نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 104-95

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, p. 95-104

# ارزیابی مدل‌های هیبرید در پیش‌بینی بازده نقدی سهام شرکت‌های کشاورزی

آرش دوراندیش[1*]- امیرحسین توحیدی[2]- سمانه سلیمانی نژاد[3]

تاریخ دریافت: 1395/08/03
تاریخ پذیرش: 1395/10/25

## چکیده

پیش‌بینی بازده نقدی شرکت‌های کشاورزی فعال در بازار بورس نقش بسیار مهمی در تعیین تولید، توزیع، تقاضا و کاهش ریسک و عدم قطعیت بازاری ایفا می‌نماید. از این رو، توسعه روش‌های پیش‌بینی و بهبود عملکرد این روش‌ها برای صاحبان شرکت‌ها و همچنین فعالان بازار بورس امری ضروری است. لذا، مقایسه عملکرد و دقت روش‌های مختلف پیش‌بینی مقادیر بازده نقدی سهام شرکت‌های کشاورزی در بورس اوراق بهادار تهران هدف اصلی این مطالعه می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از داده‌های ماهانه بازده نقدی طی دوره‌ی (1) 1388 تا (1) 1394و بر اساس معیارهای دقت و آزمون دایبولد و ماریانو، دقت پیش‌بینی روش‌های خطی (ARIMA و ARIMAX)، غیرخطی (NAR و NARX) و مدل‌های هیبرید (ARIMA-ANN و ARIMAX-ANN) مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است. با اضافه نمودن متغیرهای توضیحی نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ تورم، قیمت نفت و مخارج دولت؛ این مطالعه سعی در پاسخگویی به این سؤال را دارد که آیا عملکرد مدل‌های پیش‌بینی خطی، غیرخطی و هیبرید به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد یا خیر؟ نتایج مطالعه نشان داد که در مدل‌های خطی و غیرخطی، اضافه نمودن متغیرهای توضیحی خارجی موجب بهبود عملکرد پیش‌بینی می‌گردد؛ اما این یافته برای مدل‌های هیبرید برقرار نمی‌باشد. همچنین، نتایج مطالعه مؤید آن است که مدل‌های هیبرید در مقایسه با مدل‌های خطی و غیرخطی، از دقت و عملکرد بهتری در پیش‌بینی مقادیر بازده نقدی سهام شرکت‌های کشاورزی برخوردار می‌باشند. لذا به شرکت‌ها و سهامداران بازار بورس اوراق بهادار توصیه می‌گردد که از مدل‌های هیبرید در برنامه‌ریزی‌های مالی خود استفاده نمایند.

**واژه‌های کلیدی**: بازار بورس، پیش‌بینی، مدل هیبرید، ARIMAX

## مقدمه

بازارهای سهام با فرآهم آوردن یک مسیر جایگزین برای تجهیز پس‌انداز داخلی، موجب رشد سرمایه‌گذاری و متعاقب آن، افزایش رشد اقتصادی می‌گردند. از سوی دیگر، بازار سهام با تخصیص بهتر منابع (از طریق امتیازات مربوط به تقسیم کار) در رشد اقتصادی نقش مهمی را ایفا می‌نماید. افزون بر اثرات مثبت بازار سهام بر رشد اقتصادی، این بازار از پتانسیل بسیار بالایی در ایجاد اشتغال (به طور مستقیم و غیرمستقیم) برخوردار است (20). بازار سهام را می‌توان به عنوان یک بازار عمومی در نظر گرفت که در آن یک شرکت با معامله کردن سهام در یک قیمت توافقی، قادر است منابع مالی مورد نیاز خود را جذب نماید. در واقع، صاحبان سهام، سالانه یک بخش یا حق‌الامتیاز از سود بنگاه را دریافت می‌کنند. علاوه بر این، صاحبان سهام می‌توانند به منظور کسب درآمد بیشتر، سهام خود را در بازار (با قیمتی بیش از قیمت خرید خود) به فروش برسانند (9 و 25). بر این اساس، پیش‌بینی قیمت در بازار سهام، مسأله‌ای حائز اهمیت به شمار می‌رود (27)؛ زیرا این امر اطلاعات مهمی را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌آورد (26). در بورس کالاهای کشاورزی، پیش‌بینی قیمت در توسعه پروژه‌های آتی نقش مهمی را ایفا می‌نماید؛ زیرا پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی می‌تواند مقادیر عرضه و تقاضای بالقوه، کانال‌های توزیع محصول و اقتصاد کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. به طور کلی، انتظار می‌رود که پیش‌بینی قیمت، عدم اطمینان و ریسک بازاری را کاهش دهد؛ زیرا از این اطلاعات می‌توان برای تعیین مقادیر کمی عرضه و تقاضا و همچنین اتخاذ سیاست‌های مناسب و پایدار در ارتباط با بازار محصولات کشاورزی استفاده نمود (30). لذا، می‌توان چنین استدلال نمود که پیش‌بینی، یک بخش جدایی‌ناپذیر از مبادله کالا و تجزیه و تحلیل قیمت است (30). اما، قیمت‌های سهام از ماهیتی پویا، غیرخطی، غیرپارامتریک و بی نظم برخوردار هستند و سرمایه‌گذاران به طور معمول با یک سری زمانی غیرایستا، نامنظم و دارای شکست ساختاری مواجه می‌باشند. در واقع،

1، 2 و 3- به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکترا و کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: dourandish@um.ac.ir
DOI: 10.22067/jead2.v31i1.59680

ارزش سهام تحت تأثیر عوامل متعدد اقتصادی، روانشناختی و محیط سیاسی قرار می‌گیرد. بنابراین، پیش‌بینی دقیق ارزش سهام، مسأله‌ای چالش برانگیز و البته مورد توجه اغلب سرمایه‌گذاران بازار است (26).

