نرمال شده ورودی

$x_i$= مقادیر اصلی ورودی

$x_{min}$= کوچک‌ترین مقدار ورودی

$x_{max}$= بزرگ‌ترین مقدار ورودی

### ۳-۳- تقسیم‌بندی داده‌ها

مدل‌های شبکه جهت طراحی، به سه دسته داده‌های آموزشی[۳۲]، صحت سنجی[۳۳] و آزمون[۳۴] نیاز دارند. در این پژوهش ۷۰ درصد از داده‌ها به منظور آموزش شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. داده‌های آموزشی جهت یافتن رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده شده توسط مدل استفاده می‌شود. ۱۵ درصد از داده‌ها جهت صحت سنجی و ۱۵ درصد دیگر جهت آزمون استفاده خواهد شد.

### ۳-۴- استخراج مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بین با استفاده از الگوریتم PSO

الگوریتم PSO در ابتدا توسط Eberhart و Kennedy در سال (۱۹۹۵) ارائه شد. ایده‌ی اصلی این روش از رفتار دسته جمعی ماهی‌ها یا پرندگان هنگام جست‌وجوی غذا برگرفته شده است. گروهی از پرندگان در فضایی به صورت تصادفی دنبال غذا می‌گردند. غذا تنها در یک فضای مورد بحث وجود دارد. به عنوان بهترین استراتژی که مبنای اصلی الگوریتم PSO است، می‌توان پرنده‌ای که کمترین فاصله از غذا را دارد دنبال کرد. در الگوریتم PSO در ابتدا گروهی از ذرات به صورت تصادفی به وجود می‌آیند. در هر مرحله نسل‌ها به روز می‌شوند. اولین موقعیتی که ذره به آن رسیده است و بهترین مکان در شروع است با pbest نام‌گذاری می‌شود. بهترین مقدار دیگر با gbest نمایش داده می‌شود. پس از یافتن بهترین موقعیت‌ها، سرعت و مکان هر ذره با استفاده از معادلات زیر به روز می‌شود.

(۸)

$$v_{i+1} = \alpha v_i + C_1 U_1 \times (PBest - X_i) + C_2 U_2 \times (GBest - X_i)$$

(۹)

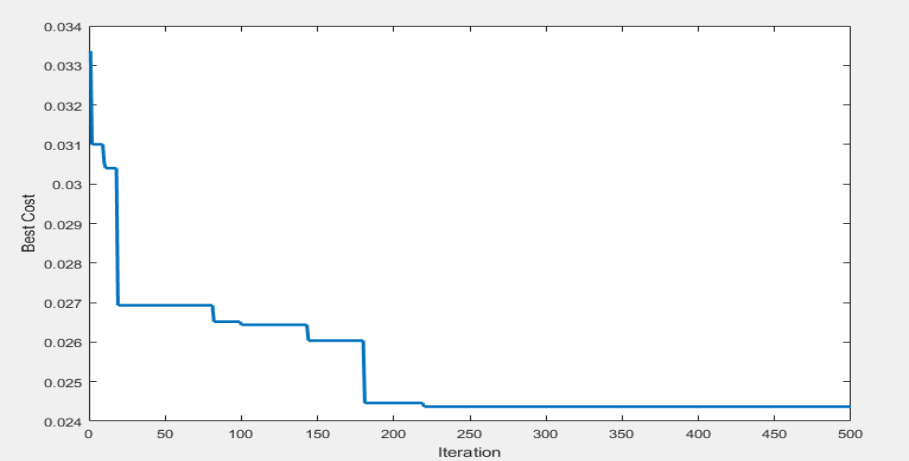
$$X_{i+1} = X_i + V_{i+1}$$

در معادلات بالا، $V_i$ سرعت فعلی و $X_i$ محل فعلی ذره است که هر دو آرایه‌هایی به طول تعداد ابعاد مسئله می‌باشند. $U_1$ و $U_2$ اعداد تصادفی در بازه (۱و۰) و $C_1$ و $C_2$ نیز فاکتورهای یادگیری هستند. معمولاً $C_1=C_2=0=0.5$ در نظر گرفته می‌شود. سرعت ذرات در هر مرحله به $V_{max}$ می‌رسد. سمت راست معادله اول از سه قسمت تشکیل شده است که قسمت اول، سرعت فعلی ذره ضرب در $\alpha=0.9$ است و قسمت‌های دوم و سوم تغییر سرعت ذره و چرخش آن به سمت بهترین تجربه شخصی و بهترین تجربه گروه را به عهده دارند. در ابتدا ذرات میل بیشتری به حرکات انفجاری و تجربه‌های تازه دارند و با گذشت زمان این میل جای خود را به دنباله‌روی بیشتر از بهترین‌ها می‌دهد. این روش در بسیاری موارد می‌تواند مشکل گیر افتادن در بهینه‌های محلی را حل کند [۲۷].

