

## Macro-accounting Explanation with Emphasis on the Importance of Accounting Data in Inflation Modeling

*Sajad Naghdi (Ph.D)\**

*Javad Esmaeili\*\**

*Mohammad Bagher Mohhammadzadeh\*\*\**

### Abstract

**Objective:** The aim of this study was to explain the importance of accounting data information in forecasting inflation rates, using a sample of 90 large companies listed in the Tehran stock exchange during 1385-1395 (1980 year-company).

**Method:** Given the complex and nonlinear properties of inflation in this study, we relied on the predictive power of various artificial intelligence models including neural networks, genetic algorithms and particle swarm optimization. To have contribution to macro-accounting knowledge, a number of accounting variables were selected and their explanatory power was tested in forecasting two inflation rates of producer price index and consumer price index.

**Results:** The findings indicated that the hybrid model of artificial neural networks, genetic algorithms and particle swarm optimization (HANGAPSO) are more accurate in predicting the inflation rates than other models. The model results, using accounting variables, also showed that the forecast error of producer price index is lower than the forecast error of consumer price index.

**Conclusion:** In sum, the results of this study verify the importance of accounting information at macroeconomic level, and that this information should be used in macro-level decision-making.

**Keywords:** *Accounting Information, Economic Prediction, Artificial Intelligence Models.*

**Citation:** Naghdi, S., Esmaeili, J., Mohhammadzadeh, M.B. (2019). Macro-accounting explanation with emphasis on the importance of accounting data in inflation modeling. *Journal of Accounting Knowledge*, 10(4), 215-242.

\* Ph.D in Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

\*\* M.A. of Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

\*\*\* Ph.D in Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Sajad Naghdi (Email: sajad\_naghdi20@yahoo.com).

Submitted: 15 March 2019

Accepted: 4 August 2019

DOI: 10.22103/jak.2019.13753.2946

انجمن حسابداری ایران

دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان

مجله دانش حسابداری

دوره دهم، شماره ۴

زمستان ۱۳۹۸، پیاپی ۳۹

صص. ۲۱۵ تا ۲۴۲

## تبیین حسابداری کلان با تأکید بر اهمیت داده‌های حسابداری در الگوسازی تورم

دکتر سجاد نقدی\*

جواد اسماعیلی\*\*

محمدباقر محمدزاده مقدم\*\*\*

### چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر، تأکید بر اهمیت داده‌های حسابداری در الگوسازی نرخ تورم و با استفاده از اطلاعات میان‌دوره‌ای ۹۰ شرکت (۱۹۸۰ سال-شرکت) پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و در بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ است.

روش: با توجه به ویژگی‌های پیچیده و غیرخطی تورم در پژوهش حاضر بر قدرت پیش‌بینی الگوهای مختلف هوش مصنوعی شامل شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و پرواز پرندگان تکیه شده است. به‌منظور دانش‌افزایی در حوزه حسابداری کلان، تعدادی از متغیرهای حسابداری انتخاب و توان توضیحی آنها در پیش‌بینی دو شاخص اندازه‌گیری نرخ تورم (شاخص بهای تولیدکننده و شاخص بهای مصرف‌کننده) آزمون شده است.

\* دکترای گروه حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

\*\* کارشناس ارشد گروه حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

\*\*\* دانشجوی دکتری گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول مقاله: سجاد نقدی (رایانامه: sajad\_naghdi20@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۵

یافته‌ها: نتایج بیانگر آن است که الگوی ترکیبی شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تجمع پرندگان در پیش‌بینی نرخ تورم بهتر از سایر الگوها عمل می‌کند. نتایج الگوسازی با استفاده از متغیرهای حسابداری نیز بیانگر آن است که خطای پیش‌بینی شاخص بهای تولیدکننده، کمتر از شاخص بهای مصرف‌کننده است.

نتیجه‌گیری: در کل، پیامد اصلی پژوهش، تأیید اهمیت اطلاعات حسابداری در سطح کلان اقتصادی است که باید در تصمیم‌گیری‌های کلان مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** اقتصاد، حسابداری، الگوهای هوش مصنوعی.

**استناد:** نقدی، سجاد؛ اسماعیلی، جواد؛ محمدزاده مقدم، محمدباقر. (۱۳۹۸). تبیین حسابداری کلان با تأکید بر اهمیت داده‌های حسابداری در الگوسازی تورم. *دانش حسابداری*، ۱۰(۴)، ۲۱۵-۲۴۲.

#### مقدمه

در سال‌های اخیر موج جدید پژوهش‌های حسابداری با عنوان تبیین حسابداری در اقتصاد کلان و به‌صورت قصار حسابداری کلان<sup>۱</sup> با مطالعات پژوهشگرانی نظیر شیواکومار و اوکتای<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) و کانچیتاچکی و پاتاتوکاس<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) ظهور کرده است. در حسابداری کلان سعی بر این است تا محتوای اطلاعاتی داده‌های حسابداری خصوصاً سودهای حسابداری تجمیعی کل شرکت‌ها در سطح اقتصاد کلان، ارزیابی و تحلیل گردد. به‌عبارتی دیگر در حسابداری کلان، هدف، بررسی این موضوع است که آیا داده‌ها و اطلاعات حسابداری می‌تواند تغییرات در وضعیت آتی شاخص‌های اقتصادی نظیر نرخ تورم را تبیین نمایند یا خیر. به‌عنوان مثال بر اساس پشتوانه نظری موجود، افزایش هزینه‌ها و سیر صعودی سرمایه‌گذاری شرکت در دارایی‌های فیزیکی نظیر موجودی کالا می‌تواند منجر به افزایش نرخ تورم گردد، علاوه بر آن با توجه به ماهیت حسابداری، اندازه‌گیری تغییرات رخ داده در اقتصاد نیز توسط حسابداری اندازه‌گیری و گزارش می‌گردد. لذا در پژوهش حاضر نیز تلاش بر آن است تا با بهره‌گیری از محتوای توضیحی اطلاعات

حسابداری پیش‌بینی و الگوسازی نرخ تورم در اقتصاد کشور و با نگاهی جدید صورت پذیرد.

نرخ تورم به مفهوم متوسط تغییر در سطح عمومی قیمت‌ها در یک دوره خاص، همواره مورد توجه سیاست‌گذاران و علاقه‌مندان اقتصادی بوده است. این نرخ بیانگر تغییر در هزینه پرداختی برای خرید سبد معینی از کالاها و خدمات مصرفی یا تولید سبد معینی از کالاها و خدمات می‌باشد. نزدیک‌ترین شاخص برای محاسبه نرخ تورم، شاخص قیمت (بها) بوده و به‌عنوان تقریب بسیار نزدیکی برای محاسبه نرخ تورم در اکثر کشورهای دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. اهمیت نرخ تورم و رفتار غیرخطی، چندبُعدی و پیچیده آن در طی سال‌های گذشته منجر به این شده است تا پژوهشگران مختلفی نظیر **شهیک تاش و همکاران (۱۳۹۲)** و **زراء نژاد و شهرام (۱۳۸۸)** با استفاده از الگوها و متغیرهای مختلف به الگوسازی آن بپردازند، با وجود این، وجه تمایز پژوهش حاضر با سایر مطالعات تجربی پیش‌بینی تورم، ریشه در چهار عامل دارد:

اول اینکه این پژوهش برای اولین بار از شاخص‌های مختلف حسابداری در پیش‌بینی نرخ تورم استفاده کرده است که پیوند نوین میان حسابداری و اقتصاد با عنوان حسابداری کلان محسوب می‌شود. به همین دلیل تعدادی از متغیرهای حسابداری که بر مبنای پشتوانه نظری در پیش‌بینی نرخ تورم مفید هستند، معرفی می‌شوند. اینکه در صورت‌های مالی، کدام یک از اطلاعات می‌تواند پیش‌بینی‌کننده مناسبی برای وضعیت آتی اقتصاد و متغیرهای مهمی نظیر نرخ تورم باشد، جای سؤال است. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از قدرت توضیحی متغیرهای بنیادی حسابداری، این اعتقاد را دارد که می‌توان از متغیرهای بنیادی حسابداری در پیش‌بینی شاخص‌های کلان اقتصادی بهره برد.

