فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۲ / شماره ۱ (پیاپی ۴۵) / بهار ۱۴۰۲
صفحه ۱۳۳ تا ۱۵۸

پیش بینی بهینه بازده کوتاه مدت عرضه‌های اولیه با استفاده از الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی

حسین رستمخانی
گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بین المللی کیش، جزیره کیش، ایران
hosein.rostamkhany@gmail.com

بهروز خدارحمی
دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
Bkhoda@modares.ac.ir

آزیتا جهانشاد
گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
az_jahanshad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۰

چکیده

هدف این پژوهش، پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های اولیه با استفاده از الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی می‌باشد. در این تحقیق، شرکت‌هایی که طی بازه زمانی۱۳۹۴ تا۱۳۹۹ برای اولین بار در فرابورس ایران عرضه شده‌اند به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. برای تجزیه وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MATLAB استفاده گردید. برای آزمون فرضیه‌ها دو سناریو طرح گردید. سناریوی اول بصورت سالانه و سناریوی دوم بصورت۶ساله در نظر گرفته شد. داده‌های مالی با ۱۱ عامل: بازده کوتاه مدت بازار، بازده کوتاه مدت سهام جدید، تمایلات بازار، سن شرکت، اندازه شرکت، فروش سالانه ، بازده دارایی، بازده حقوق صاحبان سهام، قیمت انتشار سهام عرضه اولیه، سود عملیاتی، گردش نقدی از عملیات به عنوان عوامل تاثیرگذار و بازده مازاد سهم عرضه شده نسبت به بازار عامل تاثیرپذیر به‌عنوان پیش فرض‌های ورودی برای پیش‌بینی مقدار بهینه، وارد الگوریتم‌ها شدند. نتایج بدست آمده از الگوریتم خفاش حاکی از آن است که الگوریتم خفاش توانسته در هردو سناریو عملکرد بهتری در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های اولیه ارائه دهد و تفاوت چندانی ندارد. درحالی‌که نتایج دقت در پیش‌بینی الگوریتم جنگل تصادفی در سناریوی دوم به نسبت سناریوی اول حدود۱۲ درصد افزایش یافته است. دلیل این تفاوت می‌تواند ناشی از بزرگ بودن فضای جستجو و کوتاه بودن طول زمانی‌داده‌ها برای الگوریتم جنگل تصادفی عنوان نمود. می‌توان نتیجه گرفت بکارگیری الگوریتم‌های نوپای خفاش وجنگل تصادفی در پیش‌بینی بازده کوتاه-مدت سهام در عرضه‌های اولیه می‌تواند سرمایه‌گذاران را در پیش‌بینی بازده حداکثری و انتخاب بهنرین سهام براساس الگویی دقیق و با دقت بالا یاری نماید.

واژه‌های کلیدی: بازده کوتاه مدت، سهام عرضه اولیه، الگورتیم خفاش، الگوریتم جنگل تصادفی.

۱- مقدمه

پذیرش شرکت‌های جدید در بورس ضمن اینکه به توسعه بازار سرمایه و ارتقای جایگاه آن در اقتصاد ملی کمک می‌کند، گسترش فرهنگ سهامداری و سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مالی را به‌دنبال داشته و در عین حال مزایای متعددی هم برای شرکت‌های پذیرفته شده دارد. عموماً شرکت‌ها باهدف تأمین مالی اقدام به ورود به بازار سرمایه و انتشار اوراق می‌نمایند. این کار از طریق انتشار سهام و عرضه آن به عموم برای اولین بار، پس از پذیرش در بازار بورس اوراق بهادار صورت خواهد گرفت. بنابراین در مورد این قبیل شرکت‌ها موضوع قیمت گذاری اولیه سهام آنان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به دلیل اینکه این شرکت‌ها فاقد سابقه معاملاتی در بورس اوراق بهادار می‌باشند، لذا ممکن است ارزشی که برای این سهام از سوی بازار تعیین می‌گردد، متفاوت‌تر از ارزش ذاتی و ناعادلانه باشد. در واقع قیمت‌گذاری سهام شرکت‌هایی که برای اولین بار وارد بورس می‌گردند. تنها در این صورت است که سرمایه گذاری بر روی سهام این شرکت‌ها دارای بازده‌ای معقول و متناسب با ریسک خواهد بود. این موضوع باعث می‌شود تا انگیزه‌های سرمایه‌گذاری در افراد و به طور کلی سرمایه‌گذاران، بر روی سهام این شرکت‌ها به وجود آید و شرکت‌های مذکور بتوانند سرمایه لازم و مورد نیاز خود را بدست آورند(اسماعیلی وهمکاران ۱۳۹۷). با توجه به پیش‌بینی بازده‌های اولیه عرضه اولیه، روش‌های رگرسیون خطی هنوز رویکرد غالب هستند. به هر حال، تلاش‌های قابل توجهی برای تحلیل بازده‌های عرضه اولیه با استفاده از تکنیک‌های مختلف هوش محاسباتی و یادگیری ماشین صورت گرفته است. شبکه عصبی فازی و سیستم هوش پیشرفته اخیرا توسط ونگ[1] و همکاران (۲۰۱۸) برای پیش‌بینی قیمت‌گذاری کمتر از واقع یک نمونه بزرگ عرضه اولیه‌های بکار رفته‌اند. از طرفی با توجه به اهمیت ارزش آتی سهام برای سرمایه گذاران و تحلیل‌گران جهت تصمیم گیری و محدودیت‌ها در مدل‌های موجود در عرصه پیش‌بینی بازده و عرضه اولیه سهام و پیچیدگی پیش‌بینی رفتار بازارهای مالی با توجه به مزایای مدل‌سازی الگوریتم‌های غیرخطی که این، توانایی را دارد که از گذشته و تجربه و محیط بیاموزد و رفتار خود را در حین یادگیری بهبود بخشند. امروزه گرایش به استفاده از الگوریتم‌های الهام گرفته از طبیعت و مبتنی بر هوش جمعی حیوانات بسیار زیاد است. به خصوص در مقوله ی تکنیک‌های بهینه‌سازی این الگوریتم‌ها مورد استقبال زیادی قرار گرفته اند. با نگاه دقیق به طبیعت و همچنین، تنوع بسیار زیاد حیواناتی که به صورت جمعی درزندگی خود از روش‌ها و متدهای خاصی پیروی می‌کنند، بدیهی است که الگوریتم‌های زیادی را می‌توان با الهام ازآن‌ها مطرح کرد. الگوریتم خفاش مبتنی بر ویژگی پژواک یابی ریزخفاش‌ها است و الگوریتم خفاش با استفاده از تکنیک تنظیم فرکانس، تنوع راه حل‌های موجود درجمعیت را افزایش می‌دهند و همچنین؛ جنگل‌های تصادفی بر میانگین‌گیری از نتایج حاصل از تمامی درخت‌های تصمیم مربرط استوار است و برای بسیاری از مجموعه داده‌ها، طبقه‌بندی مناسبی ارائه می‌دهد. می‌توان گفت، دلیل استفاده از الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی در پژوهش حاضر بخاطر دقت بالای این الگوریتم‌ها از الگوریتم‌های بهینه‌سازی رایج در الگوریتم‌های نوظهوری همچون الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تجمعی ذرات می‌باشد. همچنین این دو الگوریتم مزایایی نسبت به سایر الگوریتم‌ها دارند که برتری آن‌ها را رقم می‌زند. اهمیت تحقیق حاضر از آن جهت است که استفاده از این مدل‌های الگوریتمی به ما

[1] Wang

اجازه‌ی بدست آوردن اطلاعات دقیق‌تر را خواهد داد، چرا که عملکرد بهتری در پیش‌بینی ارائه می‌کند و چشم‌انداز جدید در پیش‌بینی بازده عرضه‌های اولیه را گسترش و غنی خواهد کرد. در نتیجه دلیل این برتری‌ها موجب ضرورت این تحقیق گردیده تا بتوان با بکارگیری این دو الگوریتم، پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های عمومی اولیه را بدرستی انجام داد. با توجه به موارد ذکر شده هدف از اتجام این تحقیق، سنجش کارایی و دقت دو الگوریتم جنگل تصادفی و خفاش به‌منظور پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام درعرضه‌های عمومی اولیه می‌باشد که تاکنون انتخاب ویژگی‌ها وکارایی آن در اندازه‌گیری متغیرهای مالی به خصوص به طور همزمان که می‌تواند جنبه مقایسه پذیری نیز داشته باشد، آزمون نشده است و در نهایت ارائه بهترین مدل برای پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های عمومی اولیه است تا از این طریق بتوان به‌عنوان ابزاری مناسب برای تصمیم‌گیری درست سرمایه‌گذاران کمک کرد.

۲- مروری بر مبانی نظری و پیشینه

سرمایه گذارانی که بازار بورس را به عنوان بازاری جهت سرمایه گذاری انتخاب نموده‌اند، هدف آن‌ها کاهش عدم اطمینان در سرمایه‌گذاری است. از این رو همواره به دنبال روش‌هایی هستند که ارزیابی و پیش‌بینی بهتری از روند تغییرات قیمت سهام داشته باشند تا بالاترین بازده از سرمایه‌گذاری را کسب کنند. پدیده قیمت‌گذاری‌کم‌تر از واقع سهام عرضه‌های اولیه پدیده‌ای جهان‌شمول بوده و در بورس اوراق بهادار اکثر کشورها مستند شده است لاگران و ریتر در سال ۱۹۹۴ وقوع این پدیده را در ۲۵ بازار در جهان اثبات کردند. به طور مشابه ریتر و ولچ در سال۲۰۰۲ دریافتند که قیمت‌های عرضه اولیه‌های منتشر شده توسط شرکت‌های آمریکایی، با یک میانگین ۱۶ درصدی کمتر از واقع قیمت‌گذاری شده بودند. مطابق با شواهد موجود، قیمت‌گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه‌ها در بازارهای نوظهور به طور معناداری مشاهده می‌شود. شواهد تجربی، به هر حال نشان می‌دهد که سطح قیمت-گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه در بین کشورها به طور قابل ملاحظه ای متفاوت است. آگاتی و همکاران در سال ۲۰۱۲ عنوان کردند که برخلاف ماهیت جهان شمول پدیده قیمت‌گذاری کمتر از واقع و به تبع آن بازده کوتاه مدت مثبت، پدیده عملکرد منفی بلندمدت سهام عرضه‌های اولیه درهمه بازارهای سرمایه تایید نشده و شواهد ضد و نقیضی گزارش شده است(خداپرستی و همکاران،۱۳۹۳). بازده‌های اولیه در عرضه اولیه، اغلب به عنوان قیمت-گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه (عرضه عمومی اولیه اوراق بهادار) در تحقیقات اشاره می‌شود که یکی از جدیدترین اختلالات بازار است و در بازارهای زیادی به اثبات رسیده است (بوبکور وهمکاران،۲۰۱۹). در اوایل ۱۹۷۰، محققانی مانند ایبوستون مشاهده کردند که عملکرد اولیه عرضه اولیه‌ها بطور استثنایی بالا بود، استول و کارلی در سال ۱۹۷۰ یک افزایش قیمتی چشم‌گیر از عرضه‌های سهام بین تاریخ عرضه اولیه و تاریخ اولین بازار ملاحظه کردند. در سال‌های بعد، قیمت‌گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه‌ها به طور جدی اتخاذ شد و بطور گسترده در تحقیقات مالی مورد بحث واقع شد. مطابق با شواهد موجود، قیمت‌گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه‌ها در بازارهای نوظهور به طور معناداری مشاهده می‌شود. بر اساس داده‌های جمع آوری شده توسط ریتر در سال۲۰۱۵، بازارهای نوظهور، نسبت‌های قیمت‌گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه خیلی بالاتر در مقایسه با بازارهای توسعه یافته دارند. با این حال،