با اجرای الگوریتم PSO به نتایج زیر دست پیدا کردیم:

نتایج حاصل از اجرای الگوریتم بعد از ۵۰۰ تکرار منجر به همگرایی مناسب شد. خطای الگوریتم با ۸ متغیر در کمترین مقدار خود (۰/۰۲۴۴) قرار دارد.

شکل ۲ مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه بهینه توسط الگوریتم PSO را نشان می‌دهد. برای اطمینان از انتخاب متغیرهای مؤثر، تعداد تکرار مدل را ۵ بار در نظر گرفتیم.




**شکل ۲: مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه بهینه توسط الگوریتم PSO**

جدول ۲ متغیرهای مؤثر در پیش‌بینی وضعیت آتی بازار سهام بر طبق اولویتشان نشان می‌دهد.

**جدول ۲: متغیرهای تأثیرگذار بر پیش‌بینی با استفاده از الگوریتم PSO**

| اولویت | متغیر مؤثر | بهترین راه‌حل[۳۵] |
|---|---|---|
| ۱ | سودنقدی به قیمت (۳-) | ۰/۱۸۳۰ |
| ۲ | تورم (۶-) | ۰/۲۰۶۰ |
| ۳ | فروش به قیمت (۶-) | ۰/۲۴۸۵ |
| ۴ | قیمت نفت (۶-) | ۰/۲۵۸۷ |
| ۵ | ارزش دفتری به قیمت (۳-) | ۰/۳۲۰۲ |
| ۶ | تورم (۱۲-) | ۰/۳۵۶۴ |
| ۷ | قیمت سکه (۱۲-) | ۰/۳۵۸۴ |
| ۸ | قیمت نفت (۱۲-) | ۰/۳۹۶۸ |

### ۳-۵- پیش‌بینی ادوار مالی بازار با استفاده از شبکه‌های ANFIS، MLP، RBF و PNN

#### ۳-۵-۱- الگوریتم ANFIS (سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر)

در این سیستم استنتاجی، ترکیب شبکه عصبی و منطق فازی به منظور نگاشت غیر خطی بین داده‌های ورودی و خروجی به کار می‌رود که ابزاری قدرتمند برای پیش‌بینی پدیده‌های پیچیده را فراهم می‌کند [۳۱]. این شبکه با پنج لایه نشان داده می‌شود. ANFIS به کمک مجموعه‌ای از داده‌های ورودی/ خروجی یک سیستم استنتاج فازی (FIS) ایجاد می‌کند. یک نمونه از سیستم استنتاج فازی سوگنو در شکل زیر نشان داده شده است. برای سادگی فرض می‌شود که سیستم‌های استنتاج فازی مورد نظر، دو ورودی X و Y و یک خروجی دارد. برای مدل فازی سوگنو مرتبه اول مجموعه قوانین اگر-آنگاه به صورت زیر است

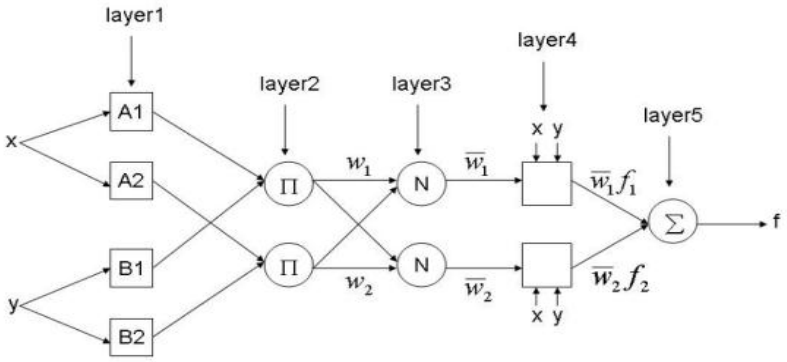
(۱۰)

$$Rule\ 1: if\ x\ is\ A_1\ , and\ y\ is\ B_1, then\ f_1 = p_1x + q_1y + r_1$$
$$Rule\ 2: if\ x\ is\ A_{21}\ , and\ y\ is\ B_2, then\ f_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

یکی از روش‌های غیر فازی سازی استفاده از میانگین مراکز است که قاعده آن به صورت زیر می‌باشد:

(۱۱)

$$f = \frac{w_1f_1 + w_2f_2}{w_1 + w_2} = \overline{w_1}\, f_1 + \overline{w_2}\, f_2 \quad st \quad \overline{w_1} = \frac{w_1}{w_1 + w_2}\ , \qquad \overline{w_2} = \frac{w_2}{w_1 + w_2}$$




**شکل ۳: ساختار ANFIS**

لایه ۱: در این لایه، درجه عضویت گره‌های ورودی به بازه‌های مختلف فازی با استفاده از تابع عضویت مشخص می‌گردد.

(۱۲)

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x), \qquad i = 1,2$$
$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y), \qquad i = 3,4$$

لایه ۲: هر گره در این لایه، درجه فعالیت یک قانون را محاسبه می‌کند.