عامل دوم استفاده از الگوی ترکیبی الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان در بهینه‌سازی و آموزش شبکه عصبی است. در پیش‌بینی‌های مالی و اقتصادی دغدغه اصلی پژوهشگران، استفاده از الگوهای مناسب پیش‌بینی اطلاعات مالی است؛ زیرا برخی

سری‌های زمانی مالی و اقتصادی پیچیده، غیر ایستا، همراه با اغتشاش و نامتناسب با الگوهای خطی بوده و لذا الگوسازی آنها دشوار است (نقدی، ۱۳۹۳). با وجود این، الگوهای هوش مصنوعی برخلاف الگوهای خطی، آثار غیرخطی و تعاملات پیچیده میان متغیرها را منعکس می‌کنند، این امر منجر به این شده است تا زمان اندکی صرف واسنجی پارامترهای شبکه عصبی گردد.

عامل سوم استفاده از الگوریتم ترکیبی ژنتیک و پرواز پرندگان در راستای شناسایی متغیرهای مؤثر است، در نتیجه تلاش می‌شود تا از میان متغیرهای اساسی صورت‌های مالی و بر اساس مبانی نظری متغیرهای کلیدی پیش‌بینی نرخ تورم معرفی گردند.

در نهایت عامل چهارم پیش‌بینی نرخ تورم با در نظر داشتن وقفه‌های زمانی و با استفاده از داده‌های برون نمونه‌ای است. مسئله اساسی پژوهش حاضر امکان‌سنجی پیش‌بینی نرخ تورم با استفاده از داده‌های حسابداری است. به عبارت دیگر ارقام صورت‌های مالی به عنوان خروجی حسابداری تا چه میزانی توانایی پیش‌بینی یکی از مهم‌ترین شاخص اقتصادی را دارند. در این زمینه توافق پژوهشگران مختلف از قبیل **نالاردی و اوگنوا<sup>۴</sup>** (۲۰۱۷) و **هانگ<sup>۵</sup>** (۲۰۱۵) بر این مسئله اساسی بوده است که متغیرهای حسابداری، قدرت پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی از جمله نرخ تورم را دارند. به طوری که بررسی رفتار برخی آمارهای عمده اقتصادی نشانگر این است که الگوی تغییرات برخی از این متغیرها از قبیل تولید ناخالص داخلی و نرخ تورم با الگوی تغییرات متغیرهای حسابداری هماهنگی دارد. این نتایج می‌تواند کمک ارزشمندی به پژوهشگران و سیاست‌گذاران بنگاه‌های اقتصادی در پیش‌بینی وضعیت اقتصادی آتی نماید. به همین دلیل با کمک گرفتن از متغیرهای حسابداری، الگویی برای پیش‌بینی نرخ تورم طراحی و در نهایت کارایی آن آزمون شده است.

ادامه مقاله به این صورت سازمان‌دهی شده است که در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش بیان می‌شود؛ در بخش سوم روش‌شناسی پژوهش، در بخش چهارم نتایج

حاصل از الگوسازی و در نهایت در بخش آخر، نتیجه گیری و پیشنهادهای پژوهش ارائه می گردد.

### مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش تورم و امکان پیش بینی آن

صاحب نظران مختلف اقتصادی، تعاریف متفاوت و غالباً مکمل هم برای تورم ارائه کرده اند. با توجه به اشتراک این گونه تعاریف، می توان تورم را عبارت از افزایش عمومی، نامتناسب و خودافزای قیمت ها که غالباً مداوم و برگشتناپذیر است، دانست. برای توضیح تورم و علت شروع یا تداوم تورم، نظریه ها و دلایل مختلف و متعددی مطرح شده است که تا حدی نیز بیانگر دیدگاه های متفاوت اقتصاددانان است. نظریه پولی تورم که از حدود دو قرن پیش تحت عنوان نظریه مقداری پول مطرح بوده است، تنها علت تورم را تغییرات حجم پول ذکر می کند. بنابراین، هرگاه حجم پول در گردش، بیش از مقدار تولید افزایش یابد، باعث افزایش عمومی قیمت ها می شود. بعد از نظریه مقداری پول، پرسابقه ترین نظریه تورم، نظریه تورم ناشی از فشار تقاضا یا کشائی تقاضا است. این نظریه که با نام کینز پیوند خورده است، تورم را زائیده فزونی تقاضا بر عرضه کالاها و خدمات تولیدشده در قیمت های جاری در شرایط اشتغال کامل می داند. نظریه تورم ناشی از فشار هزینه (فشار دستمزد) که یکی دیگر از نظریه های تورم کینزی است، علت افزایش قیمت ها و ایجاد تورم را در افزایش پی در پی هزینه های تولید بر اثر تقاضای افزایش دستمزد می داند (زارع نژاد و شهرام، ۱۳۸۸). اندیشمندان حوزه حسابداری کلان اعتقاد دارند که می توان نرخ تورم را با استفاده از متغیرهای حسابداری از قبیل سود حسابداری تبیین کرد. به عنوان مثال، کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) دو دلیل عمده بر امکان پیش بینی تورم با استفاده از اطلاعات حسابداری ارائه کرده اند:

دلیل اول ریشه در قابلیت تبدیل سود حسابداری به وجه نقد و یا دیگر دارایی های با نقد شوندگی بالا است. این فرایند، محدودیت های سرمایه گذاری شرکت ها را از طریق تأمین منابع داخلی از بین می برد. دلیل دوم 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. متغیرهای بنیادی حسابداری نظیر بدهی در صورتی که افزایش یابد، می‌تواند منابع موقت تحت اختیار شرکت برای سرمایه‌گذاری را افزایش دهد که در کوتاه‌مدت بر روی شاخص قیمت تأثیر گذار است.

برای اندازه‌گیری تورم شاخص‌های متعددی استفاده می‌گردد. در این پژوهش با توجه به انتخاب دو شاخص بهای مصرف‌کننده و بهای تولیدکننده سعی در پاسخگویی به سؤال زیر است:

سوال ۱: از میان شاخص بهای مصرف‌کننده و شاخص بهای تولیدکننده دقت پیش‌بینی کدام بیشتر است؟

#### الگوهای ترکیبی هوش مصنوعی

اکثر پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه حسابداری کلان از الگوهای خطی نظیر رگرسیون استفاده کرده‌اند. این در حالی است که در پژوهش‌های مختلف همچون پژوهش **تراسویرتا<sup>۲</sup> (۲۰۰۵)** ماهیت غیرخطی متغیرهای مالی و اقتصادی تأیید شده است. به همین دلیل در این پژوهش با استفاده از الگوهای غیرخطی شبکه عصبی و ترکیب آن با الگوریتم‌های ژنتیک و پرواز پرندگان به پیش‌بینی نرخ تورم با استفاده از اطلاعات صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شده است. توانمندی الگوریتم پرواز پرندگان 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 پرواز پرندگان و الگوریتم ژنتیک توسط **آنجلاین (۱۹۹۸)** صورت گرفته و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، وی پیشنهاد کرد که با ترکیب این دو الگوریتم، الگوی به‌دست‌آمده تبدیل به الگویی با کارایی قوی در حل مسائل و ایجاد یک

فضای جستجوی خوب خواهد شد. لذا، با توجه به الگوهای مختلف طراحی شده، سؤال دوم پژوهش به این صورت طراحی می‌گردد:

سوال ۲: الگوریتم پیشنهادی (ترکیب الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان) تا چه میزانی قادر به بهینه‌سازی شبکه عصبی در پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی است؟

### نظریه‌های مرتبط با ارتباط داده‌های حسابداری و سطح تورم

در این زمینه می‌توان به دو نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری و تقاضای مصرف اشاره کرد. مطابق با نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری زمانی که سودهای کل حسابداری از رشد مناسبی برخوردار باشند، مدیران، شوک مثبت ناشی از افزایش سود را به‌عنوان تغییر مطلوب محیط عملیاتی شرکت تلقی کرده و با افزایش سرمایه‌گذاری در ظرفیت عملیاتی شرکت بدان پاسخ می‌دهند. زمانی که سودهای کل حسابداری در روند رو به رشدی قرار گیرد به دلیل افزایش تقاضا در کوتاه‌مدت و کشش‌پذیری پایین بازار در جایگزینی کالای تقاضا شده، سطح عمومی قیمت‌ها 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 (هان و همکاران، ۲۰۱۵).