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در ریاضیات مالی، هنوز یک مدل رسمی و قابل قبول در زمینه توصیف مکانیزم قیمت در بازار سهام وجود ندارد (19). در واقع، پیش‌بینی بازده سهام به دلیل تصادفی بودن اطلاعات، امری پیچیده است. در این راستا، در مطالعات مربوط به بازار سهام از روش‌های متعددی برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده شده است. برای مثال، زو و همکاران (30) در مطالعه‌ای به بررسی و مقایسه عملکرد الگوهای شبکه عصبی مصنوعی[1]، خودتوضیح جمعی میانگین متحرک[2] و مدل‌های خطی در پیش‌بینی قیمت غلات در چین پرداختند. با استفاده از داده‌های ماهانه قیمت گندم در بازار عمده فروشی ژنگ ژو چین طی دوره‌ی 1996(1) تا (7) 2005، نتایج مطالعه مذکور نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی دارای عملکرد بهتری در پیش‌بینی قیمت است. کو و بوساراونگس (8) با استفاده از روش‌های آماری و شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌بینی صادرات برنج در تایلند پرداختند. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش به صورت ماهانه و مربوط به دوره‌ی 1996(1) تا 2005(12) می‌باشند. آن‌ها با مقایسه عملکرد روش شبکه عصبی مصنوعی با مدل‌های هموارسازی نمایی و ARIMA به این نتیجه دست یافتند که مدل شبکه عصبی مصنوعی دقت پیش‌بینی بهتری دارد. تسنگ و همکاران (23) با ترکیب مدل شبکه عصبی مصنوعی و EGARCH به پیش‌بینی شاخص سهام کشور تایوان پرداختند. با استفاده از داده-های روزانه طی سال‌های 2005 و 2006، نتایج مطالعه نشان داد که مدل ترکیبی در مقایسه با مدل‌های تغییرپذیری از عملکرد بهتری در پیش‌بینی شاخص سهام برخوردار است. بیلدیریسی و ارسین (5) در مطالعه‌ای به منظور پیش‌بینی بازده سهام در کشور ترکیه، مدل‌های تغییرپذیری را با الگوی شبکه عصبی مصنوعی ادغام نمودند. آن‌ها با استفاده از داده‌های مربوط به بازده روزانه سهام در بورس اوراق بهادار استانبول طی دوره‌ی 1987/10/23 تا 2008/2/22 به این نتیجه دست یافتند که مدل ترکیبی در پیش‌بینی مقادیر بازدهی دارای عملکرد مناسبی است. مصطفی (18) در مطالعه‌ای با به کارگیری مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس کویت پرداخت. با استفاده از داده‌های روزانه طی دوره‌ی 2001/6/17 تا 2003/11/30، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی ابزارهای مفیدی برای پیش‌بینی قیمت بازار سهام می‌باشند. انک و همکاران (13) به منظور پیش‌بینی شاخص بازار سهام آمریکا، یک سیستم سه مرحله‌ای متشکل از روش‌های تحلیل رگرسیون چندگانه، خوشه‌بندی فازی و شبکه عصبی فازی را معرفی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها با استفاده از داده‌های ماهانه طی دوره‌ی 1980(1) تا 2009 (1)، نشان‌دهنده پیش‌بینی مناسب قیمت سهام با استفاده از مدل پیشنهادی است. داولیوریا و همکاران (10) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی به تحلیل و پیش‌بینی قیمت سهام در بورس برزیل پرداختند. آن‌ها با استفاده از داده‌های روزانه قیمت سهام شرکت پتروبرس طی دوره‌ی 2000/1/4 تا 2009/8/18، به این نتیجه دست یافتند که به کارگیری مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت سهام مناسب است. گورسن و همکاران (16) با به کارگیری مدل‌های پرسپترون چندلایه[3]، شبکه عصبی مصنوعی پویا و مدل ترکیبی شبکه عصبی و EGARCH، به پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار نزدک پرداختند. با استفاده از داده‌های روزانه طی دوره‌ی 2008/10/7 تا 2009/6/26، نتایج مطالعه مؤید برتری مدل پرسپترون چند لایه در مقایسه با روش‌های دیگر پیش‌بینی است. وانگ و همکاران (26) در مطالعه‌ای با استفاده از داده ماهانه قیمت سهام شانگهای چین به مقایسه عملکرد مدل پس انتشار خطا[4] و رویکرد ترکیبی موجک-شبکه عصبی طی دوره 1993(1) تا 2009(12) پرداختند. نتیجه مطالعه نشان داد که مدل ترکیبی از دقت بیشتری نسبت به مدل پس انتشار خطا برخوردار است. آبهیشک و همکاران (2) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌بینی ارزش سهام شرکت مایکروسافت پرداختند. با استفاده از داده‌های روزانه مربوط به دوره‌ی 2011/1/1 تا 2011/12/31، نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی روند بازار سهام موفق عمل می‌نماید. نینوی و همکاران (19) در مطالعه‌ای با به کارگیری مدل شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌بینی روند بازار سهام نیجریه پرداختند. آن‌ها برای آموزش شبکه عصبی مصنوعی از داده‌های روزانه مربوط به قیمت سهام بانک‌های نیجریه در سال 2010 استفاده نمودند و به این نتیجه دست یافتند که به کارگیری شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت سهام، مناسب و کارآمد می‌باشد. آدبیی و همکاران (3) در مطالعه‌ای به بررسی عملکرد مدل‌های خودتوضیح جمعی میانگین متحرک و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت سهام بازار بورس نیویورک پرداختند. با استفاده از داده‌های روزانه طی دوره 1988/8/17 تا 2011/2/25، نتایج مطالعه نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با الگوی ARIMA دارای عملکرد بهتری است. کیهورو و اکانگو (17) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، قیمت روزانه بازار سهام کنیا در سال 2011 را پیش‌بینی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی یک مدل دقیق در جهت

1- Artificial Neural Network (ANN)
2-Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)
3- Multi-Layer Perceptron (MLP)
4- Back Propagation (BP)

پیش‌بینی قیمت بازار سهام است.

به طور کلی، نتایج اغلب مطالعات نشان‌دهنده برتری مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی بازده سهام است. نتایج برخی مطالعات نیز نشان می‌دهد که ترکیب مدل شبکه عصبی مصنوعی با مدل‌های خطی آماری منجر به پیش‌بینی‌های دقیق‌تر می‌گردد. در این مطالعات استفاده از این مدل‌ها در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی توصیه گردیده است؛ زیرا، این مدل‌ها قادر به اندازه‌گیری روند خطی و غیرخطی موجود در داده‌ها می‌باشند و پیش‌بینی‌های دقیق‌تری را ارائه می‌دهند. بر این اساس، مدل هیبرید شبکه عصبی مصنوعی و خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA-ANN)، یکی از رهیافت‌هایی است که در مطالعات اقتصادی توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است (4، 11، 14، 21، 24، 28).

با توجه به شرایط موجود بخش کشاورزی در تأمین نیازهای جامعه و از سوی دیگر محدودیت منابع موجود در این بخش، اشتغال بالای کشاورزی، سهم بالا در اقتصاد ملی کشور در مقایسه با سایر بخش‌های اقتصادی، اهمیت این بخش فزونی یافته است. بنابراین لازم است از بورس اوراق بهادار بخش کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها در جهت رفع موانع و مشکلات این بخش، بهبود کارایی بازار محصولات، افزایش توان تولیدی و تأمین نیاز مالی شرکت‌های کشاورزی فعال در این بازار استفاده نمود. بورس کشاورزی از گسترده‌ترین بورس‌ها از نظر تعداد سهام، حجم سهام و تنوع محصولات به حساب می‌آید[1]. برای شناسایی وضعیت اقتصادی بنگاه‌های کشاورزی فعال در بازار اوراق بهادار می‌توان از بازده نقدی به عنوان یک معیار استفاده نمود که شناسایی این روند در برنامه‌ریزی مالی و تصمیمات سرمایه‌گذاری نقش مهمی را ایفا می‌نماید. از این رو، برای مدیران، سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان این سؤال مطرح می‌گردد که چه روشی می‌تواند بازده نقدی سهام شرکت‌های کشاورزی را در آینده با دقت مطلوبی پیش‌بینی نماید؟ آیا در پیش‌بینی بازده نقدی لازم است که از اطلاعات مربوط به متغیرهای دیگر استفاده نمود؟ لذا، هدف اصلی این مطالعه ارزیابی دقت روش‌های مختلف پیش‌بینی (خطی، غیرخطی و هیبرید) مقادیر بازده نقدی سهام شرکت‌های کشاورزی فعال در بورس اوراق بهادار تهران است.