(۱۳)

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(y), \qquad i = 1,2$$

لایه ۳: در این لایه، درجه فعالیت قانون i ام به صورت زیر نرمال‌سازی می‌شود.

(۱۴)

$$O_{3,i} = \overline{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{2} w_i}, i = 1,2$$

لایه ۴: در این لایه، خروجی هر گره برابر است با:

(۱۵)

$$O_{4,i} = \overline{w_i}\, f_i = \overline{w_i}(p_i x + q_i y + r_i), \ \ i = 1,2$$

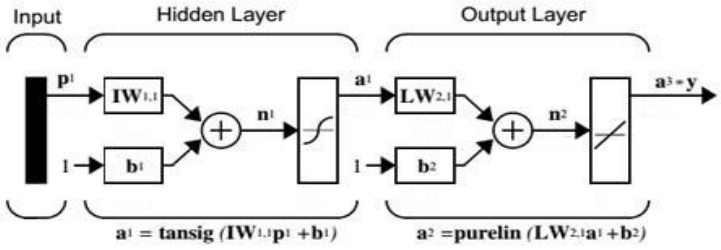
لایه ۵: در این لایه، مقدار خروجی نهایی که مجموع گره‌های لایه قبل است، به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

(۱۶)

$$O_{5,i} = \sum_{i=1}^{2} \overline{w}_i f_i$$

### ۳-۵-۲- شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه[۳۶] (MLP)

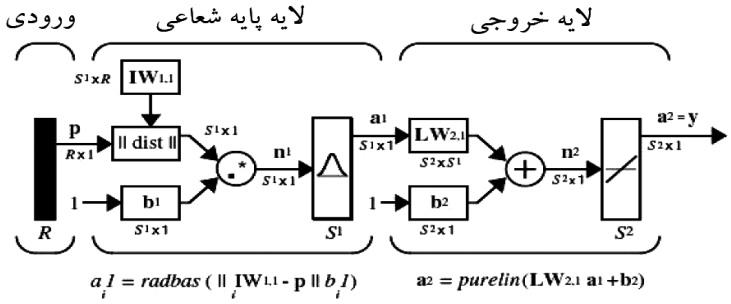
یکی از ساده‌ترین انواع شبکه‌های پرسپترون نوع یک لایه آن است. در این شبکه وزن‌ها و بایاس‌ها می‌توانند برای تولید یک هدف مشخص آموزش داده شوند. قوانین یادگیری مورد استفاده در این راستا «قوانین آموزش پرسپترون» نامیده می‌شود. شبکه‌های پرسپترون از آن جهت که توانایی مناسبی جهت تکامل یافتن به‌وسیله بردارهای ورودی را دارند، بسیار شایان توجه هستند. این شبکه‌ها مخصوصاً در حل مسائل ساده طبقه‌بندی بسیار مناسب هستند [۱۳]. شبکه‌های پرسپترون چند لایه شامل چندین پرسپترون ساده هستند که یک یا چند لایه میانی (لایه پنهان) بین لایه‌های ورودی و خروجی وجود دارد. یک سازنده باید تعیین کند که برای کاربرد مورد نظرش، چند لایه و چند نرون در هر لایه باید انتخاب گردد (این کار عموماً یا با حدس و تخمین علمی و یا به صورت سعی و خطا انجام می‌شود). الگوریتم‌های آموزشی متفاوتی در MLP مورد استفاده قرار می‌گیرد که عمومی‌ترین آن‌ها دلتا[۳۷] و پس انتشار[۳۸] هستند[۱۲].




**شکل ۴- معماری شبکه پرسپترون چند لایه**

### ۳-۵-۳- شبکه‌های شعاع مبنا (RBF)

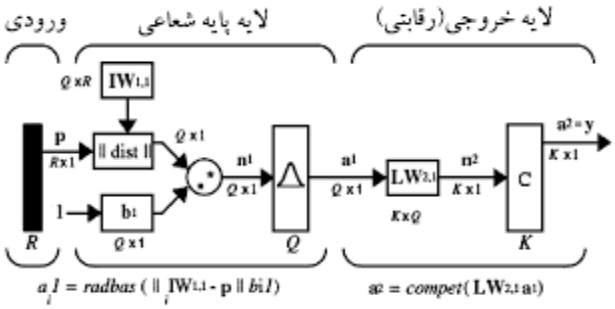
شبکه‌های شعاع مبنا به نسبت شبکه پس انتشار نیاز به نرون‌های بیشتری دارند اما حسن آن‌ها در زمان طراحی کوتاه‌تر آن‌ها نسبت به شبکه‌های استاندارد پس انتشار است. این شبکه‌ها زمانی که بردارهای آموزشی بسیار زیاد هستند دارای بهترین کارایی می‌باشند. در شبکه‌ها ابتدا مرکز فضای ورودی محاسبه شده و سپس به ورودی‌هایی که به اندازه کافی به این مرکز نزدیک باشند پاسخ داده می‌شود. در نتیجه این شبکه‌ها به ورودی‌ها به صورت محلی[۳۹] پاسخ می‌دهند [۱۵]. شبکه‌های شعاع مبنا از دو لایه تشکیل شده‌اند که معماری آن‌ها به صورت زیر است.




