

## مدل سازی و پیش بینی شاخص های اقتصادی با استفاده از سودهای کل حسابداری و پیش بینی شده توسط مدیران

سجاد نقدی\*، غلامحسین اسدی\*\*، محمد نوفرستی\*\*\*، علیرضا فضلزاده\*\*\*\*

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۶

### چکیده

سودهای حسابداری به دلیل جامعیت آن به اصطلاح آینه تمام قد از عملکرد شرکت محسوب می‌شوند. علاوه بر این یکی از مهم ترین رویکردهای پژوهش‌های حوزه افشای اختیاری این است که پیش‌بینی‌های مدیریت به دلیل دسترسی مدیران به برخی اطلاعات محرمانه، شاخص به موقعی در راستای ارزیابی وضعیت فعلی و آتی اقتصادی باشد، لذا در پژوهش حاضر به بررسی این نکته پرداخته شده است که آیا سودهای کل حسابداری (سود خالص و سود ناخالص) در کنار برخی از اطلاعات افشا شده توسط مدیران نظیر پیش‌بینی سود می‌تواند به عنوان شاخص پیش‌بینی کننده متغیرهای اقتصادی (نرخ تورم و نرخ بیکاری) باشند یا خیر. در همین راستا تعداد ۸۸ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ به عنوان نمونه آماری پژوهش انتخاب شده است. همچنین در راستای پاسخگویی به سؤال پژوهش، سه مدل مبتنی بر شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تجمع ذرات طراحی و نتایج آنها مقایسه شده است. نتایج بیانگر آن است که استفاده از الگوریتم تجمع ذرات و ژنتیک در آموزش شبکه عصبی مؤثر است. همچنین نتایج مبین آن است که سودهای کل حسابداری شاخص مؤثری در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی محسوب می‌شوند. این یافته نشانگر اهمیت اطلاعات حسابداری در سطح کلان اقتصادی است.

**واژه‌های کلیدی:** نرخ بیکاری، نرخ تورم، مدل‌های هوش مصنوعی.

**طبقه‌بندی موضوعی:** M41، E37، C02

DOI: 10.22051/jera.2017.15739.1688

\* دانشجوی دکتری حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (sajad.nagdi@yahoo.com)

\*\* دانشیار حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، نویسنده مسئول، (H-Assadi@sbu.ac.ir)

\*\*\* دانشیار اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (M-noforesti@sbu.ac.ir)

\*\*\*\* دانشیار حسابداری، دانشگاه تبریز، ایران، (Fazlzadeh-acc@yahoo.com)

### مقدمه

نرخ بیکاری و نرخ تورم از مهم‌ترین شاخص‌های عمده اقتصادی محسوب می‌شوند. لذا پیش‌بینی این متغیرها در سال‌های اخیر، در کانون توجه پژوهشگران مختلف داخلی و خارجی نظیر نالاردی و اوگنوا، (۲۰۱۴) بوده است. اشتغال و بیکاری از مهم‌ترین مسائلی هستند که برای ایجاد جامعه مرفه باید مورد توجه قرار گیرند، زیرا اولین شرط برای رشد و توسعه هر جامعه‌ای ایجاد اشتغال است. پیش‌بینی نرخ تورم نیز در تنظیم سیاست‌های اقتصادی نقش مهمی را بازی می‌کند. در این زمینه پژوهشگران حوزه اقتصاد نظیر خجسته نژاد (۱۳۹۱) در تلاش بوده‌اند تا با استفاده از متغیرهای اقتصادی و سیاسی از قبیل قیمت طلا، نفت و سایر مؤلفه‌ها اقدام به پیش‌بینی نرخ بیکاری و نرخ تورم نمایند. این در حالی است که موج جدید پژوهش‌های حسابداری با عنوان حسابداری کلان، در چند سال گذشته در پی آن بوده است تا با استفاده از اطلاعات و داده‌های موجود در صورت‌های مالی اقدام به پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی نمایند. پژوهشگران حوزه حسابداری کلان نظیر هانگ (۲۰۱۵) در تلاش هستند تا با استفاده از متغیرهای استخراجی از صورت‌های مالی به مدلی در ارتباط با پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی دست پیدا کنند. مسئله اساسی این پژوهش‌ها امکان‌سنجی پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی با استفاده از قدرت پیش‌بینی اطلاعات حسابداری است. راهکارها و ایده‌های متعددی در طول سال‌های اخیر به واسطه پژوهش‌های متعدد حوزه حسابداری کلان توسط پژوهشگران مختلف از قبیل کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴) ارائه شده است. با این حال چندین مسئله در ادبیات حسابداری کلان وجود دارد که تاکنون پاسخی در ارتباط با آن‌ها ارائه نشده است. تا بدان جایی که پژوهشگر مطلع است، برخی از این مسئله‌ها که تاکنون پاسخی برای آن ارائه نشده و یا به صورت کلی در پژوهش‌های پیشین بررسی نشده است، به شرح زیر است:

- ۱) روابط غیرخطی میان اطلاعات حسابداری و اقتصادی: بنا به اعتقاد برخی پژوهشگران از قبیل تراسویرتا (۲۰۰۵)، روابط غیرخطی حاکم بر محیط داده‌های اقتصادی و مالی است، در نتیجه تکیه بر مدل‌های خطی نظیر رگرسیون مجموع حداقل مربعات نمی‌تواند انتخاب مدل مناسب و دقیقی باشد.

۲) تفاوت محیط اقتصادی کشورهای در حال توسعه با کشورهای توسعه یافته و ضرورت انجام پژوهش‌های مرتبط با قلمرو حسابداری کلان در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران

۳) عدم به کارگیری مدل‌های هوش مصنوعی که در سال‌های اخیر بهترین عملکرد را در زمینه مدل‌سازی و طراحی مدل داشته‌اند.

ادعای نگارندگان حوزه حسابداری کلان نظیر کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴) بر این است که در صورتی که بتوان تغییرات در متغیرهای عمده اقتصادی را بر اساس نوسانات متغیرهای حسابداری تبیین کرد، در این صورت می‌توان بر نقش و جایگاه اطلاعات حسابداری بیشتر از گذشته تأکید داشت. سؤالی که ممکن است در این زمینه برای خواننده پیش آید، این است که آیا اطلاعات حسابداری از توان لازم در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی برخوردار است یا خیر؟ پاسخگویی به این سؤال نیازمند بررسی قدرت پیش‌بینی متغیرهای حسابداری در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی است؛ به عبارت دیگر اگر متغیرهای حسابداری قادر باشند تا اطلاعات اقتصادی را تبیین کنند، بار دیگر بعد از انبوه پژوهش‌های اثباتی حسابداری، اهمیت داده‌های حسابداری پررنگ‌تر خواهد شد. نگاه عرف به داده‌های حسابداری به عنوان اطلاعات گذشته‌نگر است. با این حال این پژوهش دنبال آن است تا نشان دهد که اطلاعات حسابداری در پیش‌بینی رویدادهای آتی اقتصادی نیز مطرح بوده و از این نگاه جدید نیز اهمیت دارند.

سؤال اصلی پژوهش حاضر امکان‌پذیری پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی (نرخ بیکاری و نرخ تورم) با استفاده از متغیرهای بنیادی حسابداری است؛ به عبارت دیگر ارقام مختلف موجود در صورت‌های مالی اعم از سود خالص و سود ناخالص به عنوان خروجی حسابداری و همچنین سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیران تا چه میزانی توانایی پیش‌بینی مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی (نرخ تورم و نرخ بیکاری) را دارند. در راستای توجه به روابط غیرخطی میان متغیرهای اقتصادی و عوامل مؤثر در پیش‌بینی آن که توسط پژوهشگرانی نظیر تراسویرتا (۲۰۰۵) مورد تأکید است، در سال‌های اخیر مدل‌های هوش مصنوعی به طور گسترده‌ای در پیش‌بینی متغیرهای مالی و اقتصادی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل‌های هوش مصنوعی برخلاف مدل‌های خطی، آثار غیرخطی و تعاملات پیچیده میان متغیرها را منعکس می‌کنند. به همین دلیل در این پژوهش از طریق ترکیب سه روش محاسباتی، الگوریتم تجمع ذرات،

الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی از رویکرد جدیدتری در پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی استفاده شده است.

### مبانی نظری

حسابداری کلان علی‌رغم توسعه در سال‌های اخیر از پشتوانه نظری مناسبی برخوردار است. به عنوان مثال می‌توان در این زمینه به نظریه‌های تقاضای سرمایه‌گذاری و تقاضای مصرف که توسط کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) و شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) ارائه شده است، اشاره کرد. این نظریه‌ها در ادامه تشریح می‌شوند.

### نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری

شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) معتقد هستند که یکی از دلایل ارتباط میان سودهای حسابداری و متغیرهای اقتصادی ریشه در رفتار مدیران شرکت در اثر شوک‌های ناشی در تغییرات سود است. در صورتی که سود شرکت یک‌روند افزایشی داشته باشد، احتمال افزایش سرمایه‌گذاری شرکت بیشتر می‌شود، این موضوع از لحاظ آماری زمانی تأیید شد که سودهای حسابداری این قابلیت را داشتند تا میزان سرمایه‌گذاری دوره بعدی را پیش‌بینی نمایند. حتی پژوهش‌های پیشین نیز این نکته را تأیید کرده بودند. به عنوان مثال هان و همکاران (۲۰۱۵) اعتقاد دارند که در صورت افزایش روند سودآوری شرکت، میزان سرمایه‌گذاری شرکت‌ها افزایش خواهد داشت. بر اساس نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری شوک و افزایش در سود حسابداری باعث افزایش ظرفیت شرکت در تولید کالاها و خدمات خواهد شد؛ زیرا در این صورت منابع مالی در اختیار سازمان‌ها در راستای سرمایه‌گذاری افزایش خواهد یافت. سرمایه‌گذاری سازمان‌ها در نتیجه افزایش سود به دو حالت می‌تواند رخ دهد. حالت اول سرمایه‌گذاری سازمان در موجودی مواد و کالا در راستای فروش مجدد آن‌ها خواهد بود. حالت دوم سرمایه‌گذاری سازمان‌ها در دارایی‌های مولد و ماشین‌آلات خطوط تولیدی در جهت افزایش ظرفیت تولیدی واحد تجاری است. این امر می‌تواند تأثیر مطلوبی بر آمار اشتغال داشته باشد. در نتیجه طبق این نظریه امکان تبیین نرخ بیکاری با استفاده از سودهای حسابداری وجود دارد.

### نظریه تقاضای مصرف

طبق این نظریه افزایش ناگهانی در سود منجر به افزایش ثروت و درآمد سهامداران و کارکنان شرکت خواهد شد. در صورت افزایش ثروت سهامداران و کارکنان در کوتاه‌مدت سطح مصرف و سرمایه‌گذاری آن‌ها افزایش چشم‌گیری خواهد داشت. این دیدگاه مبتنی بر نظریه مصرف‌کننده است که در آن کینز معتقد است عوامل مختلفی بر تصمیمات مصرف‌کننده تأثیرگذار بوده، اما در کوتاه‌مدت مهم‌ترین عامل تأثیرگذار، درآمد است. در نظریه تقاضای مصرف طبق دیدگاه کینز، مصرف در کوتاه‌مدت تحت تأثیر درآمد فرد خواهد بود. کارکنان، مدیران، سهامداران و در نهایت دولت نیز از افزایش سود شرکت بهره‌مند خواهند شد. همان‌طور که همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در صورت افزایش سودهای شرکت، میزان پاداش، حقوق و مزایای کارکنان شرکت افزایش خواهد یافت. طبیعی است که در صورت روند مثبت سودآوری، به دلیل منابع فراوان در اختیار واحدهای تجاری، میزان حقوق و مزایای کارکنان شرکت افزایش خواهد یافت. در این صورت انتظار افزایش نرخ تورم قابل پیش‌بینی خواهد بود. کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) معتقد هستند که می‌توان سه دلیل مختلف در ارتباط با تأثیرپذیری سطح عمومی قیمت‌ها از متغیرهای حسابداری خصوصاً سود حسابداری برشمرد: اول اینکه زمانی که سود حسابداری از رشد مناسبی برخوردار باشد، مدیران، شوک مثبت ناشی از افزایش سود را به عنوان تغییر مطلوب محیط عملیاتی شرکت تلقی کرده و با افزایش سرمایه‌گذاری در ظرفیت عملیاتی شرکت بدان پاسخ می‌دهند. دلیل دوم ریشه در قابلیت تبدیل سود حسابداری به وجه نقد و یا دیگر دارایی‌های با نقد شوندگی بالا است. این فرایند محدودیت‌های سرمایه‌گذاری شرکت‌ها را از طریق تأمین منابع داخلی از بین می‌برد. دلیل سوم ریشه در ریسک اعتباری شرکت دارد. زمانی که سود شرکت‌ها از نرخ رشد مثبتی برخوردار باشد، این رویداد باعث کاهش ریسک اعتباری شرکت شده و در نهایت فرایند وام‌گیری شرکت تسهیل می‌یابد. منابع مالی تأمین شده از طریق بانک‌ها نیز مجدداً برای سرمایه‌گذاری‌های مختلف در اختیار شرکت قرار می‌گیرد.

این در حالی است که سودهای حسابداری تنها عواملی نیستند که قابلیت پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی را دارند. بونسال و همکاران (۲۰۱۳) نیز معتقدند، مدیران ممکن است برخی تصمیم‌های حیاتی و مهم را بر اساس چشم‌انداز آتی خود از اقتصاد اتخاذ نمایند، لذا انتظار بر این است که برخی از متغیرهایی موجود در گزارش‌گیری سالانه از قبیل پیش‌بینی سود توسط

مدیران که ماهیت آینده‌نگرانه دارد، این توانایی را داشته باشد تا متغیرهای عمده اقتصادی را تبیین نماید. این پژوهشگران معتقدند با توجه به اینکه مدیران باید تصمیمات عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی متعددی را در سازمان بگیرند، لذا باید درک درستی از چشم‌انداز اقتصاد داشته باشند. با این حال تردیدها در این ارتباط وجود دارد که آیا مدیران شرکت از تخصص و توانایی لازم در خلق چشم‌انداز مناسب آتی اقتصاد برخوردار هستند یا خیر؟ به عنوان مثال کوتاری (۲۰۰۱) در پژوهش خود نشان داده است که عمدتاً پیش‌بینی تحلیل‌گران از سود، دقیق‌تر از پیش‌بینی سود توسط مدیران سازمان است. نتایج این پژوهش‌ها توانایی مدیران را در پیش‌بینی رویدادهای آتی را دچار تردید ساخته است. این در حالی است که بونسال و همکاران (۲۰۱۳) اعتقاد دارند حتی در صورتی که مدیریت از توانایی و تخصص کافی نیز در ارتباط با مخابره وضعیت آتی اقتصاد به بازار نیز برخوردار نباشد، همچنان پیش‌بینی‌های مدیران از سود بخشی از اطلاعات مورد نیاز در مورد وضعیت اقتصاد را به استفاده کنندگان مخابره می‌کند. کالای و همکاران (۲۰۱۴) معتقد هستند که یکی دیگر از دلایل اصلی افزایش بیکاری در زمان افزایش پراکندگی سود شرکت‌ها، مهاجرت کارکنان از شرکت‌های کم سود به شرکت‌های پرسود است. به عبارتی دیگر وقتی نیروی کار شرکت، با بازار کاری روبه‌رو می‌شود که در آن با فرصت‌های خوب شغلی خصوصاً از لحاظ مالی برخوردار می‌کنند، طبیعی است که به سمت آن شرکت‌ها مهاجرت کنند. ولی با توجه به بروز بیکاری اصطلاحاً، نرخ بیکاری در چنین شرایطی افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر به دلیل بروز برخی فرایندهای قبل استخدام از قبیل آموزش، کسب تجربه و فاصله جغرافیایی، نرخ بیکاری در کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد.

### پیشینه پژوهش

بونسال و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش خود به بررسی این موضوع پرداختند که آیا سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیران می‌تواند اطلاعاتی را در ارتباط با اقتصاد کلان و وضعیت آتی آن در اختیار استفاده‌کنندگان قرار دهد یا خیر. نتایج نشان داد که پیش‌بینی‌های مدیران از سود بیشتر تحت تأثیر وضعیت آتی اقتصاد قرار دارد. پیامد اصلی این پژوهش آن است که اطلاعات اختیاری افشا شده توسط مدیریت می‌تواند سیگنال‌های با ارزشی را در ارتباط با وضعیت آتی اقتصاد مخابره کند. به همین دلیل در پژوهش حاضر نیز بر قدرت توضیحی سودهای پیش‌بینی