## مواد و روش‌ها

مدل‌های موجود برای پیش‌بینی بازده سهام را می‌توان به دو گروه مدل‌های آماری و هوش مصنوعی[2] تقسیم‌بندی نمود (26).

روش ARIMA یکی از متداول‌ترین رهیافت‌ها برای پیش‌بینی متغیرهای مالی (نظیر بازده سهام) است. یکی از مفروضات اساسی روش ARIMA این است که متغیر مورد مطالعه از طریق یک فرآیند خطی ایجاد شده است(21)؛ اما، این فرض در مدل‌سازی و پیش‌بینی بازده سهام، مناسب نمی‌باشد. از سوی دیگر، به منظور پیش‌بینی بازده سهام، مدل‌های هوش مصنوعی به علت نداشتن فرضیات محدودکننده بهتر از مدل‌های آماری عمل می‌نمایند. روش شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یکی از مدل‌های هوش مصنوعی، دارای قابلیت‌های یادگیری، تعمیم، پردازش موازی اطلاعات و تحمل خطا است. این ویژگی‌ها موجب توانمندسازی شبکه‌های عصبی مصنوعی در حل مسائل پیچیده شده است (26). توانایی شبکه عصبی مصنوعی در یادگیری و تعمیم‌دهی داده‌ها با روند غیرخطی بسیار مناسب است. علاوه بر این، شبکه عصبی مصنوعی قادر به برقراری ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی است و در نتیجه از دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت به روش‌های آماری برخوردار است (25). به طور کلی شباهت‌هایی میان دو مدل ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی وجود دارد. هر دو آن‌ها شامل طیف وسیعی از مدل‌های مختلف با پارامترهای متفاوت می‌باشند و ماهیت تجربی تکرارشونده در فرآیند مدل‌سازی وجه مشترک آن‌ها است. از سوی دیگر، استفاده از مدل ARIMA برای فرآیندهای غیرخطی و به کارگیری مدل شبکه عصبی مصنوعی برای الگوهای خطی مناسب نیست و از آنجایی که فرآیند ایجاد داده‌ها نامشخص می‌باشد؛ ترکیب مدل شبکه عصبی مصنوعی با ARIMA می‌تواند یک استراتژی مناسب باشد تا بتوان از ویژگی‌های هر یک از آن‌ها به طور همزمان استفاده نمود. در ادامه این بخش از مطالعه، هر یک از این روش‌ها به صورت خلاصه شرح داده می‌شوند.

### مدل ARIMA(X)

از مدل ARIMA برای پیش‌بینی متغیرهای سری‌زمانی استفاده می‌گردد. مدل ARIMA نمایانگر یک رابطه خطی است که متشکل از سه پارامتر است: خود توضیح، جمعی و میانگین متحرک. در جزء خودتوضیح یا ARIMA(p،۰،۰)، p نمایانگر تعداد جملات خودتوضیح است. این سری زمانی به مقادیر گذشته متغیر وابسته و جمله خطای تصادفی بستگی دارد. در فرآیند میانگین متحرک یا ARIMA(۰،۰،q)، q نشان‌دهنده تعداد جملات میانگین متحرک است. فرآیند میانگین متحرک تابعی از مقادیر گذشته و فعلی جملات خطای تصادفی است. مدل ARIMA(۰،۰،q) یا ARIMA(p،۰،۰) یک حالت خاص است که سری زمانی مورد بررسی تابعی از p جمله از مقادیر گذشته خود و q جمله از مقادیر گذشته جمله تصادفی است که این مدل در رابطه (1) نشان داده شده است:

1- بیان آمار و اطلاعات مربوط به شرکت‌های کشاورزی فعال در بورس اوراق بهادار تهران از حوصله این مقاله خارج است. برای کسب اطلاعات، خواننده محترم شایسته است که به سایت بورس اوراق بهادار تهران مراجعه فرمایند.

2-Artificial Intelligence

$$y_t = \theta_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \ldots + \phi_p y_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \ldots + \theta_q e_{t-q}, \quad (1)$$

که p تعداد جملات خودتوضیح، $y_t$متغیر پیش‌بینی، $y_{t-p}$ مقدار متغیر در زمان t-p، q تعداد جملات میانگین متحرک، $\phi_p$،...،$\phi_1$ و $\theta_q$،...،$\theta_1$ مجموعه‌ای از پارامترهای تخمینی، $\theta_0$ عرض از مبدأ و $e_t$ جمله خطای مربوط به رگرسیون است. فرآیند ARIMA(p،d،q) یک مدل ARIMA(p،0،q) است که برای ایستایی، d بار تفاضل‌گیری شده است. در مدل‌های ARIMA می‌توان متغیرهای خارجی یا توضیحی را به مدل اضافه نمود. در این حالت، مدل ARIMA از نوع چندمتغیره است و به صورت ARIMAX(p،d،q) نشان داده می‌شود که X نمایانگر متغیرهای خارجی مستقل است (11). به طور کلی، اگر در مدل ARIMA بیش از یک متغیر توضیحی سری زمانی وجود داشته باشد، مدل از نوع ARIMAX خواهد بود. با توجه به این که در مدل ARIMAX از اطلاعات و متغیرهای ورودی بیشتری استفاده می‌شود؛ نتایج پیش‌بینی آن در مقایسه با مدل ARIMA به طور معمول بهتر می‌باشد. استفاده از روش باکس-جنکینز یک رهیافت کاربردی برای ایجاد مدل‌های ARIMA است که این روش مشتمل بر سه مرحله‌ی شناسایی، برآورد پارامتر و آزمون‌های تشخیصی است. برای شناسایی مرتبه‌های p و q در مدل ARIMA از توابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی استفاده می‌شود و از تفاضل-گیری برای حذف روند و ایجاد واریانس ثابت استفاده می‌شود. پس از تصریح مدل، پارامترهای الگو بر اساس حداقل‌سازی جملات خطا برآورد می‌شوند. آزمون‌های تشخیص آخرین مرحله در مدل‌سازی است. در این مرحله، برقرار بودن فرضیات مدل در ارتباط با جملات خطا مورد بررسی قرار می‌گیرد (28).