**شکل ۵: معماری شبکه شعاع پایه**

### ۳-۵-۴- 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 [۱۳]. 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[۱۵]. معماری این شبکه به صورت زیر است:




**شکل ۶: معماری شبکه احتمالی**

### ۳-۴-۵- ارزیابی مدل‌ها

ارزیابی و سنجش قدرت هر یک از مدل‌ها با استفاده از ۴ معیار میانگین مربعات خطا، مجذور مربعات خطا، دقت مدل و ضریب کاپا انجام می‌شود. در ادامه به قواعد محاسباتی هر یک از معیارها می‌پردازیم:

قاعده محاسبات میانگین مربعات خطا و مجذور مربعات در رابطه (۱۷) و (۱۸) ذکر شده است که این رابطه $y_i$ برابر با مقادیر خروجی واقعی و $\hat{y}_i$ برابر با مقادیر پیش بینی شده است.

(۱۷)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \hat{y}_i)^2}{N}$$

(۱۸)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \hat{y}_i)^2}{N}}$$

قبل از تعریف دقت مدل و ضریب کاپا نیاز است که با مفهومی به عنوان ماتریس اغتشاش آشنایی داشته باشیم ماتریس اغتشاش[۴۰] در حوزه هوش مصنوعی، عملکرد الگوریتم‌های مربوطه را نشان می‌دهند. معمولاً چنین نمایشی برای الگوریتم‌های یادگیری با ناظر استفاده می‌شود، اگرچه در یادگیری بدون ناظر نیز کاربرد دارد. معمولاً به کاربرد این ماتریس در الگوریتم‌های بدون ناظر ماتریس تطابق می‌گویند. هر ستون از ماتریس، نمونه‌ای از مقدار پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد. در صورتی که هر سطر نمونه‌ای واقعی (درست) را در بر دارد. در خارج از حوزه‌ی هوش مصنوعی این ماتریس معمولاً ماتریس پیشایندی[۴۱] یا ماتریس خطا[۴۲] نامیده می‌شود. ماتریس اغتشاش در یک کلاس‌بندی باینری به صورت زیر تعریف می‌شود:

**جدول۳: ماتریس اغتشاش**

| | | وضعیت واقعی | |
|---|---|---|---|
| | | **Positive** | **Negative** |
| نتیجه کلاس بند | Positive | TP | FP<br>خطای نوع ۱ |
| | Negative | FN<br>خطای نوع ۲ | TN |

دقت کلی مدل از قاعده زیر به دست می‌آید:

(۱۹)

$$pr(a) = \frac{TP + TN}{N}$$

خروجی ماتریس اغتشاش در نرم‌افزار متلب این مقدار را گزارش می‌دهد [۴۷].

ضریب کاپا :دقت کلی فقط نشان‌دهنده سازگاری بین داده‌های طبقه‌بندی شده با داده‌های مرجع است و هیچ اطلاعاتی از سطح اطمینان به دست نمی‌دهد که نشان‌دهنده اندازه‌گیری سازگاری بین مقیاس‌های مکرر باشد. همچنین با استفاده از دقت کل نمی‌توان دو ماتریس اغتشاش متفاوت را با هم مقایسه کرد که آماره کاپا این مشکلات را حل می‌کند. کاپا بر اساس دقت کلی و سازگاری تصادفی شکل می‌گیرد و نشان‌دهنده‌ی این است که یک طبقه‌بندی تا چه اندازه می‌تواند بهتر از یک طبقه‌بندی تصادفی باشد محاسبات ضریب کاپا در ادامه آورده شده است.

(۲۰)

$$K = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)}$$

در رابطه بالا pr(a) برابر با درصد توافق مشاهده شده بین خروجی مدل و مقدار واقعی است و برابر با دقت کلی مدل است؛ که در رابطه ۱۹ قاعده آن توضیح داده شد.pr(e) برابر با احتمال فرضی شانس توافق است که در ابتدا حاصل‌ضرب درصد مقادیر محاسبه شده توسط مدل و خروجی واقعی در هر کلاس به‌صورت جداگانه محاسبه شده و در نهایت مجموع مقادیر به دست آمده‌ی کلاس‌ها معرف مقدار pr(e)است [۴۷].

(۲۱)

$$Pr(e) = \left(\frac{TP + FN}{N} \times \frac{TP + FP}{N}\right) + \left(\frac{FP + TN}{N} \times \frac{FN + TN}{N}\right)$$

در تفسیر ضریب کاپا می‌توان بیان کرد که اگر این ضریب کمتر از ۰/۴ باشد به‌عنوان توافق کم، بین ۰/۴۱ و ۰/۷۵ به عنوان توافق نسبی مطلوب تا خوب و بیشتر از ۰/۷۶ به عنوان توافق عالی تفسیر می‌شود. محاسبات مربوط به ضریب کاپا با استفاده از نرم‌افزار SPSS22 انجام می‌شود.