توافق کمی در رابطه با این وجود دارد که آیا قیمت‌گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه یک نتیجه مطلوب یا غیرمطلوب از فرایند عرضه اولیه است. بنابراین، پذیره نویسان به دنبال سطح بهینه از قیمت‌گذاری کمتر از واقع هستند که هر دو طرف را راضی می‌کند(بوبکور وهمکاران،۲۰۱۹). به هر حال شواهد تجربی نشان می‌دهد که سطح قیمت گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه در بین کشورها به طور قابل ملاحظه ای متفاوت است. بررسی محرک‌های اولیه مرتبط با بازده‌های سهام، برای چندین دهه مورد توجه بسیاری بوده است. همانطور که در تئوری‌های مالی کلاسیک مشاهده می‌شود، برای مثال CAPM و مدل‌های چند متغیری مختلف (فاما و فرنچ، ۱۹۹۳, ۲۰۱۵)، بازده‌های سهام به مواردی چون ریسک سیستماتیک، گپ بازار، نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سهام و غیره در یک روش خطی نسبت داده می‌شود. رونق اخیر در تکنیک‌های یادگیری ماشین، یک الگوی جایگزین برای توصیف روابط بین فرایند آتی قیمت سهام و ویژگی‌های شرکت مربوطه آن پیشنهاد می‌کند، بموجب آن یک درجه بالاتر از متنوع‌سازی مدل در مقایسه با رویکردهای سنتی فراهم می‌آورد. ثابت شده است که با استفاده از انواع مدل‌های قدرتمند، مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی[1] (آلبرج و لیپتون، ۲۰۱۷؛ بلکیوج و سندیتا، ۲۰۱۷)، درختان تصمیم[2] (سورنسن و همکاران،۲۰۰۰؛ ژو و همکاران، ۲۰۱۱)، خفاش(یو و همکاران، ۲۰۱۷)، درختان گرادیان تقویتی[3]، جنگل‌های تصادفی (کراس و همکاران، ۲۰۱۷)، و غیره، طبقه‌بندی و کارایی پیش‌بینی سهام به طور معناداری بهبود یافته است. برای نمونه، لیکو و همکارانش در سال ۲۰۱۲ اساسا بر ویژگی‌های عرضه برای پیش‌بینی بازده‌های عرضه اولیه با استفاده از یک الگوریتم ژنتیک تمرکز می‌کنند. همچنین هانگ و همکارانش در سال۲۰۱۲ یک الگوریتم مبتنی بر ژنتیک در مورد متغیرهای اساسی عرضه اولیه برای انتخاب سهام بالقوه رشدی بالا بکار می‌برند. رابرستون و همکارانش در سال۱۹۹۸یک رگرسیون و مدل‌های شبکه عصبی برای پیش‌بینی بازده‌های اولین روز عرضه اولیه‌ها ایجاد می‌کنند، نتایج تجربی تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که پیش‌بینی‌های تولید شده توسط مدل‌های شبکه عصبی بهتر از پیش‌بینی‌های تولید شده توسط رگرسیون هستند. رویکرد مشابه توسط رابر و همکارانش در سال۲۰۰۵ برای پیش‌بینی بازده‌های اولیه عرضه اولیه دنبال شد. نتایج آن‌ها به هرحال مزیت اندکی از مدل‌های شبکه عصبی نسبت به رگرسیون نشان داد. شبکه عصبی فازی و سیستم هوش پیشرفته اخیرا توسط ونگ و همکاران سال۲۰۱۸ برای پیش‌بینی قیمت‌گذاری کمتر از واقع یک نمونه بزرگ عرضه اولیه‌های بکار رفته اند. همینطور جنگل تصادفی، یک الگوریتم یادگیری ماشین معروف و قدرتمند توسط کینتانا[4] و همکاران در سال۲۰۱۷ برای پیش‌بینی قیمت‌گذاری کمتر از واقع عرضه اولیه استفاده شده است. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شد می‌توان گفت دانشمندان و محققین در حوزه داده‌کاوی امروزه بیشترین تمرکز خودشان را بر روی الگوریتم‌ها و تکنیک‌هایی می‌گذارند که بتوانند با توجه نیازهای ذینفعان و داده‌های مورد نیاز را استخراج کنند و راه‌کاری مبتنی بر یادگیری و پیش‌بینی درست ارائه دهند تا علاوه بر استخراج، پیش‌بینی از ورودی‌های جدید در سیستم انجام شود.

[1] ANN
[2] DT
[3] GBDT
[4] Quintana

عرضه عمومی اولیه[1]

اولین فروش سهام به عموم توسط شرکت‌هایی که از قبل سهام شناور ندارند عرضه عمومی اولیه (IPO) نامیده می‌شود. عرضه عمومی اولیه سهام توسط شرکت‌هایی صورت می‌گیرد که درمورد این شرکت‌ها بازار شناخت کمی از مدیریت و مالکیت آن دارد. بدین ترتیب بین ناشران در زمان عرضه عمومی و مالکان بالقوه بیرونی، عدم تقارن اطلاعاتی وجود دارد. برای سرمایه‌گذاران، قضاوت درمورد مناسب بودن اقلام تعهدی شرکت‌هایی که برای اولین بار سهام خود را در بازارعرضه می‌کنند، به منظور ارزیابی عملکرد آتی امری دشوار است(اسماعیلی وهمکاران ۱۳۹۷). طبق مقررات بورس، شرکت‌هایی که قصد پذیرش در بورس رادارند باید به سهامی عام تبدیل شوند. غالب شرکت-هایی که در بورس اوراق بهادار کشور پذیرفته می‌شوند، سهامی خاص بوده‌اند . مالکیت این شرکت‌ها عموما متعلق به نهادهای دولتی بوده است که طی فرآیند خصوصی‌سازی به بورس انتقال می‌یابند. به هر ترتیب تمامی شرکت‌ها در پورسه‌ای از فعالیت خود به این نتیجه می‌رسند که پذیرش دربورس به آن‌ها در جذب سرمایه چه از طریق سهامداران و چه از طریق استقراض کمک بزرگی می‌کند و هزینه‌های تامین مالی آن‌ها را کاهش می‌دهد. شرکت‌ها معمولا به صورت سهامی خاص تاسیس می‌شوند پس از آنکه نیاز به بزرگ شدن را احساس کند به سهامی عام تبدیل می‌شود، گاهی اوقات هم در بدو تاسیس سهامی عام است و درصدی را مالکین به دیگران عرضه می‌کنند و سهامداران جدید وارد شرکت می‌شوند. در دنیا هدف اصلی از IPO بزرگ شدن شرکت‌های خانوادگی ذکر می‌شود که به صورت عرضه اولیه ناشی از افزایش سرمایه صورت می‌گیرد و اصطلاحا به آن عرضه عمومی ثانویه می‌گویند، در واقع از لحاظ فاینانس منطقی است. به این مفهوم که شرکت زمانی که می‌خواهد بزرگ شود نیاز به تامین مالی عمومی دارد و در مقایسه با IPO از توجیه اقتصادی بیشتری برخوردار است.

بازده عرضه اولیه

شرکت‌ها بعد از ورود به بازار سرمایه (عرضه اولیه) معمولا برای مدتی با افزایش قیمت مواجه می‌شوند و دارای نوسان می‌باشند و بعد از مدتی به تعادل می‌رسند. به اختلاف بین قیمت تعادلی و قیمت عرضه اولیه، بازده اولیه گفته می‌شود(نجوی زاده و همکاران،۱۳۹۵). شواهد تجربی فراوانی بر عملکرد کوتاه مدت عرضه عمومی اولیه تاکید دارد که سرمایه‌گذارانی که سهام عرضه‌های اولیه را در روز اول عرضه خریداری کرده و پس از مدتی کوتاهی آن را به فروش می‌رسانند، به بازدهی غیرعادی راب توجهی دست می یابند؛ در نتیجه عرضه عموم اولیه عملکرد کوتاه مدت مثبتی دارد. در این زمینه، تحقیقات وسیعی نیز در سرتاسر دنیا انجام شده است. برای مثال لوگران و ریتر(۲۰۰۲)، در مطالعات خود درباره عملکردکوتاه مدت IPO بیان نمودند که بازده کوتاه مدت در آمریکا در سال 1980در حدود هفت درصد ودر سال 1990این بازده در حدود پانزده درصد است.کمرمان و والچی (۲۰۰۵) میانگین بازده کوتاه مدت در بازار بورس کشور سوئیس را در حدود۳۴/۵ درصد بیان می دارد .ظریف فرد و مهرجو (۱۳۸۳) نشان می‌دهد که بازده کوتاه مدت سهام شرکت‌های تازه پذیرفته شده در بورس اوراق بهادارتهران بیشتر از بازده پرتفوی بازار بوده است(اسماعیلی وهمکاران ۱۳۹۷).

[1] Initial public offering (IPO)

الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی

پیش‌بینی قیمت سهام یا بازده سهام کار ساده‌ای نیست؛ زیرا عوامل بازاری بسیاری در تعیین آن دخالت دارند که تمام این عوامل را نمی‌توان صرفا در تحلیل تکنیکی (فقط داده‌های تاریخی مربوط به حرکت قیمت و حجم معاملات سهام را برای پیش بینی آتی قیمت مطالعه می‌کند)، در نظر گرفت (تهرانی و همکاران،۱۳۸۷). بنابراین ثابت شده است که استفاده از ابزارها و الگوریتم‌های محاسباتی پیچیده‌تر مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی از مدل‌سازی فرایندهای غیرخطی که منتج به قیمت و روند سهام می‌شوند، پاسخ‌های بهتری از روش‌های آماری به دست می‌دهند (رضایی و همکاران،۱۳۹۳).