## مدل شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی در واقع یک پردازنده با توزیع موازی اطلاعات است که دارای یک گرایش طبیعی برای ذخیره‌سازی دانش تجربی و به کارگیری آن برای استفاده‌های بعدی است. این مدل از دو جهت شبیه به مغز انسان است. مدل شبکه عصبی قادر به تشخیص روندها، الگوها و یادگیری از طریق تعامل با محیط اطراف است. شبکه پرسپترون چندلایه یکی از انواع شبکه‌های عصبی است که به طور گسترده‌ای در مطالعات از آن استفاده می‌شود (زیرا این شبکه دارای قدرت زیادی در تقریب هر تابع دلخواهی است). در این شبکه، اطلاعات از هر لایه به لایه بعدی انتقال می‌یابد. هر نرون j سیگنال‌های ورودی از متغیرهای توضیحی یا نرون i در لایه قبلی دریافت می‌کند و برای هر سیگنال ورودی ($x_i$) یک وزن سیناپسی ($w_{ji}$) وجود دارد. مطابق با رابطه (2)، سیگنال مؤثر ورودی ($N_j$) به نرون j برابر با مجموع وزنی تمام سیگنال‌های ورودی است:

$$N_j = \sum_{i=1}^{m} x_i w_{ji} \quad (2)$$

به منظور ایجاد سیگنال خروجی ($y_j$)، سیگنال ورودی $N_j$ از یک تابع فعال‌ساز عبور می‌کند و این توابع فعال‌ساز اغلب از نوع سیگموئید و هایپربولیک می‌باشند. مشابه با مدل ARIMA، از متغیرهای توضیحی یا خارجی برای مدل‌سازی رفتار سری زمانی می‌توان استفاده نمود. به طور معمول، یک پرسپترون چندلایه با الگوریتم لونبرگ-مارکوارت آموزش داده می‌شود (11). برای پیش‌بینی و مدل‌سازی متغیرهای اقتصادی اغلب از شبکه پیشخور[1] با یک لایه پنهان استفاده می‌گردد. مدل پیشخور یک شبکه سه لایه‌ای با واحدهای پردازشگر ساده است که این واحدها توسط یک ساختار باز زنجیره‌ای به یکدیگر متصل شده‌اند. با مناسب بودن تعداد نرون‌های لایه پنهان، شبکه عصبی قادر به تقریب هر تابعی است. به طور کلی، در انتخاب تعداد نرون‌های لایه پنهان قاعده مشخصی وجود ندارد و تصمیم‌گیری در این مورد بستگی به داده‌ها دارد و انتخاب آن مسأله‌ای تجربی است.

## ترکیب مدل شبکه عصبی مصنوعی با ARIMA(X)

مدل ترکیبی ARIMA(X)-ANN قادر به استفاده از ویژگی‌های دو مدل به طور همزمان است. مدل ترکیبی متشکل از دو مرحله است: (1) در مرحله اول، یک مدل ARIMA(X) برای پیش‌بینی متغیر ایجاد می‌شود؛ و (2) در مرحله دوم، یک مدل شبکه عصبی برای توصیف باقیمانده‌های مدل ARIMA(X) طراحی می‌شود(11). با توجه به نادیده گرفتن ساختار غیرخطی داده‌ها با استفاده از مدل ARIMAX، باقیمانده‌های مدل شامل اطلاعات غیرخطی نیز می-باشند. از این رو، نتایج حاصل از شبکه عصبی را می‌توان به عنوان جایگزینی برای جملات خطای مدل ARIMAX در نظر گرفت.

## توصیف متغیرها

در این مطالعه از متغیرهای نرخ ارز، نرخ تورم، قیمت نفت، نرخ بهره و مخارج دولت برای پیش‌بینی و مدل‌سازی مقادیر بازده نقدی شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران استفاده می‌گردد. رابطه میان نرخ ارز و قیمت سهام تا حد زیادی توسط اقتصادانان مورد بررسی قرار گرفته است. رابطه میان بازده نقدی سهام و نرخ ارز از طریق مدل‌های سهام گرای[2] نرخ ارز قابل توصیف است. در این مدل‌ها، نرخ ارز نقش برقرارکننده تعادل میان عرضه و تقاضای دارایی‌ها (نظیر سهام) را بر عهده دارد. این رهیافت بیان می‌کند که ارزش دارایی‌های مالی توسط ارزش فعلی جریان‌های نقدی آتی خود

1- Feedforward network
2- Stock-oriented

مشخص می‌گردد و انتظارات مربوط به ارزش نرخ ارز نقش مهمی را در تغییرات بازده ایفا می‌نماید. بنابراین، بازده سهام می‌تواند توسط پویایی‌های نرخ ارز تغییر یابد (29). در سطح کلان، افزایش ارزش پول ملی موجب کاهش رقابت‌پذیری بنگاه‌ها در بازارهای صادراتی می‌شود و این امر اثر منفی بر بازار سهام داخلی می‌گذارد. از سوی دیگر، افزایش ارزش پول ملی با کاهش هزینه‌های تولید، اثر مثبتی بر بازار سهام دارد. بنابراین، لازم است که عوامل دیگر تأثیرگذار بر بازده سهام نیز در نظر گرفته شوند (1).

نرخ تورم یکی از عواملی است که می‌تواند بر بازده سهام اثرگذار باشد. در ادبیات اقتصادی، اثر فیشر[1] بیان می‌کند که نرخ تورم تا حد زیادی بر ارزش سهام تأثیر می‌گذارد. بر اساس این فرضیه انتظار می‌رود که نرخ بهره اسمی انتظاری مربوط به دارایی‌های مالی به طور یک به یک با تورم انتظاری تغییر یابد. به طور کلی، اثر فیشر را می‌توان به بازده نقدی در بازار سهام نیز بسط و مرتبط نمود. در واقع، اثر فیشر تعمیم یافته برای دارایی‌های ریسکی بیان می‌کند که ارتباطی متناظر میان بازدهی سهام و نرخ تورم وجود دارد. در ادبیات اقتصادی، این انتظار وجود دارد که اثر نرخ تورم بر بازده سهام منفی باشد. درآمد بالقوه یک شرکت عامل تعیین‌کننده ارزش سهام آتی آن شرکت است. اگر یک رابطه منفی میان تورم و تولید انتظاری وجود داشته باشد؛ آن‌گاه نرخ تورم یک جانشین برای تولید واقعی در آینده خواهد بود. بر این اساس، انتظار می‌رود که تورم به صورت منفی بر ارزش سهام اثرگذار باشد. از سوی دیگر، این استدلال نیز وجود دارد که اگر سهام نقش کاهنده ریسک در مقابل تورم ایفا نماید؛ آن‌گاه، انتظار بر این است که تورم اثر مثبتی بر ارزش سهام داشته باشد. این استدلال با این فرض مطرح می‌گردد که ارزش واقعی سهام مستقل از نرخ تورم است. با ثابت بودن سایر شرایط، تغییر ارزش اسمی سهام متناسب با تغییر نرخ تورم تغییر می‌یابد و می‌توان انتظار داشت که یک رابطه مثبت میان نرخ اسمی بازده سهام و نرخ تورم وجود داشته باشد (6 و 7).