### ۴- پیش‌بینی ادوار مالی بازار با استفاده از شبکه‌های ANFIS، MLP، RBF و PNN

خروجی شبکه‌ها با استفاده از ۷۰ درصد داده‌های آموزشی و ۳۰ درصد داده‌های آزمایشی در جدول زیر قابل مشاهده است

**جدول ۴: MSE و RMSE شبکه‌ها به تفکیک داده‌های آموزشی و آزمایشی**

| | ANFIS | | MLP | | RBF | | PNN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | داده‌های آموزشی | داده‌های آزمایشی | داده‌های آموزشی | داده‌های آزمایشی | داده‌های آموزشی | داده‌های آزمایشی | داده‌های آموزشی | داده‌های آزمایشی |
| MSE | ۰/۰۰۰۰۰۰۰۲۰۶ | ۰/۴۷۱۷ | ۰/۰۳۰۳ | ۰/۱۰۳۶ | ۰/۲۰۲ | ۰/۲۱ | ۰ | ۰/۵۴۳۹ |
| RMSE | ۰/۰۰۰۱۴۳ | ۰/۶۸۶۸ | ۰/۱۷۴ | ۰/۳۲۱۸ | ۰/۴۴۹۴ | ۰/۴۵۸۲ | ۰ | ۰/۷۳۷۴ |

با توجه به جدول شماره ۴ شبکه PNN و RBF به ترتیب کمترین و بیشترین خطا در داده‌های آموزشی و شبکه MLP و PNN به ترتیب کمترین و بیشترین خطا را در داده‌های آزمایشی دارند.

**جدول ۵: ماتریس اغتشاش شبکه‌ها**

| | ANFIS | | MLP | | RBF | | PNN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کلاس واقعی / کلاس مشاهده‌شده | رکود | رونق | رکود | رونق | رکود | رونق | رکود | رونق |
| رکود | ۴۳ | ۱ | ۵۹ | ۲ | ۱۰ | ۰ | ۶۷ | ۳۱ |
| رونق | ۲۴ | ۱۲۲ | ۸ | ۱۲۱ | ۵۷ | ۱۲۳ | ۰ | ۹۲ |
| | دقت مدل:۹۰/۰۵٪ ضریب کاپا: ۰/۶۸۷ | | دقت مدل: ۹۴/۷٪ ضریب کاپا:۰/۸۸۲ | | دقت مدل: ۷۰٪ ضریب کاپا:۰/۱۸۵ | | دقت مدل:۸۳/۷٪ ضریب کاپا:۰/۶۷۷ | |

همان‌طور در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود مدل MLP با بیشترین دقت و ضریب کاپا دقیق‌ترین مدل در پیش‌بینی ادوار مالی بازار است؛ که پس از آن به ترتیب مدل‌های ANFIS، PNN و RBF قرار می‌گیرند. به طوریکه مدل RBF در طبقه‌بندی دوره رونق و مدل PNN در طبقه‌بندی دوره رکود در بازار بدون خطا عمل کرده‌اند. از ۶۷ ماه رکود مدل ANFIS ۴۳ ماه، مدل MLP ۵۹ ماه، مدل RBF ۱۰ ماه و مدل PNN تمامی ۶۷ ماه را به طور صحیح طبقه‌بندی کرده است. همچنین از ۱۲۳ ماه رونق مدل ANFIS ۱۲۲ ماه، مدل MLP ۱۲۱ ماه، مدل RBF تمامی ۱۲۳ ماه و مدل PNN ۹۲ ماه را به طور صحیح طبقه‌بندی کرده است.

## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر پیش‌بینی ادوار مالی بازار با افق زمانی سه ماهه است. بدین منظور ابتدا با استفاده از مدل پاگان و سسونف (۲۰۰۳) و شاخص کل بازار به استخراج ادوار مالی بازار در بازه‌ی زمانی فروردین ۱۳۸۰ تا پایان دی ۱۳۹۶ پرداختیم. خروجی مدل نشان می‌دهد که از ۲۰۲ ماه مورد بررسی ۶۷ ماه در حالت رکود و ۱۳۵ ماه در حالت رونق قرار دارد این یافته با یافته‌های یایا و گیل– آلانا (۲۰۱۴) که بیان کردند بازارها بیشترین زمان خود را درحالت گاوی قرار دارند همخوانی دارد.

در گام بعدی متغیرهای پیش‌بین مالی بازار شامل ارزش دفتری به بازار، سود نقدی به قیمت، سود محقق شده به قیمت، فروش به قیمت، واریانس بازده بازار و متغیرهای کلان اقتصادی شامل قیمت نفت، نرخ تورم، قیمت دلار و قیمت طلا که با تأخیرهای زمانی ۳، ۶ و ۱۲ ماه در نظر گرفته شد که با استفاده از الگوریتم PSO، ۸ متغیر از ۲۷ متغیر به عنوان مهم‌ترین و تأثیرگذارترین متغیرهای پیش‌بین انتخاب شدند.