الگوریتم خفاش[1]

الگوریتم‌های فراابتکاری در حال حاضر به روش‌های قدرتمندی برای حل بسیاری از مسائل بهینه‌سازی سخت تبدیل شده‌اند. اکثریت قریب به اتفاق از الگوریتم‌های اکتشافی و فرا ابتکاری از رفتار سیستم‌های بیولوژیکی و یا سیستم‌های فیزیکی در طبیعت برگرفته است. الگوریتم خفاش یکی از انواع الگوریتم فراابتکاری است. رفتار خفاش در مکان‌یابی اشیاء به کمک اِکوی صدایش (اِکولوکیشن) عمل می‌نماید که توسط استاد دانشگاه کمبریج پروفسور زینگ شی یانگ[2] ابداع شد. در مقاله ارائه شده توسط یانگ با آزمایش الگوریتم الهام گرفته شده از زندگی خفاش است و این الگوریتم بر اساس رفتار خفاش‌ها برای نزدیک شدن به اشیاء بر حسب اِکوی (پژواک) صدایشان از محیط که نامیده می‌شود عمل می‌نماید. در این الگوریتم از سودمندی‌های کار با سایر الگوریتم‌های بهینه‌سازی اِکولوکیشن موجود بهره برده شده است و به همین علت دارای قدرت زیادی در پیدا نمودن بهینه سراسری است. مبنای این الگوریتم بر اساس پدیده انعکاس صدای خفاش و دریافت صدا توسط این پرنده می‌باشد. ابزار انعکاس صدا و دریافت آن توسط خفاش توانایی شگفت‌انگیزی به آن‌ها برای شکار و هم چنین عبور از موانع می‌دهد. ویژگی‌هایی که در الگوریتم خفاش وجود دارد سه عامل موقعیت، سرعت و کیفیت است که با توجه به مسئله تعریف می‌شود. خفاش‌های مجازی در الگوریتم فرکانس‌هایی با پالس‌های مختلف (بسته به شرایط مسئله) می‌فرستند و وقتی بازتاب این فرکانس‌ها را دریافت می‌کنند به محاسبه فاصله می‌پردازند و کمترین فاصله از خفاش تا هر شی، مقصد او خواهد بود (کای و همکاران،۲۰۱۹). الگوریتم خفاش مزایای زیادی دارد. یکی از مزایای کلیدی آن توانایی همگرایی سریع در مرحله ابتدایی به وسیله سوئیچ از اکتشاف به استخراج است. این ویژگی باعث می‌شود این الگوریتم، یک الگوریتم تأثیرگذار برای کاربردهایی مثل دسته‌بندی و در کل زمانی که یک راه حل سریع نیازمند است باشد. هرچند که با اجازه دادن به الگوریتم به سوئیچ سریع به مرحله استخراج، با تغییر سریع بعد از چند مرحله ابتدایی الگوریتم دچار رکود می‌شود. الگوریتم استاندارد خفاش و تعدادهای مختلف آن نشان‌گر محدوده‌ی بالای کاربردهای آن است. الگوریتم خفاش تقریبا در تمامی زمینه‌های بهینه‌سازی، دسته‌بندی، کاربرد داشته است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹). برخی از کاربردهای مهم این الگوریتم عبارت است از: بهینه‌سازی متوالی،

[1] Bat algorithm
[2] Xing Shi Yang

بهینه‌سازی ترکیبی و زمان‌بندی، تخمین پارامتر، دسته‌بندی خوشه‌بندی و داده‌کاوی، پردازش تصویر، منطق فازی (کای و همکاران، ۲۰۱۹). همانند تمامی الگوریتم‌های دیگر، الگوریتم خفاش مزیت سادگی و انعطاف‌پذیری برخوردار است. این الگوریتم به آسانی قابل پیاده‌سازی است ازاین‌رو روشی انعطاف‌پذیر برای دامنه وسیعی از مسائل گوناگون به شمار می‌رود. به دلیل ویژگی‌های میزان‌سازی فرکانس، بزرگ‌نمایی خودکار و کنترل پارامتر، این الگوریتم توانایی ارائه راه حل در مسائلی با مقیاس بالا را دارا هست.

الگوریتم جنگل تصادفی[1]

روش جنگل تصادفی یک روش غیر پارامتری و متعلق به خانواده روش‌های دسته‌جمعی است که در اواخر قرن نوزدهم از روش‌های ماشین یادگیری به‌دست‌آمده است (ذبیحی و همکاران،۱۳۹۴). این الگوریتم را که شامل مجموعه‌ای از درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیونی است اولین بار توسط بریمن در سال۲۰۰۱ ارائه شد (ذبیحی و همکاران،۱۳۹۴). مدل پیش‌بینی کننده جنگل تصادفی بر اساس میانگین‌گیری از نتایج حاصل از تمامی درخت‌های تصمیم مربوطه استوار است و برای بسیاری از مجموعه داده‌ها، طبقه‌بندی مناسبی ارائه می‌دهد (ابراهیم‌خانی و همکاران،۱۳۹۰). امروزه در بسیاری از مواقع با حجم کلانی از داده ها مواجه هستیم. پیشرفت سریع تکنولوژی در قرن اخیر ما را با حجم عظیمی از اطلاعات مواجه کرده است. تحلیل این داده‌ها با توجه به متغیرهای کمکی (تبیینی، توضیح دهنده یا پیش‌گوی) فراوانی که معمولا در اختیار است، بسیار چالش برانگیز است. بعد بالای متغیرها و تاثیرات متفاوت آن‌ها به همراه اثر متقابل متغیرها، موجب شده نحوه مدل بندی و تحلیل این گونه داده ها متفاوت از داده های معمول باشد. در این زمینه می‌توان به روش های داده کاوی برای تسهیل فرایند تحلیل داده ها مراجعه کرد. یکی از راه کارها برای مدل‌بندی و تحلیل این مجموعه داده ها دسته‌بندی(خوشه بندی) داده‌ها است. در این جهت، می‌توان از درخت‌های تصمیم استفاده کرد. درخت تصمیم یکی از روش‌های مناسب برای خوشه‌بندی اطلاعات است. در این روش از یک الگوی درختی برای اخذ تصمیم استفاده می شود. همچنین در این متد از استراتژی‌هایی استفاده می‌شود تا بیشترین احتمال، هدف مورد نظر تامین شود(جوسناک و همکاران، ۲۰۲۰). یکی از ابزارهای کارآمد مورد استفاده در مسائل مربـوط به تخمین متغیرهای هدف و یا طبقه‌بندی الگوها، درخت تصمیم است. یک درخت تصمیم، فضای ورودی را بـه مجموعه‌هایی از نواحی مجزا تقسیم می‌کند و یک مقدار پاسخ را به هر ناحیه اختصاص می‌دهد. در حالت ساده، ایـن پاسخ در مسائل رگرسیونی می‌تواند بر اساس میانگین مقادیر هدف مرتبط بـا الگوهای قرار گرفته در هر ناحیه تعیین شود و یا به عبارتی پاسخ اختصاص یافته به هر ناحیه براساس میانگین مقادیر هدف، متناظر با الگوهای یادگیری قرارگرفته در هر ناحیه است. به طور کلی درخت تصمیم منفرد مستعد برازش اضافی بوده و قدرت تعمیم‌پذیری کمی دارد. در هنگام تشکیل یک درخت تصمیم، تغییر کوچکی در الگوهای یادگیری می‌توانـد باعث تغییرات اساسی در ساختار آن درخت گردد. ترکیب درخت‌های تصمیم را روش‌های دسته جمعی گفته می‌شود که از این مشکل جلوگیری می‌کند.

[1] Random forest algorithm

پیشینه پژوهش

پژوهش‌گرانی درخارج از کشور همچون پن وهمکاران(۲۰۱۹) به ارزیابی ریسک اعتباری وام براساس مدل جنگل تصادفی پرداختند. آن‌ها ریسک اعتباری وام را در چند سطح مختلف به وسیله الگوریتم جنگل تصادفی ارزیابی کردند. نتایج تجربی نشان داده است که الگوریتم جنگل در تشخیص۹۸/۶۳درصد دقت در تشخیص نمونه‌های خطر در سطوح مختلف را دارد که بیانگر کارایی بالای این الگوریتم جدید در پیش‌بینی می‌باشد. بوبکور وهمکاران(۲۰۱۹) به پیش‌بینی بازده عرضه اولیه با الگوریتم جنگل تصادفی در بورس استانبول در کشور ترکیه پرداختند. آن‌ها دراین پژوهش دقت پیش‌بینی الگوریتم جنگل تصادفی را با روش‌های رگرسیون قوی مقایسه کردند. نتایج پیش بینی نشان می‌دهد که جنگل تصادفی نسبت به سایر روش‌ها در هر دسته مقایسه بسیار بهتر عمل کرده است. همچنین اندازه‌گیری متغیر اهمیت نشان می‌دهد که درآمدهای عرضه عمومی اولیه و میزان IPO مهمترین پیش‌بینی کننده بازده اولیه عرضه عمومی اولیه هستند. کواینتانا وهمکاران(۲۰۱۷) در مقاله‌ای به پیش-بینی بازده عرضه اولیه با الگوریتم جنگل تصادفی پرداختند. در این مقاله، این الگوریتم را در برابر مجموعه ای از هشت الگوریتم یادگیری ماشین کلاسیک مقایسه می‌شود. نتایج این مقایسه نشان می‌دهد که جنگل‌های تصادفی از لحاظ میانگین پیش‌بینی بازده عرضه اولیه از گزینه‌های جایگزین بهتر است. یو (۲۰۱۷) به بهینه‌سازی پرتفوی با الگوریتم خفاش پرداخت. نتایج تحقیق وی نشان داد نمودار الگوریتم خفاش از نوسان بسیار کمی برخوردار است و تاثیر روان‌شناختی کمتری بر سرمایه‌گذاران دارد. دوما درصد صحت پیش‌بینی و خطای آن در مقایسه با الگوریتم ژنتیک در سطح مطلوب‌تری قراردارد که این موضوع می‌تواند قوی‌تر بودن الگوریتم جدید خفاش را نسبت به الگوریتم‌های قدیمی‌تر تایید کند. لیانگ و ساندرسون (۲۰۱۵) به بررسی تاثیر ویژگی‌های شرکت، متغیرهای علامت‌دهی و متغیرهای مالی بر روی بازده اولیه و نوسان بازده‌های اولیه شرکت‌های عرضه اولیه شده پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که تاثیر ویژگی‌های شرکت، متغیرهای علامت‌دهی و متغیرهای مالی بر روی بازده اولیه و نوسان بازده‌های اولیه عرضه‌های اولیه سهام متفاوت است. درصد عرضه اولیه‌ی سهام تاثیری مثبت بر روی بازده‌های اولیه دارد در حالی که سود پیش‌بینی شده برای تقسیم بین سهامداران تاثیری منفی بر روی نوسان بازده‌های اولیه سهام دارد. بوریس وهمکاران(۲۰۱۵) عملکرد الگوریتم جنگل تصادفی در بهینه سازی پرتفوی سهام در ۱۰۰شرکت بورسی یونان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد الگوریتم تصادفی جنگل در مقایسه با مدل مارکوییتز عملکرد ودرصد صحت پیش‌بینی بهتری دارد و می‌توان آن را با اطمینان بالا در پیش‌بینی سهام شرکت‌ها مورد استفاده قرارداد. نجفی‌مقدم و همکاران (۲۰۱۴) مقاله‌ای تحت عنوان بهینه‌سازی سبد پرتفوی با رویکرد الگوریتم مورچگان و تئوری خاکستری ارائه دادند. در مقاله، از بین ۱۰۵ شرکت فعال در بورس با داشتن بیشترین ROA، مدلی را بر اساس الگوریتم مورچگان و خاکستری طراحی کردند و به کمک آن به پیش‌بینی سهام شرکت‌هایی با آن مشخصه پرداختند و در مقاله خود به این نتیجه نیز رسیدند که ابتدا مورچگان و سپس تئوری خاکستری و در نهایت مدل مارکویتز دارای بیشترین موفقیت می‌باشند.

