

طراحی و تبیین الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی با رویکرد حسابداری

دکتر غلامحسین اسدی*

سجاد نقدی**

چکیده

مقاله حاضر قدرت توضیحی اطلاعات حسابداری مالی شامل فعالیت‌های عملیاتی، تأمین مالی و سرمایه‌گذاری را در پیش‌بینی تغییرات تولید ناخالص داخلی (رشد اقتصادی) اندازه‌گیری می‌کند. بدین منظور با تفکیک تولید ناخالص داخلی به چهار بخش اصلی اقتصاد (کشاورزی، خدمات، نفت و صنعت و معدن) سعی در ارائه رویکردی نوین در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی است. تعداد زیاد، ناشناخته بودن عوامل مؤثر و همچنین وجود روابط غیرخطی میان اطلاعات حسابداری و اقتصادی منجر به این شده است تا از ترکیبات متعدد الگوی‌های هوش مصنوعی شامل شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان استفاده شود. نتایج برآورد الگوی‌های مذکور بازه زمانی ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که الگوی ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم پرواز پرندگان از دقت بیشتری در قیاس با الگوی ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک برخوردار است. همچنین نتایج بیانگر آن است که اثربخشی فعالیت‌های عملیاتی خصوصاً سودهای حسابداری در پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی بیشتر از فعالیت‌های تأمین مالی و سرمایه‌گذاری است. علاوه بر این، نتایج دلالت بر آن دارد که از میان بخش‌های مختلف اقتصادی، ارتباط میان

* دانشیار حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

** دانش‌آموخته دکترای حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول مقاله: غلامحسین اسدی (Email: h-assadi@sbu.ac.ir).

تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۸

اطلاعات حسابداری و بخش صنعت و معدن قابل ملاحظه‌تر است. پیامد اصلی پژوهش حاضر ارتباط مؤثر میان اطلاعات حسابداری و اقتصادی است که باید در تصمیم‌گیری‌های مالی و اقتصادی لحاظ گردد.

واژه‌های کلیدی: تولید ناخالص داخلی، حسابداری، اقتصاد، الگوی‌های هوش مصنوعی.

مقدمه

یکی از ویژگی‌های اطلاعات حسابداری تجهیز استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی در پیش‌بینی رویدادهای اقتصادی آینده است. به همین دلیل ارزش پیش‌بینی‌کنندگی به عنوان یکی از معیارهای مربوط بودن اطلاعات در چارچوب نظری گزارشگری مالی مطرح شده است. ارزش پیش‌بینی‌کنندگی اطلاعات به معنای کاربرد آن در فرآیند پیش‌بینی است. با شروع پژوهش‌های بازار سرمایه در حسابداری و مالی بخش قابل توجهی از این پژوهش‌ها به بررسی و ارزیابی قدرت توضیحی اطلاعات حسابداری در راستای پیش‌بینی سایر متغیرهای حوزه حسابداری و مالی (از قبیل سود هر سهم، نسبت بدهی و سود تقسیمی) پرداخته است. نتایج این پژوهش‌ها توانایی و محتوای اطلاعاتی متغیرهای حسابداری در پیش‌بینی متغیرهای اقتصاد خرد (در سطح شرکت) را تأیید کرده است. **کوتاری^۱ (۲۰۰۱)** بخشی از این پژوهش‌ها را همراه با نقاط ضعف و قوت روش‌شناسی آنها ترکیب و ارائه داده است. ولی سؤالی که ممکن است مطرح شود این است که آیا هدف از ارزش پیش‌بینی‌کنندگی صرفاً پیش‌بینی اطلاعات حسابداری و مالی در سطح شرکت‌ها (خرد) است؟ به عبارتی دیگر آیا اطلاعات حسابداری می‌توانند در سطح اقتصاد کلان نیز مفید واقع شوند؟ پاسخ‌گویی به این سؤال اساسی، ما را با مفهوم حسابداری کلان^۲ که امروزه به عنوان حوزه مطالعاتی جدید در حسابداری شناخته می‌شود، آشنا می‌سازد.

در پژوهش‌های متعددی نظیر پژوهش **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس^۳ (۲۰۱۴a)** و **هانگ^۴ (۲۰۱۵)** به الگوی‌سازی و بررسی ارتباط میان فعالیت‌های عملیاتی نظیر سودهای کل حسابداری و جریان‌های نقدی کل با متغیرهای اقتصادی نظیر تولید ناخالص داخلی پرداخته شده است، تولید ناخالص داخلی و تغییرات آن به عنوان رشد اقتصادی در کانون

توجه اقتصاددانان، مدیران شرکت‌ها، تحلیل‌گران و به صورت کلی آحاد جامعه است. مدیر یک واحد تجاری که دنبال سرمایه‌گذاری است، به عنوان یک مؤلفه مهم، وضعیت فعلی و آتی اقتصادی را نیز در تصمیم‌گیری‌های خود دخالت می‌دهد. لذا، اگر وضعیت آتی اقتصادی به درستی تبیین و پیش‌بینی نگردد، تأثیر منفی در برنامه‌های سازمان خواهد داشت.

به دلیل اهمیت فوق‌العاده زیاد تولید ناخالص داخلی و تأثیر متغیرهای اقتصادی بر بسیاری از تصمیم‌های مدیران واحدهای تجاری به پیش‌بینی و الگوی‌سازی تغییرات این شاخص با استفاده از اطلاعات مستخرج از گزارش‌های حسابداری پرداخته شده است. نکته مهم در تبیین روابط میان حسابداری و اقتصاد، در نوع رابطه خطی یا غیرخطی آن است. آن‌چنان‌که بسیاری از پژوهش‌گران نظیر **تراسویرتا^۵ (۲۰۰۵)** معتقد هستند که متغیرهای حسابداری و اقتصادی به دلیل ماهیت آن، از نوع متغیرهای پیچیده و ناپایدار بوده و عمدتاً روابط غیرخطی بر آنها حاکم است. به همین دلیل در پژوهش حاضر تلاش شده است تا تبیین روابط میان حسابداری و اقتصاد با استفاده از الگوی‌های هوش مصنوعی نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم تجمع ذرات و الگوریتم ژنتیک باشد. علاوه بر این، تأکید و تمرکز بر فعالیت‌های سرمایه‌گذاری و فعالیت‌های تأمین مالی به عنوان شاخص‌های پیش‌نگر متغیرهای اقتصادی به عنوان خلا پژوهشی حوزه حسابداری کلان محسوب می‌شود که در این پژوهش بر آن تأکید شده است.

ساختار بقیه مقاله به این صورت است که در بخش دوم ادبیات نظری و پیشینه پژوهش بیان می‌شود؛ در بخش سوم روش‌شناسی پژوهش، در بخش چهارم نتایج حاصل از الگوی‌سازی و در نهایت در بخش آخر نتیجه‌گیری و پیشنهادات پژوهش ارائه می‌گردد.

مبانی نظری

تغییرات تولید ناخالص داخلی به عنوان رشد اقتصادی قلمداد گردیده و به نوعی بیانگر روند تحولات اقتصادی و نشانگر بزرگ شدن اندازه اقتصاد ملی طی یک دوره است. یکی از رویکردهای اندازه‌گیری تولید ناخالص داخلی رویکرد درآمدی است که

در آن تولید ناخالص داخلی از جمع سود شرکت^۶، حقوق و پاداش کارکنان و مالیات تولید و واردات محاسبه می‌شود. در زمینه استفاده از داده‌های حسابداری در پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی، رویکرد بهتر استفاده از شاخص‌های جایگزین به جای اجزای اصلی تولید ناخالص داخلی استفاده کرد. به اعتقاد **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴a)** سود حسابداری تهیه شده بر مبنای اصول پذیرفته شده حسابداری از قابلیت لازم در جایگزینی با سود شرکت که یکی از اجزای اصلی اندازه‌گیری تولید ناخالص داخلی است، برخوردار است. در نتیجه نرخ رشد سود حسابداری می‌تواند جایگزینی برای نرخ رشد سود شرکت باشد که به عنوان محرک اصلی نرخ رشد اقتصادی مطرح است.

کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴a) اعتقاد دارند که این اطلاعات با تأخیر زمانی در دسترس هستند. در نتیجه پیشنهاد آنها استفاده از سود حسابداری به جای سود شرکت است؛ زیرا سودهای حسابداری به صورت سه‌ماهه، شش‌ماهه و در زمان مناسب در دسترس هستند. سود حسابداری تهیه شده بر مبنای اصول پذیرفته شده حسابداری یکی از داده‌های به موقع و یک منبع مناسب در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی بوده که می‌تواند شاخص مناسبی از سود شرکت باشد. حسابداری کلان‌علی‌رغم ظهور در سال‌های اخیر از پشتوانه نظری مناسبی برخوردار است. نظریه‌های متعددی در طی سال‌های اخیر به واسطه تلاش پژوهشگرانی از قبیل **هان و همکاران (۲۰۱۵)** و **نالاردی و اوگنوا^۷ (۲۰۱۷)** شکل گرفته است. به عنوان مثال، می‌توان در این زمینه به نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری و نظریه تقاضای مصرف اشاره کرد. بر اساس این نظریه‌ها، متغیرهایی که به عبارتی خروجی سیستم حسابداری مالی هستند از قدرت توضیحی لازم در پیش‌بینی برخی از شاخص‌های اقتصادی برخوردار هستند. این نظریه‌ها در ادامه تشریح می‌شوند.

نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری

بر اساس نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری افزایش برخی از متغیرهای حسابداری نظیر سودهای حسابداری و جریان‌های نقدی عملیاتی منجر به افزایش ظرفیت شرکت در تولید کالاها و خدمات خواهد شد؛ زیرا در این صورت منابع مالی در اختیار سازمان‌ها در

راستای سرمایه گذاری افزایش خواهد یافت. این امر پیامدهای مختلفی را برای جامعه در پی خواهد شد. در نتیجه افزایش سود، مدیران واحد تجاری این امر را به منزله خبری خوب تلقی کرده و سطح سرمایه گذاری سازمان را افزایش خواهند داد. در نتیجه این شوک وارد به سرمایه گذاری انتظار بر این است که رشد اقتصادی افزایش یابد.

تنوری تقاضای مصرف

طبق تئوری 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 کوتاه مدت سطح مصرف و سرمایه گذاری آنها افزایش چشم گیری خواهد داشت. در تئوری تقاضای مصرف طبق دیدگاه کینز، مصرف در کوتاه مدت تحت تأثیر درآمد فرد خواهد بود. کارکنان، مدیران، سهامداران و در نهایت دولت نیز از افزایش سود شرکت بهره مند خواهند شد. در نتیجه این افزایش درآمد رشد اقتصادی در جامعه متصور خواهد بود. علاوه بر این، می توان از تئوری های مجرای اطلاعاتی و مجرای تأثیر واقعی نیز ارتباط میان اطلاعات حسابداری و اقتصاد را تبیین کرد. این فرضیه ها توسط **شیواکومار و اوکتای^۱ (۲۰۱۴)** ارائه شده است.

تنوری مجرای اطلاعاتی

طبق تئوری مجرای اطلاعاتی تصمیمات مدیران تحت تأثیر شرایط اقتصادی خواهد بود. به طور کلی این تئوری حاکی از آن است که هم اطلاعات درون سازمانی و هم اطلاعات مرتبط با متغیرهای اقتصادی بر نحوه تأمین مالی و سرمایه گذاری واحدهای تجاری مؤثر است. مدیران تحت تأثیر عوامل داخلی تصمیماتی را راجع به فعالیت های تأمین مالی و سرمایه گذاری شرکت (فرصت های سرمایه گذاری و محدودیت های مالی) اتخاذ می کنند. در نتیجه تا میزانی که این عوامل داخلی به وضعیت اقتصادی کشور وابسته و حساس باشند، انتظار بر این است که تصمیمات تأمین مالی و سرمایه گذاری مدیران انتظارات در ارتباط با وضعیت متغیرهای اقتصادی را منعکس نماید.

تنوری مجرای تأثیر واقعی

طبق تئوری مجرای تأثیر واقعی سیر صعودی فرایند تأمین مالی شرکت‌ها منجر به آن خواهد شد تا روند سرمایه‌گذاری شرکت و در ادامه سطح تولیدات افزایش یابد؛ به عبارت دیگر در این نظریه بررسی می‌شود که چگونه تغییرات در فعالیت‌های تأمین مالی شرکت می‌تواند به صورت واقعی بر وضعیت آتی اقتصادی تأثیر بگذارد (هان و همکاران، ۲۰۱۵).

شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان یکی از روش‌های محاسباتی در هوش مصنوعی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوینی محسوب می‌شوند. ایده اصلی این گونه شبکه‌ها (تا حدودی) الهام گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی برای پردازش داده‌ها و اطلاعات به منظور یادگیری و ایجاد دانش قرار دارد. 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. در این شبکه‌ها اگر یک سلول آسیب ببیند، بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آن‌ها را جبران کرده و نیز در بازسازی آن سهم باشند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری اند (نقدی، ۱۳۹۳). یادگیری در این سیستم‌ها می‌تواند توسط سایر الگوریتم‌های فرا ابتکاری نظیر الگوریتم پرواز پرندگان و ژنتیک صورت پذیرد که نتایج آموزش شبکه عصبی از طریق این الگوریتم‌ها متفاوت است.

پیشینه پژوهش

در پژوهش‌های انجام گرفته در سطح کلان اقتصادی پژوهشگران برای بهبود پیش‌بینی تعدادی از متغیرهای عمده اقتصادی استفاده از متغیرهای حسابداری را پیشنهاد داده‌اند. این رویکرد جدید توسط پژوهشگرانی نظیر کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴a)، وانگ و همکاران (۲۰۱۵) و هانگ (۲۰۱۵) پیشنهاد شده است، نتایج در همه پژوهش‌ها حاکی از قدرت توضیحی متغیرهای حسابداری بوده است. کوتاری و همکاران (۲۰۱۳)

نشان دادند که تغییرات موجود در سرمایه‌گذاری شرکت‌ها پیامدهای مهمی را برای اقتصاد کلان در پی دارد. همچنین تغییرات سرمایه‌گذاری شرکت‌ها را می‌توان با تغییرات متغیرهای کلان اقتصادی تبیین و توضیح کرد. **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴a)** به این نتیجه رسیدند که سودهای حسابداری عاملی مهم در پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی سه یا چهار میان‌دوره بعدی است. **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴b)** به این نتیجه رسیدند که پرتفوی متشکل از صد شرکت در بورس اوراق بهادار، روش مناسبی در استخراج داده‌های حسابداری مورد نیاز در پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی است. نتایج همچنین حاکی از این بود که داده‌های سود صد شرکت از قدرت توضیحی مناسبی در پیش‌بینی نرخ رشد تولید ناخالص داخلی برخوردار است. لازم به توضیح است که معیار این پژوهشگران در انتخاب صد شرکت نمونه بر اساس اندازه شرکت بوده است. بدین صورت که صد شرکت بزرگ ایالات متحده بر اساس شاخص ارزش بازار انتخاب شده است. این رویکرد در پژوهش حاضر نیز استفاده شده است.

شیواکومار و اوکتای (۲۰۱۴) در پژوهش خود به بررسی تأثیر سودهای حسابداری بر شاخص قیمت مصرف‌کننده 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. **هانگک (۲۰۱۵)** در پژوهش خود به ارزیابی فرضیه مطرح شده در پژوهش **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴a)** پرداخت. تفاوت این پژوهش با پژوهش **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴a)** مقایسه قدرت توضیحی سودهای تهیه شده بر اساس استانداردهای مختلف و در چند کشور بود. وی به این نتیجه رسید که سود حسابداری متغیر مؤثری در پیش‌بینی نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است. نتایج همچنین

حاکمی از این بود که سود حسابداری تهیه شده بر اساس استانداردهای بین‌المللی حسابداری در قیاس با سود حسابداری تهیه شده بر اساس استانداردهای آمریکایی از قدرت توضیحی کمتری برخوردار هستند.

گائرتن^۱ و همکاران (۲۰۱۶) معتقد هستند که تغییرات منفی سود حسابداری در مقایسه با تغییرات مثبت سود حسابداری راهکار مفید و دقیق‌تری در پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی بوده و از این طریق خطای پیش‌بینی سود کاهش می‌یابد. نتایج بررسی و پژوهش آنها حاکی از این است سود حسابداری اخبار منفی اقتصادی را در قیاس با اخبار خوب اقتصادی سریع‌تر و به موقع‌تر نمایش می‌دهد. **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۶)** به این نتیجه رسیدند که می‌توان با استفاده از اطلاعات مستخرج از صورت‌های مالی بیست و پنج شرکت بزرگ هر صنعت، به پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی 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 از دقت لازم برخوردار نیستند؛ 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.

با توجه به نوظهور بودن ادبیات حسابداری کلان تا بدان جایی که پژوهشگر مطلع است در میان پژوهش‌های داخلی موضوع مشابه پژوهش حاضر وجود ندارد. لذا امکان ارائه پژوهش‌های داخلی میسر نگردید.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف در دسته پژوهش‌های بنیادی و کاربردی طبقه‌بندی می‌گردد. همچنین پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کمی است که در آن داده‌های کمی مربوط به گذشته با هدف پیش‌بینی ارزش آتی متغیر مورد نظر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. متغیرهای حسابداری مورد نیاز از گزارش‌های هیئت‌مدیره و یادداشت‌های همراه صورت‌های مالی گردآوری شده‌اند. علاوه بر داده‌های فوق، داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز

به منظور محاسبه متغیرهای اقتصادی از منابع آماری رسمی مربوط از قبیل بانک مرکزی و مرکز آمار دریافت شده است.

سؤالات پژوهش

به منظور انجام پژوهش حاضر سه سوال زیر تدوین و تلاش شده است تا به آنها پاسخ داده شود.

۱. براساس مبانی نظری الگوی‌های شبکه عصبی از میان الگوریتم‌های مختلف آموزش، کدام الگوی ضریب خطای کمتری دارد؟
۲. براساس نظریه مجرای تأثیر واقعی، کدام یک از فعالیت‌های عملیاتی، تأمین مالی و سرمایه‌گذاری در پیش‌بینی شاخص رشد اقتصادی تأثیر گذار است.
۳. براساس نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری و مصرف، نتایج پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی با وقفه زمانی (با تأخیر زمانی) تا چند دوره رضایت‌بخش است؟

الگوی‌های پژوهش

الگوی‌های مورد استفاده پژوهش، شبکه‌های عصبی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان است. نتایج حاصل از این الگوی‌ها براساس معیارهای ارزیابی عملکرد مختلف مقایسه شده‌اند. به طور کلی اجماعی بر روی بهترین معیار عملکرد، جهت ارزیابی الگوی پیش‌بینی وجود ندارد و پژوهشگران معمولاً از سه یا چهار معیار کنار هم استفاده می‌کنند. در این پژوهش از معیارهای میانگین مربع خطا (MSE)، میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAE) و ضریب تعیین (R^2) استفاده شده است.

الگوی شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی به رغم تنوع، از ساختار مشابهی برخوردار هستند. یک شبکه عصبی معمولاً از سه لایه ورودی، پنهان یا مخفی و خروجی تشکیل شده است. لایه ورودی فقط اطلاعات را دریافت کرده و مشابه متغیر مستقل عمل می‌کند. لایه خروجی نیز مانند متغیر وابسته عمل کرده و تعداد نرون‌های آن بستگی به تعداد متغیر وابسته دارد (پورحیدری و اعظمی، ۱۳۸۸). در این روش فرض شده است متغیرهای عمده اقتصادی را به صورت

زمانی در دست داریم. سپس شبکه‌های عصبی طراحی شده، داده‌های در دسترس را از ابتدای شروع دوره تا دوره t را دریافت کرده و از طریق این داده‌ها آموزش دیده و قادر خواهد بود تا آمارهای اقتصادی را در بازه زمانی t تا پایان دوره مورد نظر را پیش‌بینی نماید. استفاده بهتر از شبکه عصبی، مستلزم بهینه‌سازی پارامترهای مورد استفاده در آن است. برای تعیین بهترین مقادیر پارامترهای شبکه‌های عصبی مانند تعداد لایه‌ها و نرون‌های لایه میانی، زمان زیادی صرف واسنجی این پارامترها به روش آزمون و خطا می‌شود. به همین منظور در اجرای آن از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پرواز پرندگان به عنوان یک روش بهینه‌سازی که دستیابی به مقادیر مطلوب پارامترهای شبکه عصبی میسر می‌سازد، استفاده شده است.

آموزش شبکه عصبی 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 الگوی تلفیقی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک برای پیش‌بینی 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 است، تعیین می‌شود.

مرحله ۵: به منظور ایجاد نسل بعد از عملگرهایی نظیر عملگرهای ژنتیکی و تکاملی مانند ترکیب و جهش ژنی و نیز چرخه رولت برای انتخاب نسل بعد در الگوریتم ژنتیک 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 عصبی با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان

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 پرندگان است. این الگوریتم در متون فارسی با عناوین دیگری از قبیل تجمع ذرات، انبوه ذرات و ازدحام ذرات نیز شناخته می‌شود. به اعتقاد دموری و همکاران (۱۳۹۰) این الگوریتم حتی نسبت به الگوریتم ژنتیک جواب سریع‌تری می‌دهد. این الگوریتم برای اولین بار توسط کندی و ابرهارت (۱۹۹۵) به کار برده شد. این الگوریتم الهام گرفته از پرواز همزمان پرندگان است که با استفاده از یک سری روابط ساده ترکیب‌بندی شده است (کندی و ابرهارت، ۱۹۹۵). مراحل اجرای الگوریتم تجمع ذرات 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) 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 مقادیر را که تاکنون به آن رسیده ($Pbest$) 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 $Pbest$ در گروه 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:

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

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. ω 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. 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 جدول شماره ۱ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۱. پارامترهای معادله الگوریتم تجمع ذرات

| 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 |

| پارامتر | شرح | پارامتر | شرح |
|-------------|---|------------|-------------------------------|
| V_i^{t+1} | سرعت ذره I ام در موقعیت بعدی | ω^t | ضریب اینرسی |
| $Pbest_i^t$ | بهترین موقعیت تجربه شده برای ذره I ام | F_2, F_1 | اعداد تصادفی با توزیع یکنواخت |

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش حاضر کشور ایران است. در انتخاب شرکت‌های منتخب پژوهشگرانی نظیر **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴)**، **هانگ (۲۰۱۵)** و **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۶)** معتقد هستند که ضریب تأثیر شرکت‌های بزرگ بر اقتصاد بیشتر از شرکت‌های با اندازه کوچک است. این پژوهشگران معتقد هستند که انتخاب شرکت‌های بزرگ بر اساس شاخص بازار می‌تواند نماینده و شاخص مناسبی برای پژوهش‌های حوزه حسابداری کلان باشد. به عنوان مثال **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴)** با استفاده از شاخص ارزش بازار صد شرکت بزرگ بورس ایالات متحده را به عنوان نمونه آماری انتخاب و در ادامه در مطالعه‌ای دیگر در سال ۲۰۱۶ معتقد هستند که انتخاب ۲۵ درصد شرکت‌های بزرگ هر صنعت در ادبیات حسابداری کلان کفایت می‌کند. به صورتی که در غالب موارد، ارزش بازار شرکت‌های منتخب ۸۰ درصد ارزش بازار بورس آمریکا است. لذا، در پژوهش حاضر با الگو قرار دادن روش انتخاب نمونه **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴)** که از پیش‌تازان عرصه حسابداری کلان محسوب می‌شوند، تلاش شده است تا براساس ارزش بازار، شرکت‌های منتخب بیشتر از ۸۰ درصد ارزش بازار بورس کشور را تشکیل دهند. بر همین اساس و در بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ اطلاعات ۸۸ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران براساس ارزش بازار انتخاب شده است.

متغیرهای پژوهش

تولید ناخالص داخلی و اجزای آن

تغییرات تولید ناخالص داخلی به عنوان رشد اقتصادی قلمداد گردیده و به نوعی بیانگر روند تحولات اقتصادی و نشانگر بزرگ شدن اندازه اقتصاد ملی طی یک دوره است. برای اندازه‌گیری رشد اقتصادی از اطلاعات ارزش افزوده بخش‌های مختلف

اقتصادی استفاده شده است. بانک مرکزی اطلاعات مرتبط با چهار بخش اصلی اقتصاد شامل بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن، خدمات و نفت را طی گزارشی با عنوان نماگرهای اقتصادی منتشر می‌کند. تعریف شاخص تغییرات تولید ناخالص داخلی در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۲. تعریف متغیرهای حسابداری

| متغیر | نماد | نحوه اندازه‌گیری |
|------------------------|--------------|--|
| رشد تولید ناخالص داخلی | ΔGDP | GDP_2 - تولید ناخالص داخلی دوره جاری |
| | | GDP_1 - تولید ناخالص داخلی دوره مشابه قبلی |

متغیرهای حسابداری

همان‌طور که شرح آن گذشت بر اساس نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری و تقاضای مصرف امکان تبیین و پیش‌بینی شاخص‌های اقتصادی با استفاده از سودهای حسابداری وجود دارد. طبق نظریه تقاضای سرمایه‌گذاری اگر منابع مالی تحت اختیار شرکت در راستای سرمایه‌گذاری افزایش پیدا کند تبعات اقتصادی خواهد داشت. این منابع مالی عمدتاً از طریق ایجاد تسهیلات مالی و یا از طریق افزایش سودهای حسابداری ایجاد می‌شود. محتوای توضیحی این متغیرها به واسطه سایر نظریه‌ها (از قبیل نظریه تأثیر واقعی و نظریه مجرای اطلاعاتی) و پژوهش‌های پیشین نیز تأیید شده است. به عنوان مثال، در نظریه مجرای اطلاعاتی بر محتوای اطلاعاتی فعالیت‌های تأمین مالی و سرمایه‌گذاری نظیر عواید حاصل از تأمین مالی و مخارج سرمایه‌ای و موجودی کالا تأکید می‌شود. تغییرات دارایی‌های ثابت به عنوان شاخص فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، تغییرات عواید حاصل از ایجاد بدهی به عنوان فعالیت تأمین مالی و تغییرات حاصل از سود خالص و جریان‌های نقدی عملیاتی به عنوان شاخص فعالیت‌های عملیاتی در جدول شماره ۳ تعریف و ارائه گردیده‌اند.

جدول شماره ۳. تعریف متغیرهای حسابداری

| متغیر | نماد | نحوه اندازه گیری |
|--------------------------------|-------------|--|
| تغییرات دارایی‌های ثابت | ΔFA | $(\Delta FA) = \frac{FA_2 - FA_1}{FA_1}$ FA ₂ دارایی‌های ثابت دوره جاری FA ₁ دارایی‌های ثابت دوره مشابه قبلی |
| تغییرات بدهی‌ها | ΔDT | $(\Delta DT) = \frac{DT_2 - DT_1}{DT_1}$ DT ₂ بدهی دوره جاری DT ₁ بدهی دوره مشابه قبلی |
| تغییرات سود خالص | ΔNI | $(\Delta NI) = \frac{NI_2 - NI_1}{NI_1}$ NI ₂ سود خالص دوره جاری NI ₁ سود خالص دوره مشابه قبلی |
| تغییرات جریان‌های نقدی عملیاتی | ΔCF | $(\Delta CF) = \frac{CF_2 - CF_1}{CF_1}$ CF ₂ جریان‌های نقدی عملیاتی دوره جاری CF ₁ جریان‌های نقدی عملیاتی دوره مشابه قبلی |

آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در جدول شماره ۴ نمایش داده شده است. از میان متغیرهای حسابداری بررسی نوسانات بدهی حاکی از این است که این متغیر در سال ۱۳۸۸ با تغییر ۵۶ درصدی بیشترین میزان نوسانات را در ده سال اخیر داشته است. سود خالص تجمعی 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. اوج تغییرات جریان‌های نقدی عملیاتی نیز در سال ۱۳۸۹ در حدود ۳۶ درصد بوده است. علاوه بر این جدول شماره ۵ تغییرات رشد اقتصادی چهار بخش اقتصادی را در طی دوره مطالعه نمایش می‌دهد.

جدول شماره ۴. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

| متغیرهای پژوهش | میانگین | میانه | بیشینه | کمینه |
|-------------------------------------|---------|-------|--------|--------|
| تغییرات ارزش افزوده بخش نفت | -۰/۰۴۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۹۰ | -۰/۳۷۵ |
| تغییرات ارزش افزوده بخش خدمات | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۶۰ | -۰/۰۱۵ |
| تغییرات ارزش افزوده بخش کشاورزی | ۰/۰۵۰ | ۰/۰۵۵ | ۰/۲۲ | -۰/۱۱۸ |
| تغییرات ارزش افزوده بخش صنعت و معدن | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۳ | ۰/۰۹۳ | -۰/۱۲۴ |

۵۴/ طراحی و تبیین الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی با رویکرد حسابداری

| متغیرهای پژوهش | میانگین | میانه | بیشینه | کمینه |
|--------------------------------|---------|-------|--------|--------|
| تغییرات بدهی | ۰/۳۴۶ | ۰/۳۹ | ۰/۵۶۰ | ۰/۰۲۰ |
| تغییرات دارای‌های ثابت | ۰/۱۱۲ | ۰/۱۲ | ۰/۱۷ | -۰/۰۱۴ |
| تغییرات سود خالص | ۰/۲۹۴ | ۰/۳۸۵ | ۱/۳ | -۰/۴۶۰ |
| تغییرات جریان‌های نقدی عملیاتی | ۰/۲۲ | ۰/۱۳ | ۰/۳۶ | ۰/۰۸ |

تغییرات ارزش افزوده بخش‌های مختلف اقتصادی در سال‌های اخیر خصوصاً بین سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ منفی است. اوج این تغییرات مربوط به بخش نفت است که کاهش ۳۷ درصدی را در شش ماهه اول ۱۳۹۱ و ۳۴ درصدی را در سال ۱۳۹۱ تجربه کرده است. افزایش ۲۲ درصدی بخش کشاورزی در سال ۱۳۹۴ که حداکثر تغییرات در ده سال اخیر است نیز قابل توجه است.

جدول شماره ۵. تغییرات رشد اقتصادی چهار بخش اصلی اقتصاد

| سال | تغییرات ارزش افزوده بخش نفت | تغییرات ارزش افزوده بخش کشاورزی | تغییرات ارزش افزوده بخش صنعت و معدن | تغییرات ارزش افزوده بخش خدمات |
|------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| ۱۳۸۵ | ۳/۶ | ۴/۷ | ۹/۳۰ | ۶/۷ |
| ۱۳۸۶ | ۱/۳ | ۴/۶ | ۹/۰۰ | ۶/۴ |
| ۱۳۸۷ | -۰/۲ | -۱۱/۸۰ | ۵/۵۰ | ۲/۴۰ |
| ۱۳۸۸ | -۳/۹۰ | ۱۳/۵۰ | ۲/۸۰ | ۲/۲۰ |
| ۱۳۸۹ | ۱/۹۰ | ۸/۸۰ | ۹/۳۰ | ۴/۰۰ |
| ۱۳۹۰ | ۱/۳۰ | ۴/۸۰ | ۳/۳۰ | ۲/۴۰ |
| ۱۳۹۱ | -۳۴/۱۰ | ۶/۳۰ | -۱۲/۴۰ | -۰/۴۰ |
| ۱۳۹۲ | -۸/۹۰ | ۴/۷۰ | -۲/۹۰ | -۱/۵۰ |
| ۱۳۹۴ | ۴/۸۰ | ۳/۸۰ | ۵/۰ | ۲/۴۰ |
| ۱۳۹۵ | ۴/۵۰ | ۳/۵۰ | ۲/۵۰ | ۱/۸۰ |

نتایج حاصل الگوی سازی و آزمون دقت الگوی ها

همان‌طور که شرح آن نیز گذاشت، تولید ناخالص داخلی به بخش‌های نفت، خدمات، صنعت و معدن و کشاورزی تفکیک شده است. برای پیش‌بینی هر کدام از

بخش‌ها از دو الگوی ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک (ANN_GA) و ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم پرواز پرندگان (ANN-PSO) استفاده شده است. لذا، جمعاً هشت الگوی طراحی و نتایج پیش‌بینی آن بر اساس معیارهای ارزیابی در جدول شماره ۶ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۶. مقایسه نتایج الگوها

| بخش‌های اقتصاد | نوع الگوی | داده‌های آموزش | | | داده‌های آزمون | | |
|-----------------|-----------|----------------|---------|-------------------|----------------|---------|-------------------|
| | | (MSE) | (MAE) | (R ²) | (MSE) | (MAE) | (R ²) |
| بخش نفت | ANN_GA | ۰/۰۰۲۳ | ۰/۰۴۰۹ | ۰/۹۲ | ۰/۰۰۱۲ | ۰/۰۴۶۲ | ۰/۹۷ |
| | ANN-PSO | ۰/۰۰۰۶۲ | ۰/۰۰۵۷۸ | ۰/۸۱ | ۰/۰۰۰۲۸ | ۰/۰۰۵۴۳ | ۰/۹۹ |
| بخش خدمات | ANN_GA | ۰/۰۰۰۳۶ | ۰/۰۱۵۱ | ۰/۴۵ | ۰/۰۰۰۱۳ | ۰/۰۰۳۲ | ۰/۹۲ |
| | ANN-PSO | ۰/۰۰۰۳۵ | ۰/۰۱۵۱ | ۰/۳۸ | ۰/۰۰۰۰۶۱ | ۰/۰۰۷۸ | ۰/۹۹ |
| بخش کشاورزی | ANN_GA | ۰/۰۰۱۷ | ۰/۰۹۷۰ | ۰/۸۷ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۹۲۱ | ۰/۸۱ |
| | ANN-PSO | ۰/۰۰۳۱ | ۰/۰۴۳۰ | ۰/۷۲ | ۰/۰۰۱۹ | ۰/۰۳۴۱ | ۰/۹۹ |
| بخش صنعت و معدن | ANN_GA | ۰/۰۰۱۲ | ۰/۰۸۷ | ۰/۸۰ | ۰/۰۰۹۱ | ۰/۰۹۳ | ۰/۹۹ |
| | ANN-PSO | ۰/۰۰۰۰۸ | ۰/۰۰۶۳ | ۰/۸۸ | ۰/۰۰۰۰۳۹ | ۰/۰۰۵۰ | ۰/۹۹ |

به منظور پاسخگویی به سوال اول پژوهش معیارهای ارزیابی حاکی از این است که الگوی ANN-PSO در پیش‌بینی چهار بخش اصلی اقتصاد از الگوی ANN-GA موفق‌تر عمل کرده است؛ زیرا شاخص‌های خطا در الگوی ANN-PSO کمتر از الگوی ANN-GA است، علاوه بر این، به عنوان یک قاعده کلی R² (ضریب تعیین) بالاتر از ۹۰٪ نشانگر عملکرد بسیار رضایت‌بخش شبکه‌های عصبی است، این در حالی است که اگر R² الگوی بین ۸۰٪ و ۹۰٪ باشد نشانگر عملکرد قابل قبول و رضایت‌بخش شبکه‌های عصبی است و اگر R² زیر ۸۰٪ باشد، عملکرد الگوی رضایت‌بخش نخواهد بود (عرب مازار و نقدی، ۱۳۹۴). با توجه به اینکه R² الگوی مورد استفاده پژوهش حاضر در اکثریت موارد بالاتر از ۸۰٪ است. بنابراین، می‌توان به این نتیجه رسید که رابطه نتایج الگوهای پژوهش بسیار رضایت‌بخش است. به منظور پیش‌بینی شاخص‌های تولید ناخالص داخلی، پارامترهای

اصلی الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تجمع ذرات به شرح جداول شماره ۷ و ۸ تدوین شده است.

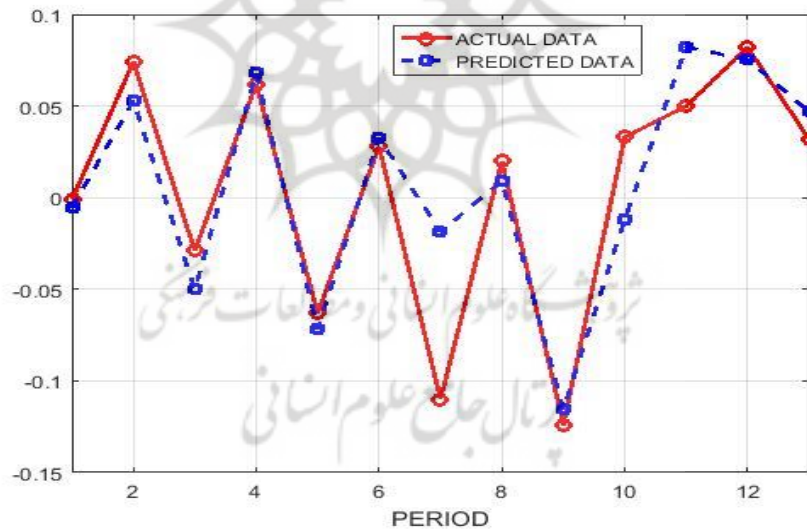
جدول شماره ۷. پارامترهای اصلی الگوریتم ژنتیک

| جمعیت اولیه | احتمال تقاطع | احتمال جهش | تعداد نسل |
|-------------|--------------|------------|-----------|
| ۱۰۰ | ۰/۵ | ۰/۳۵ | ۱۰۰۰ |

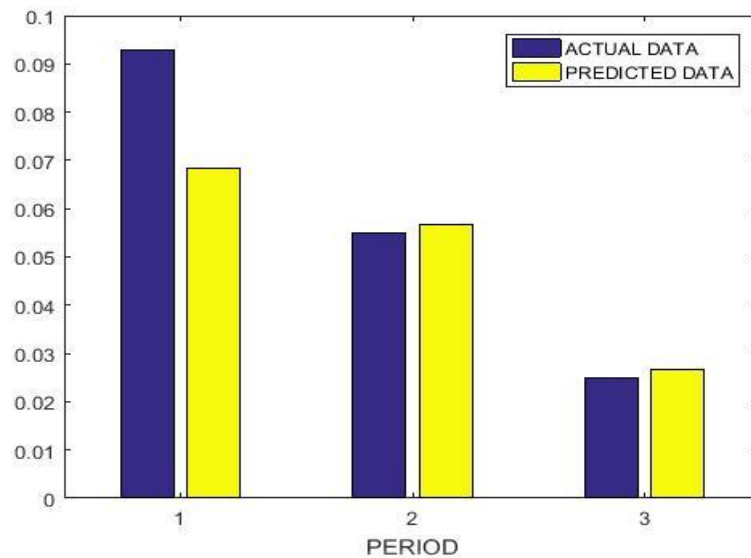
جدول شماره ۸. پارامترهای اصلی الگوریتم تجمع ذرات

| وزن اینرسی | تعداد ذرات | فاکتور یادگیری |
|------------|------------|----------------|
| {۰-۱} | ۵۰ | ۲ |

همان‌طور که نتایج نیز مبین آن است، از میان انواع الگوهای پژوهش در پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی، الگوی ANN-PSO در پیش‌بینی بخش صنعت و معدن موفق‌تر از سایر بخش‌ها عمل می‌نمایند. با توجه به محدودیت فضای مقاله، تنها نمودارهای مرتبط با بهترین الگوی طراحی شده پژوهش ارائه می‌گردد. به همین دلیل مقایسه داده‌های واقعی با داده‌های پیش‌بینی شده داده‌های آموزشی و داده‌های آزمون بخش صنعت و معدن به ترتیب در نمودار شماره ۱ و ۲ نمایش داده شده است.



نمودار شماره ۱. مقایسه داده‌های واقعی با داده‌های پیش‌بینی شده داده‌های آموزشی



نمودار شماره ۲. مقایسه داده‌های واقعی با داده‌های پیش‌بینی شده داده‌های آزمون

تحلیل حساسیت

به منظور پاسخگویی به سوال دوم پژوهش مبنی بر انتخاب تأثیرگذارترین متغیر در راستای پیش‌بینی رشد اقتصادی از فرایند تحلیل حساسیت استفاده شده است. فرآیند تحلیل حساسیت، میزان حساسیت الگوی 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. جدول شماره ۹ نتایج تحلیل حساسیت الگوی‌های 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. به عنوان مثال، بهترین الگوی طراحی شده پژوهش، الگوی ANN-PSO در پیش‌بینی بخش صنعت و معدن است.

جدول شماره ۹. نتایج تحلیل حساسیت ورودی‌های الگوی‌های پژوهش

| ΔCF | ΔNI | ΔDT | ΔFA | نوع الگوی | بخش‌های اقتصاد |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------------|
| ۰/۱۱۲۱ | ۰/۱۲۴۱ | ۰/۰۴۷۹ | ۰/۱۲۰۶ | ANN_GA | بخش نفت |
| ۰/۰۶۶۳ | ۰/۲۴۱۴ | ۰/۰۶۲۶ | ۰/۰۱۰۵ | ANN-PSO | |
| ۰/۰۱۴۳ | ۰/۱۴۱۲ | ۰/۰۱۸۶ | ۰/۱۰۷۱ | ANN_GA | بخش خدمات |
| ۰/۰۵۷۲ | ۰/۲۳۵۵ | ۰/۰۶۹۴ | ۰/۰۱۲۸ | ANN-PSO | |
| ۰/۱۰۵۶ | ۰/۲۵۱۱ | ۰/۰۶۲۱ | ۰/۰۴۲۱ | ANN_GA | بخش کشاورزی |
| ۰/۰۰۸۲ | ۰/۱۷۴۱ | ۰/۱۵۴۴ | ۰/۰۰۱۱ | ANN-PSO | |
| ۰/۰۰۱۲ | ۰/۲۴۸۲ | ۰/۲۰۱۴ | ۰/۱۱۲۱ | ANN_GA | بخش صنعت و معدن |
| ۰/۰۱۲۴ | ۰/۳۵۹۸ | ۰/۱۱۴۱ | ۰/۲۰۴۷ | ANN-PSO | |

همان‌طور که از نتایج جدول مشخص است سودهای کل حسابداری به عنوان شاخص اندازه‌گیری فعالیت‌های عملیاتی از تأثیر گذاری بیشتری در پیش‌بینی رشد اقتصادی برخوردار است.

پیش‌بینی با در نظر گرفتن وقفه زمانی

در این قسمت سعی شده است تا الگوی‌سازی متغیرهای عمده اقتصادی و به منظور پاسخگویی به سوال سوم پژوهش با در نظر گرفتن چهار وقفه زمانی شش ماهه انجام شود؛ زیرا برخی پژوهشگران نظیر کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴b)، معتقد هستند که ممکن است اطلاعات حسابداری شرکت‌ها همراه با تأخیر و وقفه زمانی، محتوای اطلاعاتی خود را در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی نشان دهند. در این پژوهش نیز هم‌راستا با پژوهش کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴b) پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی با چهار وقفه شش ماهه در نظر گرفته شود. در جدول شماره ۱۰ نتایج الگوی‌سازی با چهار وقفه شش ماهه نمایش داده شده است.

جدول شماره ۱۰. نتایج پیش‌بینی با وقفه زمانی

| متغیر | تعداد وقفه | معیارهای ارزیابی |
|-------|------------|-------------------------------|
| | | (R ²) (MAE) (MSE) |
| یک | ۰/۱۷۲ | ۰/۱۲۵۰ |
| دو | ۰/۰۶۶۸ | ۰/۱۵۴۱ |
| سه | ۰/۱۲۹ | ۰/۲۸۲۶ |

ارزش افزوده بخش کشاورزی

| متغیر | تعداد وقفه | معیارهای ارزیابی | | |
|-----------------------------|------------|------------------|---------|-------------------|
| | | (MSE) | (MAE) | (R ²) |
| ارزش افزوده بخش صنعت و معدن | چهار | ۰/۳۹۳ | ۰/۵۰۳ | ۰/۵۷ |
| | یک | ۰/۰۰۰۳۲ | ۰/۰۰۴۵۶ | ۰/۹۱ |
| | دو | ۰/۰۰۸۲ | ۰/۰۱۲ | ۰/۸۲ |
| | سه | ۰/۰۲۸ | ۰/۰۸۵ | ۰/۷۰ |
| ارزش افزوده بخش خدمات | چهار | ۰/۲۱۴ | ۰/۴۹۲ | ۰/۶۱ |
| | یک | ۰/۰۰۰۵۵ | ۰/۰۰۷۸ | ۰/۹۱ |
| | دو | ۰/۰۰۴۲ | ۰/۰۲۶ | ۰/۸۱ |
| | سه | ۰/۰۷۶ | ۰/۲۱۵ | ۰/۶۹ |
| ارزش افزوده بخش نفت | چهار | ۰/۱۱۶ | ۰/۷۱۴ | ۰/۵۵ |
| | یک | ۰/۰۰۰۷۶ | ۰/۰۰۷۲۱ | ۰/۹۹ |
| | دو | ۰/۰۲۶۸ | ۰/۰۹۴۱ | ۰/۸۲ |
| | سه | ۰/۱۳۸۱ | ۰/۴۷۶ | ۰/۵۵ |
| | چهار | ۰/۳۰۱ | ۰/۷۱۵ | ۰/۴۹ |

همان طور که از نتایج نیز مشخص است. در پیش بینی ارزش افزوده بخش صنعت و معدن شاخص های ارزیابی عملکرد حکایت از مطلوب بودن نتایج پیش بینی با دو وقفه زمانی است؛ به عبارت دیگر تا دو وقفه نتایج پیش بینی رضایت بخش است. این در حالی است که در پیش بینی ارزش افزوده بخش کشاورزی، نفت و خدمات تنها در حالت یک وقفه نتایج پیش بینی مطلوب و رضایت بخش است.

پیش بینی برون نمونه ای

به منظور آزمون کارایی و استحکام الگوی طراحی شده از آزمون برون نمونه ای استفاده شده است. به همین دلیل بعد از جمع آوری داده های مورد نیاز، نتایج مقایسه داده های پیش بینی شده و داده های واقعی سال ۱۳۹۵ در جدول شماره ۱۱ نمایش داده شده است.

همان طور که از نتایج مشخص است تنها پیش بینی رشد اقتصادی بخش کشاورزی با استفاده از معیارهای ارزیابی رضایت بخش نیست.

جدول شماره ۱۱. نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای

| نوع شاخص | (MSE) | (MAE) | R ² |
|-----------------------------|--------|--------|----------------|
| ارزش افزوده بخش کشاورزی | ۰/۰۱۷ | ۰/۳۷۰ | ۰/۷۷ |
| رشد اقتصادی بخش صنعت و معدن | ۰/۰۰۳۲ | ۰/۰۴۵۶ | ۰/۹۵ |
| رشد اقتصادی بخش خدمات | ۰/۰۵۱ | ۰/۱۱۵ | ۰/۹۰ |
| رشد اقتصادی بخش نفت | ۰/۰۱۲۵ | ۰/۰۶۵۱ | ۰/۹۳ |

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر با مبنا قرار دادن روابط غیرخطی میان اطلاعات حسابداری و اقتصادی و قدرت توضیحی متغیرهای حسابداری نشان داد اخبار مرتبط با متغیرهای حسابداری خصوصاً سودهای حسابداری کل شرکت‌ها محتوی اطلاعات سودمندی در ارتباط با وضعیت آتی متغیرهای اقتصادی است. به صورتی که می‌توان از اطلاعات حسابداری در پیش‌بینی رشد اقتصادی استفاده کرد. همان‌طور که نتایج نیز مبین آن است در طراحی الگوی‌های پژوهش، متغیر سودهای کل خالص بیشترین اثرگذاری را در آموزش الگوی بازی می‌کند. این یافته با نتایج پژوهش پژوهشگرانی نظیر **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴ب)**، **گائرتنر و همکاران (۲۰۱۶)**، **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۶)** مطابقت دارد. این امر نشانگر این است که مدیران شوک‌های ناشی از سودهای حسابداری را در تصمیمات خود وارد کرده و این امر می‌تواند در آینده شاخص‌های اقتصادی را دچار تعدیل نماید. این همان یافته‌ای است که تئوری مجرای تأثیر واقعی نیز بدان اشاره دارد.

در تفکیک رشد اقتصادی به چهار بخش اقتصادی مشاهده گردید که ارتباط میان اطلاعات حسابداری با رشد اقتصاد بخش صنعت و معدن قابل ملاحظه‌تر است. حتی در آزمون برون نمونه‌ای نیز یافته مذکور تایید گردید. در ارتباط با نتایج پیش‌بینی با وقفه‌های زمانی نیز نتایج همسو با پژوهش **سومیانا (۲۰۱۴)** بیانگر ارتباط ضعیف میان شاخص‌های اقتصادی و حسابداری در بلندمدت است. در نتیجه متغیرهای حسابداری در کشور ایران نیز که کشوری در حال توسعه محسوب می‌شود، از قدرت توضیحی کمتری در پیش‌بینی رشد

اقتصادی در بلند مدت است. این در حالی است که شدت این رابطه در کشورهای توسعه یافته بیشتر بوده و متغیرهای حسابداری این توانایی را دارند که با وقفه‌های زمانی طولانی‌تری رشد اقتصادی را پیش‌بینی نمایند. نتایج پژوهش **کانچیتاچکی و پاتاتوکاس (۲۰۱۴b)** نیز این فرضیه را تایید می‌کند. با جمیع شرایط فوق‌الذکر و مطابق با نتایج پژوهش، متغیرهای حسابداری در پیش‌بینی رشد اقتصادی موفق عمل می‌کنند؛ به عبارت دیگر نوسان متغیرهای به ظاهر نامربوطی از قبیل سطح بدهی، مخارج سرمایه‌ای و در رأس آنها سودهای خالص می‌تواند نقطه شروع تغییرات آمارهای اقتصادی موجود در سطح کلان کشور از قبیل تولید ناخالص داخلی 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 تولید ناخالص را تحت تأثیر قرار دهد. نگاه عرف به اطلاعات حسابداری به صورت اطلاعات گذشته‌نگر است. این در حالی است که نتایج پژوهش حاضر همراستا با ادبیات حسابداری کلان اعتقاد بر اثرات آتی اطلاعات حسابداری شرکت‌ها بر اقتصاد است. لذا، پیشنهاد می‌شود تحلیلگران حوزه اقتصاد در پیش‌بینی‌های اقتصادی بر ماهیت آتی اطلاعات حسابداری شرکت‌ها خصوصاً شرکت‌های بزرگ کشور توجه داشته باشند. این موضوع می‌تواند در مطالعات آتی حسابداری نیز پوشش داده شود.

یادداشت‌ها

1. Kothari
2. Macro Accounting
3. Konchitchki, and Patatoukas
4. Haung
5. Trasvirta
6. Corporate Profit
7. Nallareddy and Ogneva
8. Shivakumar and Oktay
9. Lev and Thiagarajan
10. Gaertner

منابع

- پورحیدری، امید، اعظمی، زینب. (۱۳۸۹). شناسایی نوع اظهارنظر حسابرسان با استفاده از شبکه‌های عصبی. *دانش حسابداری*، ۳(۱)، ۹۷-۷۷.
- دموری، داریوش، فرید، داریوش و اشهر، مرتضی. (۱۳۹۰). پیش‌بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان و مقایسه آن با الگوهای سنتی. *دانش حسابداری*، ۲(۵)، ۳۰-۷.

میر فخرالدینی، حیدر. میدی، حمید. مروتی، علی. (۱۳۹۲). پیش‌بینی مصرف انرژی ایران با استفاده از الگوی 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 الگوهای سری زمانی، شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی.

Arabmazaryazdi, 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.

Gaertner, F.B., Kausar, A., Steele, L.B. (2016). The usefulness of negative aggregate earnings changes in predicting future gross domestic product growth, *FARS mid-year meeting*, Nanyang Technological University.

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].

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. *6th International Symposium on Micro Machine and Human Science*. Nagoya, Japan, 39-43.

Konchitchki, Y., Patatoukas, P.N. (2014a). Accounting earnings and gross domestic product, *Journal of Accounting and Economics*, 57(1), 76-88.

Konchitchki, Y., Patatoukas, P.N. (2014b). Taking the pulse of the realeconomy 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 macro economy: 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., Urcan, O. (2013). Aggregate earnings surprises and inflation forecasts. *Working Paper*. MIT.
- Lev, B., Thiagarajan, S.R. (1993). Fundamental information analysis, *Journal of Accounting Research*, 31(2), 190-215.
- Mirfakhreddiny, 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 Thesis*, Shahid Beheshti University [In Persian].
- Nallareddy, S., Ogneva, M. (2017). Predicting restatements in macroeconomic indicators using accounting information, *The Accounting Review*, 92 (2), 151-182.
- Pourheidari, O., Azami, Z. (2008). Identifying auditors' opinions with neural networks. *Journal of Accounting Knowledge*. 1(3), 77-97 [In Persian].
- Shivakumar, L., and Oktay, O. (2014). Why do aggregate earnings shocks predict future infation shocks? *11th London Business School Accounting Symposium*. London.
- Sumiyana, S. (2014). Could the Aggregate of Accounting Earnings Predict Gross Domestic Products, *Economics and Business seminar*, University Gadjah Mada.
- Teräsvirta, T. (2005). Forecasting economic variables with nonlinear models, *SSE/EFI Working Paper*, Series in Economics and Finance 598, Stockholm School of Economics.