شده توسط مدیران تأکید شده است. گالو و همکاران (۲۰۱۳) به دنبال بررسی این موضوع بودند که آیا اطلاعات به دست آمده از ارتباط میان سودهای حسابداری و وضعیت آتی اقتصاد، می‌تواند در سیاست‌گذاری توسط دولت و سایر مراجع ذی‌ربط کاربرد داشته باشد یا خیر. نتایج حاکی از این بود که متغیرهای حسابداری خصوصاً سودهای کل حسابداری توانایی پیش‌بینی و تبیین تغییرات آتی نرخ تورم و نرخ بیکاری را دارند. مدل مورد استفاده در این پژوهش نیز همانند پژوهش بونسال و همکاران (۲۰۱۳) از نوع مدل‌های خطی است. اوگنوا (۲۰۱۳) به بررسی ارتباط میان پیش‌بینی مدیریت و وضعیت آتی اقتصاد پرداخته است. وی برای این کار پژوهش بونسال و همکاران (۲۰۱۳) را الگوی پژوهش خود قرار می‌دهد. اوگنوا (۲۰۱۳) مشابه با پژوهش بونسال و همکاران (۲۰۱۳) این ایده را دارد که پیش‌بینی‌های مدیریت خصوصاً سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیران می‌تواند در پیش‌بینی وضعیت آتی اقتصاد مفید باشد، زیرا مدیران سازمان دسترسی سریع‌تر به اطلاعات محرمانه و به موقعی دارند که نشانگر وضعیت آتی اقتصاد بوده و تاکنون در دسترس اقتصاددانان نبوده است. به اعتقاد وی هرچند شواهد تجربی بیانگر این موضوع است که می‌توان برخی اطلاعات مرتبط با اقتصاد را در دل سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیران جست‌وجو کرد، ولی ماهیت دقیق این اطلاعات به صورت جعبه سیاه است. به همین دلیل نیاز به انجام پژوهش‌های متعددی در راستای کالبدشکافی این اطلاعات است. شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) در پژوهش خود به بررسی تأثیر سودهای حسابداری بر نرخ تورم پرداخته و به این نتیجه رسیدند که نرخ رشد سودهای حسابداری قابلیت تبیین نرخ تورم را دارد. در واقع آنها نشان دادند که با افزایش سودهای حسابداری و در ادامه افزایش ثروت خانوارهایی که درآمد آنها وابسته به این شرکت‌ها است، انتظار بر این است که سطح مصرف خانوارها افزایش یابد. این افزایش به دلیل عدم کشش کالاها و خدمات در کوتاه‌مدت منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها شده و در نهایت نرخ تورم افزایش پیدا می‌کند. این پژوهشگران معتقد هستند سودهای حسابداری محتوی اطلاعاتی در ارتباط با شاخص بهای مصرف‌کننده نیستند، این در حالی است که سودهای حسابداری از قدرت توضیحی لازم در پیش‌بینی و تبیین شاخص بهای تولیدکننده برخوردار هستند. از همین رو در این پژوهش نیز از شاخص بهای تولیدکننده در اندازه‌گیری نرخ تورم استفاده شده است. به منظور ایجاد شاخص مناسب در راستای انتخاب نمونه نیز پژوهشگران حوزه حسابداری کلان ایده‌هایی را ارائه داده‌اند. به عنوان مثال کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴) به

این نتیجه رسیدند که پرتفوی متشکل از صد شرکت در بورس اوراق بهادار، استراتژی مناسبی در استخراج داده‌های حسابداری مورد نیاز در پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی است. لازم به توضیح است که معیار این پژوهشگران در انتخاب صد شرکت نمونه بر اساس اندازه شرکت است. در پژوهش حاضر نیز تلاش شده است تا با انتخاب حدود نود شرکت بورسی که از لحاظ ارزش بازار بزرگترین شرکت محسوب می‌شوند به پرتفویی از شرکت‌ها دست پیدا کرد که به نوعی نبض اقتصاد کشور محسوب می‌شوند. کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۶) نیز در ادامه پژوهش‌های قبلی خود معتقد هستند که می‌توان با استفاده از اطلاعات مستخرج از صورت‌های مالی بیست و پنج شرکت بزرگ هر صنعت، به پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی پرداخت. نالاردی و اوگنوا (۲۰۱۷) به این نتیجه رسیدند که با در نظر گرفتن سودهای حسابداری می‌توان نرخ رشد تولید ناخالص داخلی و نرخ بیکاری را با درصد خطای کمتری پیش‌بینی کرد. علاوه بر این با توجه به اینکه کارشناسان حرفه‌ای اقتصادی در تحلیل‌های خود به ندرت ممکن است اطلاعات مرتبط با سود حسابداری را در برآورد متغیرهای عمده اقتصادی استفاده کنند، لذا می‌توان از طریق استفاده از اطلاعات حسابداری خطای پیش‌بینی اولیه در برآوردهای اولیه را توضیح و تبیین کرد.

در میان پژوهش‌های داخلی نیز تا بدان جایی که پژوهشگر مطلع است در حوزه حسابداری کلان مطالعه‌ای صورت نگرفته است. با این حال در ارتباط با روابط اقتصاد و سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیران باغومیان و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که ارتباط معناداری میان سود پیش‌بینی شده توسط مدیر و متغیرهای کلان اقتصادی وجود دارد؛ به عبارت دیگر این پژوهشگران بر این باور هستند که شرکت‌ها در یک فضای خالی فعالیت ندارند و شرایط اقتصادی بر فعالیت‌های آن‌ها تأثیرگذار است. این در حالی است که خود شرکت‌ها نیز بخش اعظمی از این اقتصاد را تشکیل داده و یک ارتباط دو طرفه میان شرایط اقتصادی و واحدهای تجاری وجود دارد.

### روش‌شناسی

با توجه به هدف پژوهش که ارزیابی روابط میان پدیده‌ها و افزودن به دانش موجود در حوزه حسابداری کلان است، لذا این پژوهش از لحاظ هدف در دسته پژوهش‌های بنیادی طبقه‌بندی می‌گردد. همچنین با توجه به اینکه این پژوهش به دنبال بهبود پیش‌بینی‌های شاخص‌های



اقتصادی نیز است، پژوهش حاضر در زمره پژوهش‌های کاربردی نیز قرار دارد. این پژوهش از نوع پژوهش‌های کمی است که در آن داده‌های کمی با هدف پیش‌بینی ارزش آتی متغیر مورد نظر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. متغیرهای سود خالص و سود ناخالص از صورت سود و زیان میان دوره‌ای و سالانه و سودهای پیش‌بینی شده از گزارش‌های هیئت‌مدیره و یادداشت‌های همراه صورت‌های مالی گردآوری شده‌اند. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز جهت محاسبه متغیرهای اقتصادی از منابع آماری رسمی مربوط از قبیل مرکز آمار ایران و بانک مرکزی استخراج شده است.

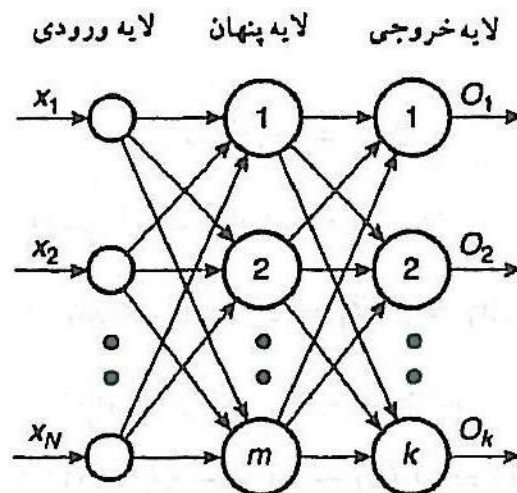
### مدل‌های پژوهش

در پیش‌بینی‌های مالی و اقتصادی دغدغه اصلی پژوهشگران، استفاده از مدل‌های مناسب پیش‌بینی اطلاعات مالی است؛ زیرا برخی سری‌های زمانی مالی و اقتصادی پیچیده، غیر ایستا، همراه با اغتشاش و نامتناسب با مدل‌های خطی بوده و لذا مدل‌سازی آنها دشوار است. به همین دلیل در این پژوهش برای اولین بار با استفاده از مدل‌های غیرخطی شبکه عصبی و ترکیب آن با الگوریتم‌های ژنتیک و تجمع ذرات به پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی با استفاده از اطلاعات صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شده است. دلیل انتخاب این مدل‌ها نیز ریشه در برتری شبکه‌های عصبی بر سایر مدل‌های غیرخطی است که در پژوهش‌های تجربی قبلی نیز بر آن تأکید شده است (نقدی، ۱۳۹۳). در این پژوهش از معیارهای میانگین مربع خطا (MSE) میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و ضریب تعیین ( $R^2$ ) استفاده شده است.

### شبکه عصبی مصنوعی

ایده اصلی شبکه‌های عصبی (تا حدودی) الهام گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی، برای پردازش داده‌ها و اطلاعات به منظور یادگیری و ایجاد دانش است. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده به هم پیوسته با نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسئله با هم هماهنگ عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها (ارتباطات الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. یکی از معروف‌ترین ساختارهای شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی پرسپترون

چندلایه است. شبکه‌های پرسپترون از یک لایه ورودی، تعدادی لایه میانی (پنهان) و یک لایه خروجی تشکیل شده است (مشایخی و همکاران، ۱۳۹۳). نمای شماتیک این شبکه عصبی در نمودار (۱) نمایش داده شده است. در این شبکه نرون‌های هر لایه تماماً به نرون‌های لایه قبل متصل شده است. خروجی هر لایه پس از تأثیر گذاشتن تابع متحرک، ورودی لایه بعدی می‌گردد و این روند تا به دست آمدن خروجی شبکه ادامه می‌یابد.