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 است. حالت دوم سرمایه‌گذاری سازمان‌ها در دارایی‌های مولد و ماشین‌آلات خطوط تولیدی در جهت افزایش ظرفیت تولیدی واحد تجاری است. در نتیجه انتظار بر این است که متغیرهایی نظیر سود خالص، سود ناخالص، مخارج سرمایه‌ای، موجودی کالا و هزینه‌های اداری، عمومی و فروش از قدرت توضیحی لازم در پیش‌بینی شاخص قیمت‌ها بهره‌مند باشند.



همچنین طبق نظریه تقاضای مصرف 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 درخور ملاحظه‌ای خواهد داشت (اسدی و نقدی، ۱۳۹۷). افزایش سودهای حسابداری در کوتاه‌مدت منجر به افزایش قیمت کالاهای مختلف خواهد شد. در سطح خرد افزایش ثروت سهامداران از طریق افزایش سود تقسیمی ناشی از افزایش سود شرکت و همچنین افزایش قیمت سهام شرکت صورت می‌پذیرد. مضاف بر اینکه در صورت افزایش سود شرکت میزان پاداش و مزایای پرداختی به کارکنان شرکت با رشد قابل توجهی روبه‌رو خواهد شد (شیواکومار و اوکتای، ۲۰۱۴).

با توجه به نظریه‌های فوق داده‌های بنیادی حسابداری خصوصاً سودهای تجمیعی حسابداری در پیش‌بینی اطلاعات حسابداری مفید هستند، ولی اینکه کدام متغیرها با اثربخشی بیشتری در این پیش‌بینی تأثیر دارد، جای سؤال است. لذا سؤال سوم و آخر پژوهش بدین صورت طراحی می‌شود:

سوال ۳: از میان داده‌های حسابداری متغیرهای مؤثرتر در پیش‌بینی شاخص‌های بها کدام‌ها هستند؟

### مروری بر مطالعات تجربی

کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی ارتباط میان شوک‌های ناشی از تغییرات سود حسابداری و نرخ تورم پرداختند. علاوه بر این، پژوهشگران به بررسی این نکته پرداختند که آیا کارشناسان اقتصادی به اطلاعات حسابداری توجه دارند یا خیر. به‌منظور پاسخگویی به سؤالات پژوهش، نمونه‌ای شامل شرکت‌های پذیرفته در بورس ایالات متحده در بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۹ انتخاب و داده‌های جمع‌آوری شده آنها ارزیابی و تجزیه و تحلیل شدند. به‌منظور اندازه‌گیری نرخ تورم از دو شاخص بهای مصرف‌کننده و شاخص بهای تولیدکننده استفاده کردند. نتایج حاکی از این است که

سودهای حسابداری قادر به توضیح خطای پیش‌بینی شاخص بهای تولیدکننده تا سه ماه است. این در حالی است که تغییرات سودهای حسابداری توانایی تبیین شاخص بهای مصرف‌کننده را ندارند. **گالو<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۳)** معتقد هستند که اطلاعات حسابداری در بحث کلان‌نه تنها از سوی پژوهشگران و اعضای آکادمیک کمتر مورد استفاده قرار گرفته است، بلکه متخصصان و کارشناسان اقتصادی نیز توجه لازم را به اطلاعات حسابداری ندارند. نتایج پژوهش این پژوهشگران حاکی از این بود که متغیرهای حسابداری به خصوص سود حسابداری توانایی پیش‌بینی و تبیین تغییرات آتی در نرخ تورم، نرخ بیکاری و نرخ واقعی رشد تولید ناخالص داخلی را دارند.

**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 دارند. به منظور اندازه‌گیری نرخ تورم از دو شاخص بهای مصرف‌کننده و شاخص بهای تولیدکننده استفاده شده است. نتایج حاکی از این است که 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. این پژوهشگران در الگوسازی خود از الگوهای غیرخطی استفاده نکرده و تنها به قدرت پیش‌بینی سودهای کل حسابداری اکتفا نموده‌اند که در پژوهش حاضر با اضافه کردن متغیرهای بنیادی حسابداری و الگوهای هوش مصنوعی به آن توجه شده است. **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۶)** معتقدند 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)** با این توجیه که پیش‌بینی مقدماتی از متغیرهای عمده اقتصادی عموماً به دلیل نادیده گرفتن برخی اطلاعات و داده‌های اساسی حسابداری دقت لازم برخوردار نیستند؛ به این نتیجه رسیدند که با در نظر گرفتن متغیرهای حسابداری می‌توان این ضعف را پوشش داد.

استفاده از انواع مختلف الگوهای هوش مصنوعی در پیش‌بینی متغیرهای حسابداری، مالی و اقتصاد بسیار فراگیر است. با وجود این، در سال‌های اخیر به دلیل رفع معایب هر کدام از این الگوها، استفاده از الگوهای ترکیبی رو به فزونی بوده است. به عنوان مثال، **عرب مازار و نقدی (۱۳۹۴)** نشان دادند که الگوی ترکیبی شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان در پیش‌بینی سیاست‌های بدهی شرکت‌های بورسی موفق‌تر از سایر الگوها عمل می‌نماید. بنابراین می‌توان گفت الگوهای ترکیبی از حداقل معایب برخوردارند، زیرا نقاط ضعف یک تکنیک را با استفاده از سایر تکنیک‌ها برطرف می‌کنند. **شهیک‌تاش و همکاران (۱۳۹۲)** در پژوهشی به پیش‌بینی شاخص قیمت مصرف‌کننده با استفاده از شبکه عصبی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که الگوی شبکه عصبی قادر به پیش‌بینی شاخص قیمت مصرف‌کننده است. ورودی‌های الگو نیز داده‌های سری زمانی شاخص قیمت مصرف‌کننده است. **زارع نژاد و شهرام (۱۳۸۸)** با استفاده از وقفه‌های شاخص قیمت‌ها به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی با ساختار ۶ نرون در لایه ورودی و ۴ نرون در لایه میانی و با دفعات تکرار ۹۳ بهترین نتیجه را در پیش‌بینی نرخ تورم دارد.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به دلیل افزودن به دانش موجود در حوزه حسابداری کلان و به‌کارگیری این قوانین و اصول در حل مسائل واقعی و پیش‌بینی نرخ تورم از لحاظ هدف در زمره تحقیقات کاربردی و بنیادی قرار می‌گیرد. پژوهش‌ها را از لحاظ نوع داده به دو طبقه کلی پژوهش‌های کمی و پژوهش‌های کیفی تقسیم کرده‌اند. این پژوهش از نوع پژوهش‌های کمی است که در آن داده‌های کمی مربوط به گذشته باهدف پیش‌بینی ارزش آتی متغیر مورد نظر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

## الگوهای پژوهش

در این پژوهش از سه الگوی مختلف در پیش‌بینی تورم استفاده شده است که در ادامه تشریح می‌گردند. همچنین از معیارهای میانگین مربع خطا (MSE) میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAE) و ضریب تعیین ( $R^2$ ) برای ارزیابی کارایی هر کدام از الگوها استفاده شده است.

