مطالعات اقتصاد، مدیریت مالی و حسابداری

دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶

صفحات ۱۰۱- ۸۰

Online ISSN: ٢٤٧٦-٤٤٣٤

Print ISSN: ٢٥٣٨-٢٠٨X

www.irijournals.com

کاربرد ترکیب شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم رقابت استعماری در پیش‌بینی بازده سهام

نگار خسروی پور [۱]، بهزاد یوسفیان امیرخیز [۲*]

[۱] عضو هیئت علمی گروه حسابداری، دانشکده اقتصاد و حسابداری، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] کارشناس ارشد رشته ریاضی کاربردی، دانشکده ریاضی، دانشگاه سراسری، کاشان، ایران

چکیده

در این پژوهش هدف تعیین الگویی با استفاده از متغییرهای مالی جهت بالا بردن توان تصمیم گیری استفاده کنندگان صورت‌های مالی در پیش بینی بازده سهام شرکت‌ها می‌باشد. بدین منظور به بررسی توانمندی دو الگوریتم شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم رقابت استعماری در این زمینه پرداخته شد. نمونه‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل شرکت‌های پذیرفته شده در بازار سرمایه ایران در بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ می‌باشد. این شرکت‌ها به دو گروه آموزشی شامل شرکت-سال ابتدایی (شرکت-سال های ۹۰ تا ۹۳) و گروه آزمایشی متشکل از شرکت-سال انتهایی (شرکت-سال ۹۴)، تفکیک گردیدند. برای پیش بینی بازده سهام شرکت‌ها از نسبت‌های مالی پیش بینی کننده بازده سهام که پژوهش‌های پیشین بکاررفته استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیب مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم رقابت استعماری، با خطای ۰.۰۰۴۸۱ دارای قدرتمندی بیشتری در پیش‌بینی بازده سهام نسبت به مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با خطای ۰.۱۴۳۱ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، الگوریتم رقابت استعماری، بازه سهام.

۱. مقدمه

یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و همچنین جلوگیری از به هدر رفتن منابع اشاره کرد، پیش‌بینی بازده سهام است. با ارائه هشدارهای لازم، می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع زیان هوشیار کرد تا آن‌ها به این هشدارها، دست به اقدامات مقتضی بزنند و همچنین، سرمایه‌گذاران فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند و منابعشان را در فرصت‌ها و مکان‌های مناسب، سرمایه‌گذاری کنند. رمز موفقیت در این زمینه شناسایی به هنگام مشکلات مالی است؛ یعنی زمانی که صدمات ناشی از این مشکلات اساسی نبوده و شرکت در ورطه نابودی قرار نگرفته باشد. در اینجاست که تکنیک‌های پیش‌بینی بازده سهام اهمیت خود را نشان می‌دهند. این مدلها همانند زنگ خطری مشکلات نهفته در ساختار مالی را آشکار می‌کنند و امکان عکس‌العمل به‌موقع را برای مدیران، سرمایه‌گذاران و سایر افراد ذینفع فراهم می‌آورند.

داده‌های خام به‌ندرت به‌طور مستقیم مورداستفاده مفید واقع می‌گردند، ارزش واقعی آن‌ها در دو مورد است:

الف- توانایی استخراج اطلاعات مفید برای پشتیبانی تصمیم

ب- درک پدیده‌ها و قواعد حاکم بر منابع داده

حال این تکنیک‌های ما و مدل های مختلف هستند که می‌توانند این داده‌های خام را به اطلاعاتی باارزش تبدیل کنند.

هرچند دانسته‌ها در مورد روش تصمیم‌گیری استفاده‌کنندگان اندک است؛ اما به‌طور قطع می‌توان گفت بخشی از تصمیم‌گیری به پیش‌بینی توانایی بازده سهام آینده شرکت‌ها و یا اوراق بهادار آن‌ها مربوط می‌شود که در تمامی الگوهای تصمیم‌گیری منظور می‌شوند (آقایی، ۱۳۷۳). همچنین، بازده سهام به عنوان مبنایی برای ارزیابی کارایی مدیران شرکت‌ها است (شباهنگ، ۱۳۸۷). لذا با توجه به اهمیت بحث بیان‌شده، در این پژوهش به دنبال پاسخ به سوال‌های زیر خواهیم بود:

۱- آیا شبکه عصبی پرسپترون چند لایه دارای توانمندی در پیش بینی بازده سهام شرکت‌ها می‌باشد؟

2- آیا الگوریتم رقابت استعماری دارای توانمندی در پیش بینی بازده سهام شرکت‌ها می‌باشد؟

۳- آیا شبکه عصبی پرسپترون چندلایه نسبت به الگوریتم رقابت استعماری دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بازده سهام شرکتها می باشد؟

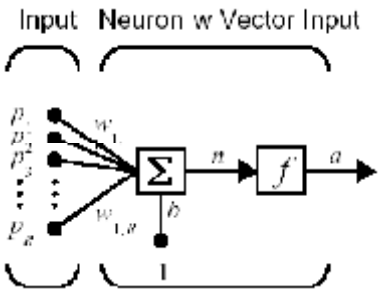
۲. مبانی نظری پژوهش

در هر پژوهشی بررسی مبانی نظری آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش و به منظور بررسی مبانی نظری آن، به مفاهیم شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم رقابت به تفضیل شرح داده خواهد شد.

۲. ۱. شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

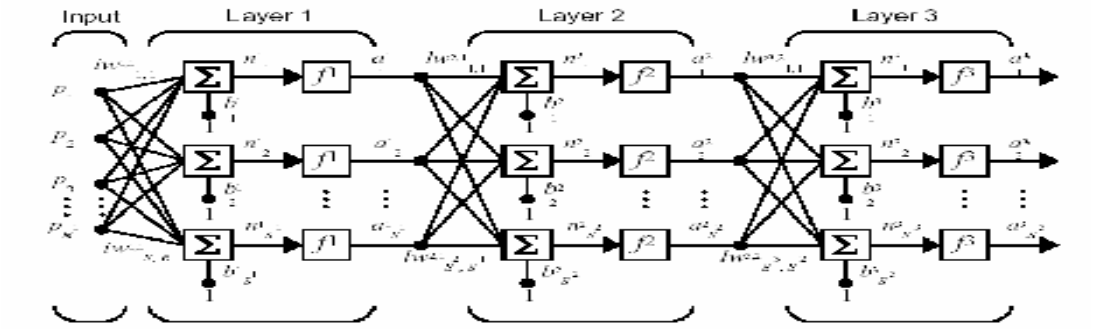
هر شبکه عصبی مصنوعی، از عناصر پردازش که همان نرون‌های مصنوعی باشند تشکیل شده است که این نرون ها می‌توانند به روش‌های مختلف برای شکل دادن ساختار شبکه سازماندهی شوند .هریک از این نرون‌ها ی مصنوعی، ورودی‌ها را دریافت کرده، آن ها را پردازش کرده ویک سیگنال خروجی را تحویل می‌دهند. ورودی می تواند داده خام یا خروجی عناصر پردازش دیگر باشد. خروجی می تواند محصول نهایی باشد یا این که به عنوان ورودی برای نرون دیگر استفاده می‌شود (دموس و بل، ۲۰۰۴).

براین اساس یک نرون مصنوعی ازسه مولفه اساسی وزن (W)، بایاس (b) وتابع محرک تشکیل شده است. شکل (۱) نمایش شماتیک یک نرون مصنوعی را نشان می دهد. دراین شکل a,p به ترتیب ورودی وخروجی نرون می باشند، وزن و بایاس که مجموعه پارامترهای نرون را تشکیل می‌دهند با b,W نشان داده شده اند و f نیز نمادی از تابع محرک نرون است.



شکل (۱) یک نرون با R ورودی و یک خروجی

پارامتر n که ورودی خالص نرون نامیده می‌شود، در واقع ورودی به تابع محرک است وبراساس ورودیP و پارامترهای نرون ساخته می‌شود. از کنار هم قرارگرفتن تعدادی نرون مصنوعی یک شبکه عصبی تک لایه پدید می آید. شبکه عصبی می تواند بیش از یک لایه را دربرگیرد، دراین صورت شبکه را شبکه عصبی چند لایه می نامند .تعداد نرون ها وتابع تبدیل درهرلایه می تواند با لایه های دیگر فرق داشته باشد. شبکه های عصبی چند لایه نسبت به شبکه های تک لایه از قدرت بیشتری در زمینه شناسایی الگوها و پردازش داده‌ها برخوردارند. در شبکه چند لایه، لایه ای راکه ورودی های شبکه به آن وارد می شوند، لایه ورودی[1] و لایه انتهایی را که خروجی های آن پاسخ‌های شبکه محسوب می شوند، لایه خروجی[2] می نامند. هریک ازلایه های بین این دو لایه را نیز لایه پنهان[3] می نامند. هرشبکه عصبی مصنوعی، ازمجموعه ای از نرون ها که درلایه‌هایی گروه بندی شده اند، تشکیل شده است. قرارگرفتن این نرون ها درلایه‌های مختلف و نحوه اتصال نرون ها به یکدیگر، تعداد نرون ها در هر لایه و تعداد لایه های مخفی معماری شبکه عصبی را تعیین می کند. یک شبکه عصبی با چند لایه درشکل (۲) نمایش داده شده است (دموس و بل. ۲۰۰۴).