شکل (۱): ساختار سلسله مراتبی

استفاده بهتر از شبکه عصبی، مستلزم بهینه‌سازی پارامترهای مورد استفاده در آن است. برای تعیین بهترین مقادیر پارامترهای شبکه‌های عصبی زمان زیادی صرف واسنجی این پارامترها به روش آزمون و خطا می‌شود. به همین منظور در اجرای آن از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تجمع ذرات به عنوان یک روش بهینه‌سازی که دستیابی به مقادیر مطلوب پارامترهای شبکه عصبی میسر می‌سازد، استفاده شده است.

### آموزش شبکه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک روش برنامه‌نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان الگوی حل مسئله استفاده می‌کند. در این روش نخست برای تعدادی ثابت که جمعیت نامیده می‌شود، مجموعه‌ای از داده‌ها و پارامترهای هدف به صورت اتفاقی تولید می‌شود و افراد در برابر این مجموعه از داده‌ها مورد آزمایش قرار گرفته و مناسب‌ترین آنها باقی‌مانده و نسل جدید را

شکل می‌دهند. این فرایند برای نسل‌های بعدی تا ارضای معیار همگرایی تکرار می‌شود. مراحل ترکیب و توسعه مدل تلفیقی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک به شرح ذیل است.

مرحله ۱: تعداد جمعیت موجود در هر نسل و تعداد نسل حداکثر در مرحله اول مشخص می‌شود و در این مرحله یک جمعیت اولیه تصادفی به وجود می‌آید.

مرحله ۲: در این مرحله شاکله شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از مقادیر ژن‌های موجود در هر جمعیت ایجاد شده تعیین می‌شود.

مرحله ۳: شبکه طراحی شده با استفاده از داده‌های نرمال شده ورودی آموزش می‌بیند. بعد از آموزش شبکه، مراحل اعتبارسنجی و آموزش شبکه نیز در این گام صورت می‌گیرد.

مرحله ۴: پس از انجام پیش‌بینی با استفاده از شبکه طراحی شده معیار میانگین مجذور خطا محاسبه می‌شود. با محاسبه این معیار تابع هدف مسئله که در این پژوهش حداقل کردن میانگین مربعات خطا می‌باشد، تعیین می‌شود.

مرحله ۵: به منظور ایجاد نسل بعد از عملگرهایی نظیر عملگرهای ژنتیکی و تکاملی مانند ترکیب و جهش ژنی استفاده می‌شود. در این مرحله از نخبه‌گرایی نیز استفاده می‌شود که با استفاده از آن برخی از بهترین‌های جمعیت حاضر به نسل بعد منتقل می‌شود.

مرحله ۶: در این مرحله جمعیت جدید ایجاد شده جایگزین جمعیت قبلی شده تا نسل جدید به وجود آید. در این مرحله به شماره نسل مقدار ۱ اضافه می‌شود و تا زمانی که شماره نسل به مقدار حداکثر خود برسد، مراحل فوق تکرار می‌شوند (میرفخرالدینی و همکاران، ۱۳۹۲).

### آموزش شبکه با استفاده از الگوریتم تجمع ذرات

در سال‌های اخیر با توجه به محدودیت‌های موجود در روش‌های ریاضی، پژوهش‌های فراوانی در زمینه استفاده از الگوریتم‌های تکاملی در جهت بهینه‌سازی انجام شده است. یکی از کاراترین روش‌ها الگوریتم تجمع ذرات است. این الگوریتم در متون فارسی با عناوین دیگری از قبیل توده ذرات، انبوه ذرات و ازدحام ذرات نیز شناخته می‌شود. این الگوریتم برای اولین بار توسط کندی و ابره‌ارت (۱۹۹۵) به کار برده شد. این الگوریتم الهام گرفته از پرواز همزمان پرندگان می‌باشد که با استفاده از یک سری روابط ساده ترکیب‌بندی شده است (کندی و ابره‌ارت، ۱۹۹۵). مراحل اجرای الگوریتم تجمع ذرات به صورت ذیل می‌باشد.

(۱) ایجاد جمعیت اولیه و ارزیابی آن، (۲) تعیین بهترین خاطره‌های شخصی و بهترین خاطره جمعی، (۳) به‌روزرسانی سرعت و موقعیت و ارزیابی پاسخ‌های جدید، (۴) در صورت برآورده نشدن شرایط توقف به مرحله ۲ می‌رویم، (۵) پایان

فرض کنید یک فضای  $D$  بعدی وجود دارد و  $i$  امین ذره (ذره) از گروه می‌تواند با یک بردار سرعت و یک بردار موقعیت نشان داده شود. تغییر موقعیت هر ذره با تغییر در ساختار موقعیت و سرعت قبلی امکان‌پذیر است. هر ذره اطلاعاتی شامل بهترین مقداری را که تاکنون به آن رسیده ( $P_{best}$ ) و موقعیت  $x_i$  را دارا است. این اطلاعات از مقایسه تلاش‌هایی که هر ذره برای یافتن بهترین جواب انجام می‌دهد، به دست می‌آید. همچنین هر ذره بهترین جوابی که تاکنون از مقدار  $P_{best}$  در گروه دست آمده است را می‌شناسد ( $G_{best}$ ). هر ذره برای رسیدن به بهترین جواب سعی می‌کند که موقعیت خود را با استفاده از اطلاعات زیر تغییر دهد: موقعیت کنونی  $X_i$ ، سرعت کنونی  $V_i$ ، فاصله بین موقعیت کنونی و  $P_{best}$  و فاصله بین موقعیت کنونی  $G_{best}$ ، بدین ترتیب سرعت ذره به صورت رابطه (۱) تغییر می‌کند:

$$V_i^{t+1} = \omega V_i^t + C_1 r_1 (P_{best}_i^t - X_i^t) + C_2 r_2 (G_{best}_g^t - X_i^t) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱)  $P_{best}$  بهترین مکانی است که ذره  $i$  تا به حال یافته و  $G_{best}$  بهترین مکانی است که کل ذرات تاکنون به آن رسیده‌اند.  $\omega$  ضریب اینرسی است که در طول اجرای برنامه تغییر می‌کند.  $C_1$  و  $C_2$  به ترتیب ضریب شناختی و ضریب اجتماعی نامیده می‌شود که نشان دهنده میزان اهمیت و ارجحیت بهترین نقاط پیدا شده توسط خود ذره و جمع ذرات هستند. همچنین  $r_1$  و  $r_2$  اعداد تصادفی در بازه  $[0,1]$  هستند. موقعیت بعدی هر ذره در فضای جست‌وجو با موقعیت فعلی و سرعت بعدی آن تعیین می‌شود؛ ه عبارت دیگر موقعیت یا مکان بعدی هر ذره ( $X_i^{t+1}$ ) نیز بر اساس رابطه (۲) به دست می‌آید.

$$X_i^{t+1} = X_i^t + V_i^{t+1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

پارامترهای رابطه (۱) و رابطه (۲) در نگاره (۱) نمایش داده شده است.

### نگاره (۱): پارامترهای معادله الگوریتم تجمع ذرات

پارامتر	شرح	پارامتر	شرح
$X_i^t$	موقعیت ذره $i$ ام	$Gbest_i^t$	بهترین موقعیت تجربه شده در کل جمعیت
$X_i^{t+1}$	موقعیت بعدی ذره $i$ ام	$C_1$	ضریب یادگیری شناختی
$V_i^t$	سرعت ذره $i$ ام	$C_2$	ضریب یادگیری جمعی
$V_i^{t+1}$	سرعت ذره $i$ ام در موقعیت بعدی	$\omega$	ضریب اینرسی
$Pbest_i^t$	بهترین موقعیت تجربه شده برای ذره $i$ ام	$r_2, r_1$	اعداد تصادفی با توزیع یکنواخت