## شبکه‌های عصبی

شبکه عصبی مصنوعی یا به اختصار شبکه عصبی از بزرگ‌ترین پیشرفت‌های علم بشر در دهه‌های اخیر است. یکی از پرکاربردترین الگوهای شبکه‌های عصبی مصنوعی از نوع شبکه‌های عصبی پیش‌خور هستند که به شبکه پرسپترون چندلایه معروف هستند. این شبکه مجموعه‌ای از نرون‌های پایه است که در سه لایه قرار می‌گیرند. این سه لایه با نام‌های لایه ورودی، لایه پنهان و لایه خروجی شناخته می‌شوند (پورحیدری و اعظمی، ۱۳۸۸). هر پرسپترون به واسطه ضرایب وزنی خود، خروجی تمامی پرسپترون‌های لایه قبلی را جمع کرده و از طریق تابع عملکردی به لایه بعدی ارسال می‌کند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۴). جهت به دست آوردن پارامترهای مؤثر شبکه عصبی و آموزش مؤثر آن از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان استفاده شده است.

## آموزش شبکه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک روش برنامه‌نویسی است که از تکامل ژنتیکی به‌عنوان 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. عملگرهای اصلی الگوریتم ژنتیک عملگرهای جهشی و تقاطعی هستند (احتشام‌رانی و همکاران، ۱۳۹۲). مراحل ترکیب و توسعه الگوی 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.

#### آموزش شبکه با استفاده از الگوریتم پرواز پرنده‌گان

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 پرواز پرنده‌گان 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 ابرهات (۱۹۹۵)** به کار برده شد. این الگوریتم الهام گرفته از پرواز هم‌زمان پرنده‌گان می‌باشد که با استفاده از یک سری روابط

ساده ترکیب بندی شده است (کندی و ابره‌ارت، ۱۹۹۵). به اعتقاد دموری و همکاران (۱۳۹۰) این الگوریتم در قیاس با الگوریتم ژنیتیک جواب سریع تری می‌دهد. مراحل اجرای الگوریتم پرواز پرندگان به صورت ذیل است.

(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) در پایان فرض کنید یک فضای D بعدی وجود دارد و i امین 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 (Pbest) و موقعیت xi 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 Pbest در گروه به دست آمده است را می‌شناسد (Gbest). 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 Pbest و فاصله بین موقعیت کنونی Gbest، بدین ترتیب سرعت ذره به صورت رابطه ۱ تغییر می‌کند:

$$V_i^{t+1} = \omega V_i^t + C_1 r_1 ((best_i^t - X_i^t)) + C_2 r_2 ((best_g^t - X_i^t)) \quad (1)$$

در رابطه ۱، Pbest بهترین مکانی است که ذره i تا به حال یافته و Gbest 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 نشان‌دهنده میزان اهمیت و ارجحیت بهترین نقاط پیداشده 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. به عبارت دیگر موقعیت یا مکان بعدی هر ذره ( $X_i^{t+1}$ ) نیز بر اساس رابطه ۲ به دست می‌آید.

$$X_i^{t+1} = X_i^t + V_i^{t+1} \quad (2)$$

پارامترهای رابطه ۱ و رابطه ۲ در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱. پارامترهای معادله الگوریتم پرواز پرندگان

پارامتر	شرح	پارامتر	شرح
$X_i^t$	موقعیت ذره $i$ ام	Gbest $_g^t$	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	$\omega^t$	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 پرواز پرندگان و ژنتیک

اساس کلی این روش بدین صورت است که مزایای الگوریتم پرواز پرندگان به همراه عملگرهای بسیار سودمند الگوریتم ژنتیک (جهش و تقاطع) ترکیب و الگوریتم ترکیبی به وجود می‌آید (آنجلاین، ۱۹۹۸). یکی از مزایای الگوریتم پرواز پرندگان نسبت به الگوریتم ژنتیک ساده بودن و کم بودن پارامترهای آن نسبت به الگوریتم ژنتیک است. از مشکلات اساسی الگوریتم پرواز پرندگان 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 موردنظر می‌تواند به یک نقطه جدید در فضای تصمیم منتقل شود. هدف از به کار بردن دومین عملگر موردنظر (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 راه حل استفاده از عملگر تقاطع است که این فرآیند بر اساس ترکیب کروموزوم‌ها در طول تولید مثل در موجودات زنده شبیه‌سازی شده و دومین راه حل استفاده از عملگر جهش می‌باشد.

### انتخاب نمونه آماری

در انتخاب نمونه آماری پژوهش دو راهکار قابل استفاده است. اولین راهکار بدین صورت است که کلیه شرکت‌های پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب و اطلاعات مستخرج از آنها در راستای پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی استفاده گردد؛ به عبارت دیگر کل جامعه آماری پژوهش بررسی و ارزیابی گردند. با این حال به نظر می‌رسد که این راهکار نیازمند صرف زمان و هزینه بیشتری در راستای جمع‌آوری اطلاعات باشد. لذا، باید دنبال راهکاری بود تا با صرف کمترین زمان و هزینه بتوان ارتباط میان اطلاعات حسابداری و اقتصاد کلان را جست و جو و تبیین کرد. لذا، پیشنهاد پژوهش حاضر راهکار دوم است. راهکار دوم که یک راهکار بهینه‌ای است، بدین صورت طراحی می‌شود که تعداد مشخصی از شرکت‌های بزرگ بورس و با توجه به ارزش بازار نسبی آنها در قیاس با ارزش بازار کل بازار انتخاب گردند. در صورت انتخاب راهکار دوم هزینه و زمان جمع‌آوری اطلاعات به حداقل خواهد رسید. پژوهشگران مختلفی دنبال این موضوع بوده‌اند تا در نهایت بتوانند شاخصی از شرکت‌های بورسی طراحی نمایند که اطلاعات استخراج شده آنها بتواند به عنوان نبض اقتصاد مطرح شود. به عنوان مثال **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۶)** سعی بر این داشتند تا اطلاعات بیست و پنج شرکت بزرگ هر صنعت بر مبنای ارزش بازار را جمع‌آوری کنند. بر همین اساس در بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ اطلاعات ۹۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شده است (۱۹۸۰ سال - شرکت). ارزش بازار این شرکت‌ها حدود ۸۵ درصد از ارزش بازار کل بورس را شامل می‌شود که با توجه به محدودیت فضای مقاله از ارائه جزئیات آنها خودداری شده است.



## متغیرهای پژوهش

### متغیرهای اقتصادی

متغیر اقتصادی پژوهش حاضر نرخ تورم است. تورم را به عنوان افزایش پایدار و محسوس در سطح عمومی قیمت‌ها تعریف کرد (احمدی لویه، ۱۳۹۵). نزدیک‌ترین شاخص برای اندازه‌گیری نرخ تورم، شاخص بها است. به همین دلیل در راستای اندازه‌گیری نرخ تورم از شاخص بهای تولیدکننده و شاخص بهای مصرف‌کننده استفاده شده است. شاخص بهای تولیدکننده و شاخص بهای مصرف‌کننده از جمله شاخص‌های قیمتی است که در بررسی روند سطح قیمت‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. شاخص قیمت تولیدکننده یکی از معیارهایی است که به منظور سنجش عملکرد اقتصادی، از سطح عمومی قیمت‌ها محاسبه و منتشر می‌شود. از این رو تأثیر قابل توجهی بر تصمیم‌گیری صاحبان صنایع، سرمایه‌گذاران و حتی سیاست‌مداران خواهد داشت. هدف از محاسبه شاخص قیمت تولیدکننده، اندازه‌گیری تغییرات قیمت‌هایی است که تولیدکنندگان در ازای فروش کالاها و خدمات خود دریافت می‌کنند؛ به عبارت دیگر می‌توان عنوان کرد که این شاخص، قیمت کالاها در کارخانه و مبدأ تولید را در نظر می‌گیرد. این شاخص به صورت یک شاخص وزنی از قیمت عمده‌فروشی کالاها یا قیمت‌های تولیدکننده محاسبه می‌شود؛ به همین دلیل، برخی شاخص بهای تولیدکننده را شاخصی می‌دانند که روندهای قیمتی در بازارهای عمده‌فروشی، صنایع تولیدی و بازار کالاها را منعکس می‌کنند. شاخص بهای تولیدکننده روند تغییرات قیمت‌ها را از دیدگاه تولیدکننده و خریدار در بخش‌های مختلف اقتصادی را نشان می‌دهد. شاخص بهای مصرف‌کننده معیار سنجش تغییرات قیمت کالاها و خدماتی است که به مصرف‌کنندگان می‌رسد و مهم‌ترین ابزار اندازه‌گیری میزان تورم قیمت‌ها در اقتصاد کشور می‌باشد. عمده این کالاها و خدمات شامل خوراکی‌ها، آشامیدنی‌ها، دخانیات، پوشاک و کفش، مسکن، آب و برق و گاز، اثاثه، لوازم و خدمات مورد استفاده در خانه، بهداشت و درمان، حمل و نقل، ارتباطات،