قیمت نفت، متغیر دیگر اثرگذار بر بازده سهام است. تئوری اقتصادی بیان می‌کند که قیمت هر نوع دارایی توسط جریان‌های نقدی تنزیل شده تعیین می‌گردد. بنابراین، هر عامل اثرگذار بر جریان نقدی تنزیل شده، می‌تواند اثر قابل توجهی بر ارزش سهام داشته باشد. بسیاری از محققین اعتقاد دارند که اثر قیمت نفت بر ارزش سهام به صورت غیرمستقیم است و نحوه اثرگذاری آن از طریق متغیرهای کلان اقتصادی می‌باشد. در کشور صادرکننده، افزایش قیمت نفت اثر مثبتی بر درآمد کشور دارد و با افزایش درآمد، انتظار می‌رود که مخارج و سرمایه‌گذاری آن کشور افزایش یابد. لذا، با افزایش قیمت نفت در کشور صادرکننده می‌توان بهبود در بهره‌وری و کاهش بیکاری را پیش‌بینی نمود و بازار سهام به طور مثبت به این شرایط اقتصادی واکنش نشان می‌دهد (15).

بر اساس ادبیات نظری، این اعتقاد وجود دارد که نرخ بهره اثر قابل توجهی بر قیمت دارد؛ اما، اجماع نظر اندکی در ارتباط با نحوه اثرگذاری نرخ بهره بر بازدهی سهام وجود دارد. در ارتباط با اثرگذاری نرخ بهره بر بازدهی سهام، دلایلی را می‌توان بیان نمود. دارایی و بدهی مؤسسات مالی به نرخ‌های بهره حساس می‌باشند و بازدهی این مؤسسات تابع انتظارات آن‌ها در ارتباط با نرخ بهره است. اگر نرخ‌های بهره به طور غیرمنتظره تغییر یابند و دارایی و بدهی شرکت‌ها منطبق نباشند؛ آن‌گاه، تغییرات نرخ بهره بر بازده سهام اثرگذار خواهد بود (12).

در مورد تأثیرپذیری بورس اوراق بهادار از مخارج دولت، دو دیدگاه قابل طرح است: دیدگاه اول بیانگر آن است که با افزایش مخارج دولت، زیرساخت‌های لازم برای فعالیت‌های تولیدی بخش خصوصی ایجاد می‌گردد که در نتیجه منجر به افزایش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی می‌شود. بنابراین رابطه‌ای مثبت میان هزینه‌های دولت به عنوان مکمل سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و بازده سهام در بورس اوراق بهادار مورد انتظار است. دیدگاه دوم عنوان می‌کند که با افزایش در مخارج دولت، منابع در دسترس برای تجارت بخش خصوصی کاهش می‌یابد، زیرا برخی از منابع برای سرمایه‌گذاری توسط دولت استفاده شده‌اند. با کاهش در منابع در دسترس و عدم تخصیص سرمایه دولت در بازار بورس، سرمایه‌گذاری در بخش خصوصی کاهش می‌یابد. بنابراین، بر اساس این دیدگاه، انتظار می‌رود که مخارج دولت با بازده سهام رابطه‌ای معکوس داشته باشد (22).

داده‌های مورد نیاز برای نرخ ارز و نرخ بهره از صندوق بین المللی پول، داده‌های قیمت نفت از سایت اوپک و مخارج دولت نیز از نشریات بانک مرکزی ایران استخراج گردیده‌اند. مقادیر نرخ تورم از بانک مرکزی و صندوق بین المللی پول و داده‌های بازده نقدی مربوط به 39 شرکت کشاورزی است که از سایت بورس و اوراق بهادار جمع‌آوری شده است. شرکت‌های معرفی شده در بورس اوراق بهادار در گروه‌های مجاز، مجاز-متوقف، مجاز-مسدود، مجاز-محفوظ، ممنوع، ممنوع-متوقف، ممنوع-مسدود و ممنوع-محفوظ طبقه‌بندی شده‌اند. در این پژوهش از شرکت‌های مجاز در بخش کشاورزی استفاده شده است، یعنی سهامی که باز هستند و قابلیت سفارش و انجام معامله را دارند. شرکت‌های کشاورزی موجود در بورس در زیربخش‌های زراعت، منسوجات، دباغی و پرداخت چرم، محصولات چوبی، قند و شکر، محصولات غذایی و آشامیدنی (به جز قند و شکر) و محصولات کاغذی تفکیک شده‌اند که شامل 39 صنعت است. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه به صورت ماهانه و برای دوره‌ی 1394(1)-1388(1) جمع‌آوری گردیده‌اند. برای طراحی، تخمین، پیش‌بینی و ارزیابی مدل‌های خطی، غیرخطی و هیبرید از

1- Fisher effect

نرم‌افزارهای EVIEWS9، MATLAB7.12 و STATA14 استفاده گردیده است. در این مطالعه به منظور پیش‌بینی بازده نقدی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، دو مدل طراحی گردیده است. مدل اول تنها شامل وقفه‌های اول و دوم متغیر بازده نقدی است. مدل اول در واقع، یک مدل خودتوضیح غیرخطی است که با عنوان خودتوضیح غیرخطی[1] (NAR) شناخته می‌شود. در مدل دوم، علاوه بر دو وقفه‌ی متغیر بازده نقدی، از متغیرهای نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ تورم، قیمت نفت و مخارج دولت به عنوان ورودی‌های شبکه استفاده می‌گردد. این الگو با عنوان مدل خودتوضیح غیرخطی با ورودی برون‌زا[2] (NARX) شناخته می‌شود.

دو مدل NAR و NARX، در قالب یک شبکه پیشخور با یک لایه پنهان طراحی گردیده‌اند. در مدل NAR از 10 نرون و در مدل NARX از 7 نرون در لایه پنهان استفاده گردیده است (از حداقل‌سازی مجموع مربعات خطا به عنوان یک معیار برای تعیین نرون‌های لایه پنهان استفاده شده است). لازم به ذکر است که تابع فعال‌ساز در هر دو مدل مشابه می‌باشد (در لایه پنهان از تابع فعال‌ساز سیگموئید و در لایه خروجی از تابع فعال‌ساز خطی استفاده گردیده است). از داده‌های آموزش طی دوره‌ی (10)1390-(1)1388، برای تعدیل وزن‌ها و از داده‌های اعتبارسنجی طی دوره‌ی (8)1393-(11)1390، برای اطمینان از عملکرد شبکه‌های NAR و NARX هنگام ورود داده‌های جدید استفاده شده است. همچنین از داده‌های مربوط به دوره‌ی (1)1394-(9)1393، برای آزمون شبکه‌های NAR و NARX استفاده گردیده است.

در این مطالعه به منظور ارزیابی عملکرد روش‌های مختلف پیش‌بینی از آزمون دایبولد و ماریانو[3] استفاده می‌شود. این آزمون در سال 1995 پیشنهاد شده و فرض صفر آن بیان می‌کند که دقت پیش‌بینی میان روش‌های مختلف برابر است. مطابق با این آزمون، هر روش یک مجموعه از جملات خطای پیش‌بینی را ایجاد می‌نمایند. فرض صفر این آزمون در رابطه (3) نشان داده شده است:

$$E(\varepsilon_{1t}-\varepsilon_{2t})=0 \qquad (3)$$

که $\varepsilon_{1t}$ و $\varepsilon_{2t}$ نمایانگر جملات خطای مربوط به دو روش پیش‌بینی است که از لحاظ برابری دقت مورد آزمون قرار می‌گیرند (31).