### آموزش شبکه با استفاده از ترکیب الگوریتم تجمع ذرات و ژنتیک

توانمندی الگوریتم تجمع ذرات و الگوریتم ژنتیک در حل مسائل پیچیده و مختلف بارها به اثبات رسیده است. به هر حال هر کدام از این دو روش دارای نقاط ضعف و قوتی هستند، مقایسه بین الگوریتم‌های تجمع ذرات و الگوریتم ژنتیک توسط آنجلاین (۱۹۹۸) صورت گرفته و با توجه به نتایج به دست آمده، وی پیشنهاد کرد که با ترکیب این دو الگوریتم مدل به دست آمده تبدیل به مدلی با کارایی قوی در حل مسائل و ایجاد یک فضای جستجوی خوب خواهد شد. اساس کلی این روش بدین صورت است که مزایای الگوریتم تجمع ذرات به همراه عملگرهای بسیار سودمند الگوریتم ژنتیک (جهش و تقاطع) ترکیب و الگوریتم ترکیبی به وجود می‌آید (آنجلاین، ۱۹۹۸). یکی از مزایای الگوریتم تجمع ذرات نسبت به الگوریتم ژنتیک ساده بودن و کم بودن پارامترهای آن نسبت به الگوریتم ژنتیک است. از مشکلات اساسی الگوریتم تجمع ذرات همگرایی زودرس آن است که این همگرایی لزوماً رسیدن به جواب بهینه نمی‌باشد، برای جلوگیری از این اتفاق، موقعیت ذرات و همچنین بهترین ذره باید تغییر کند و تغییر این موقعیت از طریق همان ترکیب با الگوریتم ژنتیک صورت می‌گیرد. عملگرهای بسیار کارآمد الگوریتم ژنتیک، عملگر جهش و تقاطع می‌باشند که با به کار گرفتن عملگر تقاطع اطلاعات بین دو ذره از جمعیت مبادله می‌شوند و بدین ترتیب ذره مورد نظر می‌تواند به یک نقطه جدید در فضای تصمیم منتقل شود. هدف از به کار بردن دومین عملگر مورد نظر (جهش) افزایش گوناگونی و ایجاد تنوع در جمعیت و نهایتاً جلوگیری از رسیدن به جواب بهینه موضعی می‌باشد. در الگوریتم ژنتیک کروموزوم‌ها به طور تصادفی برای افزایش تناسب خود اصلاح می‌شوند. دو راه حل اساسی برای این کار وجود دارد. اولین

راه‌حل استفاده از عملگر تقاطع است که این فرآیند بر اساس ترکیب کروموزوم‌ها در طول تولیدمثل در موجودات زنده شبیه‌سازی شده و دومین راه‌حل استفاده از عملگر جهش می‌باشد.

### جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش حاضر اقتصاد کشور ایران است. به همین منظور باید تعدادی شرکت‌های منتخب از کشور انتخاب گردند که شرایط تبیین و وضعیت فعلی و آتی اقتصاد را داشته باشند. آنچه در این زمینه و باید در انتخاب شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مدنظر قرار گیرد، بزرگ بودن شرکت از لحاظ ارزش بازار است. به گونه‌ای که شرکت‌های منتخب از لحاظ ارزش بازار نسبی خود در قیاس با ارزش بازار کل بورس چشم‌گیر باشند. به صورتی که تغییرات ایجاد شده در آن شرکت‌ها بتواند از لحاظ حجم اطلاعاتی تغییر محسوسی در اقتصاد کشور ایجاد نمایند. این رویکرد در بخش اعظم پژوهش‌های حسابداری کلان از قبیل مطالعات کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴)، هانگ (۲۰۱۵) و کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۶) نیز دیده می‌شود. بر همین اساس و در بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ اطلاعات ۸۸ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شده است. این شرکت‌ها از لحاظ ارزش بازار به صورت میانگین در طی ده سال اخیر حداقل ۸۰ درصد از بورس کشور را تشکیل می‌دهند. با توجه به محدودیت فضای مقاله از ارائه جزئیات این شرکت‌ها خودداری شده است.

### متغیرهای پژوهش

#### نرخ بیکاری

همان‌طور که شرح آن گذشت، امکان مدل‌سازی نرخ بیکاری مطابق با نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری و با استفاده از اطلاعات حسابداری وجود دارد. طبق تعاریف مرکز آمار ایران نرخ بیکاری عبارت است از نسبت افراد بیکار یا در جستجوی کار به جمعیت واقع در سن فعالیت که به صورت درصد بیان می‌شود. این شاخص بخشی از نیروی کار را که طی دوره زمانی مورد بررسی یا به فعالیتی اشتغال نداشته و یا شغل قبلی خود را به دلایلی از دست داده و یا اینکه در جستجوی کار است را اندازه‌گیری می‌کند. مرکز آمار ایران در نظام آمارگیری خود با معیارهای مختلفی به اندازه‌گیری نرخ بیکاری می‌پردازد. نرخ مشارکت جمعیت ده ساله

و بیشتر مربوط به مناطق شهری و روستایی مهم‌ترین معیار اندازه‌گیری آمار اشتغال و بیکاری در کشور محسوب می‌شود. لذا در پژوهش حاضر نیز بر این معیار تکیه شده است.

### نرخ تورم

مطابق با پژوهش شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) آنچه در این پژوهش به عنوان شاخص بها در راستای اندازه‌گیری نرخ تورم استفاده شده است، شاخص بهای تولیدکننده است. طبق گزارش بانک مرکزی و مرکز آمار ایران شاخص بهای تولیدکننده یکی از معیارهایی است که به منظور سنجش عملکرد اقتصادی، از سطح عمومی قیمت‌ها محاسبه و منتشر می‌شود. هدف از محاسبه شاخص بهای تولیدکننده، اندازه‌گیری تغییرات قیمت‌هایی است که تولیدکنندگان در ازای فروش کالاها و خدمات خود دریافت می‌کنند؛ از این رو، تأثیر قابل توجهی بر تصمیم‌گیری صاحبان صنایع، سرمایه‌گذاران و حتی سیاست‌مداران خواهد داشت. هدف از محاسبه شاخص بهای تولیدکننده، اندازه‌گیری تغییرات قیمت‌هایی است که تولیدکنندگان در ازای فروش کالاها و خدمات خود دریافت می‌کنند.

### متغیرهای حسابداری

در پژوهش حاضر، علاوه بر سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیر که بر اساس نگرش جامع مدیران شرکت‌ها در مورد وضعیت آتی اقتصاد و ادبیات نظری افشای اختیاری انتخاب شده است، دو متغیر بنیادی سود خالص و سود ناخالص به عنوان متغیرهای مؤثر در پیش‌بینی متغیرها و آمارهای عمده اقتصادی انتخاب شده‌اند. دلیل انتخاب این متغیرها بر اساس نظریه‌های تقاضای سرمایه‌گذاری و تقاضای مصرف است. طبق این نظریه‌ها و نتایج پژوهش‌های تجربی حوزه حسابداری کلان از قبیل کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) و شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) سودهای کل حسابداری مهم‌ترین و جامع‌ترین شاخص در بین متغیرهای حسابداری است که روند تغییرات آن می‌تواند سیگنال‌های باارزشی از وضعیت آتی اقتصاد به بازار ارائه دهد. نماد و نحوه اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش در نگاره (۲) نمایش داده شده است.

## نگاره (۲): متغیرهای حسابداری و نحوه محاسبه آنها

متغیر	نماد	نحوه اندازه‌گیری
تغییرات سود ناخالص	$\Delta GM$	$\frac{(\Delta GM)}{GM_1} = \frac{GM_2 - GM_1}{GM_1}$ سود ناخالص دوره جاری $GM_2$ سود ناخالص دوره مشابه قبلی $GM_1$
تغییرات سود خالص	$\Delta NI$	$\frac{(\Delta NI)}{NI_1} = \frac{NI_2 - NI_1}{NI_1}$ سود خالص دوره جاری $NI_2$ سود خالص دوره مشابه قبلی $NI_1$
تغییرات سود پیش‌بینی شده توسط مدیر	$\Delta EF$	$\frac{(\Delta EF)}{EF_1} = \frac{EF_2 - EF_1}{EF_1}$ سود پیش‌بینی شده توسط مدیر دوره جاری $EF_2$ سود پیش‌بینی شده توسط مدیر دوره مشابه قبلی $EF_1$

## نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها

## آمار توصیفی

نگاره آمار توصیفی متغیرهای حسابداری در نگاره (۳) نمایش داده شده است.

## نگاره (۳): آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیرهای پژوهش	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه
تغییرات سود خالص	۰/۲۹۴	۰/۳۸۵	۱/۳	-۰/۴۶۰
تغییرات سود ناخالص	۰/۲۱۹	۰/۲۳۵	۰/۶۲	-۰/۴۹۰
تغییرات پیش‌بینی سود	۰/۱۰۸	۰/۰۹	۰/۶۳۰	-۰/۵۶۰
تغییرات شاخص بهای تولیدکننده	۰/۲۲	۰/۲۹	۲/۳۴	-۰/۶۶
تغییرات نرخ بیکاری جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر	۰/۱۶۶	-۰/۴۸۵	۲۰/۳۸	-۱۴/۴۹

در ارتباط با نرخ بیکاری در سال‌های اخیر تغییرات خیلی گسترده‌ای در شاخص اصلی آن ایجاد نشده است. بیشترین تغییرات نرخ بیکاری مربوط به سال ۱۳۸۹ با افزایش بالغ بر ۲۰ درصد است. شاخص اصلی اندازه‌گیری نرخ تورم در پژوهش حاضر نیز تغییرات چشم‌گیری را در بازه زمانی سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ را تجربه کرده است. به طوری که بیشینه این تغییرات ۲/۳۴ برای شاخص بهای تولیدکننده در سال ۱۳۹۲ بوده است. سود خالص تجمیعی شرکت‌ها نیز در دوره



زمانی پژوهش به صورت میانگین بالغ بر ۲۹ درصد نوسان داشته است. به صورتی که اوج این تغییرات در سال ۱۳۹۰ با تغییر ۱۳۰ درصدی بوده است. پیش‌بینی‌های مدیریت از سود نیز هر سال به صورت میانگین ۱۰ درصد افزایش داشته باشد.