تفریح و امور فرهنگی، تحصیل، رستوران و هتل و کالا و خدمات متفرقه است. تعریف شاخص تغییرات تولید ناخالص داخلی در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۲. تعریف متغیرهای اقتصادی

متغیر	نماد	نحوه اندازه‌گیری
تغییرات نرخ تورم	$\Delta IR$	$(\Delta IR) = \frac{IR_2 - IR_1}{IR_1}$
		$IR_2$ نرخ تورم دوره جاری
		$IR_1$ نرخ تورم دوره مشابه قبلی

### متغیرهای حسابداری

در پژوهش حاضر بر اساس مبانی نظری خصوصاً تئوری تقاضای سرمایه‌گذاری و تئوری تقاضای مصرف متغیرهای زیر انتخاب و توان توضیحی آنها در پیش‌بینی نرخ تورم آزمون شده است. بر اساس این نظریه‌ها متغیرهای حسابداری زیر از قدرت توضیحی لازم در پیش‌بینی اقتصاد برخوردار است. به عنوان مثال، افزایش در هزینه‌ها و افزایش سرمایه‌گذاری شرکت در دارایی‌های فیزیکی نظیر موجودی کالا می‌تواند منجر به افزایش نرخ تورم گردد.

۱. تغییرات ارزش ریالی موجودی کالا نسبت به دوره مشابه قبل.
۲. تغییرات ارزش حساب‌های دریافتی نسبت به دوره مشابه قبل.
۳. تغییرات ارزش دارایی‌های ثابت نسبت به دوره مشابه قبل.
۴. تغییرات ارزش بدهی‌ها نسبت به دوره مشابه قبل.
۵. تغییرات سود ناخالص نسبت به دوره مشابه قبل.
۶. تغییرات هزینه‌های اداری، عمومی و فروش نسبت به دوره مشابه قبل.
۷. تغییرات هزینه‌های مالیاتی نسبت به دوره مشابه قبل.
۸. تغییرات سود خالص نسبت به دوره مشابه قبل.

نماد و نحوه اندازه‌گیری متغیرهای حسابداری پژوهش در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۳. متغیرهای حسابداری و نحوه محاسبه آنها

متغیر	نماد	نحوه اندازه‌گیری
تغییرات موجودی کالا	$\Delta INV$	$(\Delta INV) = \frac{INV_2 - INV_1}{INV_1}$ $INV_2$ موجودی کالا دوره جاری $INV_1$ موجودی کالا دوره مشابه قبلی
تغییرات حساب‌های دریافتی	$\Delta AR$	$(\Delta AR) = \frac{AR_2 - AR_1}{AR_1}$ $AR_2$ حساب‌های دریافتی دوره جاری $AR_1$ حساب‌های دریافتی دوره مشابه قبلی
تغییرات دارایی‌های ثابت	$\Delta FA$	$(\Delta FA) = \frac{FA_2 - FA_1}{FA_1}$ $FA_2$ دارایی‌های ثابت دوره جاری $FA_1$ دارایی‌های ثابت دوره مشابه قبلی
تغییرات بدهی‌ها	$\Delta DT$	$(\Delta DT) = \frac{DT_2 - DT_1}{DT_1}$ $DT_2$ بدهی دوره جاری $DT_1$ بدهی دوره مشابه قبلی
تغییرات سود ناخالص	$\Delta GM$	$(\Delta GM) = \frac{GM_2 - GM_1}{GM_1}$ $GM_2$ سود ناخالص دوره جاری $GM_1$ سود ناخالص دوره مشابه قبلی
تغییرات سود خالص	$\Delta NI$	$(\Delta NI) = \frac{NI_2 - NI_1}{NI_1}$ $NI_2$ سود خالص دوره جاری $NI_1$ سود خالص دوره مشابه قبلی
تغییرات هزینه‌های اداری، عمومی و فروش	$\Delta APS$	$(\Delta APS) = \frac{APS_2 - APS_1}{APS_1}$ $APS_2$ هزینه‌های اداری، عمومی و فروش دوره جاری $APS_1$ هزینه‌های اداری، عمومی و فروش دوره مشابه قبلی
تغییرات مالیات	$\Delta TX$	$(\Delta TX) = \frac{TX_2 - TX_1}{TX_1}$ $TX_2$ مالیات دوره جاری $TX_1$ مالیات دوره مشابه قبلی

### داده‌های موردنیاز و روش گردآوری آنها

متغیر سود خالص، سود ناخالص و هزینه‌ها از صورت سود و زیان میان‌دوره‌ای و سالانه و متغیرهای موجودی کالا، بدهی، حساب دریافتی و دارایی‌های ثابت از طریق ترازنامه میان دوره‌ای و پایان دوره و حسب مورد از گزارش‌های هیئت‌مدیره و یادداشت‌های همراه صورت‌های مالی گردآوری شده‌اند. علاوه بر داده‌های فوق، داده‌ها و اطلاعات موردنیاز جهت محاسبه متغیرهای اقتصادی از منابع آماری رسمی مربوط از قبیل اداره آمار اقتصادی بانک مرکزی و مرکز آمار دریافت شده است.

## یافته‌های پژوهش

## آمار توصیفی

در جدول شماره ۴ آمار توصیفی مرتبط با متغیرهای پژوهش ارائه شده است. همان‌طور که از خروجی جدول شماره ۴ مشخص است، میانگین دو شاخص اصلی اندازه‌گیری نرخ تورم (تغییرات شاخص بهای مصرف‌کننده و شاخص بهای تولیدکننده) در طول دوره مطالعه به ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۲۲ است. همچنین بیشینه این تغییرات به ترتیب ۱/۵۴ و ۲/۳۴ برای شاخص بهای مصرف‌کننده و شاخص بهای تولیدکننده در سال ۱۳۹۲ بوده است. موجودی کالا، حساب‌های دریافتی نیز در سال‌های اخیر به‌صورت میانگین ۲۵ و ۳۹ درصد نوسان داشته‌اند. سود خالص تجمیعی شرکت‌ها نیز در دوره زمانی پژوهش به صورت میانگین بالغ بر ۲۹ درصد نوسان داشته است. هزینه‌های اداری، عمومی و فروش و مالیات نیز به‌صورت میانگین تغییر ۳۲ و ۱۷ درصدی را تجربه کرده‌اند. همچنین بدهی نیز در طول دوره تحقیق به‌صورت میانگین ۳۵ درصد افزایش داشته است.