## نتایج و بحث

پیش از مدل‌سازی، برآورد وپیش‌بینی، لازم است که خصوصیات آماری سری‌زمانی مربوط به مقادیر بازده نقدی مورد بررسی قرار گیرد. لذا، در این مطالعه از آزمون‌های دیکی-فولر تعمیم‌یافته (ADF)، حداقل مربعات تعمیم‌یافته دیکی فولر(DF-GLS)، فیلیپس-پرون (PP) و کوایتکوفسکی-فیلیپس-اسمیت-شین (KPSS) برای بررسی وجود ریشه واحد استفاده می‌گردد که نتایج این آزمون‌ها در جدول (1) گزارش شده است. به استثنای آزمون KPSS، که در آن فرض صفر بیانگر ایستایی متغیر مورد بررسی است، در سایر آزمون‌ها، فرض صفر بیان می‌کند که سری‌زمانی مورد بررسی شامل ریشه واحد است.

نتایج جدول (1) نشان می‌دهد که در سطوح احتمال یک، پنج و ده درصد، فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در سه آزمون ADF، DF-GLS و PP رد می‌شود که این امر نشان‌دهنده ایستایی سری-زمانی مورد بررسی است. همچنین، فرض صفر مبنی بر ایستایی متغیر بازده نقدی در آزمون KPSS رد نمی‌شود و می‌توان سری زمانی مورد بررسی را به عنوان یک متغیر ایستا و فاقد ریشه واحد در نظر گرفت. پس از تعیین درجه همجمعی (d=0)، لازم است که پارامترهای خودتوضیح (p) و میانگین متحرک (q) در الگوی ARIMA مشخص گردد. برای این منظور، از روش باکس-جنکینز و توابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی استفاده گردید. با توجه به نزولی بودن تابع خودهمبستگی و دو نقطه غیر صفر تابع خودهمبستگی جزئی، تعداد جملات مناسب p و q در فرآیند ARIMA به ترتیب برابر با 2 و صفر تشخیص داده شد. همچنین، با استفاده از روش آزمون و خطا در تعیین درجات مختلف p و q و با در نظر گفتن معیارهای اطلاعاتی آکائیک و شوارتز-بیزین، مشخص گردید که الگوی ARIMA(۲،۰،۰) بهترین الگو می‌باشد.

برای اطمینان از صحت تشخیص فرآیند ARIMA و ایستا بودن آن، لازم است که قدر مطلق معکوس ریشه‌های AR کوچکتر از یک باشند (به بیان دیگر، لازم است که معکوس ریشه‌های AR درون دایره واحد قرار گیرند) تا متغیر مورد نظر باثبات باشد. بر اساس شکل (1)، می‌توان مشاهده نمود که معکوس ریشه‌های AR درون دایره واحد قرار دارند که این امر نمایانگر ایستا بودن الگوی ARIMA(۲،۰،۰) و قابل اطمینان بودن ضرایب برآوردی آن است.

با هدف بهبود عملکرد پیش‌بینی؛ در مرحله بعد با در نظر گرفتن متغیرهای نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ تورم، قیمت نفت و مخارج دولت، فرآیند ARIMA(۲،۰،۰) را بسط داده و از الگوی ARIMAX(۲،۰،۰) استفاده گردید. بر اساس معیارهای MSE، RMSE و MAE، نتایج جدول (2) نشان می‌دهد که مدل ARIMAX در مقایسه با ARIMA، از دقت پیش‌بینی بالاتری برخوردار می‌باشد.

1- Nonlinear Autoregressive (NAR)
2- Nonlinear Autoregressive with Exogenous Input (NARX Model)
3-Diebold and Mariano Test

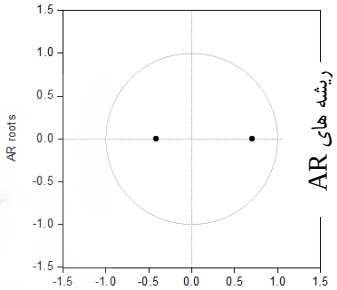
**جدول 1-نتایج آزمون‌های ایستایی مربوط به متغیر بازده نقدی**

**Table 1- Results of stationary tests related to the cash return variable**

| نام آزمون Test name | آماره آزمون Test statistic | مقادیر بحرانی Critical values | | |
|---|---|---|---|---|
| | | سطح احتمال یک درصد 1% significance level | سطح احتمال پنج درصد 5% significance level | سطح احتمال ده درصد 10% significance level |
| ADF | -4.565 | -3.527 | -2.903 | -2.589 |
| DF-GLS | -4.595 | -2.598 | -1.945 | -1.613 |
| PP | -8.116 | -3.524 | -2.902 | -2.588 |
| KPSS | 0.273 | 0.739 | 0.463 | 0.347 |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings




**شکل 1- معکوس ریشه‌های AR**

**Figure 1-Inverse roots of AR**

پس از اجرای شبکه‌های NAR و NARX و انجام پیش‌بینی توسط آن‌ها، معیارهای دقت محاسبه شده‌اند که نتایج آن‌ها در جدول (2) گزارش گردیده است. بر اساس نتایج جدول (2)، می‌توان دریافت که عملکرد و دقت شبکه‌های عصبی مصنوعی خودتوضیح، با اضافه نمودن متغیرهای توضیحی افزایش می‌یابد.

تاکنون پیش‌بینی‌های انجام شده برای متغیر بازده نقدی مبتنی بر مدل‌های خطی (ARIMA و ARIMAX) و الگوهای غیرخطی (NAR و NARX) بوده‌اند. اکنون این سؤال مطرح می‌گردد که آیا استفاده از مدل‌های هیبرید و ترکیب مدل‌های خطی و غیرخطی می‌تواند عملکرد پیش‌بینی را به طور مؤثری افزایش دهد یا خیر؟ همانطور که در بخش مواد و روش‌ها بیان گردید؛ در این مطالعه به منظور در نظر گرفتن ویژگی‌های خطی و غیرخطی موجود در داده‌ها، از مدل‌های هیبرید ARIMA-ANN و ARIMAX-ANN استفاده می‌گردد که وجه تمایز این دو مدل در نحوه الگوسازی جزء خطی داده‌ها است.

در مدل ARIMA-ANN، جزء خطی داده‌ها تنها با وقفه‌های اول و دوم متغیر بازده نقدی توضیح داده می‌شود و برای توضیح جزء خطی در مدل ARIMAX-ANN، علاوه بر وقفه‌های اول و دوم متغیر بازده نقدی، از متغیرهای نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ تورم، قیمت نفت و مخارج دولت نیز استفاده می‌گردد. برای در نظر گرفتن جزء غیرخطی موجود در داده‌ها، از مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) برای توصیف باقیمانده‌های هر یک از دو مدل ARIMA و ARIMAX استفاده می‌گردد. پس از اجرای مدل‌های هیبرید و انجام پیش‌بینی، ارزیابی عملکرد مدل‌های هیبرید نیز در جدول (2) گزارش شده است.