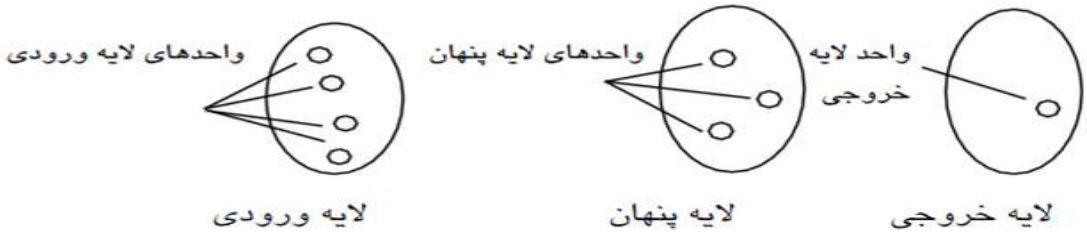
شکل (۲) شبکه عصبی با چند لایه

چند مفهوم اصلی دررابطه با جریان پردازش وجود دارد که دراین قسمت به شرح آن پرداخته می شود (رستمی تبار،۱۳۸۶).

۱. ورودی ها وخروجی‌ها: اعداد و ارقام در قالب یک یا چند متغیر، ورودی های یک شبکه عصبی را تشکیل می دهند این ورودی‌ها پس ازانجام تحلیل و پردازش های خاص به یک یا چند متغیر خروجی تبدیل می شوند. ورودی ها نقش متغیر مستقل و خروجی ها نقش متغیر وابسته را برعهده دارند.

۲. نرون ها: مهم ترین جزء سیستم عصبی مصنوعی نرون‌ها هستند که به سه دسته نرون‌های ورودی، خروجی وپنهان تقسیم می شوند و در قالب لایه ورودی، لایه خروجی ولایه پنهان یا میانی شکل (۳) قرارمی گیرند.

[1] Input layer
[2] Output layer
[3] Hidden layer



شکل (۳) نرونها

نرون‌ها یا واحدهای ورودی وظیفه دریافت داده های ورودی را برعهده دارند. لایه های میانی وخروجی شامل واحدهای پردازش اطلاعات هستند. دراین واحدها عملیاتی جبری براطلاعات ورودی انجام ونتیجه آن ها به صورت یک ورودی جدید به واحدهای دیگر درلایه های بعدی ارسال می شود.

تعداد واحدهای به کار رفته درلایه های ورودی وخروجی به تعداد متغیرهای توضیحی و وابسته درمدل بستگی دارد. هیچ قاعده مشخص ودقیقی برای تعیین تعداد نرون ها درلایه های پنهان در اختیار نیست، بلکه دراین مورد به طور عمده یک رویکرد تجربی صرف اتخاذ می شود.

۳. وزن ها[1]: متغیرهای مختلف ورودی به شبکه، ارزش های مختلفی دارند که به کمک وزن ها به آن ها اختصاص می یابد. این وزن ها که قبل از لایه خروجی و لایه های پنهانی لحاظ می شوند، با روش اعداد تصادفی تولید و در استفاده از شبکه تصحیح می شوند.

۴. توابع تبدیل (توابع فعالیت): توابع تبدیل نیز در لایه خروجی و لایه های پنهان شبکه عصبی در نظر گرفته می شوند و با توجه به وزن های هرورودی، محاسبه کلی خروجی را امکان پذیر می‌سازند.

شبکه پرسپترون چندلایه رایج ترین وپرکاربردترین نوع از انواع شبکه های عصبی است ودلیل آن نیز قدرت این شبکه ها درتخمین نگاشت‌های پیچیده خطی وغیرخطی می باشد. دراین شبکه تعداد مولفه های بردار ورودی R، تعداد نرون های لایه مخفیS_1 وتعداد نرون های لایه خروجی یا تعداد خروجی های شبکه برابر S_2 می باشد. عملکرد این شبکه را می توان با روابط زیرمدل کرد:

$$a_j^1(t) = F\left(\sum_{i=1}^{R} w_{j.i}^1 p_i(t) + b_j^1\right) \qquad 1 \le j \le s_1$$

$$a_k^2(t) = G\left(\sum_{j=1}^{s} w_{k.j}^2 a_j^1(t) + b_k^2\right) \qquad 1 \le k \le s_2$$

که درآن

R تعداد سیگنال‌های ورودی

P بردار ورودی

W^2, W1 به ترتیب ماتریس وزن لایه مخفی ولایه خروجی

S_2, S_1به ترتیب تعداد نرون های لایه مخفی وخروجی

b^2, b1 به ترتیب بردار بایاس لایه مخفی ولایه خروجی

a^2, a1 به ترتیب بردارهای خروجی لایه مخفی ولایه خروجی

[1] Weights

F, G به ترتیب تابع فعالیت نرون‌های لایه مخفی ولایه خروجی را نشان می‌دهد.
جهت آموزش این شبکه از الگوریتم BP استفاده می‌گردد (رستمی تبار، ۱۳۸۶).

۲. ۲. الگوریتم رقابت استعماری

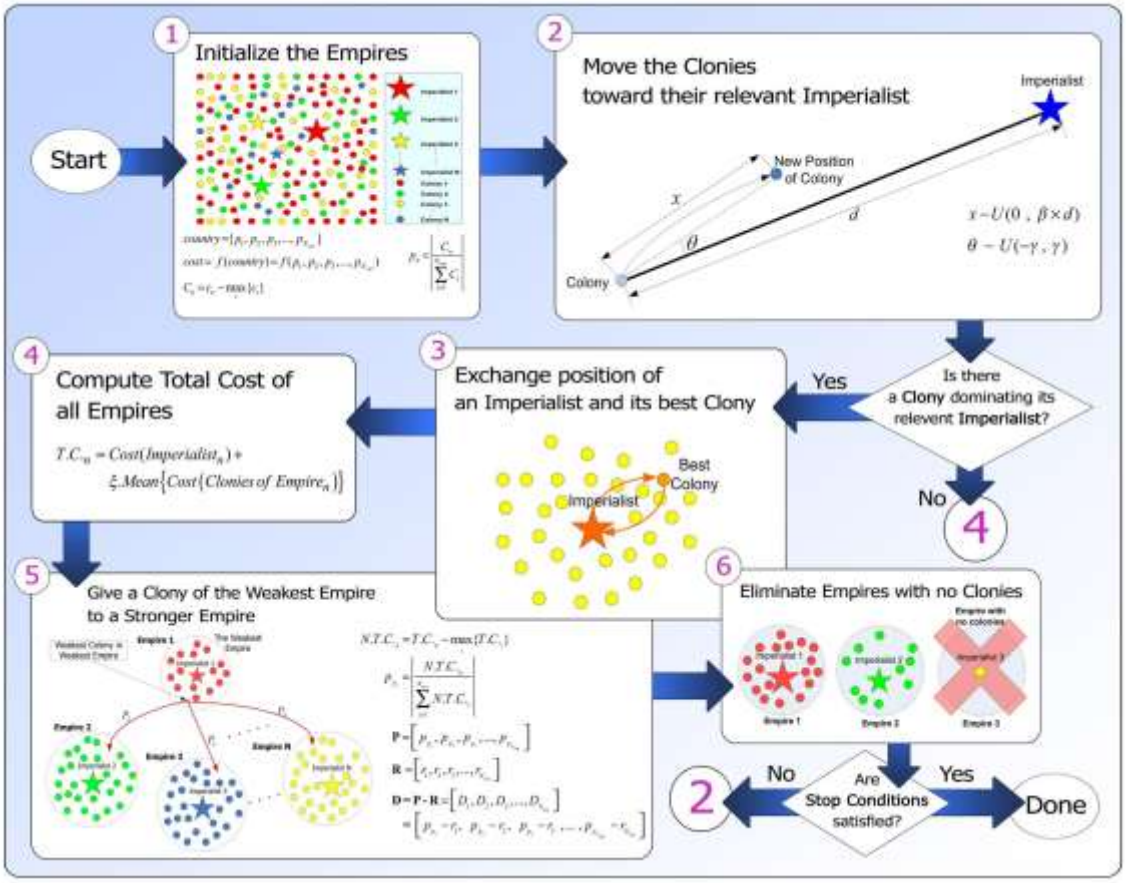
بهینه‌سازی اهمیت زیادی در بسیاری از شاخه‌های علوم دارد. به عنوان مثال فیزیک‌دانها، شیمی‌دانها و مهندسان علاقه دارند تا یک طرح بهینه برای طراحی یک پروسه شیمیایی به کار برند و محصول تولید شده را با داشتن شروطی مثل هزینه و آلودگی کم، بیشینه کنند. همچنین در پردازش غیر خطی مدل و منحنی نیز، به نوعی به بهینه‌سازی، نیاز داریم. اقتصاددانان و تحقیق‌کنندگان در عملیات نیز باید جایابی بهینه منابع در جامعه و صنعت را پیدا کنند. روشهای مطرح شده برای بهینه‌سازی می‌توانند در دو دسته عمده طبقه‌بندی شوند؛ بهینه‌سازی محلی و بهینه‌سازی فراگیر یا عام.
برای بهینه‌سازی عام، اغلب از روش‌های تکاملی استفاده می‌شود. این الگوریتم‌ها شامل الگوریتم‌های ژنتیک، بهینه‌سازی گروه ذرات، بازپخت شبیه‌سازی شده و... می‌باشند. الگوریتم‌های ژنتیک شناخته‌شده‌ترین الگوریتم‌های تکاملی هستند. قواعد اساسی الگوریتم ژنتیک برای اولین بار در سال ۱۹۶۲ توسط هالند معرفی گردید و تا به امروز کاربردهای فراوانی در بهینه‌سازی توابع و شناسایی سیستم پیدا کرده‌اند. آنچه که واضح است این است که تکامل فکری و فرهنگی بشر بسیار سریع‌تر از تکامل جسمی و ژنتیکی او صورت می‌پذیرد. بنابراین تکامل فرهنگی و دیدگاهی بشر نیز نادیده گرفته نشده و دسته‌ای از الگوریتم‌ها، موسوم به الگوریتم‌های فرهنگی معرفی شده‌اند. الگوریتم‌های فرهنگی در حقیقت یک دسته کاملاً جدید از الگوریتم‌ها نیستند. بلکه ایده‌ی اصلی این است که این الگوریتم‌ها با افزودن قابلیت تکامل فرهنگی (با افزودن امکان تبادل اطلاعات میان اعضای جمعیت) به الگوریتم‌های موجود، سرعت همگرایی آن‌ها را مطابق انتظار افزایش می‌دهند.
با توجه به این که اغلب روشهای عمده و شناخته شده محاسبات تکاملی، شبیه‌سازی کامپیوتری فرایندهای طبیعی و زیستی هستند، در این نوشتار یک الگوریتم جدید در زمینه محاسبات تکاملی معرفی می‌شود که بر مبنای تکامل اجتماعی و سیاسی انسان پایه‌گذاری شده است.