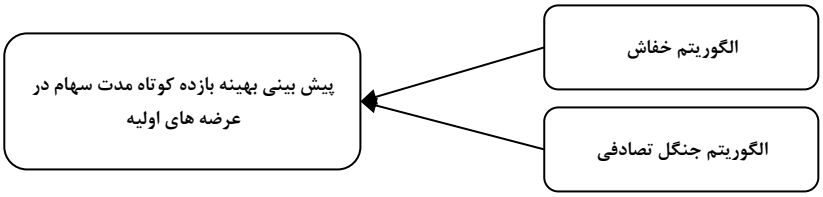
در ایران نیز محققانی همچون، اسماعیلی وهمکاران(۱۳۹۷) به پیش‌بینی عملکرد کوتاه مدت عرضه عمومی اولیه سهام با استفاده از مدل‌های نزدیکترین همسایگی و ماشین‌بردار پشتیبان پرداختند. این پژوهش ۶۰ مورد

عرضه عمومی اولیه عرضه شده را مورد بررسی قرار می‌دهد. در چارچوب ارائه شده، میانگین بازده مازاد سه روز اول کاری سهم عرضه شده دارای مقداری مثبت و برابر با ۱.۳ درصد می باشد، هرچند این مقدار به اندازه بازارهای توسعه یافته بالا نیست. روش اعتبارسنجی متقابل۱۰تایی برای ارزیابی و کنترل عملکرد مدل‌های طبقه بندی نزدیکترین همسایگی، ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم گیری کارت و بیز ساده مورد استفاده قرار گرفت، به این نتیجه رسیدند که در بین مدل‌ها، مدل نزدیکترین همسایگی و ماشین بردار پشتیبان از دقت و کارایی بالایی در پیش‌بینی عملکرد کوتاه مدت عرضه عمومی اولیه برخوردار است. غلامیان وهمکاران(۱۳۹۷) در پژوهشی به پیش‌بینی روند قیمت در بازار سهام با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی پرداختند. در پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد جنگل تصادفی که در زمره روش‌های طبقه‌بندی هوش مصنوعی می‌باشد، به همراه شاخص‌های فنی: شاخص قدرت نسبی قیمت، استوکاستیک، حجم تعادل موازنه شده، ویلیامز R٪، بازده‌ی روزانه و شاخص سری مک دی به دنبال پیش بینی روند قیمت در بازار سهام و مقایسه آن با روش‌های موجود است. نتیجه‌ی پژوهش نشان داد که دقت روش پیشنهادی در برآورد روند بازار ۶۴ درصد می‌باشد و نسبت به دو روش مقایسه شده رگرسیون لجستیک و روش کاملا تصادفی از دقت بالاتری برخوردار است. نمازی وهمکاران(۱۳۹۶) به بررسی قابلیت پیش‌بینی فرار مالیاتی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوهای درخت تصمیم پرداخته است. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که به ترتیب، روش‌های جنگل تصادفی، کاهش خطای هرس، J48، LMT، ریشه تصمیم و درخت تصادفی از دقت و کارایی بیشتری در پیش‌بینی فرار مالیاتی برخوردار هستند. نادری وهمکاران(۱۳۹۵) در مقاله ای به بررسی عوامل موثر بر بازدهی عرضه اولیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. دراین مطالعه با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ به بررسی تاثیر عوامل موثر بر بازده سهام عرضه اولیه پرداخته شده است که نتایج نشان می‌دهد که بازار داغ و سرد و سودآوری سهام و اندازه شرکت بر بازده عرضه اولیه شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران تاثیرگذار است. مهرابی وهمکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود به بهینه‌سازی پرتفوی سهام با الگوریتم تپه نوردی پرداخت. وی دراین پژوهش، بر انواع مسائل بهینه‌سازی و روش‌های ابتکاری پرداخته، و به اعمال الگوریتم ابتکاری جدید تپه نوردی بر مسئله بهینه‌سازی پرتفوی مفید در بازار بورس اوراق بهادار تهران و از بین سهام ۵۰ شرکت برتر پرداخت.. همچنین به حل مسئله با الگوریتم ژنتیک به عنوان الگوریتم محک پرداخته و نتایج حاصله‌ی دو الگوریتم را از منظرهای ریسک و بازده پرتفوی تشکیلی، مدت زمان همگرایی الگوریتم و مقیاس شارپ (به عنوان مقیاس اندازه‌گیری عملکرد پرتفوی با یکدیگر مقایسه و الگوریتم کاراتر و اثربخش‌تر را معرفی می‌کند. نتایج نشان دهنده‌ی برتری الگوریتم تپه نوردی در حل مسئله است. حسنلو وهمکاران(۱۳۹۴) به پیش‌بینی قیمت سهم با رویکرد خفاش عصبی پرداختند. متغیرهای بنیادی این تحقیق که در این میان متغیرهای شاخص کل، قیمت پایانی، بیشترین قیمت، کمترین قیمت، قیمت طلا، قیمت نفت و نرخ ارز دلار آمریکا، متغیرهای ورودی مورد استفاده در این پژوهش می‌باشند. نتایج حاصل از مدل اصلی پژوهش از جهت دقت پیش‌بینی و بهبود در خطای پیش‌بینی با نتایج حاصل از شبکه ژنتیک-عصبی و شبکه عصبی-فازی مقایسه شد و عملکرد مدل بت عصبی در امر پیش‌بینی قیمت نسبت به دو مدل دیگر میزان خطای پیش‌بینی کمتری داشت. سینایی وهمکاران(۱۳۹۳) به

بررسی تصمیم‌گیری برای انتخاب سبد سهام؛ مقایسه‌ی الگوریتم‌های ژنتیک و زنبور عسل پرداختند. در این مطالعه، به منظور کمک به تصمیم‌گیری موثر در زمینه انتخاب سبد سهام، مدلی بر اساس مدل مارکویتز و با لحاظ کردن محدودیت مذکور، بکار گرفته شد. سپس، مدل استفاده شده، توسط الگوریتم‌های ژنتیک و زنبور عسل حل و نتایج حاصل از الگوریتم‌ها با مرز کارای ایجاد شده توسط مدل مارکویتز مقایسه گردید. نتایج پژوهش نشان می‌دهد، برای حل مدل مورد استفاده، الگوریتم زنبور عسل نسبت به الگوریتم ژنتیک کارایی بالاتری دارد.

مدل مفهومی پژوهش

شکل (۱) مدل مفهومی پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پس رویدادی و از لحاظ روش توصیفی و از نظر هدف کاربردی است و به دنبال ارائه مدلی برای پیش‌بینی بهینه بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های عمومی اولیه با استفاده از الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی می‌باشد. اطلاعات مربوط به پژوهش از طریق بانک اطلاعات و کتابخانه فرابورس ایران و امیدنامه شرکت‌ها گردآوری شده است. باتوجه به این که بیشترین عرضه‌های عمومی اولیه سهام زی چند سال اخیر از طریق بازار فرابورس ایران عرضه شده‌اند، بنابراین به‌عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند. قلمرو مکانی پژوهش، بازار فرابوس ایران و قلمرو زمانی بازده زمانی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش قابل تعمیم به شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار نیزخواهد بود. نحوه‌ی انتخاب نمونه آماری پژوهش با استفاده از روش غربال‌گری (حذفی سیستماتیک) شامل داده‌های تعداد ۸۵ شرکت از بین شرکت‌هایی که سهام آن‌ها طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ برای اولین بار در فرابورس ایران بصورت عرضه عمومی اولیه پذیرش شده‌اند، می‌باشد. جدول شماره (۱) تعداد شرکت‌های انتخاب شده را نشان می‌دهد. برای این منظور اطلاعات مالی شرکت‌ها در قالب اکسل تکمیل و سپس با نرم افزار متلب از الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی به عنوان مدل پژوهش برای پیش‌بینی مقادیر بهینه استفاده شده است.

جدول ۱: جدول نمونه‌گیری شرکت‌ها

سال	تعداد کل شرکت عرضه اولیه شده	تعداد شرکت‌های که فاقد اطلاعات و یا ناقص اند	تعداد شرکت‌های باقی مانده برای بررسی
۱۳۹۴	۱۶	۶	۱۰
۱۳۹۵	۱۸	۳	۱۵
۱۳۹۶	۱۰	-	۱۰
۱۳۹۷	۱۶	-	۱۶
۱۳۹۸	۱۷	۱	۱۶
۱۳۹۹	۱۸	-	۱۸
جمع	**۹۵**	**۱۰**	**۸۵**

فرضیه‌های تحقیق

۱) الگوریتم خفاش در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت عرضه اولیه از کارایی ودقت بالایی برخوردار است.

۲) الگوریتم جنگل تصادفی در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت عرضه اولیه از کارایی ودقت بالایی برخوردار است.