### آزمون دقت مدل‌ها

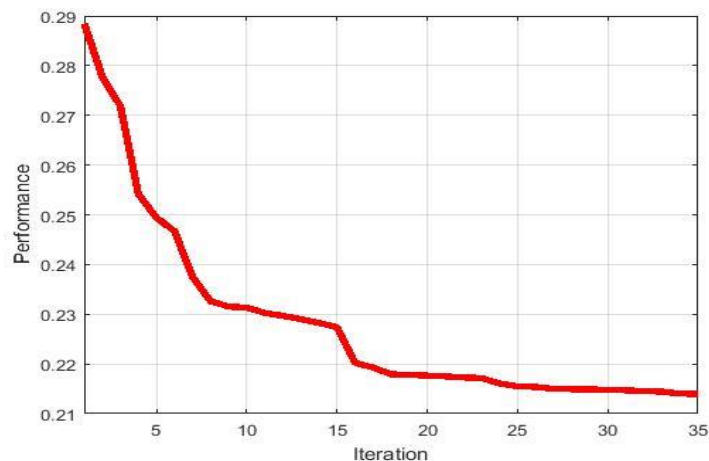
همان‌طور که شرح آن نیز گذشت، برای اندازه‌گیری نرخ بیکاری در پژوهش حاضر از شاخص نرخ بیکاری جمعیت ده ساله و بیشتر استفاده شده است. همچنین برای اندازه‌گیری نرخ تورم از شاخص بهای تولیدکننده استفاده شده است. برای پیش‌بینی هر کدام از این شاخص‌ها از مدل ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک (HNNGA)، ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم تجمع ذرات (HNNPSO) و ترکیب شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و تجمع ذرات (HNNGAPSO) استفاده شده است. لذا جمعاً شش مدل طراحی و نتایج پیش‌بینی آن براساس معیارهای ارزیابی در نگاره (۴) نمایش داده شده است.

نگاره (۴): نتایج حاصل از مقایسه مدل‌ها

شاخص	نوع مدل	داده‌های آموزش			داده‌های آزمون		
		(MSE)	(MAE)	(R <sup>2</sup> )	(MSE)	(MAE)	(R <sup>2</sup> )
نرخ بیکاری	HNNGA	۰/۰۰۷۶	۰/۰۶۹۸	۰/۶۰	۰/۰۰۴۱	۰/۰۵۷۶	۰/۹۶
	HNNPSO	۰/۰۰۷۸	۰/۰۷۱۲	۰/۶۵	۰/۰۰۵۹	۰/۰۵۹۶	۰/۹۸
	HNNGAPSO	۰/۰۰۱۹	۰/۰۳۸۱	۰/۹۳	۰/۰۰۱۷۷	۰/۰۱۰۱	۰/۹۹
نرخ تورم	HNNGA	۰/۲۱۹۹	۰/۳۶۴۳	۰/۸۴	۰/۰۶۳۸	۰/۲۱۲۹	۰/۹۸
	HNNPSO	۰/۲۴۷۵	۰/۳۱۴۹	۰/۸۸	۰/۰۷۲۲	۰/۲۱۴۰	۰/۹۹
	HANGAPSO	۰/۲۴۳۹	۰/۲۹۵۷	۰/۸۷	۰/۰۵۵۷	۰/۱۷۴۹	۰/۹۹

معیارهای ارزیابی حاکی از این است که در پیش‌بینی هر کدام از شاخص‌های عمده اقتصادی (نرخ تورم و نرخ بیکاری) مدل HNNGAPSO با مقادیر خطای کمتری در قیاس با سایر مدل‌ها عمل کرده است؛ زیرا دو معیار خطای MSE و MAE در مدل HNNGAPSO کمتر از سایر مدل‌ها است، علاوه بر این به عنوان یک قاعده کلی R<sup>2</sup> (ضریب تعیین) بالاتر از ۹۰٪ نشانگر عملکرد بسیار رضایت‌بخش شبکه‌های عصبی است، این در حالی است که اگر R<sup>2</sup> مدل بین ۸۰٪ و ۹۰٪ باشد، نشانگر عملکرد قابل قبول و رضایت‌بخش مدل است و اگر R<sup>2</sup> زیر ۸۰٪ باشد، عملکرد مدل رضایت‌بخش نخواهد بود. با توجه به اینکه R<sup>2</sup> مدل HANGAPSO بالاتر از ۸۰٪ است؛ بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که نتایج مدل اصلی پژوهش بسیار

رضایت‌بخش است. روند آموزشی مدل در نمودار (۲) نمایش داده شده است. همانطور که از نتایج مشخص است تا چرخه ۱۵، میانگین مربع خطا، افت شدیدتری داشته و بعد از آن شیب تغییرات به شدت کاهش می‌یابد.



شکل (۲): روند آموزشی مدل ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم تجمع ذرات

### تحلیل حساسیت

فرآیند تحلیل حساسیت، میزان حساسیت مدل را نسبت به متغیرهای ورودی آن را نشان می‌دهد. برای این کار روش‌های متعددی وجود دارد. به عنوان مثال می‌توان مقادیر ضریب حساسیت متغیرهای ورودی را از تقسیم نمودن خطای کل شبکه در غیاب یک متغیر بر خطای کل شبکه در حضور تمامی متغیرهای ورودی، به دست آورد. بر این اساس اگر مقدار ضریب حساسیت یک متغیر بیشتر از یک باشد، آن متغیر سهم زیادی در توضیح تغییرپذیری معیارهای ارزیابی عملکرد دارند. با این حال در پژوهش حاضر در راستای تحلیل حساسیت از روش مستقیم استفاده شده است. بدین صورت که میزان اثربخشی یا یادگیری خروجی از شبکه بر اساس وزن مؤلفه‌های ورودی ارزیابی می‌شود. نگاره (۵) نتایج تحلیل حساسیت مدل‌های مختلف به ورودی‌های شبکه را نمایش می‌دهد. طبیعی است که هرچه ضریب وزنی متغیر بیشتر باشد، آن متغیر تأثیر و وزن بیشتری در خروجی شبکه دارد.

## نگاره (۵): نتایج تحلیل حساسیت ورودی‌های مدل‌های پژوهش

$\Delta EF$	$\Delta NI$	$\Delta GM$	نوع مدل	بخش‌های اقتصاد
۰/۲۱۱	۰/۱۵۲	۰/۱۲۱	HNNGA	نرخ بیکاری
۰/۱۹۱	۰/۲۶۳	۰/۱۴۱	HNNPSO	
۰/۱۸۴	۰/۱۱۹۸	۰/۱۵۲۷	HNNGAPSO	
۰/۲۲۴	۰/۲۱۱۴	۰/۱۳۷۸	HNNGA	نرخ تورم
۰/۱۸۲	۰/۱۴۲	۰/۹۸۰	HNNPSO	
۰/۱۶۲	۰/۱۵۰	۰/۱۳۲	HNNGAPSO	

همان‌طور که نتایج نگاره (۵) نیز نمایش می‌دهد، در پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی در اکثر موارد سود پیش‌بینی شده توسط مدیر، سود خالص و سود ناخالص به ترتیب بیشترین اثرگذاری را دارند.

## پیش‌بینی با در نظر گرفتن وقفه زمانی

برخی پژوهشگران نظیر هانگ (۲۰۱۵) معتقد هستند که ممکن است سودهای حسابداری کل شرکت‌ها همراه با تأخیر و وقفه زمانی، محتوای اطلاعاتی خود را در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی نشان دهند. در این پژوهش نیز هم‌راستا با پژوهش هانگ (۲۰۱۵) پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی با دو وقفه شش‌ماهه در نظر گرفته شده است.

نتایج نگاره (۶) نشانگر این است که عملکرد پیش‌بینی نرخ ارز و نرخ بیکاری با وقفه رضایت‌بخش نیست؛ زیرا معیارهای ارزیابی در هر دو وقفه شش‌ماهه و دوازده‌ماهه مطلوب نیست. همان‌طور که مقایسه جداول نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن وقفه زمانی، این معیارها بدتر شده‌اند. به عنوان مثال  $R^2$  زیر ۸۰٪ نشانگر وضعیت نامطلوب مدل پیش‌بینی است.