جدول شماره ۴. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیرهای پژوهش	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه
تغییرات بدهی	۰/۳۴۶	۰/۳۹	۰/۵۶۰	۰/۰۲۰
تغییرات موجودی کالا	۰/۲۵۱	۰/۱۶۵	۰/۸۳۰	۰/۰۴۱
تغییرات حساب‌های دریافتی	۰/۳۹۳	۰/۳۹	۱/۴۵۰	-۰/۰۸۰
تغییرات مخارج سرمایه‌ای	۰/۱۱۲	۰/۱۲	۰/۱۷	-۰/۰۱۴
تغییرات سود خالص	۰/۲۹۴	۰/۳۸۵	۱/۳	-۰/۴۶۰
تغییرات سود ناخالص	۰/۲۱۹	۰/۲۳۵	۰/۶۲	-۰/۴۹۰
تغییرات هزینه‌های اداری و فروش	۰/۳۲۶	۰/۲۴	۱/۵	-۰/۰۳۰
تغییرات مالیات	۰/۱۷۳	۰/۱۴۱	۰/۲۶۱	۰/۰۷
تغییرات شاخص بهای مصرف‌کننده	۰/۴۷	۰/۰۹	۱/۵۴	-۰/۴۴
تغییرات شاخص بهای تولیدکننده	۰/۲۲	۰/۲۹	۲/۳۴	-۰/۶۶

### یافته های حاصل از الگو سازی داده ها یافته‌های حاصل از ارزیابی سؤال اول پژوهش

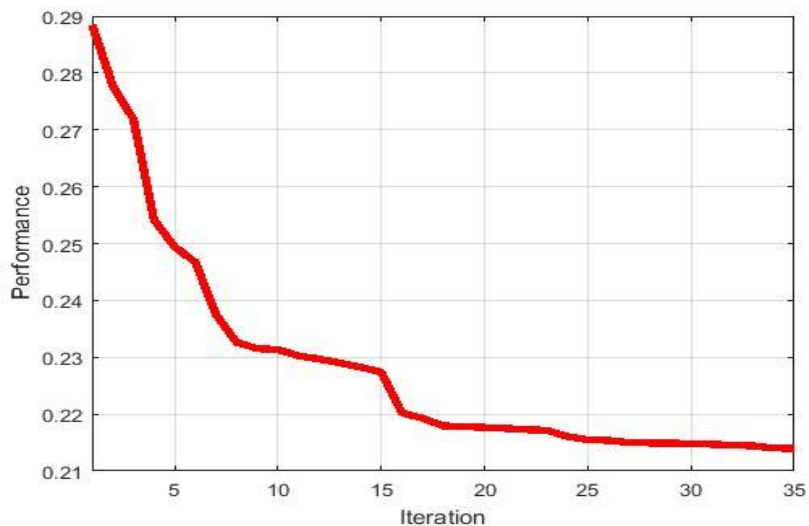
سؤال اول پژوهش بدین صورت تدوین شده است که از میان شاخص بهای مصرف کننده و شاخص بهای تولید کننده دقت پیش بینی کدام بیشتر است؟ به منظور پاسخگویی به سؤال اول پژوهش از نتایج مقایسه پیش بینی دو شاخص که در جدول شماره ۵ ارائه شده است، استفاده می شود. در طراحی الگوی اول پژوهش از شبکه عصبی منفرد از نوع پرسپترون چند لایه با روش پس انتشار خطا و با نوع تابع محرک سیگموئید استفاده شده است. حالت بهینه نیز با یک لایه میانی صورت گرفته است. در الگوی دوم و سوم نیز با تنظیم پارامترهای موجود از قبیل تعداد نسل ها، احتمال جهش و تعداد ذرات بهینه ترین الگو انتخاب گردیده است.

جدول شماره ۵. نتایج حاصل از مقایسه الگوها و شاخص‌ها

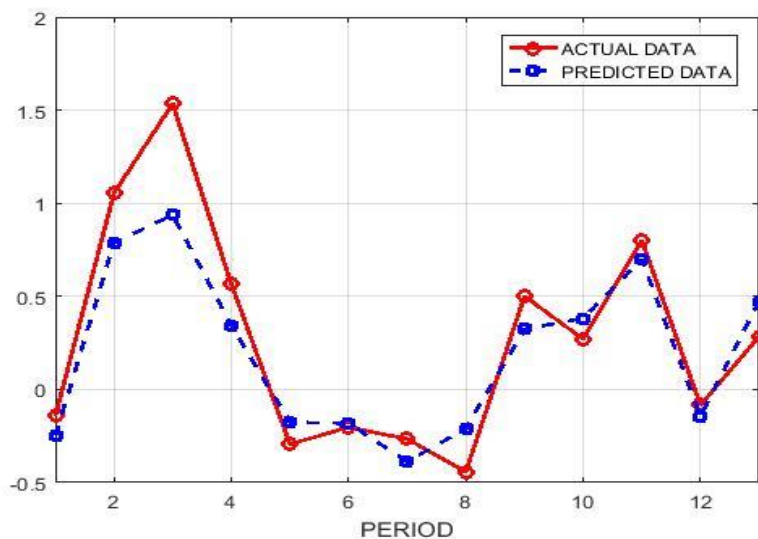
نوع شاخص	نوع الگو	داده‌های آموزش			داده‌های آزمون		
		(MSE)	(MAE)	(R <sup>2</sup> )	(MSE)	(MAE)	(R <sup>2</sup> )
شاخص بهای مصرف کننده	HNNGA	۰/۴۲۹	۰/۵۱۴	۰/۸۵	۰/۴۸۲	۵۴۰	۰/۸۷
	HNNPSO	۰/۱۲۹	۰/۲۶۴	۰/۸۸	۰/۹۰۰	۰/۸۱۷	۰/۸۲
	HNNGAPSO	۰/۲۴۴	۰/۱۶۵	۰/۹۰	۰/۲۶۳	۰/۲۲۶	۰/۹۲
شاخص بهای تولید کننده	HNNGA	۰/۲۴۸	۰/۳۱۴	۰/۸۵	۰/۰۶۶	۰/۱۷۲	۰/۸۸
	HNNPSO	۰/۲۸۰	۰/۴۳۹	۰/۷۵	۰/۶۹۹	۰/۸۱۶	۰/۸۶
	HNNGAPSO	۰/۲۴۰	۰/۲۹۰	۰/۹۴	۰/۰۶۶	۰/۱۶۹	۰/۹۷

همان طور که در جدول شماره ۵ مشاهده می شود، داده‌های حسابداری در پیش بینی شاخص بهای تولید کننده بهتر از شاخص بهای مصرف کننده عمل نموده است. به عبارتی دیگر هر سه الگوی طراحی شده در پیش بینی شاخص بهای تولید کننده در قیاس با شاخص دیگر خطای کمتری داشته‌اند. با توجه به محدودیت فضای مقاله، تنها نمودارهای مرتبط با الگوی HANGAPSO در پیش بینی شاخص بهای تولید کننده (به عنوان بهترین نتیجه پیش بینی) ارائه می گردد. نمودار روند آموزشی و مقایسه داده‌های واقعی با داده‌های پیش بینی شده داده‌ها به ترتیب در نمودار ۱ و ۲ نمایش داده شده است. همان طور که از این

نمودار مشخص است، تقریباً بعد از ۲۰ چرخه عملکرد الگو بهینه شده و سطح خطا تقریباً ثابت باقی می ماند.