۲. ۲. ۱. الگوریتم توسعه داده شده

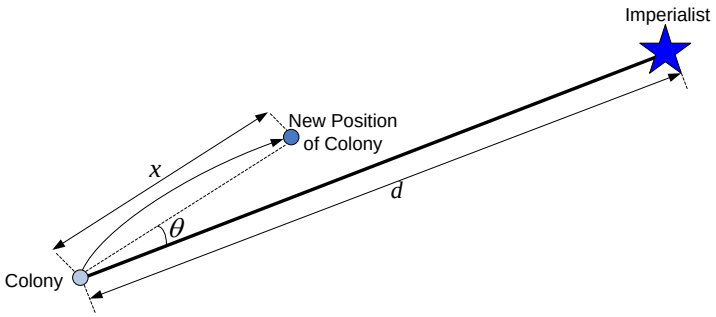
با در نظر گرفتن الگوریتم‌های بهینه‌سازی مطرح شده، آن‌چه که قابل توجه است این است که اغلب روش‌های بهینه‌سازی عام مطرح شده، شبیه‌سازی کامپیوتری فرایندهای طبیعی هستند. شاید یک دلیل برای این کار، ملموس بودن و سادگی فرموله کردن و درک تکامل این فرایندها است. در نقطه مقابل، در ارائه‌ی الگویتم‌های بهینه‌سازی، علی‌رغم توجه به تکامل زیستی انسان و سایر موجودات (الگوریتم‌های ژنتیک و ...)، به تکامل اجتماعی وتاریخی او به عنوان پیچیده‌ترین و موفق‌ترین حالت تکامل، توجه چندانی نشده است. در این طرح، یک الگوریتم الهام گرفته از تکامل اجتماعی انسان، برای بهینه‌سازی، توسعه داده شده است. الگوریتم جدید معرفی شده با الهام‌گیری از یک فرایند اجتماعی سیاسی، نسبت به روش‌های مطرح شده دارای توانایی بالایی بوده و تا حد بسیار زیادی نیز، سریع می‌باشد. شکل ۴ شمای کلی الگوریتم توسعه داده شده موسوم به الگوریتم رقابت استعماری[1] (ICA) را نشان می‌دهد.
الگوریتم توسعه داده شده، همانند سایر روش‌های بهینه‌سازی تکاملی، با تعدادی جمعیت اولیه شروع می‌شود. در این الگوریتم، هر عنصر جمعیت، یک کشور نامیده می‌شود. کشورها به دو دسته مستعمره و استعمارگر تقسیم می‌شوند. هر استعمارگر، بسته به قدرت خود، تعدادی از کشورهای مستعمره را به سلطه خود درآورده و آن‌ها را کنترل می‌کند. سیاست جذب و رقابت استعماری، هسته اصلی این الگوریتم را تشکیل می‌دهند. مطابق سیاست جذب که به صورت تاریخی، توسط کشورهای استعمارگری همچون فرانسه و انگلیس، در مستعمراتشان اعمال می‌شد، کشورهای استعمارگر با استفاده از روش‌هایی همچون احداث مدارس به زبان خود، سعی در از خود بی خود کردن کشور مستعمره، با از میان بردن زبان کشور مستعمره و فرهنگ و

[1] Imperialist Competitve Algorithm

رسوم آن داشتند. در ارائه این الگوریتم، این سیاست با حرکت دادن مستعمرات یک امپراطوری، مطابق یک رابطه خاص صورت می‌پذیرد. شکل ۵ این حرکت را نشان می‌دهد.



شکل (۴) شمای کلی الگوریتم رقابت



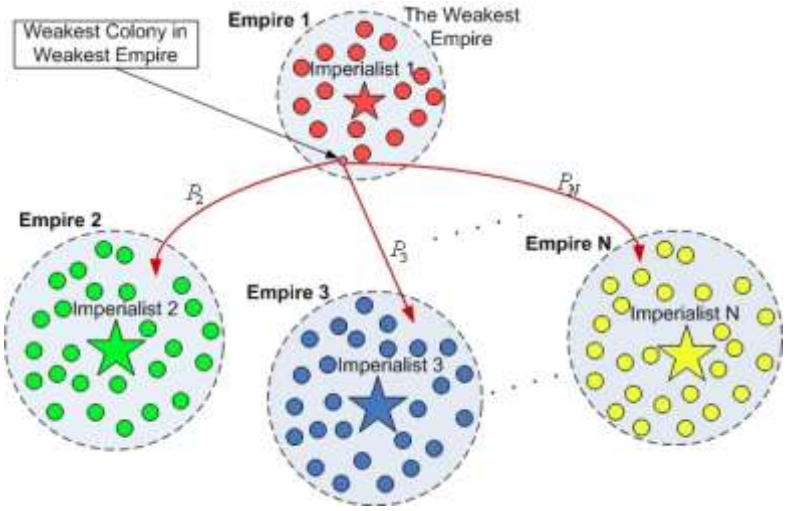
شکل (۵) حرکت مستعمرات به سمت امپریالیست (سیاست جذب)

اگر در حین حرکت، یک مستعمره، نسبت به استمارگر، به موقعیت بهتری برسد، جای آن دو با هم عوض می‌شوند. در ضمن، قدرت کل یک امپراطوری به صورت مجموع قدرت کشور استعمارگر به اضافه درصدی از قدرت میانگین مستعمرات آن تعریف می‌شود. یعنی

$$T.C._n = Cost(imperialist_n) + \xi\, mean\{Cost(colonies\ of\ empire_n)\}$$

همانگونه که قبلاً نیز بدان اشاره شد، رقابت، بخش مهم دیگری از این الگوریتم را تشکیل می‌دهد. در طی رقابت،

امپراطوری‌های ضعیف، به تدریج قدرت خود را از دست داده و به مرور زمان با تضعیف شدن از بین می‌روند. رقابت استعماری باعث می‌شود که به مرور زمان، به حالتی برسیم که در آن تنها یک امپراطوری در دنیا وجود دارد که آن را اداره می‌کند. این حالت زمانی است که الگوریتم رقابت استعماری با رسیدن به نقطه بهینه تابع هدف، متوقف می‌شود. شکل ۶ زیر شمای کلی رقابت استعماری را نشان می‌دهد.



شکل (۶) شمای کلی رقابت استعماری

۲. ۲. ۲. مزایای الگوریتم توسعه داده شده

الگوریتم توسعه داده شده، در وهله اول با داشتن یک دیدگاه کاملاً نو به مبحث بهینه‌سازی، پیوندی جدید میان علوم انسانی و اجتماعی از یک سو و علوم فنی و ریاضی از سوی دیگر، برقرار می‌کند. ارتباط میان این دو شاخه از علم به گونه‌ای می‌باشد که غالباً ریاضیات به عنوان ابزاری قوی و دقیق در خدمت علوم انسانی کلی نگر قرار گرفته و به درک و تحلیل نتایج آن کمک می‌کند؛ اما الگوریتم توسعه داده شده بر خلاف معمول، نقطه‌ی قوت علوم انسانی و اجتماعی، یعنی کلی‌نگری و وسعت دید آن را به خدمت ریاضیات درآورده و از آن به عنوان ابزاری برای درک بهتر ریاضیات و حل بهتر مسائل ریاضی استفاده می‌کند. بنابراین حتی بدون در نظر گرفتن قابلیت‌های ریاضی و عملی روش توسعه داده شده، پیوند ایجاد شده میان این دو شاخه به ظاهر جدا از هم به عنوان یک پژوهش میان رشته‌ای، در نوع خود دارای ارزش بسیاری می‌باشد.

مزایای الگوریتم اجتماعی پیشنهادی را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد.

۱. نو بودن ایده‌ی پایه‌ای الگوریتم: به عنوان اولین الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر یک فرایند اجتماعی-سیاسی

۲. توانایی بهینه‌سازی هم‌تراز و حتی بالاتر در مقایسه با الگوریتم‌های مختلف بهینه‌سازی، در مواجهه با انواع مسائل بهینه‌سازی

۳- سرعت مناسب یافتن جواب بهینه سیاسی

۲. ۳. پیشینه پژوهش

چان لی و همکاران (۲۰۱۷)[1] به پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از الگوریتم بهینه شده توسط کلونی مورچه و تبدیل موجکی شبکه عصبی پرداختند. پژوهش آنها بر روی شرکت‌های سرمایه‌گذاری انجام شد و نتایج حاکی از مثمر ثمر بودن الگوریتم در نظر گرفته برای پیش‌بینی قیمت سهام و تعمیم آن بود.