براساس خروجی الگوریتم PSO، متغیرهای مالی بازار همچون سود نقدی به قیمت با تاخیر زمانی ۳ ماه، فروش به قیمت با تاخیر زمانی ۶ ماه و ارزش دفتری به بازار با تاخیر زمانی ۳ ماه قابلیت پیش‌بینی وضعیت آتی بازار را دارند بنابراین به طور کلی می توان نتیجه گرفت متغیرهای مالی بازار اثری کوتاه مدت و میان مدت بر وضعیت آینده بازار خواهند داشت. با توجه به تحقیقات مشابه همچون مطالعات چن و همکاران (۲۰۱۷) متغیرهای مالی بازار همچون سود نقدی به قیمت، فروش به قیمت و ارزش دفتری به قیمت متغیرهای پیش‌بین مناسبی برای وضعیت آتی بازار هستند.

همچنین با توجه به متغیرهای کلان اقتصادی استخراج شده همچون نرخ تورم با تاخیرهای زمانی ۶ و ۱۲ ماه، قیمت نفت با تاخیرهای زمانی ۶ و ۱۲ ماه و قیمت طلا با تاخیر زمانی ۱۲ ماه می توان نتیجه گرفت متغیرهای کلان اقتصادی اثری میان مدت و بلند مدت بر وضعیت آتی بازار خواهند گذاشت.

در گام نهایی به پیش‌بینی وضعیت ۳ ماه آتی بازار با شبکه‌های ANFIS،MLP، RBF و PNN پرداختیم. نتایج نشان داد که MSE و RMSE داده‌های آزمایشی مدل MLP به ترتیب برابر با ۰/۱۰۳۶ و ۰/۳۲۱۸ نسبت به سایر مدل‌ها کمتر است. همچنین دقت این مدل برابر با ۹۴/۷٪ است و ضریب کاپا برابر ۰/۸۸۲ می‌باشد که نشان دهنده توافق عالی است. مدل MLP از ۶۷ ماه رکود، ۵۹ ماه و از ۱۲۳ ماه رونق، ۱۲۱ ماه را به طور صحیح طبقه‌بندی کرده است.

با توجه به اهمیت اطلاعات مربوط به متغیرهای مالی بازار و کلان اقتصادی به منظور پیش‌بینی وضعیت آتی بازار پیشنهاد می‌شود که مراجع تدوین استاندارد و بورس اوراق بهادار اقداماتی در جهت شفاف‌سازی و افزایش کیفیت اطلاعات مبذول دارند.

همچنین وابستگی اقتصاد کشور به نفت که منجر به اتخاذ سیاست‌های نامناسب پولی، استقراض از بانک مرکزی یا حتی از بانک‌های تجاری، جهت تأمین هزینه‌های خود می‌شود و نتیجه چنین سیاست‌هایی چیزی جز ایجاد تورم بیشتر در کشور نخواهد بود بنابراین اقتصاد ایران نیازمند بازنگری اساسی در روش‌ها و ساختارهای سیاست‌گذاری‌ها به‌ویژه در ساختار و سیاست‌گذاری‌های پولی است. لازم به ذکراست ثبات در سیاست‌های پولی منجر به کاهش نااطیمنانی به بازار سهام خواهد شد.

با توجه به اینکه ارز هم اکنون به عنوان کالای سرمایه‌ای رقیب بازار سهام محسوب می‌شود، لازم است که سیاست‌گذاران اقتصادی با تمهیداتی آن را ازگروه کالاهای سرمایه‌ای خارج و به کالای مصرفی درجامعه تبدیل نمایند. به طوری که این کالا فقط برای مصرف و استفاده نهایی خریداری گردد و انگیزه‌های سفته‌بازی و سرمایه-گذاری بر روی آن از بین رود.

نظر به اثر اهمیت رونق و رکود در بازار سرمایه توصیه می‌شود سیاست‌گذاران اقتصادی در زمان رکود، به شرکت‌های سرمایه‌گذاری برای خرید سهام تسهیلات ویژه اعطا نموده ودر زمان رونق نیز به منظور جلوگیری از رشد بی رویه‌ی قیمت‌ها، نسبت به عرضه‌ی سهام شرکت‌های دولتی اقدام نمایند. بانک مرکزی با کنترل نقدینگی و سازمان خصوصی سازی با تاسیس اداراتی برای کنترل بازار و عرضه‌ی به موقع سهام می‌توانند در این زمینه ایفای نقش نمایند.