متغیرهای پژوهش

به‌منظور بررسی کارایی و دقت الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی، از ۱۱ متغیر مستقل و ۱ متغیر وابسته به عنوان متغیرهای ورودی الگوریتم‌ها برای پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های اولیه استفاده شده است. جدول شماره (۲) متغیرها و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲: متغیرهای پژوهش

ردیف	نوع متغیر	متغیر	نحوه‌ی اندازه‌گیری	منبع
۱	مستقل	بازده کوتاه مدت بازار	بازده کل بازار در یک دوره زمانی ۳ روزه، از اولین روزپس از عرضه سهم تازه عرضه شده تا سه روز کاری بعد از آن را نشان می دهد.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۲		بازده کوتاه مدت سهام جدید	بازده سهام جدید در سه روز اول کاری پس ازعرضه نشان می دهد.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۳		تمایلات بازار	بازده ۲۱ روزه شاخص کل بازار به عنوان نماینده ای برای تمایلات بازار پیش از عرضه اولیه در نظر گرفته خواهد شد	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۴		سن شرکت	تاریخ اولین سال معاملاتی منهای تاریخ سال ثبت شرکت، سن شرکت را نشان می دهد.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷

ردیف	نوع متغیر	متغیر	نحوه‌ی اندازه‌گیری	منبع
۵		اندازه شرکت	بکه از لگاریتم طبیعی جمع دارایی ها و از آخرین صورت‌های مالی قبل از عرضه اولیه بدست می آید.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۶		فروش سالانه	نشان دهنده سایز و عدم اطمینان درباره انتشار شرکت ها است و از آخرین صورت‌های مالی قبل از عرضه اولیه بدست می آید.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۷		بازده دارایی	نشان دهنده نسبت سود خالصی به دارایی کلی و از آخرین صورت‌های مالی قبل از عرضه اولیه بدست می آید.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۸		بازدۀ حقوق صاحبان سهام	نشان دهنده نسبت سود خالص به حقوق صاحبان سهام است و از آخرین صورت‌های مالی قبل از عرضه اولیه بدست می آید.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۹		قیمت انتشار سهام عرضه اولیه	قیمت پیشنهادی خریدار است که اولین معامله بر روی آن صورت می گیرد و از سایت بورس تهران بدست می آید	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۱۰		سود عملیاتی	مقدار این متغیر از آخرین آخرین صورت‌های مالی قبل از عرضه اولیه بدست می آید.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۱۱		گردش نقدی از عملیات	مقدار این متغیر از اخرین آخرین صورت‌های مالی قبل از عرضه اولیه بدست می آید.	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷
۱۲	وابسته	بازده مازاد سهم عرضه شده نسبت به بازار (میزان ارزان یا گران قیمت گذاری)	تفاضل بازده کوتاه مدت ۳ روزه سهام جدید و بازده کوتاه مدت بازار برای دوره کوتاه مدت مشابه	اسماعیلی و همکاران،۱۳۹۷

مدل پژوهش

دراین پژوهش۲ سناریو برای پیش‌بینی بازده کوتاه‌مدت سهام در عرضه‌های عمومی اولیه با استفاده از الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی به‌عنوان مدل تحقیق بکارگرفته شده است. طبق مفروضات تحقیق، میزان کارایی و دقت هریک از الگوریتم‌ها آزمون شده و سپس بایکدیگر مقایسه خواهند شد.

الگوریتم خفاش

مراحل الگوریتم خفاش بصورت زیر است:

۱) جمعیت اولیه خفاش‌ها $i=1,\ldots,n,x_i$ ایجاد می‌شود

۲) به ازای $i=1,\ldots,n$ سرعت v_i، فرکانس f_i در x_i، نرخ پالس r_i و بلندی صدای A_i ایجاد می‌شود.

۳) $T=1$ قرار داده می‌شود.

۴) موقعیت‌ها مقایسه و جواب بهینه پیدا می‌شود

۵) موقعیت‌های جدید موقتی با تنظیم فرکانس و به روز کردن سرعت همه خفاش‌ها ایجاد می‌شود.

۶) اگر $rand>r_i$ باشد آنگاه یک جواب در میان بهترین جواب‌ها با گام تصافی شده و یک جواب محلی در اطراف بهترین جواب انتخاب شده ایجاد می‌شود.

۷) یک جواب جدید با پرواز جدید تولید می‌شود

۸) اگر $rand< A_i$ و $f(x_i)<f(x^*)$ آنگاه جواب‌های جدید پذیرفته و r_i افرایش و A_i کاهش داده می‌شود.

۹) خفاش‌ها مرتب شده و بهترین جواب x^* پیدا می‌شود.

۱۰)اگر t به ماکزیمم مقدار خود برسد الگوریتم متوقف می‌شود در غیر اینصورت $t=t+1$ ادامه پیدا می‌کند(یلدیزان و همکاران، ۲۰۲۰).

شبه کد الگوریتم خفاش در جدول شماره (۳) آورده شده است.

جدول ۳: شبه کد الگوریتم خفاش

1	Objective function
2	Initialize the bat population and
3	Define pulse frequency
4	Initialize pulse rate and the loudness
5	While (t < max number of iterations)
6	Generate new solutions by adjusting frequency, And updating velocities and locations/solutions
7	If (rand >r_i)
8	Select a solution among the best solutions
9	Generate a local solution around the selected best solution
10	End if
11	Generate a new solution by flying randomly
12	If (rand < A_i & f(x) < f(x_*))
13	Accept the new solutions
14	Increase r_i and reduce A_i
15	End if
16	Rank the bats and find the current best X_*
17	End While
18	Post process result and visualization

الگوریتم جنگل تصادفی

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از رویکرد داده کاوی و از طریق الگوریتم جنگل تصادفی استفاده شده است که الگوریتم جنگل تصادفی معروف‌ترین طبقه‌بندی کننده می‌باشد. جنگل تصادفی دربرگیرنده تعداد بسیاری درخت تصمیم

می‌باشد. خروجی جنگل تصادفی بر مبنای آرای مشخص هر یک از درخت‌ها تعیین می‌شود. هر درخت تصمیم با طبقه‌بندی نمونه‌های بوت‌استرپ داده‌های ورودی از طریق الگوریتم درخت ساخته می‌شود. سپس، هر درخت برای طبقه بندی داده های آزمون استفاده خواهد شد. هر درخت یک تصمیم برای برچسب گذاری داده‌های آزمون دارد. این برچسب، یک رأی نام دارد. درنهایت جنگل با جمع‌آوری بیشترین آرای درخت ها نتیجه طبقه‌بندی را قطعی خواهد کرد. شبه کد الگوریتم جنگل تصادفی در جدول شماره (۴) آورده شده است.

جدول ۴ : شبه کد الگوریتم جنگل تصادفی

	Precondition: A training set S := $(x_1,y_1),...,(x_n,y_n)$, features F, and number of trees in forest B.
1	function RandomForest(S, F)
2	H ← ∅
3	for i ∈ 1,..., B do
4	$S^{(i)}$ ← A bootstrap sample from S
5	hi ← RandomizedTreeLearn(S(i), F)
6	H ← H ∪{hi}
7	end for
8	return H
9	end function
10	function RandomizedTreeLearn(S, F) 11 At each node:
11	f ← very small subset of F
12	Split on best feature in f
13	return The learned tree
14	end function

نحوه‌ی اجرای مدل

ابتد داده‌های مالی شرکت‌ها با ۱۱ عامل: بازده کوتاه مدت بازار[۱]، بازده کوتاه مدت سهام جدید[۲]، تمایلات بازار[۳]، سن شرکت[۴]، اندازه شرکت[۵]، فروش سالانه[۶]، بازده دارایی[۷]، بازده حقوق صاحبان سهام[۸]، قیمت انتشار سهام عرضه اولیه[۹]، سود عملیاتی[۱۰]، گردش نقدی از عملیات[۱۱]به‌عنوان عوامل تاثیرگذارو بازده مازاد سهم عرضه شده نسبت به بازار ، عامل تاثیرپذیر به‌عنوان پیش فرض وارد الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی شده و طی دو سناریو عملکرد الگوریتم‌ها در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های اولیه مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند.

[1] Short-term market returns(SMR)
[2] Short-term returns of new stocks(SRN)
[3] Market trends(MT)
[4] Company age
[5] size of the company
[6] Annual sales(As)
[7] Return on assets(ROA)
[8] Return on equity(ROE)
[9] Release price of the initial public offering(PIO)
[10] Operating Profit(OP)
[11] Cash flow from operations(CFO

برای آزمون فرضیه‌ها، متغیرها نرمالیزه شده و سپس با الگوریتم‌ها برای یافتن مقدار بهینه به‌عنوان تابع هدف تعریف شده است. دو سناریو به منظور استخراج مقادیر بهینه با الگوریتم خفاش و جنگل تصادفی اجرا خواهد شد. سناریو اول بصورت مقطعی(یکساله) درسال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۵-۱۳۹۶-۱۳۹۷-۱۳۹۸-۱۳۹۹ و سناریو دوم بصورت پنج ساله ازسال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ است. ابتدا کارایی و دقت هریک از الگوریتم‌ها از طریق برآورد سرعت انتخاب توسط الگوریتم‌ها، با استفاده از پارامترهای زمان جستجو و همگرایی سریع در سناریوها بررسی شده و در مرحله بعد کارایی و دقت هردو الگوریتم در سناریوها با هم مقایسه می‌شوند.

۴-یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی

تغییرات عرضه‌های اولیه برای سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ براساس داده‌های مالی شرکت‌ها با ۱۱ عامل مستقل شامل: بازده کوتاه مدت بازار(SMR)، بازده کوتاه مدت سهام جدید (SRN)، تمایلات بازار (MT)، سن شرکت (Age)، اندازه شرکت (size)، فروش سالانه (As)، بازده دارایی (ROA)، بازده حقوق صاحبان سهام (ROE)، قیمت انتشار سهام عرضه اولیه (PIO)، سود عملیاتی (OP)، گردش نقدی از عملیات (CFO) و ۱ عامل وابسته با عنوان بازده مازاد سهم عرضه شده نسبت به بازار (ERM) بررسی شدند. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق در جدول شماره (۵) آورده شده است. نتایج آمار توصیفی نشان‌دهنده آن است که میانگین تمایلات بازار نسبت به عرضه‌های اولیه قبل از عرضه شاخص کل بازار۶ درصد تحت تاثیرقرار داده و همچنین بازده مازاد سهم عرضه شده به نسبت به بازار طی سال‌های عرضه اولیه ۷/۴ درصد می‌باشد. بعبارتی تاثیر بازده سهام در شرکت‌هایی که برای اولین بار در فرابورس عرضه شده‌اند، متوسط ۷/۴ درصد در شاخص کل بازار می باشد.

جدول ۵: آمارتوصیفی متغیرهای پژوهش

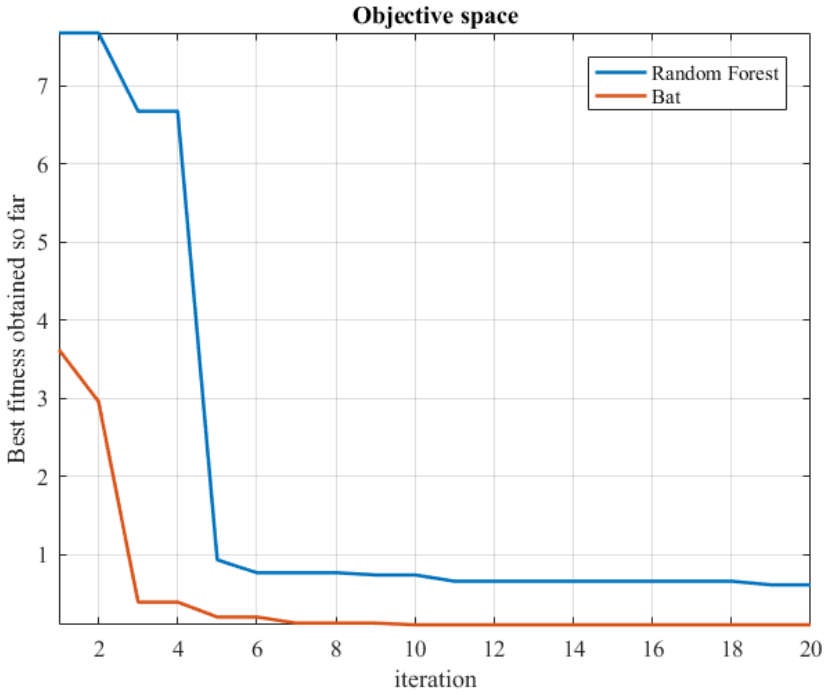
متغیر	انحراف معیار	مینیمم	میانگین	ماکزیمم
بازده کوتاه مدت بازار	2.3327	-5.42	0.23071	6.17
بازده کوتاه مدت سهام جدید	4.9656	-5.12	7.6341	27.71
تمایلات بازار	11.682	-22.61	6.0256	41.63
سن شرکت	0.66546	1.3863	2.7575	4.1897
اندازه شرکت	1.5136	9.2346	14.504	17.997
فروش سالانه	7.2599×10^{6}	0	3.2608×10^{6}	4.2761×10^{7}
بازده دارایی	9.9381	-10	12.322	43
بازدهٔ حقوق صاحبان سهام	18.74	-24	25.188	73
قیمت انتشار سهام عرضه اولیه	10510	1080	8559.6	65119
سود عملیاتی	3.4271×10^{6}	-4.075×10^{5}	1.0792×10^{6}	2.2417×10^{7}
گردش نقدی از عملیات	4.5712×10^{6}	-1.2483×10^{6}	$8.5768e\times10^{5}$	4.1587×10^{7}