نمودار شماره ۱. روند آموزشی الگوی ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم پرواز پرندگان



نمودار شماره ۲. مقایسه داده های واقعی با داده های پیش بینی شده داده های آموزشی

**یافته‌های حاصل از ارزیابی سؤال دوم پژوهش**

سؤال دوم پژوهش بدین صورت تدوین شده است که الگوریتم پیشنهادی (ترکیب الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان) تا چه میزانی قادر به بهینه‌سازی شبکه عصبی در پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی است؟ جهت پاسخگویی به این سؤال و با توجه به وجود دو شاخص بهای تولیدکننده و شاخص بهای مصرف‌کننده به مقایسه سه الگوی طراحی شده پرداخته شده است. به عبارتی دیگر برای پیش‌بینی هر کدام از این شاخص‌ها از الگوی ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک (HNNGA)، ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم پرواز پرندگان (HNNPSO) و ترکیب شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و پرواز پرندگان (HNNGAPSO) استفاده شده است. لذا، جمعاً شش الگو طراحی و نتایج پیش‌بینی آن بر اساس معیارهای ارزیابی در جدول شماره ۵ نمایش داده شده و نتیجه حاصل شد که الگوی HNNGAPSO (ترکیب شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و پرواز پرندگان) با هشت نرون لایه ورودی و هشت نرون لایه میانی در پیش‌بینی هر دو شاخص بها با مقادیر خطای کمتری در قیاس با سایر الگوها عمل کرده است؛ زیرا دو معیار خطای MSE و MAE در الگوی HNNGAPS کمتر از سایر الگوها است، علاوه بر این به‌عنوان یک قاعده کلی  $R^2$  (ضریب تعیین) بالاتر از ۰.۹۰ نشانگر عملکرد بسیار رضایت‌بخش شبکه‌های عصبی است (عرب مازار و نقدی، ۱۳۹۴). در نتیجه در راستای پاسخگویی به سؤال دوم پژوهش نتیجه حاصل می‌شود که الگوریتم پیشنهادی ترکیب سه الگوی شبکه عصبی و الگوریتم‌های ژنتیک و پرواز پرندگان بهتر از سایر الگوها در پیش‌بینی شاخص‌های بها عمل نموده و با توجه به معیارهای ارزیابی، روش رضایت‌بخشی محسوب می‌شود.

**یافته‌های حاصل از ارزیابی سؤال سوم پژوهش**

سؤال سوم پژوهش بدین صورت تدوین شده است که از میان داده‌های حسابداری، متغیرهای مؤثرتر در پیش‌بینی شاخص‌های بها کدام‌ها هستند؟ برای پاسخگویی به سؤال سوم پژوهش مبنی بر انتخاب مؤثرترین متغیرهای حسابداری در پیش‌بینی نرخ تورم از

فرایند تحلیل حساسیت استفاده می‌شود. فرآیند تحلیل حساسیت، میزان حساسیت الگو را نسبت به متغیرهای ورودی آن را نشان می‌دهد. برای این کار روش‌های متعددی وجود دارد. به‌عنوان 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. جدول شماره ۶ نتایج تحلیل حساسیت الگوهای 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.

جدول شماره ۶. نتایج تحلیل حساسیت ورودی‌های الگوهای پژوهش

شاخص	نوع الگو	$\Delta INV$	$\Delta AR$	$\Delta FA$	$\Delta DT$	$\Delta GM$	$\Delta NI$	$\Delta APS$	$\Delta TX$
	HNNGA	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۰۴
بهای تولید کننده	HNNPSO	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۰۹
	HNNGAPSO	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۰۲
	HNNGA	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۱
بهای مصرف کننده	HNNPSO	۰/۰۴۵	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۰۳
	HNNGAPSO	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۳۰	۰/۱۳	۰/۰۱

همان‌طور که از نتایج جدول شماره ۶ مشخص است در پیش‌بینی شاخص بهای تولید کننده تقریباً در هر سه الگوی طراحی شده سود خالص، سود ناخالص و هزینه‌های اداری و عمومی بیشترین ضریب تأثیرگذاری را دارند. این در حالی است که در پیش‌بینی شاخص بهای مصرف کننده متغیر مخارج سرمایه‌ای نیز جزء عوامل تأثیرگذار است.

### پیش‌بینی برون نمونه‌ای

تا بدین جا الگوسازی پژوهش به این صورت بوده است که با استفاده از قسمتی از داده‌های درون نمونه‌ای، الگوی طراحی و با بخشی دیگر از همان داده‌ها، کارایی و دقت الگو سنجیده شده است. با این حال در ادامه و به منظور آزمون کارایی و استحکام الگوی



طراحی شده از آزمون برون نمونه‌ای نیز استفاده می‌گردد. بدین ترتیب که این بار الگوسازی با استفاده از کل داده‌های درون نمونه‌ای (از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴) انجام پذیرفته و در ادامه شاخص‌های اقتصادی میان‌دوره‌ای اول سال ۱۳۹۵ (داده‌های برون نمونه‌ای) با استفاده از بهترین الگوی پژوهش پیش‌بینی می‌گردد. به همین دلیل بعد از جمع‌آوری داده‌های موردنیاز، نتایج مقایسه داده‌های پیش‌بینی شده و داده‌های واقعی سال ۱۳۹۵ در جدول شماره ۷ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۷. نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای

نوع متغیر	(MSE)	(MAE)	(R <sup>2</sup> )
شاخص بهای مصرف‌کننده	۰/۰۸۹	۰/۱۸۴	۰/۶۴
شاخص بهای تولیدکننده	۰/۱۱۷	۰/۲۰۵	۰/۸۶

همان‌طور که نتایج نیز نشان می‌دهد، پیش‌بینی برون نمونه‌ای تنها برای شاخص بهای تولیدکننده مطلوب است.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تلاش بر این بوده است تا اهمیت اطلاعات اقتصادی را در سطح کلان اقتصادی تأیید گردد. به همین دلیل اگر اطلاعات حسابداری محتوی اطلاعاتی در ارتباط با شاخص‌های اقتصادی باشند، در آن صورت ارزش اطلاعات حسابداری بار دیگر تأیید می‌شود. نتایج پژوهش بیانگر آن است که در پیش‌بینی شاخص‌های نرخ تورم و از میان متغیرهای بنیادی حسابداری، حساسیت الگوهای طراحی شده به متغیرهای سود خالص، سود ناخالص، مخارج سرمایه‌ای و هزینه‌های اداری، عمومی و فروش بیشتر است. این امر اهمیت توجه به تغییرات این متغیرها را نشان می‌دهد. در تمام الگوهای طراحی شده، سودهای حسابداری کل شرکت‌ها شاخص اثربخشی محسوب می‌شود؛ زیرا 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. این امر می‌تواند در کوتاه مدت منجر به ایجاد تورم گردد. همچنین 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. در نهایت مطابق با نظریه تقاضای مصرف، افزایش در سودآوری شرکت‌ها برابر است با افزایش مصرف. به همین دلیل تا میزانی که این افزایش ثروت صرف خرید و مصرف شود، انتظار بر این است که با افزایش تقاضا سطح عمومی قیمت‌ها و نرخ تورم همراه باشد. لذا نتایج با یافته‌های کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) و شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) از منظر پیش‌بینی نرخ رشد شاخص بهای تولیدکننده مطابقت دارد؛ اما در پیش‌بینی شاخص بهای مصرف‌کننده، علی‌رغم تأثیرگذاری و انتخاب متغیر سود حسابداری به‌عنوان عاملی با وزن تأثیرگذار در طراحی الگو، در پژوهش کوتاری و همکاران (۲۰۱۳) و شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) چنین نتیجه‌ای استنتاج نگردیده است و از این منظر یافته‌های آنها با نتایج پژوهش حاضر مطابقت ندارد.

در کل پیامد اصلی پژوهش مهر تأییدی بر ارتباط اطلاعات حسابداری و اقتصادی است. علیرغم اینکه در اکثر پژوهش‌های حوزه حسابداری کلان تمرکز بر سودهای کل حسابداری بوده است، این پژوهش با انتخاب متغیرهای بنیادی حسابداری، توان توضیحی آنها را در پیش‌بینی شاخص‌های تورم سنجید؛ به عبارت دیگر نوسان متغیرهای به‌ظاهر نامربوطی از قبیل مخارج سرمایه‌ای، هزینه‌های اداری، عمومی و فروش و در رأس آنها سودهای خالص و ناخالص می‌تواند نقطه شروع مناسبی برای تحلیل وضعیت آتی آمارهای اقتصادی موجود در سطح کلان کشور از قبیل نرخ تورم باشد. به عنوان مثال، زمانی که سودهای شرکت روند صعودی به خود می‌گیرد، می‌توان انتظار داشت که سطح سرمایه‌گذاری واحدهای تجاری افزایش یابد. این امر نیز به نوبه خود می‌تواند شاخص‌های

اقتصادی از قبیل تولید ناخالص داخلی و تورم را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر این به دلیل بار روانی افزایش سود، تقسیم آن بین سهامداران و کارکنان شرکت به‌عنوان ذی‌نفعان سازمان نیز قابل‌انتظار است. در نتیجه به‌صورت کلی تقاضای واحدهای تجاری و مردم تحت‌الشعاع این رویداد خواهد بود.