به منظور پیشنهاداتی جهت مطالعات آتی موارد زیر بیان می‌شود:

- ✓ با توجه به نتایج مطالعات چن (۲۰۰۹) و چن و همکاران (۲۰۱۷)، عایدی سرمایه‌گذاران با استفاده از استراتژی زمان‌بندی بازار در مقایسه با استراتژی خرید و نگهداری افزایش قابل توجهی خواهد داشت؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران به بررسی و مقایسه عایدی‌های اکتسابی سرمایه‌گذاران با توجه به دو استراتژی فوق بپردازند.
- ✓ با نظر به اینکه خروجی شبکه های عصبی جهت رابطه بین متغیرهای مذکور با بازار سهام را نشان نمی دهد پیشنهاد می شود در مطالعات آتی به این موضوع پرداخته شود.
- ✓ یکی از مهم‌ترین محدودیت‌هایی که همواره در به کارگیری شبکه‌های عصبی به عنوان ابزار پیش‌بینی وجود دارد تعیین ساختار مناسب شبکه است که معمولاً با روش سعی و خطا با آن برخورد می‌شود. استفاده از روش‌های تکاملی برای تعیین ساختار مناسب شبکه، موضوعی است که کمتر مورد توجه پژوهش‌گران قرارگرفته است که برای تحقیقات آتی، انجام آن پیشنهاد می‌گردد.
- ✓ با توجه به اینکه اثر تغییرات متغیرهای کلان اقتصادی (قیمت نفت، دلار و طلا) بر بازده و قیمت سهام شرکت‌های موجود در بورس با توجه به ماهیت هر یک از صنایع متفاوت است؛ پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده این پژوهش در سطح صنایع به تفکیک انجام شود.

## فهرست منابع


* ابونوری، اسماعیل، موتمنی، مانی، ۱۳۸۶، تجزیه و تحلیل بازخورد نوسانات در بازار سهام تهران، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۴، پیاپی ۲۷، صص ۲۴۷-۲۶۱.
* برکچیان، سید مهدی. نصیری. لیلا، ابراهیم‌نژاد، علی. (۱۳۹۵) نسبت‌های ارزش‌گذاری و قابلیت پیش‌بینی بازده بازار (شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران). فصلنامه مدلسازی ریسک و مهندسی مالی، ۱(۲)، صص ۱۴۵-۱۶۵.
* بردبار، نوشین. حیدری، ابراهیم. (۱۳۹۶). اثر نوسانات قیمت جهانی نفت بر بازده سهام انرژی در ایران. فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، شماره ۲۷، صص ۲۰-۱۷۷.
* برقی اسگویی، محمدمهدی، متفکرآزاد، محمد علی، شهباززاده خیاوی، اتابک، (۱۳۹۳). مدلسازی آثار غیرخطی تغییرات نرخ ارز واقعی و قیمت نفت خام بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران (رهیافت رژیم‌های مارکوف-سوئیچینگ). فصلنامه تحقیقات مدل سازی اقتصادی، دوره ۴، شماره ۱۴، صص ۸۵-۱۰۹.
* بقایی، علی. موسوی، محمد مهدی. وثوق، بلال. (۱۳۸۸). استراتژی مالی مناسب برای مدیریت ریسک کل هنگام بروز رکود مالی. اندیشه مدیریت، سال سوم، شماره ۲، صص ۱۴۸-۱۲۹.

* ترابی، تقی. هومن، تقی. (۱۳۸۹). اثرات متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص های بازدهی بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه مدلسازی اقتصادی، سال چهارم، شماره ۱، صص ۱۴۴-۱۲۱.
* حجازی، رضوان. فاطمی، محبوبه. (۱۳۸۴). پیش بینی بازده بازار با استفاده از نسبت های مالی. مطالعات تجربی حسابداری مالی، دوره ۳، شماره ۱۲، صص ۱۱۱-۸۳.
* خوش طینت، محسن. ساربانها، محمدرضا. (۱۳۸۲). اثر سود تقسیمی بر سهام شرکتها. مطالعات تجربی حسابداری، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱۳۹-۱۰۷.
* 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 ۱۱۲-۹۱.
* صمدی، سعید، شیرانی فخر، زهره، داودزاده، مهتاب، (۱۳۸۶). بررسی میزان اثرپذیری شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران از قیمت جهانی نفت و طلا (مدل‌سازی و پیش بینی). فصلنامه بررسی‌های اقتصادی، دوره ۴، شماره ۲.
* عبادالهان کویچ، اصغرپور، حسین، ذوالقدر، حمید، (۱۳۹۳). بررسی رابطه بین قیمت سهام و نرخ ارز در کشورهای صادرکننده نفت: رویکرد هم‌انباشتگی. فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهراء، سال دوم، شماره ۵، صص ۸۶-۶۱.
* 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.
* کیا، سیدمصطفی، ۱۳۹۵، شبکه‌های عصبی در MATLAB، چاپ پنجم، دانشگاهی کیان، تهران.
* محمدی ملقرنی، عطاالله، ۱۳۸۴، نقش بازار بورس اوراق بهادار در توسعه اقتصادی، اولین کنگره منطقه ای راهکارهای توسعه اقتصادی استان کردستان.
* 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 ۲۳۱-۱۹۷.
* Al Janabi, M. A., Hatemi-J, A., & Irandoust, M. (2010). An empirical investigation of the informational efficiency of the GCC equity markets: evidence from bootstrap simulation. International Review of Financial Analysis, 19(1), 47-54.
* Apergis, N., & Miller, S. M. (2009). Do structural oil-market shocks affect stock prices? Energy economics, 31(4), 569-57.
* 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.
* 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.
* 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.
* 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.
* Capie, F., Mills, T. C., & Wood, G. (2005). Gold as a hedge against the dollar. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 15(4), 343-352.