گوچن و همکاران (۲۰۱۶)[2] به‌منظور بهبود دقت پیش‌بینی قیمت سهام، از مدل ترکیبی جستجوی هارمونی- شبکه عصبی و همچنین مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک - شبکه عصبی استفاده کردند و نشان دادند با توسعه مدل‌های ترکیبی شبکه عصبی، ساختار شبکه عصبی در پیاده‌سازی آسان‌تر می‌گردد. آن‌ها در ابتدا ۴۵ شاخص تکنیکال را به عنوان متغیر ورودی در نظر گرفتند و در پایان پس از تجزیه تحلیل به ترتیب ۲۶ و ۲۳ متغیر مفید توسط مدل‌های الگوریتم ژنتیک و بهینه‌سازی هارمونی انتخاب گردید. در نهایت طی مقایسه انجام شده بین روش‌ها، مشاهده گردید میانگین عملکرد پیش‌بینی قیمت سهام در مدل ترکیبی جتسجوی هارمونی- شبکه عصبی به طور چشمگیری بهتر از مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک -شبکه عصبی و همچنین شبکه عصبی می‌باشد.

حمیدیان و سوری (۱۳۹۵) به پیش‌بینی پیش بینی سودآوری شرکت های دارویی و شیمیایی با روش شبکه‌های عصبی و تحلیل پوششی داده های فازی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد بگارگیری تحلیل پوششی داده‌های فازی و شبکه های عصبی در گروه آزمایشی به ترتیب حدود ۹۸ و ۸۱ درصد الگو برداری صحیح در پیش بینی سودآوری بالا و سودآوری پایین (زیان آوری) شرکت‌ها داشته اند.

پورزمانی (۱۳۹۴) به پیش‌بینی سودآوری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۱-۱۳۷۱ با استفاده از الگوریتم ژنتیک خطی و غیر خطی پرداخته است. در این پژوهش ابتدا با استفاده از ۲۳ نسبت مالی مدل شبکه عصبی ساخته شد. سپس به دلیل زیاد بودن متغیرهای مستقل با استفاده از تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی اقدام به پیش پردازش داده‌ها گردید و با استفاده از متغیرهای مستقل کارآمد و اصلی الگوریتم‌های ژنتیک خطی و غیرخطی ساخته شدند. سرانجام هر یک از مدل‌های ساخته شده مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته و در نهایت با انتخاب بهترین مدل در هر یک از گروه-ها به بررسی توانمندی بین الگوها پرداخته شد. بررسی نتایج نشان دهنده برتری الگوریتم ژنتیک غیرخطی با دقت ۹۰.۰۴٪ نسبت به مدل الگوریتم ژنتیک خطی با دقت ۸۷.۱۴٪ می‌باشد.

فرید و همکاران (۱۳۹۳) از الگوریتم های تکاملی جهت انتخاب سهام بازار بورس اوراق بهادار با معیار ارزش در معرض ریسک استفاده کردند و آن را مورد ارزیابی قرار دادند. این روش های حل، از جمله روش های بهینه سازی بوده که خود زیر مجموعه ای از الگوریتم های تکاملی محسوب می شوند. الگوریتم های تکاملی، تکنیک های بهینه سازی تصادفی هستند که بر روی یک جمعیّت یا مجموعه ای از جواب ها کار می کنند و در نهایت با توجه به تابع برازش و همچنین عملیّات مختص مربوط به نوع الگوریتم، به جواب بهینه دست پیدا می کنند. یکی از معروف ترین این الگوریتم ها، الگوریتم ژنتیک و یکی از جدیدترین آن ها الگوریتم رقابت استعماری است. در این پژوهش هر دو الگوریتم مذکور، برای حل یک مدل بهینه سازی سبد سهام متشکّل از شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، به کار گرفته شده اند. از آن جایی که هدف از یک سرمایه گذاری داشتن حداکثر بازدهی و حداقل ریسک است، لذا یک مدل بهینه سازی، با هدف بیشینه کردن سود و بر اساس ریسکی معین به کار گرفته شده است. معیار ریسک استفاده شده در این مدل، ارزش در معرض خطر (VaR) است. این معیار یکی از شاخص های مهمّ اندازه گیری ریسک بازار است که آن را تنها در یک عدد مدل کرده و مقدار سرمایه ای را که مورد زیان قرار می گیرد، تعیین می کند. پس از پیاده سازی الگوریتم رقابت استعماری و مقایسه ی آن با الگوریتم ژنتیک برای این مسئله، نتایج نشان از برتری قابل توجّه الگوریتم رقابت استعماری دارند، به این معنا که الگوریتم رقابت استعماری علاوه بر آن که سود بیشتری را به دست می آورد، زمان کمتری را نیز برای رسیدن به آن صرف می کند.

[1] Quang Chanh Le et. Al. 2017

[2] Göcken al et.2016.

حنیفی و اولادی (۱۳۹۳) به بررسی نتایج بکارگیری مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و گارچ در پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. به‌منظور بهبود هرچه بیشتر نتایج از آنالیز موجک در شبکه عصبی استفاده شده است. این تحقیق در چند مرحله انجام شد: در مرحله اول پس از جمع آوری داده‌ها که همان سری زمانی شاخص کل بورس اوراق بهادار می‌باشد، سری بازده شاخص کل ایجاد می‌گردد و آزمون‌های اولیه از جمله آزمون مانایی و آزمون وجود اثرات آرچ و گارچ بر روی سری زمانی داده‌ها انجام می‌گیرد. در مرحله دوم به مدل‌سازی و تخمین ضرایب مدل گارچ با تخمین ML پرداخته و پیش‌بینی درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای نوسانات شاخص کل بورس اوراق بهادار توسط مدل تخمین زده شده انجام گرفته است. در مرحله‌ی سوم از شبکه عصبی مصنوعی-گارچ برای مدل‌سازی و پیش‌بینی نوسانات بهره جستیم. در مرحله‌ی چهارم از موجک جهت ارتقا و بهبود نتایج مدل مرحله‌ی سوم استفاده کردیم. در نهایت نتایج حاصل از پیش‌بینی توسط سه مدل که در مراحل قبل شرح داده شد، با همدیگر مقایسه می‌شود و نتایج به دست آمده نشان داد که مدل ترکیبی شبکه عصبی موجکی – گارچ (WNN-GARCH) قدرت پیش‌بینی درون نمونه ای و برون نمونه ای بیشتری نسبت به مدل‌های منفرد دارد.

گالال و همکاران (۲۰۱۴)[1] به پیش‌بینی سودآوری شرکت‌های صنعتی با استفاده از مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی پرداختند. در این مدل داده‌های بدست آمده از الگوریتم ژنتیک وارد شبکه عصبی شده و بخشی از آن به منظور آموزش و دو بخش دیگر آن برای آزمون و اعتبارسنجی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از به کارگیری این مدل نشان دهنده اختلاف بسیار کمی با واقعیت می‌باشد.

۳. روش پژوهش

روش این پژوهش از نظر ماهیت و محتوا از نوع همبستگی-اکتشافی است که با استفاده از داده‌های ثانویه مستخرج از صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و فرابورس ایران به تحلیل رابطه‌ی همبستگی و اکتشاف می‌پردازد. انجام این پژوهش در چهارچوب استدلال قیاسی– استقرایی صورت خواهد گرفت. از سوی دیگر پژوهش حاضر از نوع پس رویدادی (نیمه تجربی) است، همچنین این پژوهش از نوع مطالعه‌ای کتابخانه‌ای و تحلیلی– علی بوده و.پژوهش از حیث هدف کاربردی و از حیث روش توصیفی- همبستگی، توصیفی-اکتشافی قلمداد می‌شود.

در این پژوهش نیز برای جمع‌آوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای استفاده شد؛ و با توجه به اینکه تنها مرجع قابل‌اعتماد برای جمع‌آوری داده‌های مالی، بانک‌های اطلاعاتی رایانه‌ای و کتابخانه سازمان بورس اوراق بهادار و نرم‌افزار ره‌آورد نوین و وب‌سایت www.rdis.ir می‌باشند لذا داده‌های موردنیاز این پژوهش از طریق مراجع مذکور جمع‌آوری گردید.

۴. جامعه آماری و نمونه‌گیری

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بازار سرمایه ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۴ می‌باشد. در پژوهش حاضر از روش نمونه‌برداری حذف سیستماتیک استفاده گردیده است که از جامعه آماری مورد نظر، شرکت‌های نمونه با توجه به شرایط و محدودیت‌های در نظرگرفته انتخاب گردیده است. این محدودیت‌ها عبارت‌اند از: دوره مالی شرکت‌ها به ۱۲/۲۹ هر سال ختم نشود، در طول دوره پژوهش تغییر در دوره مالی داشته باشند، جزء شرکت‌های فعال در حوزه فعالیت‌های مالی، از جمله شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بانک‌ها، بیمه‌ها و مؤسسات مالی نباشند و دستیابی به اطلاعات مورد نیاز شرکت‌ها، مقدور نباشد. با اعمال شرایط فوق، تعداد ۱۴۳ شرکت به عنوان نمونه مورد مطالعه در این پژوهش، انتخاب شدند.