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. مدیران سازمان‌ها و بنگاه‌های تجاری علاقه‌مند هستند تا از وضعیت آتی اقتصادی آگاه گردند. لذا، مسیری که مدیران سازمان‌ها بتوانند، روند مثبت یا منفی متغیرهای کلیدی اقتصادی را پیش‌بینی نمایند، بسیار حیاتی خواهد بود. از این‌رو مدیران سازمان‌ها بهتر خواهند توانست به موفقیت برنامه‌های خود فکر کنند. توجه به برخی اطلاعات حسابداری شرکت‌های بورسی که در پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی تأثیرگذار است، می‌تواند به مدیران این بنگاه‌ها کمک نماید.

#### یادداشت‌ها

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. Macro Accounting     | 2. Konchitchki, and Patatoukas |
| 3. Shivakumar and Oktay | 4. Nallareddy and Ogneva       |
| 5. Haung                | 6. Trasvirta                   |
| 7. Gallo                |                                |

#### منابع

احتشام‌رانی، رضا؛ طلوعی، عباس؛ ناظمی، جمشید؛ البرزی، محمود. (۱۳۹۲). طراحی الگو ریاضی برای بهینه‌سازی فرآیند شبکه توزیع در زنجیره تأمین معکوس در چارچوب رویکرد مدیریت هزینه، دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، ۲(۸)، ۹۳-۱۱۰.

احمدی لویه، افشین. (۱۳۹۵). هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و تورم (دیدگاه فرامدرن در تخصیص هزینه‌های سربار)، دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، ۵(۸)، ۳۷-۴۶.

- اسدی، غلامحسین؛ نقدی، سجاد. (۱۳۹۷). طراحی و تبیین الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی با رویکرد حسابداری. *دانش حسابداری*. ۳۹-۶۳، (۳)۹.
- پورحیدری، امید؛ اعظمی، زینب. (۱۳۸۹). شناسایی نوع اظهارنظر حسابرسان با استفاده از شبکه‌های عصبی. *دانش حسابداری*. ۷۷-۹۷، (۳)۱.
- دموری، داریوش؛ فرید، داریوش؛ اشهر، مرتضی. (۱۳۹۰). پیش‌بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان و مقایسه آن با الگوهای سنتی. *دانش حسابداری*. ۷-۳۰، (۵)۲.
- زارع‌نژاد، منصور؛ شهرام، حمید. (۱۳۸۸). پیش‌بینی نرخ تورم در اقتصاد ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی پویا (دیدگاه سری زمانی). *فصلنامه اقتصاد مقاداری*. ۱۴۵-۱۶۷، (۶)۱.
- شهیکی‌تاش، محمد نبی؛ مولایی، صابر؛ حلاج‌زاده، زینب. (۱۳۹۲). پیش‌بینی سطح عمومی قیمت‌ها و تورم در ایران با استفاده از شبکه عصبی. *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان*. ۵۱-۶۷، (۱)۴.
- صالحی، مهدی؛ موسوی شیری، محمود؛ نکوئی، صادق؛ کمال‌احمدی، شریفه. (۱۳۹۴). پیش‌بینی انتخاب حسابرس مستقل در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش‌های داده‌کاوی الگوریتم‌های هیوریستیک، *دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت*. ۶۳-۷۴، (۱۴)۴.
- نقدی، سجاد. (۱۳۹۳). پیش‌بینی سود هر سهم شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران: مقایسه الگوهای سری زمانی، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری*، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مدیریت و حسابداری.

## References

- Ahmadi Loyeh, A. (2016). Activity-based costing and inflation (forward-thinking viewpoint on overhead costs allocation). *Management Accounting and Audit Knowledge*, 5 (8), 37-46 [In Persian].
- 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
- Arabmazar Yazdi, M., Naghdi, S. (2013). Debt policy prediction by neural networks combined with hybrid genetic algorithm and particle swarm optimization. *International journal of Management Perspective*. 2(5), 43-55.
- Assadi, G., Naghdi, S. (2018). Designing and formulating the forecasting model of economic growth by accounting approach. *Journal of Accounting Knowledge*, 9(3), 39-63 [In Persian].
- Demori, D., Darioush, F., Ashar, M. (2011). Predicting Tehran stock market aggregate index with particle swarm optimization and comparison with traditional models, *Journal of Accounting Knowledge*. 2(5), 7-30 [In Persian].

- Ehtesham Rasi, R., Toloei, A., Nazemi, J., and Alborzi, M. (2013). Designing a mathematical model for optimizing the distribution network in the reverse supply chain in the framework of cost management approach, *Accounting and Audit Management Knowledge*, 2(8), 93-110 [In Persian].
- Gallo, L., Hann, R., Li, C. (2013). Aggregate earnings surprises, monetary policy, and stock returns. *The 2013 JCAE Symposium*, University of Maryland.
- Hann, R., Lee, H., Li, C. (2015). Do large firms tell us more about the macro economy? Evidence from managers' financing decisions, *American Accounting Association Annual Meeting. Conference on Teaching and Learning in Accounting*. New York.
- Huang, M. (2015). Predictive power of aggregate accounting earnings growth for growth of future GDP. *Master Thesis*. Eastern Illinois University.
- Kennedy, J., Eberhart, R.C. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. *The 6<sup>th</sup> International Symposium on Micro Machine and Human Science*. Nagoya, Japan, 39-43.
- Konchitchki, Y. Patatoukas, P.N. (2016). From forecasting to now casting the macro economy: A granular-origins approach using accounting earnings data. *Review of Accounting Studies Conference*, (10) ,21-39.
- Kothari, S.P., Shivacumar, L. Urcan, O. (2013). Aggregate earnings surprises and inflation forecasts. *Working Paper*, MIT.
- Nallareddy, S., Ogneva, M. (2017). Predicting restatements In macroeconomic indicators using accounting information, *The Accounting Review*, 92(2), 151-182.
- Pourheidari, O., Azami, Z. (2010). Identifying auditors' opinions with neural networks. *Journal of Accounting Knowledge*. 1(3), 77-97 [In Persian].
- Salehi, M., Mousavi Shiri, M., Nekoei, S., Kamal Ahmadi, S. (2015). The prediction of independent auditor selection in companies accepted in Tehran Stock Exchange using the methods of data mining of heuristic algorithms. *Knowledge of Accounting and Audit Management*, 4(14), 63-74 [In Persian].
- Shahiki Tash, M., Mola'i, S., Hallajzadeh, Z. (2013). Estimation of the general level of prices and inflation in Iran using the neural network. *Journal of Strategic and Huge Strategies*. 4(1), 51-67 [In Persian].
- Shivakumar, L., Oktay, O. (2014). Why do aggregate earnings shocks predict future infation shocks? *11th London Business School Accounting Symposium*, London.
- Trasvirta, T. (2005). Forecasting economic variables with nonlinear models", *SSE/EFI. Working Paper Series in Economics and Finance*, (598), 1-55.
- Zarnejad, M., Shahram, H. (2009). Prediction of inflation rate in the Iranian economy using dynamic artificial neural networks (timeline view). *Quarterly Journal of Economics*. 1(6), 145-167 [In Persian].