متغیر	انحراف معیار	مینیمم	میانگین	ماکزیمم
بازده مازاد سهم عرضه شده نسبت به بازار (میزان ارزان یا گران قیمت گذاری)	5.1348	-5.07	7.4032	26.25

نتایج سناریواول

در سناریوی اول، بصورت مقطعی(یکساله) درسال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۵-۱۳۹۶-۱۳۹۷-۱۳۹۸-۱۳۹۹ برای پیش-بینی و انتخاب بهترین نمادها در عرضه‌های اولیه که درکوتاه مدت، بازدهی بالایی داشتند، توسط الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی آزمون شدند. نمودارشماره (۱) نتیجه همگرایی الگوریتم‌ها را در پیش‌بینی و انتخاب مقادیر بهینه در سناریوی اول نشان می‌دهد. براساس نمودار همگرایی در این سناریو الگوریتم خفاش عملکرد بهتری داشته است و سریع‌تر همگرا شده است، ولی به‌علت بزرگ بودن فضای جستجو و کوتاه بودن طول زمانی-داده‌ها، الگوریتم جنگل تصادفی توانایی شناسایی ویژگی و یادگیری را نداشته، در نتیجه نسبت به الگوریتم خفاش دیرتر همگرا شده و عملکرد پایینی دارد. بعبارتی در این سناریو، بر اساس متغیرها، بهترین قیمت و بیشترین بازده و ارزیابی بالاترین تمایلات بازار، الگوریتم خفاش توانست نسبت به الگوریتم جنگل تصادفی بهترین نماد را در کوتاه‌ترین زمان ممکن شناسایی و انتخاب کند.

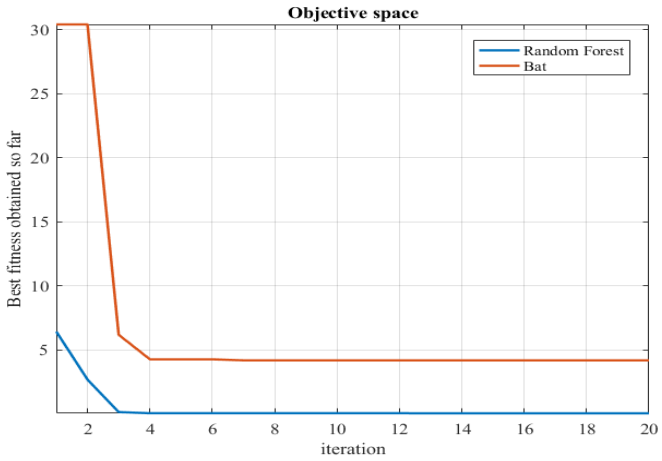
.



نمودار ۱: همگرایی سناریوی اول

نتایج سناریودوم

در سناریوی دوم، برای پیش‌بینی و انتخاب بهترین نمادها در عرضه‌های اولیه از سال۱۳۹۴ تا۱۳۹۹ (دوره۶ ساله) که در کوتاه مدت، بازدهی بالایی داشتند توسط الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی آزمون شدند. نمودار شماره (۲) نتیجه همگرایی الگوریتم‌ها را در پیش‌بینی و انتخاب مقادیر بهینه در سناریوی دوم نشان می‌دهد. براساس نمودار همگرایی سناریوی دوم، به علت کوچک شدن فضای جستجو و بزرگ بودن طول زمانی‌داده‌ها، الگوریتم جنگل تصادفی توانایی شناسایی ویژگی و یادگیری را پیدا کرده و در نتیجه می‌تواند راحت‌تر مقدار بهینه را انتخاب نماید. نتیجه حاکی از آن است که با افزایش طول زمان دادها، الگوریتم جنگل تصادفی نسبت به الگوریتم خفاش، عملکرد بهتری داشته است و سریع‌تر همگرا شده است. بعبارتی در این سناریو، بر اساس متغیرها، بهترین قیمت و بیشترین بازده و ارزیابی بالاترین تمایلات بازار، الگوریتم جنگل تصادفی توانست نسبت به الگوریتم خفاش بهترین نماد را در کوتاه‌ترین زمان ممکن شناسایی و انتخاب کند.



نمودار ۲: همگریی سناریوی دوم

انتخاب مقادیربهینه در سناریوی اول

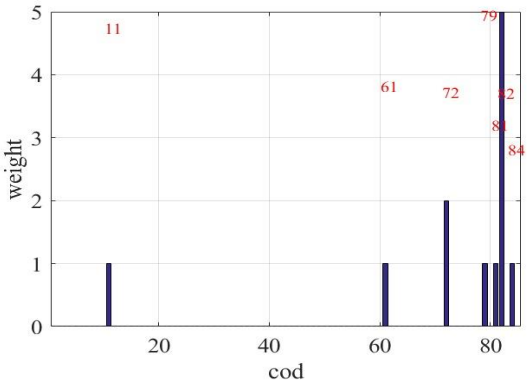
همانگونه که عنوان شد در این سناریو از الگوربتم‌ها خواسته شد، بر اساس متغیرهای پژوهش، بهترین نمادها در عرضه‌های اولیه که بیشترین بازدهی در مدت زمان کوتاه را داشتند را برای هر سال به تفکیک از سال ۱۳۹۴تا۱۳۹۹ در سه سطح رتبه‌بندی کنند. نتایج هر دو الگوریتم یکسان است و توانسته‌اند در سال‌های مختلف شرکت‌های بهینه را که ویژگی مشترک داشتند را شناسایی نمایند. جدول شماره (۶) بهترین نمادها در عرضه‌های اولیه سالانه که دارای بیشترین وزن به ترتیب از رتبه اول تا سوم انتخاب شده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول ۶: نمادهای بهینه برای سرمایه‌گذاری طبق در عرضه‌های اولیه سالانه

سال	رتبه‌بندی	تعداد نمادها	بهترین نمادها
۱۳۹۴	۱	۱۰	۱۰
	۲		۳، ۶ و۸
	۳		۷
۱۳۹۵	۱	۱۵	۱
	۲		۱۴
	۳		۱۰
۱۳۹۶	۱	۱۰	۸
	۲		۲ و ۱۰
	۳		۳، ۴ و۵
۱۳۹۷	۱	۱۶	۳ ، ۹ ، ۱۱ و ۱۴
	۲		۴ ، ۷ ، ۸ و ۱۲
	۳		
۱۳۹۸	۱	۱۶	۲
	۲		۳ و ۴
	۳		۵ ، ۸ ، و۱۰
۱۳۹۹	۱	۱۸	۱۵
	۲		۵
	۳		۳ ، ۵ ، ۱۲ ، ۱۴ و۱۷

انتخاب مقادیر بهینه در سناریوی دوم

در این سناریو نیز، بر اساس متغیرهای پژوهش، بهترین نمادها در عرضه‌های اولیه که بیشترین بازدهی در مدت زمان کوتاه در بازه زمانی ۶ ساله از سال۱۳۹۴ تا۱۳۹۹را داشته‌اند، توسط الگوریتم‌ها در سه سطح رتبه‌بندی شدند. نمادهای منتخب بر اساس خروجی الگوریتم جستجوی خفاش و الگوریتم جنگل تصادفی در نمودار شماره (۳) آورده شده است. همچنن جدول شماره (۷) بهترین نمادها در عرضه‌های اولیه ۶ساله که دارای بیشترین وزن به ترتیب از رتبه اول تا سوم انتخاب شده‌اند را نشان می‌دهد. نتایج هر دو الگوریتم یکسان است و توانسته‌اند نمادهایی که ویژگی مشترک داشتند را شناسایی و انتخاب نمایند.



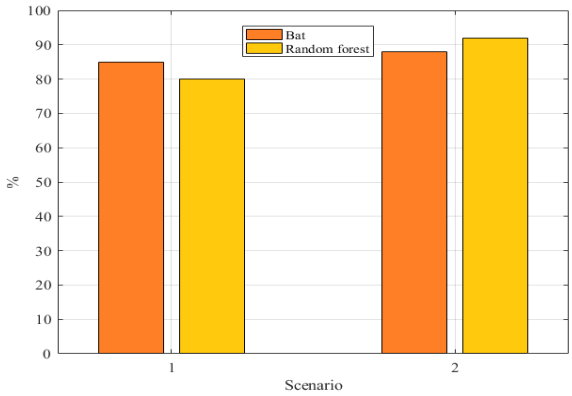
نمودار ۳: نمادهای بهینه برای سرمایه‌گذاری طبق عرضه‌های اولیه ازسال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹

جدول ۷: نمادهای بهینه برای سرمایه‌گذاری طبق در عرضه‌های اولیه ۶ ساله

سال	رتبه‌بندی	تعداد نمادها	بهترین نمادها
۱۳۹۴-۱۳۹۹	۱	۸۵	۱۰
	۲		۷۲
	۳		۱۱،۶۱،۷۹،۸۱،۸۴

مقایسه نتایج الگوریتم‌ها در سناریوها

در این مرحله دقت هر دو الگوریتم در ۲ سناریو بررسی و با یکدیگر مقایسه شده است. نمودار شماره (۴) دقت الگوریتم‌ها را در هرسناریو را بصورت مقایسه‌ای نشان می‌دهد. نتایج حاصل نشان‌دهنده‌ی آن است که در سناریوی اول میانگن دقت حدود ۸۰ درصد مشاهده می‌شود و دقت الگوریتم خفاش بیشتر است و در سناریوی دوم الگوریتم جنگل تصادفی، دقت بالاتری را ارائه داده است. به طور میانگین دقت الگوریتم خفاش ۸۵ و الگوریتم جنگل تصادفی ۸۸ درصد است. با افزایش طول زمانی داده‌ها در سناریو دوم حدود ۱۲ درصد دقت الگوریتم جنگل تصادفی افزایش یافته است ولی الگوریتم خفاش افزایش دقت حدود ۳ درصد داشته و افزایش طول زمانی تغییر محسوسی در آن نداشته است.