۵. روش پژوهش

به طـور کلی فـرآیند انجام ایـن پژوهـش به چهار مرحله به شرح زیر می باشد؛ که مرحله دوم و سوم آن به صورت موازی انجام می گیرد:

[2].Galal and al et. 2014

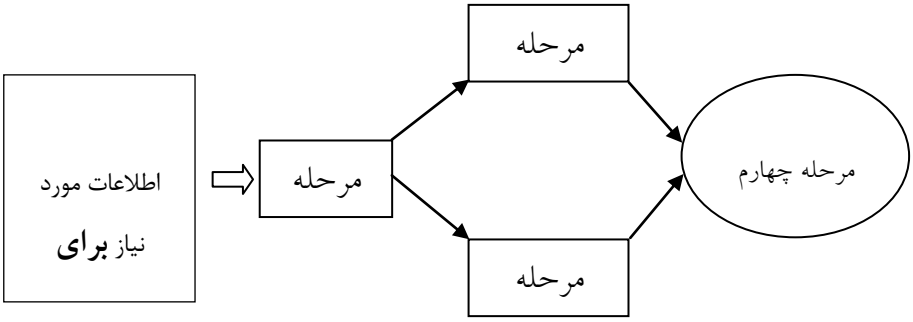
مرحله اول: جمع آوری و استخراج اطلاعات اولیه مورد نیاز، محاسبه نسبت های مالی به عنوان متغیر های مستقل و همچنین تعیین اینکه هر شرکت با توجه به بازده سهام خود در سال بعد در گروه شرکت های با بازده سهام بالا قرار خواهد گرفت یا در گروه شرکت‌های با بازده سهام پایین، به عنوان متغیر وابسته.

مرحله دوم: تبیین الگوی روابط بین ورودی ها و خروجی های مطرح با استفاده از تکنیک شبکه عصبی در گروه آموزشی و آزمون الگوی تبیین شده در گروه آزمایشی.

مرحله سوم: تبیین الگوی روابط بین ورودی و خروجی های مطرح با استفاده از ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم رقابت در گروه آموزشی و آزمون الگوی تبیین شده در گروه آزمایشی.

مرحله چهارم: تجزیه و تحلیل و مقایسه نتایج مرحله دوم و سوم و پاسخ به سوالات پژوهش.

فرآیند مذکور در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل (۷) فرآیند انجام پژوهش

در این قسمت به تشریح الگوی شبکه عصبی به کار رفته در این پژوهش می‌پردازیم. رایج‌ترین تکنیک یادگیری با سرپرستی، الگوریتم پس انتشار خطا است. یادگیری در این الگوریتم بر پایه قانون تصحیح بنا شده است که می‌توان آن را تعمیم الگوریتم مشهور حداقل میانگین مربعات دانست. قانون پس انتشارخطا اساساً از دو مسیر اصلی تشکیل می‌شود. مسیر اول موسوم به مسیر رفت می‌باشد که در این مسیر، بردار ورودی به شبکه پرسپترون چندلایه اعمال می‌شود و تأثیرات آن از طریق لایه‌های میانی به لایه‌های خروجی انتشار می‌یابد.

بردار خروجی تشکیل یافته در لایه خروجی، پاسخ واقعی شبکه پرسپترون چندلایه را تشکیل می‌دهد. در این مسیر پارامترهای شبکه ثابت و بدون تغییر در نظرگرفته می‌شود. مسیر دوم موسوم به مسیر برگشت است. در این مسیر برخلاف مسیر رفت پارامترهای شبکه پرسپترون چند لایه تغییر و تنظیم می‌گردد. این تنظیم مطابق با قانون اصلاح خطا انجام می‌گیرد. سیگنال خطا از لایه خروجی شبکه تشکیل می‌گردد.

خطای خروجی نرون j ام لایه خروجی در تکرار n ام (یعنی ارائه مثال آموزشی n ام) عبارت است از:

$$e_j(n) = d_j(n) - y_j(n)$$

که $d_j(n)$ پاسخ مطلوب و $y_j(n)$ خروجی سلول j است. اگر اثر خطا برای نرون j ام برابر $\frac{1}{2}e_1^2(n)$ تعریف کنیم، انرژی خطای کل (برای تمام نرون‌های لایه خروجی) عبارت است از:

E(n)= $\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{c} e_j^2(n)$

که c به تعداد سلول‌های خروجی است.

الگوریتم پس انتشار خطا، تصحیح وزن‌ها $\Delta w_{\pi}(n)$ را به وزن w_{π} (n) اعمال می‌کند. این تصحیح وزن متناسب است با مشتق جزئی $E(n)$ نسبت به w_{π} (n)، یعنی:

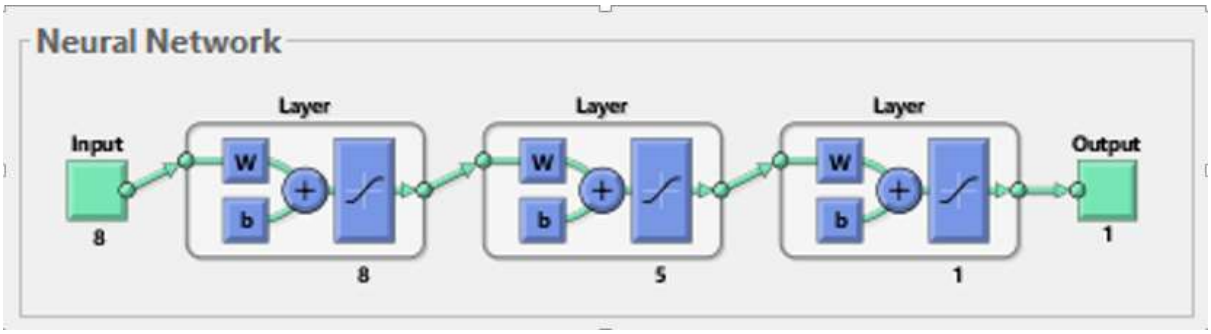
$$\frac{\delta E(n)}{\delta w_{\pi}}$$

مشتق جزئی مذکور جهت جستجو در فضای وزن‌ها برای یافتن وزن مناسب تعیین می‌کند.

برای انجام پیش‌بینی و یافتن الگوی مناسب درشبکه‌های عصبی و رسیدن به هدف پژوهش همان‌طور که بیان شد از نرم افزارMatlab استفاده می‌گردد. برای این منظور ابتدا داده‌های آموزشی (شرکت سال) را با متغیرها مستقل آن به عنوان ورودی و متغیر وابسته به عنوان هدف متغیرهای مستقل به شبکه عصبی معرفی می‌گردد. با توجه به ساختار شبکه‌های عصبی این ورودی و هدف را جهت تبیین الگوی مناسب به بوته آموزش شبکه قرار خواهیم داد. پس از آن با متغیرهای مستقل و وابسته داده‌های آزمایشی و به عنوان ورودی و هدف نهایی الگوی تبیین شده را آزمون خواهیم کرد.

۵. ۱. ایجاد شبکه عصبی

در این بررسی شبکه مورد استفاده یک شبکه عصبی پیشخور چند لایه – در اینجا دولایه – است که برای آموزش شبکه از الگوریتم پس انتشار استفاده شده است. در مواقعی که حافظه کافی وجود نداشته باشد از الگوریتم شیب توأم جهت یادگیری شبکه استفاده شده است. تابع لایه اول از نوع سیگموئیدی، لایه دوم از نوع خطی و تعداد نرون های لایه اول (لایه پنهان) پنج نرون انتخاب شده است.



شکل (۸) شبکه عصبی مورد استفاده

۵. ۲. تابع هزینه پیشنهادی

برای تعیین تابع هزینه ابتدا لازم است هدف را مشخص کنیم. هدف ما کاهش خطای شبکه عصبی برای داده‌هایی است که شبکه قبلاً آنها را ندیده است. لذا در هر مرحله ۱۵٪ از داده‌ها را جدا کرده و در محاسبات شبکه دخالت نمی‌دهیم. پس از اتمام آموزش داده‌های تست را بر روی شبکه اعمال کرده و با محاسبه میانگین مربعات خطا میزان کارایی شبکه را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

۵. ۳. الگوی الگوریتم رقابت استعماری

تنظیمات اولیه‌ی الگوریتم رقابت عبارتند از تعداد کشورها و تعداد کشورهای استعمارگر. اجرای الگوریتم برای یک دسته از پاسخ‌های آزمون فرورفتگی و با تنظیمات اولیه‌ی متفاوت، نشان داد که وقتی که تعداد کشورها بیشتر از ۳۰۰ و تعداد کشورهای استعمارگر بیشتر از ۲۰ باشد، الگوریتم، بهترین همگرایی را داشته و به جواب یکتایی برای همه دسته ورودی‌ها

بدست آمده از بهینه‌سازی تابع می‌رسد. امپراطوری‌های الگوریتم رقابت اعمال شده به یک نمونه از آزمون فرورفتگی حاصل از بهینه‌سازی تابع را نشان می‌دهد. تعداد اولیه‌ی کشورها برابر با 715 بوده که 24 کشور امپراطوری اولیه را تشکیل می‌دهند.
اگرچه جواب الگوریتم به شرایط اولیه بستگی دارد، اما انتخاب تعداد کشورها و تعداد استعمارگرها به حد کافی زیاد کـه فضـای متغیرها را پوشش می‌دهد، می‌تواند، یکتایی جواب‌ها را تضمین کند.
در گسسته‌سازی الگوریتم رقابت اولین گام شناخت عملگرهای این الگـوریتم اسـت. در ایـن الگـوریتم دو دسـته از عملگرهـا را داریم:

۱. عملگرهای ساختاری و مستقل از مسئله: عملگرهایی هستند که به نوع کد کردن مسـئله وابسـته نیسـتند و سـاختار تقریباً معین و ثابتی دارند. مثلاً بخش رقابت.
۲. عملگرهای وابسته به مسئله: این عملگرها، باید وابسته به مسئله طراحی شوند. مثلاً عملگر جذب

در استفاده از الگوریتم رقابت در حل مسائل گسسته، تنها بخش هایی که باید تغییر داده شوند، عملگرها و بخش‌های وابسته به مسئله هستند. این بخش ها عبارتند از:

- ایجاد جمعیت اولیه[1]
- عملگر جذب[2]
- عملگر انقلاب[3]

۵. ۴. ایجاد جمعیت اولیه

ابتدا لازم است ماهیت مسئله گسسته تعیین گردد. سه دسته و شاید تنها دسته‌ها در طبقه‌بندی مسائل گسسته سازی عبارتند از:

۱. مسائل گسسته با ماهیت پیوسته
۲. مسائل جایگشتی
۳. مسائل باینری

با توجه به ماهیت مسئله انتخاب ورودی به این ترتیب که عدد صفر نشان عدم حضور و عدد یک نشان حضور آن ورودی است.
ماهیت مسئله انتخاب ورودی، نوع مسئله‌ای که با آن روبرو هستیم از دسته مسائل باینری است. برای فهم بیشتر مسئله فرض کنید مجموعه کل ویژگی‌های (ورودی‌ها) ممکن ۸ عدد باشد بنابراین تابع F به صورت زیر تعریف شود:

$$F = \{f_۱, f_۲, f_۳, f_٤, f_٥, f_٦, f_٧, f_٨\}$$

دو زیر مجموعه دلخواه از تابع F به صورت زیر خواهد بود:

$$F_۱ = \{f_۱, f_۳, f_٥, f_٧\}$$
$$F_۲ = \{f_۲, f_٤, f_٦, f_٨\}$$

بنابراین ما دو فضای کار خواهیم داشت، یکی فضای Phenotype و دیگری فضای Genotype که برای هر یک از دو زیر مجموعه‌ی فوق به این صورت تعریف می‌شود:

$$F_۱ = \{۱,۰,۱,۰,۱,۰,۱,۰\}$$
$$F_۲ = \{۰,۱,۰,۱,۰,۱,۰,۱\}$$

لذا نیاز به تابعی خواهیم داشت که رشته‌ای از متغییرها را بصورت m×n تولید کند، با این فرض که n بیان کننده تعداد متغیرها (در اینجا تعداد ورودی‌ها) و m تعداد کشورها باشد که این تعداد در هر مرحله از الگوریتم دستخوش تغییر خواهد شد.

[1] Initial Countries
[2] Assimilation
[3] Revolution

۵. ۵. عملگر جذب

پس از تعریف مناسب کشورها، با تعریف کدینگ مناسب برای آنها، باید عملگر جذب را تعریف کنیم. ایده اصلی در این پایان‌نامه استفاده از عملگر تقاطع از شبکه عصبی برای سیاست جذب است که استفاده از این عملگر موجب ایجاد الگوریتمی دوگانه از رقابت - شبکه عصبی خواهد شد. در این بخش از یک برش روی فضای Genotype استفاده شده است به این ترتیب که هر امپراطوری و کم هزینه‌ترین کلونی به صورت رندم از یک نقطه برش خورده و جای قسمت‌های برش خورده باهم عوض می‌شوند، سپس این روال بر روی کلونی‌های دیگر امپراطوری نیز صورت می‌پذیرد و کلونی‌ها دو به دو مورد برش و جابه‌جایی در قطعات قرار می‌گیرند. پس از آن مجدداً تابع هزینه آنها محاسبه شده و در رقابت شرکت می‌کنند.

۵. ۶. عملگر انقلاب

اگر بخش "ایجاد جمعیت اولیه"، به خوبی پیاده سازی شده باشد، معمولاً در کدهای آماده موجود از الگوریتم رقابت، بعضی از کشورهای تصادفی را انتخاب می کند و آنها را به صورت تصادفی با موقعیت جدید، جایگزین می نماید. جهت ایجاد موقعیت جدید، از همان تابع ایجاد کننده جمعیت اولیه استفاده می‌شود. با انجام مراحل فوق ما الگوریتمی با ساختاری ترکیبی از رقابت و شبکه عصبی داریم که همانگونه که قبلا نیز ذکر شد، آنرا الگوریتم ترکیبی شبکه عصبی و رقابت می‌نامیم.

۶. متغیرهای پژوهش

متغیر یک مفهوم است که بیش از دو یا چند ارزش یا عدد به آن اختصاص داده می‌شود؛ به عبارت دیگر متغیر به ویژگی‌هایی اطلاق می‌شود که می‌توان آنها را مشاهده یا اندازه‌گیری کرد و دو یا چند ارزش یا عدد را جایگزین آنها نمود.

۶. ۱. متغیر وابسته

متغیر وابسته، متغیر اصلی مورد توجه پژوهشگر است. این متغیر، متغیر پاسخ، برون داد یا ملاک است و عبارت است از وجهی از رفتار یک ارگانیسم که تحریک شده است. متغیر وابسته، مشاهده یا اندازه‌گیری می‌شود تا تأثیر مستقل بر آن معلوم و مشخص شود. هدف آن است که تغییرپذیری متغیر وابسته را تشریح و پیش‌بینی کند.

متغیر وابسته در این پژوهش، بازده شرکت‌ها در سال آینده است. بر این اساس شرکت‌های موردبررسی با توجه به میانگین بازده سهام شرکت‌ها، به دو گروه شرکت‌ها با بازده سهام بالا و شرکت‌های با بازده سهام پایین طبقه‌بندی نموده و شرکت‌های با بازده بالا را با عدد (۱) و شرکت‌های با بازده پایین را با عدد (۰) نشان داده می‌شود.

۶. ۲. متغیرهای مستقل

منظور از متغیرهای مستقل متغیرهایی است که بر دیگر متغیرها اثر می‌گذارند. متغیرمستقل یک ویژگی محیط از محیط فیزیکی یا اجتماعی است که بعد از انتخاب و دخالت پژوهشگر، مقادیری را می‌پذیرد تا تأثیرش بر متغیرهای دیگر مشاهده شود.

متغیر مستقل در این پژوهش شامل هشت نسبت مالی است که با توجه به پژوهش‌های گذشته ازجمله مطالعه شفائی و دیگران (۱۳۹۲) به‌عنوان نسبت‌های مالی توانمند در تفکیک شرکت‌های با بازده سهام بالا و یا با بازده سهام پایین در آینده شناخته‌شده‌اند که به شرح زیر می‌باشند:

۱) نسبت بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام

۲) نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به سود عملیاتی

۳) نسبت جاری

۴) نسبت فروش به‌کل دارایی‌ها

۵) نسبت بدهی‌های بلندمدت به سرمایه در گردش

۶) نسبت دارایی ثابت به‌کل دارایی‌ها
۷) نسبت سود خالص به فروش
۸) نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به‌کل بدهی.

۷. یافته‌های پژوهش

۷. ۱. آمار توصیفی

یکی از فرایندهای تجزیه‌وتحلیل داده‌های پژوهش دسته بندی و معنی دادن به مشاهدات خام و اطلاعات گردآوری شده و استخراج متغیرها است. در این قسمت آمار توصیفی متغیرهای مدل های ۵ ساله پژوهش در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای استفاده شده در مدل های پژوهش

نام متغیر	تعداد	میانگین	میانه	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی	حداقل	حداکثر
پیش‌بینی بازده سهام	715	0.389	0.000	0.488	0.238	0.457	-1.796	0.000	1.000
نسبت بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام	715	216.971	0.988	3636.669	13225360.697	18.219	336.392	-1138.750	67900.790
نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به سود عملیاتی	715	80.260	0.124	808.098	653021.779	13.913	222.203	-806.761	15294.440
نسبت جاری	715	0.762	0.648	0.558	0.312	0.713	-0.278	0.004	2.466
نسبت فروش به‌کل دارایی‌ها	715	0.786	0.648	0.596	0.355	0.908	0.147	0.001	2.550
نسبت بدهی‌های بلندمدت	715	-2.699	0.004	158.639	25166.396	-17.681	444.382	-3745.780	1394.408

به سرمایه در گردش									
نسبت دارایی ثابت به‌کل دارایی‌ها	715	4.464	0.105	20.120	404.826	7.813	70.366	0.000	243.302
نسبت سود (زیان) خالص به فروش	715	12.182	13.411	13,0119	169.500	14.637	22.863	-12,033	23,740
نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به‌کل بدهی	715	8.189	0.177	76.421	5840.194	19.450	454.583	-219.088	1828.724

۷. ۲. نرمال بودن متغیرهای پژوهش

همان‌گونه که در جدول (۲) مشاهده می‌شود مقدار احتمال آزمون کلموگروف-اسمیرنف برای نسبت‌های مالیR3، R4، R5، R6 و R7 از ۰/۰۵ کمتر است لذا متغیرهای مستقل پژوهش نرمال نبوده و باید آنها را نرمال کرد. لازم به ذکر است در این پژوهش جهت نرمال‌سازی متغیرهای مستقل، از تبدیل جانسون در نرم‌افزار Minitab استفاده شده است. همچنین برای بررسی نرمال بودن متغیر وابسته این پژوهش یعنی P از آزمون رویان جونیر استفاده شده است که از این آزمون مشخص گردید که متغیر وابسته این پژوهش، یعنی پیش‌بینی بازده سهام دارای توزیع نرمال است.

جدول (۲) نتایج آزمون کلموگروف متغیرهای پژوهش

متغیرها	تعداد	پارامترهای نرمال		بیشترین تفاوت			مقدار Z کلموگروف – اسمیرنف	مقدار احتمال
		میانگین	انحراف معیار	قدرمطلق	مثبت	منفی		
R1	715	216.971	3636.669	.494	.494	-.459	.494	.000[c]
R2	715	80.260	808.098	.428	.428	-.393	.428	.000c
R3	715	0.762	0.558	.092	.092	-.087	.092	.000c
R4	715	0.786	0.596	.108	.108	-.094	.108	.000c
R5	715	-2.699	158.639	.437	.390	-.437	.437	.000c
R6	715	4.464	20.120	.412	.390	-.412	.412	.000c
R7	715	12.182	13,0119	.456	.456	-.439	.456	.000c
R8	715	8.189	76.421	.427	.393	-.427	.427	.000c

همان‌گونه که مشاهده می‌شود مقدار احتمال آزمون کلموگروف-اسمیرنف برای نسبت‌های مالی R1، R2، R3، R4، R5، R6، R7 و R8 از ۰/۰۵ کمتر است لذا متغیرهای مستقل پژوهش نرمال نبوده و باید آنها را نرمال کرد. لازم به ذکر است در این پژوهش جهت نرمال‌سازی متغیرهای مستقل، از تبدیل جانسون در نرم‌افزار Minitab استفاده شده است، همچنین برای بررسی نرمال بودن متغیر وابسته این پژوهش یعنی p از آزمون رویان جونیر استفاده شده است که از این آزمون مشخص گردید که متغیر وابسته این پژوهش، یعنی پیش‌بینی بازده سهام دارای توزیع نرمال است.

جدول (۳) نتایج آزمون رویان جونیر

متغیرها	تعداد	پارامترهای نرمال		مقدار RJ	مقدار احتمال
		میانگین	انحراف معیار		
P	۷۱۵	.3888	.4878	۱.۰۰۰	>0.100

۷. ۳. برآورد مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

در این قسمت برای برآورد الگوی مناسب شبکه عصبی سعی می‌گردد از داده‌های به دست آمده از بازار سرمایه ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۴ بهترین مدل جهت پیش‌بینی بازده سهام شناسایی گردد. قبل از آموزش شبکه عصبی برای ساختارهای متفاوت، ابتدا داده‌های پژوهش متناسب با الگوی ورودی هر ساختار، به صورت آرایه‌های ورودی-خروجی تبدیل شد. برای برازش مدل شبکه عصبی کل داده‌ها به دو قسمت آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. جهت انجام مدل‌سازی از داده‌های مجموعه آموزشی استفاده شد.

متغیرهای مستقل به عنوان ورودی شبکه در نظر گرفته شده که لایه اول را تشکیل دادند. خروجی شبکه متغیر بازده سهام در نظر گرفته شده که لایه آخر (خروجی) را تشکیل می‌دهد. لازم به ذکر است که برای آموزش شبکه تعداد ۳ الی ۹ نود مخفی در لایه دوم (میانی) در نظر گرفته شد و مدل‌های مختلف شبکه عصبی برازش شد تا از میان مدل‌های برازش شده بهترین

مدل با کمترین خطای پیش‌بینی انتخاب شود. در عین حال با توجه به خروجی شبکه که یک متغیر کمی بود، از تابع فعالیت همانی در لایه خروجی استفاده شد. همچنین تابع فعالیت در لایه میانی لجستیک در نظر گرفته شد.

فرآیند یادگیری شبکه به این صورت است که ابتدا رکوردهای مربوط به یادگیری به شبکه وارد می‌گردد. وزن‌های اولیه اتصالات بین نرون‌ها به صورت تصادفی توسط شبکه تنظیم می‌گردند. پس از بارگذاری داده‌های مجموعه یادگیری و تنظیم وزن‌های شبکه، اولین رکورد داده به عنوان ورودی به شبکه اعمال شده و خروجی شبکه با استفاده از توابع تبدیل و الگوریتم یادگیری محاسبه شده و با خروجی مطلوب مقایسه می‌گردد. در اینجا شبکه با استفاده از خطای به دست آمده وزن‌های شبکه را تغییر می‌دهد. این عملیات برای کل داده‌های آموزشی اعمال می‌گردد تا وزن‌های شبکه به هنگام شوند. میانگین مربعات خطا محاسبه شده و کمترین مقدار خطای به دست آمده برای الگوی مورد نظر تعیین‌کننده مدل مناسب است.

نتایج ۷ مدل برازش شده با ساختارهای مختلف (۸ ورودی، ۳ تا ۹ نرون در لایه میانی و یک خروجی) در جدول زیر خلاصه شده است. مبنای تصمیم‌گیری جهت انتخاب بهترین مدل، واریانس خطای داده‌های آموزشی می‌باشد.

جدول (۴) نتایج ۷ مدل شبکه عصبی برازش شده با ساختارهای متفاوت

تعداد نرون‌های لایه میانی	تعداد پارامتر	MSEL (واریانس خطای داده‌های آموزشی)	MSPR (واریانس خطای داده‌های آزمایشی)
۳	31	0.1947	0.2318
۴	38	0.1704	0.2191
۵	49	0.1947	0.3501
۶	85	0.2519	0.1947
۷	67	0.1973	0.3190
۸	75	0.1431	0.3106
۹	86	0.1679	0.3941

همان‌طور که عنوان شد ۷ مدل مورد بررسی در جدول فوق در تعداد نرون‌های لایه میانی متفاوت می‌باشند. در واقع نرم‌افزار Matlab تعداد نرون‌های متفاوتی را در لایه میانی مورد آزمایش قرار می‌دهد. از میان مدل‌های برازش شده، ساختار با تعداد نرون میانی ۸، دارای کمترین خطا برای داده‌های آموزشی می‌باشد و به عنوان مدل نهایی در نظر گرفته شده است.

۷. ۴. برآورد مدل الگوریتم رقابت استعماری

برای اجرای الگوریتم پیشنهادی از نسبت‌های مالی ذکر شده، طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۴ در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شد.

ورودی‌های مؤثر احتمالی برای شبکه عصبی به ترتیب شماره در فضای Genotype عبارتند از:

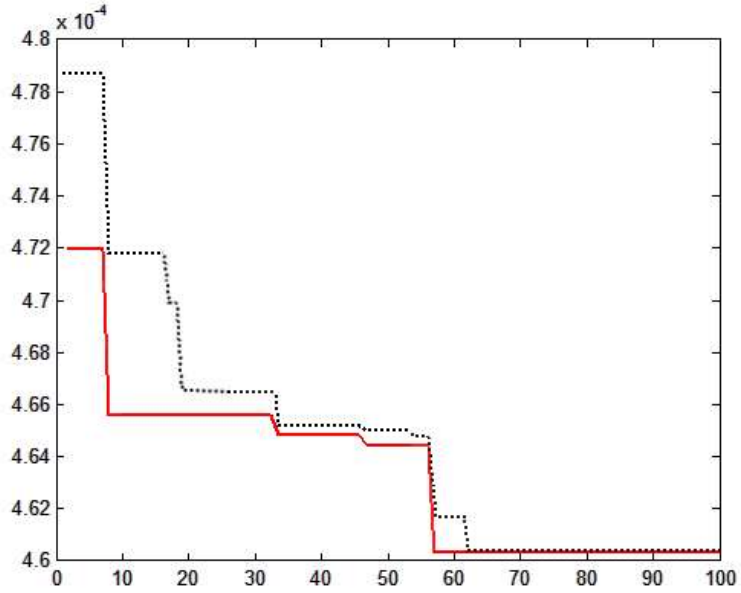
۱. نسبت بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام؛
۲. نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به سود عملیاتی؛
۳. نسبت جاری؛
۴. نسبت فروش به‌کل دارایی‌ها؛
۵. نسبت بدهی‌های بلندمدت به سرمایه در گردش؛
۶. نسبت دارایی ثابت به‌کل دارایی‌ها؛
۷. نسبت سود خالص به فروش؛
۸. نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به‌کل بدهی.

لذا برای ۵ سال 715 نمونه با ۸ ورودی داریم که ۱۵٪ که معادل 107 نمونه است را برای تست کنار گذاشته و مابقی برای آموزش شبکه عصبی استفاده می‌شوند. پس از اجرای برنامه نتایج حاصل از اجرای برنامه بقرار زیر خواهد بود.

ورودی‌های مؤثر دارای فضای Genotype بصورت [۱ ۰ ۰ ۱ ۱ ۱ ۰ ۱] هستند که این رشته حاکی از آن است که ورودی های نسبت بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام، نسبت بدهی‌های بلندمدت به سرمایه در گردش، نسبت دارایی ثابت به‌کل دارایی‌ها و نسبت سود خالص به فروش بهترین (نه الزاماً) ورودی ها برای آموزش شبکه عصبی هستند.

ورودی‌های نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به سود عملیاتی، نسبت جاری، نسبت فروش به‌کل دارایی‌ها و نسبت جریان وجوه نقد عملیاتی به‌کل بدهی سبب بیشتر شدن خطای شبکه عصبی در پیش‌بینی بازده سهام خواهند شد و تأثیر چندانی در محاسبات نخواهند داشت.

خطای شبکه عصبی برای داده‌هایی که قبلاً با آن مواجه نشده بود، در این حالت از ورودی‌ها برابر شد با 4819755531×10^{-4}؛ که بر حسب درصد معادل است با ٪ ۰/۰۵ که خطایی معقول است. همچنین توانسته است پس گذشت حدودا ۶۱ دهه (یا همان اجرای الگوریتم) بهترین ورودی را پیدا کند. رنگ قرمز کمترین هزینه در امپراطوری و خطوط نقطه چین میانگین هزینه سایر کلونی ها را نشان می‌دهد. از آنجا که تعداد ورودی‌ها کم است و فرض انتخابی ورودی‌ها نیز به خوبی صورت گرفته بود مشاهده میشود که میزان بهبود ناچیز است.



شکل (۹) میزان کارایی الگوریتم ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم رقابت

۷. ۵. مقایسه نتیجه پیش‌بینی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و الگوریتم رقابت استعماری

حال برای بررسی فرضیه سوم پژوهش، مقایسه‌ای بین دقت پیش‌بینی مورد بررسی در این پژوهش انجام می‌شود.

بنابراین با توجه به میزان دقت پیش‌بینی صحیح گزارش شده از دو مدل موجود، مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه دقت پیش‌بینی کمتری را در اختیار ما قرار می‌دهد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که مدل الگوریتم رقابت استعماری نسبت به شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، جهت پیش‌بینی بازده سهام، کاراتر است.

جدول (۵) مقایسه نتیجه پیش‌بینی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم رقابت استعماری

مشخصات مدل	مدل شبکه عصبی	مدل ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم رقابت
تعداد پارامتر	۷۵	۸
MSEL	0.1431	۴۸۱۹0.000

۸. نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی قدرت پیش بینی مدل های پیش‌بینی بازده سهام (شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم رقابت استعماری) در بازار سرمایه ایران می باشد؛ و با توجه به تجزیه و تحلیل های مربوطه نتایج حاکی از قدرت بالای پیش بینی مدل ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم رقابت استعماری نسبت به دیگر مدل شبکه عصبی در پیش‌بینی بازده سهام است. لذا بهتر است پژوهش‌گران از این مدل در پیش بینی بازده سهام شرکت ها استفاده نمایند و نشان از قدرت پیش‌بینی کنندگی این مدل در محیط ایران می باشد با توجه به این که دراین پژوهش، شرکت‌ها از صنایع مختلف همچون محصولات شیمیایی، کانه فلزی، قند و شکر، ماشین الات و تجیزات، صنعت خودرو و ساخت قطعات، محصولات غذایی و... انتخاب شده اند و شامل ۱۴۳ شرکت می باشد و دادها با دقت و بر اساس صورت های مالی شرکت ها استخراج شده اند.

جدول (۶) جدول خلاصه فرضیه‌های پژوهش

شماره	شرح فرضیه	قبول یا رد
۱	شبکه عصبی پرسپترون چندلایه دارای توانمندی در پیش بینی بازده سهام شرکت‌ها می‌باشد.	پذیرش
تفسیر: با توجه به نتایج حاصل شده، مدل شبکه عصبی دارای توانمندی در پیش‌بینی بازده سهام آینده شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند.		
۲	الگوریتم رقابت استعماری دارای توانمندی در پیش بینی بازده سهام شرکت‌ها می‌باشد.	پذیرش
تفسیر: با توجه به نتایج حاصل شده، الگوریتم رقابت استعماری دارای توانمندی در پیش‌بینی بازده سهام آینده شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند.		
۳	شبکه عصبی پرسپترون چند لایه نسبت به الگوریتم رقابت استعماری دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بازده سهام شرکت ها می‌باشد.	رد
تفسیر: با توجه به نتایج حاصل شده، مدل ترکیب شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و الگوریتم رقابت دارای توانمندی در پیش‌بینی بازده سهام آینده شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند.		

منابع و مآخذ

۱. اعتمادی حسین، آذر عادل، بقائی (۱۳۹۱)، به کارگیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها (شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران). مجله دانش حسابداری، سال سوم، ش ۱۰، پائیز ۱۳۹۱، ص ۵۱ تا ۷۰

۲. امین، وحید، (۱۳۹۰)، پیش بینی ورشکستگی با شبکه عصبی مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته حسابداری، دانشگاه پیام نور، مرکز بهشهر.

۳. آقابابایی، محمد ابراهیم (۱۳۹۲)، تحلیل کارآمدی الگوریتم ابتکاری تر یکبی در بهینه سازی پرتفوی سهام در بورس تهران در مقایسه با الگوریتم های فرا ابتکاری، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.

۴. البرزی، محمود، (۱۳۹۳)، الگوریتم ژنتیک، چاپ دوم، جلد اول، تهران، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف. صص۱-۲۰۷.

۵. پورزمانی، زهرا (۱۳۹۳)، مقایسه کارایی تکنیک‌های تجزیه و تحلیل درونی و مقایسه ای داده در الگوریتم ژنتیک غیرخطی جهت پیش‌بینی سودآوری شرکت‌ها، فصلنامه پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی، شماره ۲۳، پاییز ۹۳، صص ۱۳۳-۱۱۷.

۶. پورزمانی، زهرا، حیدری، حنیف، ره انجام، سید محسن، (۱۳۹۲)، بررسی توانمندی تحلیل پوششی داده‌ها در پیش‌بینی سودآوری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، دومین همایش ملی علوم مدیریت توین، استان گلستان گرگان، ۱-۱۹.

۷. حمیدیان محسن و سوری محمدرضا (۱۳۹۵)، پیش بینی سودآوری شرکت های دارویی و شیمیایی با روش شبکه‌های عصبی و تحلیل پوششی داده های فازی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب.

۸. حنیفی فرهاد و اولادی عبدالکریم (۱۳۹۳)، بررسی نتایج بکارگیری مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و گارچ در پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی.

۹. رستمی تبار، بهمن، امین ناصر، محمدرضا، (۱۳۸۵)، پیش بینی تقاضای متناوب با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰. شباهنگ، رضا (۱۳۸۷)، حسابداری مدیریت، انتشارات سازمان حسابرسی، چاپ پانزدهم، ج اول.

۱۱. شریفی، نورالدین (۱۳۸۹)، اثرات مالیات غیرمستقیم و مخارج دولت بر اشتغال و تورم: یک تحلیل داده ستانده، مجله پژوهش اقتصادی. ۴۶، ۹۵، ۱-۲۰.

۱۲. قدیری مقدم، ابوالفضل؛ غلامپور فرد، محمد مسعود؛ نصیرزاده، فرزانه (۱۳۸۸)، بررسی توانایی مدل های پیش بینی ورشکستگی آلتمن و اهلسون در پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، دانش و توسعه، شماره ۲۸، ۱۹۳-۲۲۰.

۱۳. لگزیان محمد، بقایی جواد, همایونی راد محمدحسین (۱۳۹۱)، بررسی تاثیر نسبت های مالی بر پیش بینی سود شرکت و بازده سهام، اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه) : دوره ۱، شماره ۱، ۱۲۱-۱۲۵.

۱۴. مهرگان محمدرضا (۱۳۸۲)، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

15. Abdipoor S. Nasseri A. Akbarpour M. (2013). Integrating Neural Network and Colonial Competitive Algorithm: A New Approach for Predicting Bankruptcy in Tehran Security Exchange", Asian Economic and Financial Review, 3(11):1528-1539

16. Andr, J. De, Landajo, M. & Lorca, P. (2005). Forecasting business profitability by using classification techniques : A comparative analysis based on a Spanish case. European Journal Of Operational Research, 167, 518–542. doi:10.1016/j.ejor. 2004.02.018

17. Cao,q & Gan,Q, (۲۰۱۰), Forecasting EPS of Chinese Listed Companies Using Neutral Network With GA, International of Society Systems Science, Vol 2, No3, pp207-225.
18. Demuth Haward and Beal Mark, (۲۰۰۴), Matlab 6.5/Neutral Network Toolbar, Version 4,The Math works, inc, (CD-ROM), pp1-840.
19. Galal, H,Senussi, Muamar bennisa, sanja Vasin, (2014),Optimization Optimal Production Program Using Profitability Optimization by Genetic Algorithm and Neutral Network, International Journal of Mechanical Aerospace, industrial,Mechatronics & Manufacturing Engineering, vol8,pp913-918.
20. Göçken, Mustafa, özçalici,Mehmet,Boru, Asli,Tugha Dosdogru Ayse, (2016), Integrating Metaheuristics and Artificial Neutral Networks for Improved Stock Price Prediction, Expert Systems With Applications, Vol 44, pp320-331.
21. Hagan, MT, HB Demuth and M Beal (2004) Neutral Network Design PWS Publishing CO.Boston, MA.ISBN:0-534-94332-2.
22. Quang Chanh Le, Thanh Tung Khuat, Bich Loan Nguyen, and My Hanh L (2017), Forecasting Stock Price using Wavelet Neural Network optimized by Directed Artificial Bee Colony Algorithm, Journal of Telecumunation and Information Technology,45-51.
23. Varetto F. (1998). Genetic algorithms applications in the analysis of insolvency risk. Journal of Banking & Finance, vol. 22, issue 10-11, pages 1421-1439.

مطالعات اقتصاد، مدیریت مالی و حسابداری

دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۰۱- ۸۰

The Usage of Multilayer Perceptron Neural Network and ICA Algorithm in Stock`s Return Prediction

Negar Khosravi Pour [1], Behzad Yousefian Amirkhiz [2] *

1. *Faculty Member of Accounting Department, Faculty of Economics and Accounting, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
2. *MA in Applied Mathematics, Department of Mathematics, National University, Kashan, Iran*

Abstract

In this research, the goal is to determine the pattern by using financial variables to enhance the decision-makers' ability to use financial statements to predict corporate returns. For this purpose, the ability of two multi-layer perceptron neural network algorithms and colonial competition algorithm was investigated. The samples used in this study include companies accepted in the capital market of Iran between 2011 and 2015. The companies were divided into two educational groups: the company-years of the company (2011-2014 years) and the experimental group consisting of the company-year-end (company-year 2015). In order to predict the returns of the companies, the financial ratios predict the stock returns used by previous research. The results of this study showed that the combination of neural network model of multilayer perceptron and colonial competition algorithm with a 0.00481 error is more powerful in predicting stock returns than the multi-layer perceptron neural network model with a 0.1431 error.

Keyword: Multilayer Perceptron Neural Network, ICA Algorithm and Stock`s Return.