نتایج جدول (2) حاکی از آن است که مدل‌های هیبرید ARIMA-ANN و ARIMAX-ANN بر اساس معیارهای دقت در مقایسه با مدل‌های خطی (ARIMA و ARIMAX) و مدل‌های غیرخطی (NAR و NARX) دارای خطای کمتر و عملکرد بهتری می‌باشند. دقت بالاتر مدل ARIMA-ANN در مقایسه با ARIMAX-ANN یکی از نتایج قابل توجه در جدول (2) است که این امر نشان می‌دهد که در ترکیب مدل‌های خطی و غیرخطی لازم نیست که متغیرهای توضیحی خارجی وارد الگو گردند، در حالی که در مدل‌های خطی یا غیرخطی، با ورود متغیرهای خارجی می‌توان عملکرد پیش‌بینی را به طور قابل توجهی افزایش داد.

به منظور سنجش و ارزیابی دقت پیش‌بینی برون-نمونه‌ای از آزمون دایبولد و ماریانو استفاده می‌گردد. این آزمون به ارزیابی این مسأله می‌پردازد که آیا دقت پیش‌بینی دو روش مورد بررسی یکسان است یا خیر؟ بر این اساس، نتایج آزمون دایبولد و ماریانو در جدول (3) گزارش شده است.

نتایج جدول (3) مؤید آن است که دقت پیش‌بینی دو مدل هیبرید ARIMA-ANN و ARIMAX-ANN تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند، در حالی که مقایسه دوگانه مدل‌های دیگر از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد که این امر نمایانگر متفاوت بودن عملکرد هر یک از این روش‌ها نسبت مدل رقیب است. به طور کلی، نتایج جدول‌های (2) و (3) نشان می‌دهد که مدل‌های هیبرید در مقایسه با مدل‌های خطی و غیرخطی از دقت بالایی در پیش‌بینی برخوردار می‌باشند و این برتری از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. مدل هیبرید در تعیین الگوهای متفاوت، از ویژگی‌های منحصر به فرد مدل‌های خطی و غیرخطی استفاده می‌کند و این امر به دلیل دو مرحله‌ای بودن آن‌ها

است. در مدل‌های هیبرید؛ در مرحله اول، از مدل‌های ARIMA و ARIMAX برای محاسبه جزء خطی استفاده می‌گردد و در مرحله دوم، از شبکه عصبی برای مدل‌سازی باقیمانده‌های مدل‌های خطی استفاده می‌شود. بنابراین، مدل‌های هیبرید می‌توانند از مزایای الگوهای خطی و غیرخطی به طور همزمان استفاده نمایند و این امر موجب بهبود عملکرد آن‌ها نسبت به مدل‌های خطی و غیرخطی می‌شود (28).

**جدول 2- ارزیابی عملکرد روش‌های مختلف پیش‌بینی براساس معیارهای دقت**

**Table 2- Evaluation of the different prediction methods based on the precision criteria**

| روش پیش‌بینی Prediction method | معیار ارزیابی دقت Precision evaluation criteria | | |
|---|---|---|---|
| | میانگین مربعات خطا Mean square error (MSE) | ریشه میانگین مربعات خطا Root mean square error (RMSE) | میانگین قدرمطلق خطا The mean absolute error (MAE) |
| ARIMA | 253.714 | 15.928 | 11.203 |
| ARIMAX | 151.649 | 12.314 | 8.086 |
| NAR | 346.538 | 18.615 | 8.691 |
| NARX | 4.038 | 2.009 | 1.743 |
| ARIMA-ANN | 0.656 | 0.809 | 0.772 |
| ARIMAX-ANN | 1.093 | 1.045 | 0.928 |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

**جدول 3- ارزیابی عملکرد روش‌های مختلف پیش‌بینی بر اساس آزمون دایبولد و ماریانو**

**Table 3- Evaluation of different prediction methods based on Diebold and Mariano test**

| | ARIMA | ARIMAX | NAR | NARX | ARIMA-ANN | ARIMAX-ANN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ARIMA | - | 2.33* | -2.13* | 2.61* | 3.26* | 3.24* |
| ARIMAX | -2.33* | - | -2.19* | 2.05* | 6.12* | 4.74* |
| NAR | 2.13* | 2.19* | - | 2.20* | 2.23* | 2.23* |
| NARX | -2.61* | -2.05* | -2.20* | - | 3.33* | 3.33* |
| ARIMA-ANN | -3.26* | -6.12* | -2.23* | -3.33* | - | -0.88 |
| ARIMAX-ANN | -3.24* | -4.74* | -2.23* | -3.33* | 0.88 | - |

مأخذ: یافته‌های تحقیق *فرض صفر در سطح معنی‌داری 5% رد شده است.

* Null hypothesis is rejected at the 5% significance level. Source: Research findings

## نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

پیش‌بینی بازده نقدی شرکت‌های کشاورزی فعال در بازار بورس نقش بسیار مهمی در تعیین تولید، توزیع، تقاضا و کاهش ریسک و عدم قطعیت بازاری ایفا می‌نماید. از این رو، توسعه روش‌های پیش‌بینی و بهبود عملکرد این روش‌ها برای صاحبان شرکت‌ها و همچنین، فعالان بازار بورس امری ضروری است. لذا، در این مطالعه از روش‌های خطی (ARIMA و ARIMAX)، غیرخطی (NAR و NARX) و مدل‌های هیبرید (ARIMA-ANN و ARIMAX-ANN) برای پیش‌بینی بازده نقدی سهام شرکت‌های کشاورزی فعال در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. در این مطالعه از داده‌های ماهانه طی دوره‌ی 1394(1)-1388(1) استفاده شده است و مقایسه روش‌های مختلف پیش‌بینی مبتنی بر معیارهای دقت و آزمون دایبولد و ماریانو می‌باشد. نتایج مطالعه نشان داد که در الگوهای خطی و غیرخطی، اضافه نمودن متغیرهای اثرگذار بر شاخص بازده نقدی (متغیرهای نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ تورم، قیمت نفت و مخارج دولت) موجب افزایش دقت پیش‌بینی می‌گردد و این بهبود در عملکرد از لحاظ آماری قابل توجه می‌باشد. همچنین، نتایج مطالعه مؤید آن است که استفاده از مدل‌های هیبرید، دقت پیش‌بینی را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد و با استفاده از این مدل‌ها می‌توان به طور همزمان روند خطی و غیرخطی موجود در داده‌ها را در نظر گرفت. نتایج مطالعات اریکول و همکاران (4)، دیاز روبلس و همکاران (11)، فاروق (14)، رویز-آگیلار و همکاران (21) و ژانگ (28) نیز نشان داد که مدل‌های هیبرید در مقایسه با مدل‌های خطی و غیرخطی دارای عملکرد بهتری می‌باشند و بنابراین نتیجه این مطالعه مطابق با مطالعات پیشین است. با توجه به عملکرد بهتر مدل‌های هیبرید، به فعالان بازار بورس اوراق بهادار توصیه می‌گردد که از روش‌های ARIMA-ANN و ARIMAX-ANN برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده نمایند تا از یک سو، ریسک و عدم اطمینان را کاهش دهند و

از سوی دیگر بتوانند ارزیابی صحیحی از مقادیر عرضه و تقاضای باالقوه داشته باشند و متناسب با آن، منابع مالی را جذب و پروژه‌های آتی را گسترش دهند. همچنین به محققین، شرکت‌های حاضر در بورس و فعالان بازار سهام توصیه می‌گردد که در برنامه‌ریزی‌های مالی خود از مدل‌های هیبرید برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی استفاده نمایند. در تحقیقات آتی، پیشنهاد می‌گردد که عملکرد مدل هیبرید ARIMA(X)-ANN با سایر روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک مورد مقایسه قرار گیرد.