## نگاره (۶): نتایج پیش‌بینی با وقفه زمانی

نوع متغیر	وقفه	معیارهای ارزیابی		
		(MSE)	(MAE)	( $R^2$ )
نرخ بیکاری	شش‌ماهه	۰/۰۴۵۶	۰/۱۸۳۵	۶۹٪
	دوازده‌ماهه	۰/۰۹۲۴	۰/۲۲۷۳	۶۱٪
نرخ تورم	شش‌ماهه	۰/۰۶۵۸	۰/۱۴۹۵	۷۲٪
	دوازده‌ماهه	۰/۱۰۲۰	۰/۲۲۷۳	۶۶٪

### پیش‌بینی برون نمونه‌ای

در این قسمت سعی شده است تا با استفاده از ضرایب مدلی که در نتیجه استفاده از داده‌های درون نمونه‌ای ایجاد شده است به پیش‌بینی برون نمونه‌ای (داده‌های سال ۱۳۹۵) پرداخت. به همین منظور و به دلیل محدودیت فضای مقاله و جلوگیری از اطاله کلام تنها نتایج مدل‌سازی شاخص بهای تولید کننده با استفاده از مدل ترکیبی شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و تجمع ذرات در سه مرحله و به صورت زیر تشریح شده است.

**مرحله اول:** سه متغیر پیشنهادی الگوریتم ژنتیک و تجمع ذرات (شامل سود خالص، سود ناخالص و سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیران) به ترتیب با سه مؤلفه  $X_1$ ،  $X_2$  و  $X_3$  نشان داده می‌شوند. این متغیرها تشکیل یک ماتریس سه در یک می‌دهند که شامل سه ردیف و یک ستون به صورت زیر است.

ماتریس شماره (۱)

$$[x1 \quad x2 \quad x3]$$

تعداد نورون‌های لایه ورودی شامل سه نورون هست که ماتریس وزنی پیشنهادی شبکه عصبی برای نورون‌های لایه ورودی در ماتریس شماره (۲) نمایش داده شده است

ماتریس شماره (۲)

$$\begin{bmatrix} -0/321 & -0/128 & 1/458 \\ 1/371 & 0/510 & 0/167 \\ 0/057 & -0/966 & -1/052 \end{bmatrix}$$

ماتریس شماره (۳) حاصل ضرب ماتریس شماره (۲) در ماتریس شماره (۱) است که وارد مرحله دوم می‌شود.

ماتریس شماره (۳):

$$[0/107 \quad -0/070 \quad 0/074]$$

**مرحله دوم:** تعداد نورون‌های بهینه لایه میانی سه نورون است که ماتریس وزنی پیشنهادی شبکه عصبی برای نورون‌های لایه میانی در ماتریس شماره (۴) نمایش داده شده است.

ماتریس شماره (۴):

$$\begin{bmatrix} 0/362 \\ -1/852 \\ -0/640 \end{bmatrix}$$

در نهایت حاصل ضرب ماتریس شماره (۳) و شماره (۴) به مرحله سوم منتقل می‌شود.

**مرحله سوم:** ماتریس شماره (۵) وزن پیشنهادی شبکه عصبی برای لایه خروجی است که به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

ماتریس شماره (۵)

$$[0/952]$$

از ضرب ماتریس شماره (۵) در ماتریسی که از مرحله دوم به دست آمده است، ماتریسی به دست خواهد آمد که باید این ماتریس با ماتریس شماره (۶) که سویه نورون لایه خروجی است جمع شود تا در نهایت پیش‌بینی شاخص بهای تولیدکننده به صورت ماتریس یک‌دریک حاصل شود.

ماتریس شماره (۶)

$$[-0/045]$$

نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای در نگاره (۷) نمایش داده شده است.

**نگاره (۷): نتایج پیش‌بینی برون‌سازمانی**

R <sup>2</sup>	(MAE)	(MSE)	نوع آموزش
۶۱٪	۰/۵۲۱۲	۰/۳۸۸۱	نرخ بیکاری
۸۱٪	۰/۱۰۳۶	۰/۱۱۲۹	نرخ تورم

همان‌طور که از نگاره (۷) مشخص است پیش‌بینی برون نمونه‌ای نرخ تورم مطلوب و رضایت‌بخش است. این در حالی است که پیش‌بینی برون نمونه‌ای نرخ بیکاری با توجه به ضریب تعیین ۶۱ درصدی آن رضایت‌بخش نیست.

### بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که شرح آن گذشت، پشتوانه نظری حاکم بر ادبیات حسابداری کلان از قبیل نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری و تقاضای مصرف‌ای صرفاً ایجاد می‌کند تا تغییرات در متغیرهای حسابداری خصوصاً سودهای حسابداری سیگنال‌های بااهمیتی را در ارتباط با وضعیت فعلی و آتی اقتصاد به بازار مخابره نماید. سؤال اصلی پژوهش حاضر مبتنی بر امکان‌سنجی مدل‌سازی پیش‌بینی نرخ بیکاری و نرخ تورم با استفاده از سودهای کل حسابداری و سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیریت است. نتایج پیش‌بینی‌های درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای در قالب نگاره‌های (۴) و (۷) نشانگر این است که در پیش‌بینی درون نمونه‌ای معیارهای ارزیابی حاکی از مطلوب بودن پیش‌بینی هر دو شاخص نرخ بیکاری و نرخ تورم است. این در حالی است که در پیش‌بینی برون نمونه‌ای، تنها نتایج پیش‌بینی نرخ تورم مطلوب و رضایت‌بخش است. این امر می‌تواند ریشه در اندازه‌گیری نامناسب آمار بیکاری در جامعه باشد. همسو با نظرات بسیاری از کارشناسان اقتصادی نرخ بیکاری جمعیت ده ساله و بیشتر که به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نرخ بیکاری مطرح است، از دقت لازم در انعکاس نرخ بیکاری جامعه برخوردار نیست.

نتایج حاصل از مدل‌سازی نشانگر آن است که در اکثر مدل‌های ایجاد شده سود خالص متغیری با بیشترین تأثیرگذاری در آموزش مدل محسوب می‌شود. این یافته با تئوری‌های موجود و نتایج تجربی حوزه حسابداری کلان تائید می‌شود. به عنوان مثال مطابق با نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری افزایش در سود شرکت، منجر به افزایش منابع مالی تحت اختیار شرکت در راستای سرمایه‌گذاری‌های آتی می‌گردد؛ زیرا به دلیل سرمایه‌گذاری‌ها و افزایش فروش شرکت، نیاز به استخدام نیروی کاری جدید وجود خواهد داشت. در این صورت انتظار بر کاهش نرخ بیکاری خواهد بود. این یافته با نتایج پژوهش‌های گالو و همکاران (۲۰۱۳) و نالاردی و اوگنوا (۲۰۱۵) مطابقت دارد.

همچنین مطابق با تقاضای مصرف نیز افزایش ناگهانی در سود منجر به افزایش ثروت و درآمد سهامداران و کارکنان شرکت خواهد شد. در صورت افزایش ثروت سهامداران و کارکنان در کوتاه‌مدت سطح مصرف و سرمایه‌گذاری آن‌ها افزایش چشم‌گیری خواهد داشت. در نظریه تقاضای مصرف طبق دیدگاه کینز، مصرف در کوتاه‌مدت تحت تأثیر درآمد

فرد خواهد بود. کارکنان، مدیران، سهامداران و در نهایت دولت نیز از افزایش سود شرکت بهره‌مند خواهند شد. این یافته با نتایج پژوهش کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) و شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) همخوانی دارد.

نتایج همچنین نشانگر این است که سودهای پیش‌بینی شده توسط مدیران متغیری مهم و کلیدی در مدل‌سازی شاخص‌های اقتصادی محسوب می‌شود. با توجه به اینکه مدیران باید تصمیمات عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی متعددی را در سازمان بگیرند، لذا باید درک درستی از چشم‌انداز اقتصاد داشته باشند. مدیران واحدهای تجاری دارای برخی اطلاعات محرمانه در ارتباط با وضعیت آتی اقتصاد می‌باشند که می‌توانند این اطلاعات را در قالب افشای برخی اطلاعات محرمانه خصوصاً پیش‌بینی سود آتی شرکت به بازار مخابره نمایند. با این حال تردیدها در این ارتباط وجود دارد که آیا مدیران شرکت از تخصص و توانایی لازم در خلق چشم‌انداز مناسب آتی اقتصاد برخوردار هستند یا خیر؟ پاسخ پژوهش به سؤال مذکور مثبت است. در نتیجه این یافته با پژوهش بونسال و همکاران (۲۰۱۳) و اوگنوا (۲۰۱۳) مطابق دارد. در کل پیامد اصلی پژوهش مهر تأییدی بر ارتباط اطلاعات حسابداری و اقتصادی است. به هر میزانی که شرکت‌های بورسی محرک اصلی اقتصاد باشند، انتظار بر این است که این اطلاعات نشانگر وضعیت اقتصادی آتی نیز باشند. این شرایط خصوصاً در پیش‌بینی نرخ تورم در این پژوهش تأیید شد.