نمودار۴: مقایسه دقت الگوریتم خفاش و جنگل تصادفی درسناریوها

نتیجه آزمون فرضیه اول

فرضیه اول پژوهش به صورت زیر بیان شده بود:

"الگوریتم خفاش در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت عرضه اولیه از کارایی ودقت بالایی برخوردار است."

با توجه به نتایج بدست آمده از نمودارهای شماره ۱و۲ همگرایی از سناریوهای اول و دوم، برای آزمون دقت الگوریتم خفاش در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های اولیه، می‌توان بیان نمود، طی بازه زمانی(یک‌ساله) داده‌های متغیرها در سناریوی اول، الگوریتم عملکرد بهتری داشته و در کمترین زمان مقدار بهینه را پیش‌بینی می‌کند. همچنین با افزایش بازه زمانی(۶ساله) داده‌های متغیرها در سناریوی دوم، نتایج پیش‌بینی مقدار بهینه، تفاوت چندانی با سناریوی اول ندارد. درکل به دلیل ماهیت تصادفی بودن الگوریتم خفاش دقت آن در هر دو سناریو، تفاوت چندانی ندارد و می‌تواند پایداری در انتخاب خود را حفظ نماید. می‌توان گفت به در پیش‌بینی بهینه بازده کوتاه مدت عرضه اولیه از کارایی و دقت لازم برخوردار است. در نتیجه، این الگوریتم می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای انتخاب بهترین سهام و تشکیل پرتفوی و کاهش ریسک بازدهی براساس الگویی دقیق و با دقت وکارایی بالا مورد توجه و استفاده سرمایه‌گذاران قرارگیرد.

نتیجه آزمون فرضیه دوم

فرضیه دوم پژوهش به صورت زیر بیان شده بود:

"الگوریتم جنگل تصادفی در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت عرضه اولیه از کارایی ودقت بالایی برخوردار است."

با توجه به نتایج حاصل از نمودارهای شماره۱و۲ همگرایی از سناریوهای اول و دوم، برای آزمون دقت الگوریتم جنگل تصادفی در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت سهام در عرضه‌های اولیه، نتیجه الگوریتم در سناریوی دوم در مقایسه با سناریوی اول عملکرد بهتری در پیش‌بینی مقدار بهینه ارائه می‌دهد. دلیل تفاوت نتایج در سناریوها بازه زمانی داده‌های متغیرها است. زیرا الگوریتم جنگل تصادفی نیاز به آموزش و یادگیری برای شناسایی ویژگی‌های

متغیرها دارد به همین دلیل در بازده زمانی یکساله توانایی شناسایی ویژگی و یادگیری را ندارد. اما با افزایش بازده زمانی دقت و کارایی الگوریتم افزایش یافته و عملکرد بهتری ارائه می‌دهد. می‌توان گفت الگوریتم جنگل تصادفی در بازده زمانی بلندمدت در پیش‌بینی بهینه بازده کوتاه مدت عرضه اولیه از کارایی و دقت لازم برخوردار است. می‌توان نتیجه گرفت، این الگوریتم می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای انتخاب بهترین سهام و تشکیل پرتفوی و کاهش ریسک بازدهی براساس الگویی دقیق و با دقت وکارایی بالا برای سرمایه‌گذارانی که اهداف بلند مدت برای سرمایه-گذاری دارند، مورد توجه و استفاده آن‌ها قرارگیرد.

مقایسه نتایج فرضیه‌ها

برای مقایسه نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها و بررسی عملکرد الگوریتم‌ها طبق نتایج بدست آمده از نمودار شماره (۴)، دقت هر دو الگوریتم در پیش‌بینی بازده کوتاه مدت عرضه اولیه در ۲ سناریو با یکدیگر مقایسه شده است. در سناریوی اول، دقت حدود ۸۰ درصد مشاهده شد که به علت بزرگ بودن فضای جستجو و کوتاه بودن طول زمانی‌داده‌ها، الگوریتم جنگل تصادفی توانایی شناسایی ویژگی و یادگیری را نداشته درنتیجه دقت الگوریتم خفاش بیشتر از جنگل تصادفی شد. ولی در سناریوی دوم، با افزایش طول داده‌ها و شناسایی ویژگی‌های نمادها الگوریتم جنگل تصادفی، دقت بالاتری را ارائه داده است. نتایج حاکی از آن است دقت الگوریتم جنگل تصادفی درسناریوی دوم نسبت به سناریوی اول حدود ۱۲ درصد افزایش یافته است ولی دقت الگوریتم خفاش درسناریوی دوم نسبت به سناریوی اول حدود ۳ درصد افزایش داشته و بعبارتی افزایش طول زمانی تغییر محسوسی در آن نداشته است. به طور میانگین دقت الگوریتم خفاش ۸۵ و الگوریتم جنگل تصادفی ۸۸ درصد است. می‌توان نتیجه گرفت بازه زمانی در نتایج الگوریتم جنگل تصادفی تاثیرگذار بوده ولی در نتایج الگوریتم خفاش تفاوت چندانی ندارد. با توجه به بازه زمانی و تعداد عوامل مالی تاثیرگذار و تاثیر پذیر جهت پیش‌بینی بازده کوتاه مدت عرضه‌های اولیه، الگوریتم خفاش نسبت به الگوریتم جنگل تصادفی، برتری داشته و دلیل آن‌را می‌توان مزیت توانایی همگرایی سریع الگوریتم خفاش در مرحله ابتدایی به‌وسیله سوئیچ از اکتشاف به استخراج دانست. با این تفاسیر می‌توان بیان نمود که استفاده از این ابزارها می‌تواند به‌عنوان ابزار مناسبی برای سرمایه‌گذاران در جهت افزایش بازدهی در سرمایه ذاری و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری برشمرد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیقاتی در زمینه دقت و کارایی الگوریتم جنگل تصادفی توسط پن وهمکاران(۲۰۱۹) بیانگر کارایی بالای این الگوریتم جدید در پیش‌بینی می‌باشد. همچنین بوبکور وهمکاران(۲۰۱۹) نیز به این نتیجه رسیدکه دقت پیش‌بینی الگوریتم جنگل نسبت به سایر روش‌های رگرسیون بهتر عمل کرده است. همچنین یو (۲۰۱۷) به بهینه‌سازی پرتفوی با الگوریتم خفاش پرداخت. نتایج تحقیق وی نشان داد نمودار الگوریتم خفاش از نوسان بسیار کمی برخوردار است و می‌تواند قوی‌تر بودن الگوریتم جدید خفاش را نسبت به الگوریتم‌های قدیمی‌تر تایید کند. با توجه به هدف این پژوهش که پیش‌بینی بازده کوتاه‌مدت در عرضه‌های اولیه می‌باشد، در مقایسه با تحقیقات

انجام شده، ویژگی‌ها، متغیرها و مدل‌های استفاده شده در تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که الگوریتم‌های جنگل تصادفی و خفاش نسبت به سایر الگوریتم‌ها و مدل‌ها و روش‌های رگرسیونی از دقت و کارایی بالایی برخوردارند. می‌توان عنوان نمود که نتایج تحقیق حاضر نیز همسو با نتایج پن وهمکاران (۲۰۱۹) ، بوبکور همکاران(۲۰۱۹) و یو و همکاران(۲۰۱۷) می‌باشد. همان‌طورکه قبلا هم اشاره شد، الگوریتم خفاش مزایای زیادی دارد. یکی از مزایای کلیدی آن توانایی همگرایی سریع در مرحله ابتدایی به وسیله سوئیچ از اکتشاف به استخراج است. این ویژگی باعث می‌شود این الگوریتم، یک الگوریتم تأثیرگذار برای کاربردهایی مثل دسته‌بندی و در کل زمانی که یک راه حل سریع نیازمند است باشد. می‌توان نتیجه گرفت که برتری الگوریتم خفاش بر دیگر الگوریتم‌ها و نیز توانایی الگوریتم خفاش در همگرایی نسبت به الگوریتم‌های دیگر را نشان می‌دهد. همچنین الگوریتم جنگل تصادفی بخوبی برروی دیتاست‌های بزرگ کار می‌کند و می‌تواند هزاران ویژگی ورودی را بدون حذف متغیرها بررسی کند و درنتیجه تخمینی از متغیرهای مهم ارائه می‌کند که لازمه آن آموزش و یادگیری آن الگوریتم است. دراین تحقیق دو سناریو به‌منظور پیش‌بینی بازده کوتاه‌مدت سهام در عرضه‌های عمومی اولیه و آزمون فرضیه‌ها، براساس ۱۱ عامل تاثیرگذار و ۱ عامل تاثیرپذیر با استفاده از الگوریتم‌های خفاش و جنگل تصادفی طراحی شد. همانگونه که براساس نتایج نمودارشماره (۱) بیان گردید، سناریوی اول به علت بزرگ بودن فضای جستجو و کوتاه بودن طول زمانی‌داده‌ها و افزایش پیچیدگی مساله، الگوریتم خفاش عملکرد بهتری نسبت به الگوریتم جنگل تصادفی نشان داد. زیرا الگوریتم جنگل تصادفی توانایی شناسایی ویژگی و یادگیری را در آن بازه زمانی نداشته که می‌تواند یکی از علت‌های اصلی این مورد باشد. همچنین در سناریوی دوم طبق نتایج نمودارشماره (۲)، می‌توان مشاهده نمود در عملکرد الگوریتم جنگل تصادفی تفاوت محسوسی وجود دارد. طوری که طبق نمودار شماره (۴) دقت الگوریتم نسبت به سناریوی اول۱۲ درصد افزایش یافته است. اما عملکرد الگوریتم خفاش نسبت به سناریور اول ۳درصد افزایش یافت که تفاوت چندانی در نتایج ندارد. از آنجایی‌که بازدهی اولیه سهام تازه وارد بر بورس برای سرمایه‌گذاران از اهمیت بسیاری برخوردار است. انتظار می‌رود این الگوریتم‌ها بتوانند با بیشترین درصد موفقیت بازده عرضه‌های اولیه را پیش‌بینی نمایند و راه‌گشای تصمیمات سرمایه‌گذاری آن‌ها باشند، چرا که استفاده از معاملات الگوریتمی در بازار سرمایه می‌تواند ریسک معامله را کم کند و برحسب برنامه‌ای از پیش تعیین‌شده خرید و یا فروش سهم در بازار را انجام دهد. استفاده از این نوع معاملات به شکل یک ابزار به فعالین بازارهای مالی کمک خواهد کرد. درواقع در معاملات الگوریتمی ربات‌هایی هستند که از قبل با هدف و استراتژی خاص برنامه‌ریزی و طراحی می‌شوند. درواقع برای هر ربات سیگنال ورود، سیگنال خروج، حد سود و حد ضرر مشخص تعریف می‌شود. البته این برنامه‌ریزی مربوط به ساده‌ترین نوع ربات‌ها است. در انواع پیشرفته امکان مدیریت سرمایه و ریسک‌پذیری نیز در برنامه‌ریزی ربات لحاظ می‌شود. بنابراین به زبان ساده زمانی که سود یا ضرر هر سهم به میزان تعیین‌شده برسد، سهام به‌طور خودکار فروخته خواهد شد. در این نوع معامله انسان به‌عنوان تصمیم‌گیرنده به‌طور مستقیم هیچ دخالتی نخواهد داشت و تنها می‌تواند از طریق استراتژی تعیین‌شده برای ربات بر خرید و فروش دخالت داشته باشد. حجم بالای کار و تفحص دقیق برای میزان سود و زیان هر سهم، می‌تواند اثرات سویی بر تصمیمات بگذارد. در واقع طراحی‌ها برای معاملات الگوریتمی رصد بازار را آسان‌تر، انتخاب سهام را کم ریسک تر،