* Chauvet, M., & Potter, S. (2000). Coincident and leading indicators of the stock market. Journal of Empirical Finance, 7(1), 87-111 .
* 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 .
* Chen, S.-S. (2009). Predicting the bear stock market: Macroeconomic variables as leading indicators. Journal of Banking & Finance, 33(2), 211-223.
* Chiou, J.-S., & Lee, Y.-H. (2009). Jump dynamics and volatility: Oil and the stock markets. Energy, 34(6), 788-796.
* Eberhart, R., & Kennedy, J. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. Paper presented at the Micro Machine and Human Science, 1995. MHS'95., Proceedings of the Sixth International Symposium on.
* 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.
* Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. The Journal of Finance, 47(2), 427-465.
* 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 .
* Güler, I., & Übeyli, E. D. (2005). Adaptive neuro-fuzzy inference system for classification of EEG signals using wavelet coefficients. Journal of neuroscience methods, 148(2), 113-121.
* Hamilton, J. D. (2011). Calling recessions in real time. International journal of forecasting, 27(4), 1006-1026.
* Hanna, A. J.(2018) .A top-down approach to identifying bull and bear market
* states. International Review of Financial Analysis, 55, 93-110 .
* 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.
* Kilian, L., & Park, C. (2009). The impact of oil price shocks on the US stock market. International Economic Review, 50(4), 1267-1287.
* Kole, E., & van Dijk, D. (2017). How to identify and forecast bull and bear markets? Journal of Applied Econometrics, 32(1), 120-139.
* Lewellen, J. (1999). The time-series relations among expected return, risk, and book-to-market. Journal of Financial Economics, 54(1), 5-43.
* Miller, J. I., & Ratti, R. A. (2009). Crude oil and stock markets: Stability, instability, and bubbles. Energy economics, 31(4), 559-568.
* Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Modelling the impact of oil prices on Vietnam's stock prices. Applied energy, 87(1), 356-361.
* Nyberg, H. (2013). Predicting bear and bull stock markets with dynamic binary time series models. Journal of Banking & Finance, 37(9), 3351-3363.
* Pagan, A. R., & Sossounov, K. A. (2003). A simple framework for analysing bull and bear markets. Journal of Applied Econometrics, 18(1), 23-46 .
* Park, J., & Ratti, R. A. (2008). Oil price shocks and stock markets in the US and 13 European countries. Energy economics, 30(5), 2587-2608.
* Pontiff, J., & Schall, L. D. (1998). Book-to-market ratios as predictors of market returns1. Journal of Financial Economics, 49(2), 141-160.
* Saleh, G. (2008). The dynamic relation between stock prices and exchange rates in Egypt, Saudi Arabia and UAE: University of Illinois at Chicago.

* Shapiro, A. C. (1986). Guidelines for long-term corporate financing strategy. Midland Corporate Finance Journal (Winter 1986), 6-19.
* Sias, R. W., & Whidbee, D. A. (2010). Insider trades and demand by institutional and individual investors. The Review of Financial Studies, 23(4), 1544-1595.
* Stehman, S. V. (1997). Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy. Remote sensing of Environment, 62(1), 77-89.
* 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

## یادداشت‌ها

[1] Chen
[2] Nyberg
[3] Pagan & Sossounov
[4] Bry & Boschan
[5] Turning point
[6] Pontiff & Schall
[7] Lewellen
[8] Gayol & Welch
[9] Chen et al.
[10] Chauvet and Potter
[11] Yaya and Gil-Alana
[12] Kole & van Dijk
[13] Fama & French
[14] Earning to price
[15] Basu
[16] Gordon
[17] Lipson
[18] Barbee, Mukhreji & Rains
[19] Gordon growth model
[20] Pindyck
[21] Chiou and Lee
[22] Jammazi and Aloui
[23] El-Sharif et al.
[24] Narayan and Narayan
[25] Park & Ratti
[26] Kilian & Park
[27] Apergis & Miller
[28] Miller & Ratti
[29] Al Janabi et al.
[30] Baur & Lucy
[31] Capie et al.
[32] Trainind Data
[33] Validation Data
[34] Test Data
[35] Best Solution
[36] Multi layer perceptron
[37] DELTA
[38] Back Propagation
[39] Local

[40] Confusion Matrix
[41] Contingency Matrix
[42] Error Matrix