### پیشنهادها بر مبنای یافته‌های تحقیق

- ۱- پژوهش حاضر جزء اولین پژوهش‌هایی است که در پی آن است تا از طریق متغیرهای حسابداری به پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی بپردازد. لذا این پژوهش و دیگر پژوهش‌های مشابه قادر خواهند بود اندیشمندان حسابداری و اقتصاد را با این ایده مواجه سازد که می‌توانند به اطلاعات حسابداری از منظر اقتصاد کلان نیز بنگرند. به عنوان مثال اطلاعات حسابداری صرفاً برای بهره‌برداری در حوزه اقتصاد خرد نبوده و می‌توان از این اطلاعات در پیش‌بینی شاخص‌های اقتصاد کلان از قبیل تولید ناخالص داخلی، نرخ تورم و نرخ بیکاری استفاده کرد.
- ۲- اهداف سرمایه‌گذاری و توسعه بنگاه‌ها عمدتاً در گرو نتایج اقتصادی آتی کشور است. به عنوان مثال ممکن است برنامه توسعه یک سازمان به دلیل رکود اقتصادی حاکم بر کشور با شکست روبه‌رو شود. با توجه به توضیحات فوق‌الذکر مسیری که مدیران سازمان‌ها بتوانند،

روند مثبت یا منفی متغیرهای کلیدی اقتصادی را پیش‌بینی نمایند، بسیار حیاتی خواهد بود. شناسایی و معرفی برخی متغیرهای بنیادی حسابداری نظیر سود ناخالص که در این پژوهش صورت گرفته است می‌تواند به مدیران بنگاه‌های تجاری کمک نماید.

### پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی

۱. با توجه به نوظهور بودن شاخه حسابداری کلان در رشته حسابداری و اهمیت این حوزه در پیشرفت حسابداری پیشنهاد می‌گردد پژوهشگران به شناسایی اطلاعات و شاخص‌هایی از حسابداری پردازند که بتوانند وضعیت آتی اقتصاد را تبیین نمایند.

۲. در این پژوهش بر اساس نظریه‌های تقاضای سرمایه‌گذاری و تقاضای مصرف از دو شاخص اقتصادی نرخ بیکاری و نرخ تورم استفاده شده است. لذا پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی بر سایر متغیرهای اقتصادی تکیه گردد.

### منابع

- باغومیان، رافیک؛ محمدی، حجت؛ نقدی، سجاد (۱۳۹۵). نوسان متغیرهای کلان اقتصادی و پیش‌بینی سود توسط مدیران، *مطالعات تجربی حسابداری مالی*، ۱۳: ۵۷-۷۹.
- خجسته نژاد. (۱۳۹۱). پیش‌بینی نرخ بیکاری با استفاده از مدل‌های غیر خطی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده علوم اقتصادی.
- مشایخی، بیتا؛ بیرامی، هانیه؛ بیرامی، هانی. (۱۳۹۳). تعیین ارزش دارایی‌های ثابت نامشهود با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. *پژوهش‌های تجربی حسابداری*، ۴ (۱۴)، ۲۲۳ تا ۲۳۸.
- میر فخرالدینی، حیدر؛ میدی، حمید؛ علی مروتی. (۱۳۹۲). پیش‌بینی مصرف انرژی ایران با استفاده از مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک- شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با الگوهای سنتی، *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۱۷ (۲)، ۱۹۷-۲۲۲.
- نقدی، سجاد. (۱۳۹۳). پیش‌بینی سود هر سهم شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران: مقایسه مدل‌های سری زمانی، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مدیریت و حسابداری.

- Angeline, P. J. (1998). Evolutionary optimization versus particle swarm optimization: Philosophy and performance differences. *Evolutionary Programming VII, Lecture Notes in Computer Science*, 1447: 601-611.
- Baghoumian, R, Mohammadi, H, Naghdi, S. (2015). Macroeconomic Variables Fluctuations and Management Earnings Forecast, *Empirical Studies in Financial Accounting Quarterly*. 13 (50), 57-79. (In Persian)



- Bonsall, S. B. , Bozanic, Z. , and Fischer, P. E. (2013). What do management earnings forecasts convey about the macro economy? *Journal of Accounting Research*, 51 (2) , 225–266.
- Gallo, L., Hann, R., Li. C. (2013). Aggregate Earnings Surprises, Monetary Policy, and Stock Returns. The 2013 JCAE Symposium, University of Maryland.
- Huang, M. (2015). Predictive Power of Aggregate Accounting Earnings Growth for Growth of Future GDP. Master Thesis. Eastern Illinois University.
- Kalay, A. , S. Nallareddy, and G. Sadka. (2014). Conditional earnings dispersion and the macro economy. Working Paper, Columbia University.
- Kennedy J, Eberhart RC. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. Proceedings of the 6<sup>th</sup> international symposium on micro machine and human science. Nagoya, Japan,. 39–43.
- Khojasteh Nejjhad, M. (2012). Unemployment predicting with nonlinear models, Master of Accounting, university of Sistan and Balouchestan. (In Persian)
- Konchitchki, Y. , Patatoukas, P. N. (2014). Taking the pulse of the real economy using financial statement analysis: Implications for macro forecasting and stock valuation. *The Accounting Review*, 89 (2) , 669–694.
- Konchitchki, Y. , Patatoukas, P. N. (2016). From Forecasting to Nowcasting the Macroeconomy: A Granular-Origins Approach Using Accounting Earnings Data, Review of Accounting Studies Conference.
- Kothari, K. (2001). Capital market research in accounting. *Journal of Accounting and Economics*, 31,105–231.
- Kothari, S. P. , Shivacumar,L. and Urcan,O. (2013). Aggregate Earnings Surprises and Inflation Forecasts. Working paper. MIT.
- Mashayekhi, B, Beirami. H. , Beirami. H. (2012). Signaling and the Valuation at IPOs, *Journal of Empirical Research in Accounting*. 14 (4) , 222-238. (In Persian)
- Mirfakhraddiny, H. , Babaei Meybodi, H and Morovati, A. (2013). Forecast consumption energy of Iran using Hybrid model of artificial neural networks and genetic algorithms and Compared with traditional methodes, *Management Research in Iran*. 17 (2) , 197-222. (In Persian)
- Naghdi, S. (2014). Forecasting EPS of Iranian Listed Companies: A comparison of Time series, neural network and Genetic algorithms models. Master of Accounting, Shahid Beheshti University. (In Persian)
- Nallareddy, S. , and M. Ogneva. (2017). Predicting Restatements in Macroeconomic Indicators Using Accounting Information. *The Accounting Review*, 92 (2) , 151-182.

- Ogneva, M. (2013). Discussion of What Do Management Earnings Forecasts Convey About the Macro economy? *Journal of Accounting Research*, 51 (2), 267-279.
- Shivakumar, L, and Okafor, O (2014). Why do aggregate earnings shocks predict future inflation shocks? *11th London Business School Accounting Symposium*.
- Trasvirta, T. (2005). Forecasting economic variables with nonlinear models, SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance. No. 598.

# Macro-economic Modeling and Forecasting Using Aggregate Earnings and Management Earnings Forecasts

Sajad Naghdi\*, Gholamhossein Assadi\*\*, Mohammad  
Noferesti\*\*\*, Alireza Fazlzadeh\*\*\*\*

Received : 2017/05/30

Approved: 2017/10/08

## Abstract

Accounting earnings, as a comprehensive item, represent corporate performance. Furthermore, one of the main approaches in the voluntary disclosure researches is that earnings forecasts of firm managers as insiders with access to confidential information may be a timely indicator of current and future economic status of the firm. Therefore, this research is aimed to investigate whether total accounting income, including net or gross, beside some management disclosures like earnings forecast, is an indicator of economic variables like inflation rate or unemployment rate, or not? The sample includes 88 firms listed in the Tehran stock exchange during the years from 2006 to 2016. To answer the research question, three models based on neural network, genetic algorithm, and particle swarm optimization algorithm are designed and their results are compared. Results indicate that using genetic and particle swarm optimization algorithm is an effective way in instruction of neural network. The results also indicate that total accounting income is accounted for as an effective indicator of economic variables. Overall, the findings emphasize the importance of accounting information in macroeconomic.

**Keywords:** Unemployment rate, Inflation rate, Artificial intelligence models.

**Jel clacification:** M41 ·E37 ·C02

DOI: 10.22051/jera.2017.15739.1688

\* PhD Student of Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, (sajad.nagdi@yahoo.com) ,

\*\* Associate Professor of Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, Corresponding author, (H-Assadi@sbu.ac.ir)

\*\*\* Associate Professor of Economics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, (M-noferesti@sbu.ac.ir).

\*\*\*\* Associate Professor of Accounting, University of Tabriz, Tabriz, Iran, (Fazlzadeh-acc@yahoo.com).