اجرای تصمیم برای ورود و یا خروج به معامله را آسان‌تر و کنترل ریسک را باکیفیت بیشتری به انجام می‌رساند. معاملات الگوریتمی می‌توانند تأثیر بالایی در کارایی بازارهای مالی داشته باشند. این نوع از معاملات می‌توانند نوسانات بازار را به‌شدت کاهش داده و به قیمت‌گذاری‌ها ثبات بیشتری ببخشند. با این حال می‌توان نتیجه گرفت بکارگیری الگوریتم‌های نوپای خفاش وجنگل تصادفی در پیش‌بینی بازده کوتاه‌مدت سهام در عرضه‌های اولیه می‌تواند سرمایه‌گذاران را در پیش‌بینی بازده حداکثری و انتخاب بهترین سهام براساس الگویی دقیق و با دقت بالا یاری نماید. همچنین بهینه‌سازی پرتفوی به‌روش الگوریتم خفاش و جنگل تصادفی از ابزارهایی هستند که می توانند به سرمایه‌گذاران در تجزیه و تحلیل سبد سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه کمک شایانی کنند. زیرا، امروزه انتخاب طبقه سرمایه‌گذاری و بهینه کردن سرمایه‌گذاری‌ها یکی از عوامل مهم در بازار سرمایه می‌باشد و همچنین این ابزارها می‌توانند سرمایه‌گذاران را به سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه ترغیب کنند. چراکه کاهش دادن ریسک در میزان مشخصی از بازده می‌تواند دلیلی برای ورود سرمایه‌گذاران، خصوصا سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز در بازار سرمایه باشد. از طرفی الگوریتم‌های بکار رفته فراابتکاری ویادگیری ماشین می‌تواند به سازمان بورس، سیاست-گذاران بازار سرمابه و شرکت‌ها در امر پر کردن شکاف بین مکانیسم پیچیده قیمت‌گذاری سهام در قیمت‌گذاری اولیه سهام در عرضه‌های اولیه کمک شایانی نماید. همچنین به تحلیل‌گران بازار سرمایه، شرکت‌های تامین سرمایه، بازارگردانان و فعالان بازار سرمایه در بهبود کارایی انتخاب سهام و مدیریت پرتفوی کمک نماید.

فهرست منابع

* اسماعیلی، زهرا؛ عباسی، ابراهیم؛ فلاح، میرفیض (۱۳۹۷). پیش بینی عملکرد کوتاه مدت عرضه عمومی اولیه سهام با استفاده از مدل‌های نزدیکترین همسایگی و ماشین بردار پشتیبان. چشم انداز مدیریت مالی و حسابداری.
* ابراهیم‌خانی، سمیه، افضلی، مهدی، شکوهی، علی. (۱۳۹۰). پیش بینی و بررسی عوامل تصادفات جاده‌ای با استفاده از الگوریتم‌های داده کاوی، فصلنامه دانش انتظامی زنجان.
* تهرانی، رضا، رهنما، روح الله.(۱۳۸۷). تجزیه و تحلیل صورت های مالی. چاپ اول، تهران، نگاه دانش.
* خداپرستی، صابر، زمانیان، غلامرضا، سنگینیان، علی. (۱۳۹۳). عوامل موثر بر بازده کوتاه‌مدت و بلندمدت سهام عرضه شده در عرضه‌های اولیه در بورس اوراق بهادار تهران. مجله پژوهش‌های تجربی حسابداری، صص۱۷۹-۲۰۰.
* حسنلو، خدیجه، روستائی، مریم. (۱۳۹۴). پیش بینی قیمت سهم با رویکرد سیستم شبکه عصبی خفاش(مطالعه موردی بورس اوراق بهادار تهران). غیر دولتی، مؤسسه‌های آموزش عالی غیردولتی- غیرانتفاعی، دانشگاه غیر دولتی غیر انتفاعی خاتم، دانشکده مهندسی .
* ذبیحی، محسن، پورقاسمی، حمیدرضا، بهزادفر، مرتضی. (۱۳۹۴). تهیهٔ نقشهٔ پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از مدل های انتروپی و جنگل تصادفی در دشت بجنورد. مجله اکوهیدرولوژی، صص۲۳۲-۲۲۱.

* رضایی، وحید، راحتی، وحید. (۱۳۹۳). ترکیب الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی ازدحام ذرات برای حل مسائل بهینه سازی پیوسته. اولین کنفرانس ملی ریاضیات تبریز.کارشناسی ارشد علوم کامپیوتر،دانشکده ریاضی سیستان و بلوچستان.
* سینایی، حسنعلی، زمانی، سعید، مهرابی، علی (۱۳۹۳). تصمیم گیری برای انتخاب سبد سهام؛ مقایسه‌ی الگوریتم‌های ژنتیک و زنبور عسل. پژوهشنامه مدیریت اجرایی ۱۱. ۸۳.
* غلامیان، الهام، داودی، سید محمدرضا. (۱۳۹۷). پیش‌بینی روند قیمت در بازار سهام با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.
* مهرابی، علی، حسنعلی سینایی، عبدالحسین، نیسی، نصرت، حسین زاده، هلاله. (۱۳۹۴). بهینه سازی پرتفوی سهام با الگوریتم تپه نوردی. دولتی، وزارت علوم، تحقیقات، و فناوری، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی.
* نادری، محسن، ترابی، رضوان. (۱۳۹۵). بررسی عوامل موثر بر بازدهی عرضه اولیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. سومین کنفرانس بین المللی مدیریت و اقتصاد، تربت حیدریه، دانشگاه تربیت حیدریه.
* نجوی زاده، حمید، مسلمی، آذر، بهرامسری، بهروز. (۱۳۹۵). بازده بازار قبل از عرضه اولیه سهام تاثیر آن بر بازده عرضه اولیه سهام. کنفرانس بین المللی اقتصاد، مدیریت، روانشناسی، قم، دانشگاه علمی کاربردی استانداری قم.
* نمازی، محمد، صادق زاده مهارلوئی، محمد. (۱۳۹۶). پیش بینی فرار مالیاتی با استفاده از الگوریتم‌های داده کاوی درخت تصمیم. حسابداری مالی . ۷۶-۱۰۱.
* Boubekeur.BabaGüvenSevil.(2019). Predicting IPO initial returns using random forest, Borsa Istanbul Review, Available online 21 August.
* Cai, X., Zhang, J., Liang, H., Wang, L., & Wu, Q.(2019) An ensemble bat algorithm for large-scale optimization. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 10(11),pp 3099-3113.
* Jevšenak, J., & Skudnik, M. (2020). A random forest model for basal area increment predictions from national forest inventory data. Forest Ecology and Management, 479, 118601.
* Leong, M. S. W., & Sundarasen, S. D. (2015). Ipo Initial Returns and Volatility: A Study in an Emerging Market. The International Journal of Business and Finance Research, 9(3), 71.
* Najafi Moghadam,Ali; RahnamaRoodpooshti,Fraydoon;Farrokhi,Mahvash.(2014).Optimization of Stock Portfolio based of Ant Colony & Greay Theory. IRJABS,VOL 8(7).780-788.
* Quintana, D., Y. Saez, and P. Isasi. (2017). Random Forest Prediction of IPO Underpricing. Applied Sciences, 7(6):636.
* S. Pan, S. Zhou. (2019). Evaluation Research of Credit Risk on P2P Lending based on Random Forest and Visual Graph Model, J. Vis. Commun. Image R. doi: https://doi.org/10.1016/j.jvcir. 2019.102680.
* Waelchli, Boris,(2015). A Random Forests Based Performance Ratio for Regulatory Asset Portfolio Management and Optimization (November 4, 2015). AvailableatSSRN:https://ssrn.com/abstract=2550072 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2550072.
* Wang, Y., Wang, P., Zhang, J., Cui, Z., Cai, X., Zhang, W., & Chen, J. (2019). A novel bat algorithm with multiple strategies coupling for numerical optimization. Mathematics, 7(2), 135.

* Wang, Y., Shu-Tao, X., Qingtao, T. (2018). A Novel Consistent Random Forest Framework: Bernoulli Random Forests, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Vol 29, Issue: 8, pp. 3510 – 3523.
* Xing Yu.(2017). Multi-period Robust Portfolio Selection Model with Bat Algorithm, International Journal of Control and Automation , Vol. 10, No. 5 (2017), pp.23-28.
* Yildizdan, G., & Baykan, Ö. K.(2020). A novel modified bat algorithm hybridizing by differential evolution algorithm. Expert Systems with Applications, 141, 112949.

Financial Economics
Vol. (12) Issue (45) Sprin 2023

Optimal short-term prediction of initial supply yields using bat and random forest algorithms

Hossein Rostamkhani
Department of Accounting, Islamic Azad University, Kish International Branch, Kish Island, Iran
hosein.rostamkhany@gmail.com

Behrooz Khodarahmi
Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
(Corresponding Author)
Bkhoda@modares.ac.ir

Azita Jahanshad
Department of Accounting, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
az_jahanshad@yahoo.com

Abstract
The purpose of this study is to predict short-term stock returns in initial public offerings using random bat and forest algorithms. In this study, companies that were listed on the OTC market of Iran for the first time during the period 1394 to 1399 were selected as a statistical sample. MATLAB software was used to analyze the data. Two scenarios were proposed to test the hypotheses. The first scenario was considered as annual and the second scenario as 6 years. Financial data with 11 factors: short-term market return, short-term return on new stock, market trends, company age, company size, annual sales, return on assets, return on equity, initial public offering price, operating profit, Cash flow from operations as influential factors and excess return of the offered share relative to the influential operating market entered the algorithms as input assumptions to predict the optimal amount. The results obtained from the bat algorithm indicate that the bat algorithm was able to provide better performance in predicting short-term stock returns in initial public offering in both scenarios and is not much different. While the results of accuracy in predicting the random forest algorithm in the second scenario compared to the first scenario has increased by about 12%. The reason for this difference can be attributed to the large search space and the short duration of the data for the random forest algorithm. It can be concluded that the use of emerging bat and jungle algorithms in predicting short-term stock returns in initial public offerings can help investors in predicting maximum returns and selecting the best stock based on a precise and accurate model.
Keywords: Short-term returns, initial public offering stock, Bat Algorithm, Random Forest Algorithm