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان " مقایسه الگوهای پیش بینی بازده نقدی سهام شرکت‌های کشاورزی در بورس اوراق بهادار تهران" می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است. بدین وسیله نویسندگان مقاله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه و دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد سپاس‌گزاری می‌نمایند.

## سپاس‌گزاری

## منابع

1-Abdalla I.S., and Murinde V. 1997. Exchange rate and stock price interactions in emerging financial markets: evidence on India, Korea, Pakistan and the Philippines, Applied Financial Economics, 7(1):25-35.
2- Abhishek K., Khairwa A., Pratap T., and Prakash S. 2012. A stock market prediction model using artificial neural network. In Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 2012 Third International Conference on (pp. 1-5). IEEE.
3- Adebiyi A.A., Adewumi A.O., and Ayo C.K. 2014. Comparison of ARIMA and artificial neural networks models for stock price prediction, Journal of Applied Mathematics, 2014: 1-7.
4- Areekul P., Senjyu, T., Toyama, H., and Yona A. 2010. Notice of violation of IEEE publication principles a hybrid ARIMA and neural network model for short-term price forecasting in deregulated market, in IEEE Transactions on Power Systems, 25(1):524-530.
5- Bildirici M., and Ersin, Ö.Ö. 2009. Improving forecasts of GARCH family models with the artificial neural networks: An application to the daily returns in Istanbul Stock Exchange, Expert Systems with Applications, 36(4):7355-7362.
6- Bodie Z. 1976. Common stocks as a hedge against inflation. The Journal of Finance, 31(2):459-470.
7- Choudhry T. 2001. Inflation and rates of return on stocks: evidence from high inflation countries, Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 11(1):75-96.
8- Co H.C., and Boosarawongse R. 2007. Forecasting Thailand's rice export: Statistical techniques vs. artificial neural networks, Computers and Industrial Engineering, 53(4):610-627.
9- Dase R.K., and Pawar D.D. 2010. Application of artificial neural network for stock market predictions: A review of literature, International Journal of Machine Intelligence, 2(2):14-17.
10- De Oliveira F.A., Zárate L.E., de Azevedo Reis, M., and Nobre C.N. 2011. The use of artificial neural networks in the analysis and prediction of stock prices. In Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2011 IEEE International Conference on (pp. 2151-2155). IEEE.
11- Diaz-Robles L.A., Ortega J.C., Fu J.S., Reed G.D., Chow J.C., Watson J.G. and Moncada-Herrera, J.A. 2008. A hybrid ARIMA and artificial neural networks model to forecast particulate matter in urban areas: the case of Temuco, Chile, Atmospheric Environment, 42(35):8331-8340.
12- Dinenis E., and Staikouras S.K. 1998. Interest rate changes and common stock returns of financial institutions: evidence from the UK, The European Journal of Finance, 4(2):113-127.
13- Enke D., Grauer M., and Mehdiyev N., 2011. Stock market prediction with multiple regression, fuzzy type-2 clustering and neural networks, Procedia Computer Science, 6: 201-206.
14- Faruk D.Ö., 2010. A hybrid neural network and ARIMA model for water quality time series prediction, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 23(4):586-594.
15- Filis G., Degiannakis S., and Floros C., 2011. Dynamic correlation between stock market and oil prices: The case of oil-importing and oil-exporting countries, International Review of Financial Analysis, 20(3):152-164.
16- Guresen E., Kayakutlu G. and Daim T.U. 2011. Using artificial neural network models in stock market index prediction, Expert Systems with Applications, 38(8):10389-10397.
17- Kihoro J.M., and Okango E.L., 2014. Stock market price prediction using artificial neural network: an application to the Kenyan equity bank share prices, Journal of Agriculture, Science and Technology, 16(1):161-172.
18- Mostafa M.M., 2010. Forecasting stock exchange movements using neural networks: Empirical evidence from Kuwait, Expert Systems with Applications, 37(9):6302-6309.
19- Neenwi S., Asagba P.O., and Kabari L.G., 2013. Predicting the Nigerian stock market using artificial neural network, Europ Journal of Computer Science Information, 1(1):30-39.

20- N'Zué F.F., 2006. Stock market development and economic growth: evidence from Cote D'Ivoire, African Development Review, 18(1):123-143.
21- Ruiz-Aguilar J.J., Turias I.J., and Jiménez-Come M.J. 2014. Hybrid approaches based on SARIMA and artificial neural networks for inspection time series forecasting, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 67:1-13.
22- Suhendra I., and Anwar C.J. 2014. Determinants of Private Investment and the Effects on Economic Growth in Indonesia, Journal on Business Review (GBR), 3(3):128-133.
23- Tseng C.H., Cheng S.T., Wang Y.H., and Peng J.T. 2008. Artificial neural network model of the hybrid EGARCH volatility of the Taiwan stock index option prices, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 387(13):3192-3200.
24- Tseng F.M., Yu H.C., and Tzeng G.H. 2002. Combining neural network model with seasonal time series ARIMA model, Technological Forecasting and Social Change, 69(1):71-87.
25- Vui C.S., Soon G.K., On C.K., Alfred R., and Anthony P. 2013. A review of stock market prediction with artificial neural network (ANN), In Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), 2013 IEEE International Conference on (pp. 477-482). IEEE.
26- Wang J.Z., Wang J.J., Zhang Z.G., and Guo S.P. 2011. Forecasting stock indices with back propagation neural network, Expert Systems with Applications, 38(11):14346–14355.
27- Yetis Y., Kaplan H., and Jamshidi M. 2014. Stock market prediction by using artificial neural network, In World Automation Congress (WAC), 2014 (pp. 718-722). IEEE.
28- Zhang G.P. 2003. Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model, Neurocomputing, 50:159-175.
29- Zhao H. 2010. Dynamic relationship between exchange rate and stock price: Evidence from China, Research in International Business and Finance, 24(2):103-112.
30- Zou H.F., Xia G.P., Yang F.T., and Wang H.Y. 2007. An investigation and comparison of artificial neural network and time series models for Chinese food grain price forecasting, Neurocomputing, 70(16):2913-2923.
31- Zou L., Rose, L.C., and Pinfold J.F. 2007. Asymmetric information impacts: Evidence from the Australian treasury-bond futures market, Pacific Economic Review, 12(5):665-681.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی