

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی هوش مصنوعی

بهینه سازی استراتژی معامله گری در بورس با

استفاده از الگوریتم کرم شب تاب

نگارنده: محمد اسماعیل هادیزاده نامقی

استاد راهنما

دکتر مرتضی زاهدی

مهر ۱۴۰۰

در این صفحه صورت جلسه دفاع را قرار دهید. لازم است پس از صحافی این صفحه مجدداً توسط دانشکده مهر گردد و استاد راهنما با امضای خود اصلاحات پایان نامه را تایید کند.

پاس خدایی را که به من این توفیق را عطا فرمود تا بتوانم قدمی در راه علم و دانش
بردارم و به گردآوری اطلاعات مربوط به این تحقیق پردازم.

تقدیم به:

پدرم که زندگی را از دستاش

و

مادرم که محبت را از نگاهش آموختم

سپاس خدایی را که به من این توفیق را عطا فرمود تا بتوانم قدمی در راه علم و

دانش بردارم و به کردآوری اطلاعات مربوط به این تحقیق پردازم.

اینجانب بدین وسیله از استاد گرامی جناب آقای دکتر مرتضی زاهدی کمال سپاس و تشکر خود را دارم که با

انتقال دانش خود در مورد روشهای کردآوری مطالب و انجام تحقیق و ثبت اطلاعات به دست آمده زمینه

لازم برای انجام این تحقیق را فراهم نمودند.

اسماعیل نادیراده

مهر ۱۴۰۰

تهدنامه

اینجانب محمد اسماعیل هادیزاده دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی دانشکده کامپیوتر دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بهینه سازی استراتژی معامله گری در بورس با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب تحت راهنمایی دکتر مرتضی زاهدی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

بورس اوراق بهادار به عنوان یک بازیگر بزرگ و اصلی در بخش مالی بسیاری از کشورها شناخته می‌شود. اکثر کارگزاری‌ها، که اغلب به معامله سهام می‌پردازند، از روشهای تکنیکال و یا بنیادین به جهت کسب سود بیشتر استفاده می‌کنند. اگرچه که اکثر این روش‌ها بدلیل ماهیت غیر خطی و ناپایدار بازارهای مالی از کارایی خوبی برخوردار نیستند.

در این کار سعی شده است تا بر خلاف اکثر کارهای انجام شده که به پیشبینی قیمت سهام در روزهای آتی می‌پردازند، با استفاده از روشهای مبتنی بر هوش مصنوعی به ارائه سیستمی برای بهینه کردن استراتژی معامله‌گری در بورس پرداخته شود. برای تحقق این هدف در ابتدا با استفاده از قیمت‌های بسته شدن سهام در روزهای گذشته به محاسبه اندیکاتور شاخص قدرت نسبی پرداخته می‌شود، که با این عمل تغییرات به محدوده ۰ تا ۱۰۰ مقادیر این اندیکاتور محدود می‌شود. در ادامه این بازه به چهار قسمت تقسیم می‌شود و سپس با استفاده از قابلیت‌های الگوریتم کرم شب تاب در جستجوی بهینه فضای مسئله سعی می‌شود تا مقادیری بهینه برای هر یک از این قسمت‌ها پیدا شود. سپس با استفاده از این مقادیر بهینه پیدا شده، با توجه به اینکه مقدار روز گذشته این اندیکاتور در کدام یک از این چهار ناحیه است به انجام معامله در روز معاملاتی بعد پرداخته شده است.

در ادامه نتایج بدست آمده نشان دهنده این است که این سیستم در مقابل سیستم مشابه بر پایه الگوریتم ژنتیک در پارامتر اندازه جمعیت با حداکثر تعداد، حداقل به میزان 6.4 درصد در سهام مخابرات و حداکثر به میزان ۳۱ درصد در سهام پارسین، در پارامتر اندازه مجموعه داده حداقل به میزان ۱۱ درصد در سهام مخابرات و حداکثر به میزان ۴۰ درصد در سهام پارسین روش مذکور نسبت به روش بر پایه الگوریتم ژنتیک بهبود ایجاد کرده است.

کلمات کلیدی : هوش مصنوعی، اندیکاتور شاخص قدرت نسبی، الگوریتم کرم شب تاب،

الگوریتم ژنتیک

فهرست مطالب

فهرست جدا اول	ی
فهرست اشکال	ک
فصل ۱: کلیات پژوهش	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ شرح و بیان مسئله پژوهشی	۲
۳-۱ اهمیت مسئله پژوهشی	۴
فصل ۲: مفاهیم پایه و کارهای پیشین	۷
۱-۲ مقدمه	۸
۲-۲ مفاهیم اولیه	۸
۱-۲-۲ نظریه آشوب	۸
۲-۲-۲ بازارهای مالی	۹
۳-۲-۲ فرایند سرمایه‌گذاری	۱۲
۴-۲-۲ روش‌های سرمایه‌گذاری در اوراق بهادار	۱۳
۵-۲-۲ فلسفه تحلیل تکنیکال	۲۰
۶-۲-۲ اندیکاتور شاخص قدرت نسبی (RSI)	۲۲
۳-۲ کارهای پیشین	۲۳
۴-۲ نتیجه‌گیری	۲۸
فصل ۳: الگوریتم کرم شب‌تاب	۳۱
۱-۳ مقدمه	۳۲
۲-۳ الگوریتم بهینه‌سازی کرم شب‌تاب	۳۴
۱-۲-۳ مفاهیم مرتبط با الگوریتم کرم شب‌تاب	۳۶
۳-۳ چند نمونه از کاربردهای الگوریتم کرم شب‌تاب	۳۸

۳۸	 ۱-۳-۳ کاربرد در زمینه مسائل بهینه‌سازی
۳۹	 ۲-۳-۳ کاربرد در زمینه کلاس بندی
۴۰	 ۳-۳-۳ کاربرد در زمینه مسائل مهندسی
۴۲	 ۴-۳ نتیجه گیری
۴۳	فصل ۴: ارائه روش پیشنهادی
۴۴	 ۱-۴ مقدمه
۴۴	 ۲-۴ روش پیشنهادی
۴۵	 ۳-۴ داده‌های ورودی
۴۵	 ۴-۴ جمعیت اولیه
۴۶	 ۵-۴ بردار موقعیت کرم در فضای مسئله
۴۷	 ۶-۴ پارامترهای الگوریتم
۴۸	 ۷-۴ جذابیت بین کرم‌های شب تاب
۴۹	 ۸-۴ فاصله بین کرم‌ها در فضای مسئله
۴۹	 ۹-۴ جستجوی فضای مسئله
۵۰	 ۱۰-۴ روش مورد مقایسه
۵۰	 ۱-۱۰-۴ روشی برپایه الگوریتم ژنتیک
۵۳	فصل ۵: نتایج و آزمایشات
۵۴	 ۱-۵ مقدمه
۵۴	 ۲-۵ شرایط آزمایشات
۵۴	 ۳-۵ مجموعه داده
۵۷	 ۴-۵ نتایج آزمایشات
۵۷	 ۱-۴-۵ اندازه مجموعه داده
۶۰	 ۲-۴-۵ تعداد تکرار
۶۲	 ۳-۴-۵ اندازه جمعیت
۶۶	 ۵-۵ نتیجه گیری
۶۷	فصل ۶: نتیجه گیری

۶-۱ جمع بندی و نتیجه گیری..... ۶۸

۶-۲ کارهای آتی..... ۶۹

مراجعه..... ۷۰

لغت نامه..... ۷۵

به ترتیب حروف الفبای فارسی..... ۷۶

به ترتیب حروف الفبای انگلیسی..... ۷۸

فهرست جداول

جدول ۴ - ۱ بردار موقعیت یک کرم فرضی.....	۴۶
جدول ۴ - ۲ پارامترهای مورد استفاده در الگوریتم.....	۴۷
جدول ۵ - ۱ میزان بهبود سود بدست آمده نسبت به روش مورد مقایسه.....	۶۰
جدول ۵ - ۲ میزان بهبود روش پیشنهادی در برابر روش مورد مقایسه.....	۶۵

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ مدل شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی مبتنی بر جستجوی هارمونی ۲۴
- شکل ۲-۲ معماری شبکه عصبی مورد استفاده برای پیش بینی قیمت ۲۷
- شکل ۱-۳ فلوچارت الگوریتم کرم شب تاب ۳۷
- شکل ۱-۵ تغییرات قیمت سهام آبادگران ۵۵
- شکل ۲-۵ تغییرات قیمت سهام مخابرات ۵۶
- شکل ۳-۵ تغییرات قیمت سهام پارسیان ۵۶
- شکل ۴-۵ میزان بهبود در سهام آبادگران نسبت به روش مورد مقایسه در پارامتر اندازه مجموعه داده . ۵۸
- شکل ۵-۵ میزان بهبود در سهام مخابرات نسبت به روش مورد مقایسه در پارامتر اندازه مجموعه داده . ۵۸
- شکل ۶-۵ میزان بهبود در سهام پارسیان نسبت به روش مورد مقایسه در پارامتر اندازه مجموعه داده .. ۵۹
- شکل ۷-۵ بررسی تاثیر تعداد تکرار در سود بدست آمده از سهام آبادگران ۶۱
- شکل ۸-۵ بررسی تاثیر تعداد تکرار در سود بدست آمده از سهام مخابرات ۶۱
- شکل ۹-۵ بررسی تاثیر تعداد تکرار در سود بدست آمده از سهام پارسیان ۶۲
- شکل ۱۰-۵ مقایسه سود بدست آمده با توجه به اندازه جمعیت در سهام آبادگران ۶۳
- شکل ۱۱-۵ مقایسه سود بدست آمده با توجه به اندازه جمعیت در سهام مخابرات ۶۴
- شکل ۱۲-۵ مقایسه سود بدست آمده با توجه به اندازه جمعیت در سهام پارسیان ۶۴

فصل ۱: کلیات پژوهش

۱-۱ مقدمه

افرادی که در بورس سرمایه‌گذاری می‌کنند نقش مهمی در تامین مالی منابع دارند که می‌توانند انگیزه‌های متفاوتی را دنبال کنند و در جهت جذب سرمایه تلاش کنند. هدفی که تمام افراد سرمایه‌گذار را به تلاش در این زمینه ترغیب می‌کند دستیابی به سود بیشتر و افزایش ثروت می‌باشد، که برای افزایش ثروت خود راه‌های گوناگونی را دنبال می‌کنند.

یکی از راه‌های افزایش سرمایه و ثروت، سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار است. با انتخاب بورس اوراق بهادار به عنوان مقصد سرمایه، موضوعاتی همچون نحوه انتخاب سهام و زمان مناسب برای خرید و فروش آن، سرمایه‌گذاران را با تصمیم‌گیری مواجه می‌سازد. یکی از روش‌های علمی که سرمایه‌گذاران امروزه از آن بهره می‌گیرند، تحلیل تکنیکال است. در پژوهش حاضر سودآوری روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی با ترکیب تحلیل تکنیکال مورد بررسی قرار گرفته است. این فصل به صورت اجمالی به کلیات پژوهش از جمله بیان مسئله، اهداف، اهمیت و ارزش، کاربرد نتایج، فرضیه‌ها، قلمرو و روش پژوهش اختصاص یافته است.

۱-۲ شرح و بیان مسئله پژوهشی

به عنوان یک تصمیم در حوزه امور مالی می‌توان از سرمایه‌گذاری نام برد که به افراد در کسب منفعت کمک می‌کند. سرمایه‌گذاری نتایج مهمی برای اقشار مختلف جامعه دارد و از تاثیرات آن بر توسعه اقتصادی نمی‌توان [1] چشم پوشی کرد. با توجه به جذابیت‌های روز افزون این بازارها و افزایش گرایش به این بازار، فرایند سرمایه‌گذاری روز به روز امری دشوارتر می‌شود و نیازمند تلاش‌های بیشتری در این زمینه می‌باشد. برای رسیدن به یک نتیجه مناسب در سرمایه‌گذاری باید بازه وسیعی از عوامل را در نظر قرار داد.

برای انجام سرمایه‌گذاری استفاده از فرصت‌های کوتاه مدت مانند تشخیص حرکت و روند قیمت یک لازمه می‌باشد. تحلیل تکنیکال به عنوان یکی از این روش‌ها انتخاب می‌شود. در این مدل تحلیل، به تجزیه و تحلیل قیمت‌ها و میزان معاملات در روزهای گذشته با هدف پیدا کردن الگوهای خاص در جهت پیشبینی تغییرات قیمت در روزهای آینده پرداخته می‌شود و عوامل خارجی مانند تغییرات سیاسی و سیاست‌های اقتصادی کشورها مدنظر قرار نمی‌گیرد. روش تکنیکال یک روش بررسی قیمت است که رفتار واقعی قیمت را در سری‌های زمانی مالی با داشتن این فرض که بازار کارایی قوی ندارد مورد ملاحظه قرار می‌دهد. بر اساس تحقیقات فاما [1] کارایی بازار را می‌توان در سه حالت ضعیف، قوی و متوسط مورد بررسی قرار داد. پژوهش‌هایی که در سال‌های پس از آن صورت گرفت بر شکل کارایی ضعیف بازار تاکید داشت. در بازاری که کارایی قوی دارد نمی‌توان از روش‌های تکنیکال استفاده کرد زیرا نمی‌توان قیمت‌ها را پیشبینی کرد و الگویی خاص را در آنها پیدا کرد. روش‌های تکنیکال بر اساس میزان و ارزش گذشته سهام انجام می‌شوند و به دنبال پیدا کردن یک الگوی مناسب برای آنها می‌باشد. در مقابل روش‌های تحلیل و بررسی بنیادین چرایی تغییرات قیمت را با در نظر گرفتن عوامل خارجی همچون صورت‌های مالی، میزان بازدهی سهام و غیره را مورد بررسی قرار می‌دهند. تحلیل تکنیکال بر سه اصل استوار است:

۱. قیمت شامل تمام اطلاعات می‌باشد.

۲. روندها عامل اصلی جابه‌جایی قیمت‌ها است.

۳. قیمت‌ها علاقه به تکرار شدن دارند.

سال‌های متمادی محافل علمی و دانشگاهی کارایی روش‌های تکنیکال را مورد سوال قرار دادند، ولی از همان ابتدا معامله‌گران حرفه‌ای آن را مورد پذیرش قرار داده بودند. محافل علمی از ابتدا روش‌های تکنیکال را در مقابل کارایی بازار قرار می‌دادند. ولی حرفه‌ای‌ها این عقیده را داشتند که الگوهای قیمت یک روند تکرار شونده دارند و می‌توان بر پایه آنها قیمت‌های آتی را بررسی و پیشبینی کرد، ولی آنها توضیحی بر پایه منطق برای این تکرارها نداشتند که بیان کنند. از اوایل دهه ۱۹۹۰ روش‌های

تکنیکال توجه بیشتری به خود جلب کرد و محافل علمی و مقالات متعدد، کارایی برخی از الگوهای تکنیکی را آشکار کرد. نتایج بدست آمده در تضاد با باورهای علمی قبلی بود که اصول بازار را تنها عامل موثر بر رفتار قیمت دارایی‌ها در نظر می‌گرفت، و نشان داد که بررسی و تحلیل قیمت‌های گذشته دارایی‌ها در میزان سود بدست آمده موثر بوده است. در تحقیقات اخیر انجام شده نشان داده شد که قیمت‌ها تا حدی قابل پیشبینی می‌باشند.

در پژوهش حاضر تلاش می‌شود تا از نماگرهای فنی بازار سهام به همراه استفاده از الگوریتم فراابتکاری کرم شب‌تاب، روشی ارائه شود که منجر به بهینه‌سازی استراتژی معامله‌گری در بازار شود. الگوریتم‌های فراابتکاری به دلیل اینکه می‌توانند فضای جستجو را به صورت بهینه‌تری جستجو کنند از پیچیدگی محاسباتی خوبی برخوردارند، به همین دلیل افراد به استفاده از این الگوریتم‌ها در مسائل بهینه‌سازی روی می‌آورند. در این مدل سعی می‌شود تا مشخص کنیم که با توجه به وضعیت روز قبل بازار، در روز جدید باید خرید انجام شود یا فروش و حجم این خرید و فروش را مشخص کنیم.

۱-۳ اهمیت مسئله پژوهشی

هوش مصنوعی در بورس، امروزه یکی از به روزترین روش های معامله گری است. یکی از مهمترین کاربرد های آن در بازار بورس می باشد. هوش مصنوعی در واقع شبیه سازی کردن رفتار های مشابه انسان است به طوری که بسیار دقیق تر از انسان کار خود را انجام می‌دهد.

استفاده از هوش مصنوعی در بورس بسیار مورد توجه است. اکنون به لطف پیشرفت‌های فراوان در زمینه تکنولوژی، پای هوش مصنوعی به بازارهای مالی نیز باز شده است و اثرات مثبت آن را در سراسر دنیا شاهد هستیم. به دلیل مزایایی که استفاده از هوش مصنوعی در بورس به همراه دارد، می‌توان گفت که در آینده شاهد تحولات عظیمی در این زمینه خواهیم بود.

از طریق هوش مصنوعی ماشین‌هایی طراحی و ساخته می‌شوند که شبیه به انسان عمل می‌کنند. یعنی بعد از شناخت و بررسی عوامل محیطی واکنش مناسبی را انجام می‌دهد. هوش مصنوعی در

جاهای زیادی کاربرد دارد به طور مثال جستجوگر گوگل بر اساس جستجوهای شما در مورد خرید لباس با سلیقه شما آشنا شده و در دفعات بعدی زمان جستجو بر اساس علایق شما موارد خاصی را به نمایش می‌گذارد. اکنون تاثیر هوش مصنوعی در بورس را بهتر متوجه خواهید شد.

فصل ۲: مفاهیم پایه و کارهای پیشین

۲-۱ مقدمه

در طی سالهای متمادی پژوهشهای زیادی در زمینه پیشبینی ارزش سهام انجام شده است. تعدادی از این پژوهشها براساس روشهای آماری و ریاضی و تعدادی براساس روشهای هوش مصنوعی از جمله شبکه عصبی، الگوریتم کرم شبتاب و الگوریتمهای ابتکاری مختلف دیگری صورت گرفته است که در این فصل ابتدا مفاهیم پایه سپس تعدادی از این پژوهشها با توضیح مختصری از هر مورد آورده شده است.

۲-۲ مفاهیم اولیه

۲-۲-۱ نظریه آشوب

بنیان نظریه آشوب توسط ریاضی دانانی چون ادوارد لورنز و جیمز یوک در دهه‌های ۱۲۹۰ و ۱۲۲۰ میلادی شکل گرفت. طرفداران این نظریه بر این باورند که در میان الگوهای ظاهراً تصادفی پدیده‌های مختلف از سیستم‌های هواشناسی گرفته تا سازمان‌ها و بازارهای بورس نوعی نظم وجود دارد، تلاش چالش برانگیز پژوهشگران سیستمی در این است که قواعدی را برای پیش‌بینی رفتار (سیستم‌های پیچیده به ظاهر غیر قابل پیش‌بینی) نامنظم کشف کنند. به عقیده مارگارت ویتلی هنگامی یک سیستم را غیرقابل پیش‌بینی می‌نامند که تعیین جایگاه بعدی آن غیر ممکن باشد و هیچگونه امکان پیش‌بینی در مورد آن وجود نداشته باشد. چنین سیستمی هرگز دوبار در یک مکان فرود نمی‌آید. اما طبق نظریه آشوب اگر ما چنین سیستمی را برای مدت کافی تحت نظر بگیریم، با بررسی حالات سیستم در لحظات گوناگون زمان متوجه می‌شویم که سیستم یاد شده همواره نظم

ذاتی خودش را به نمایش می‌گذارد. حتی غیر قابل پیش‌بینی ترین (آشفته ترین) سیستم‌ها نیز همواره در محدوده مرزهای معینی حرکت می‌کنند و هرگز از آن خارج نمی‌شوند. معمولاً درون بی‌نظمی و آشوب، الگویی از نظم وجود دارد که به طور شگفت‌انگیزی زیباست.

۲-۲-۲ بازارهای مالی

بازار مالی عاملی است که در آن مبادلات مختلفی شامل خرید و فروش کالاها، خدمات و دارایی‌های مالی بین عرضه‌کننده و متقاضی انجام می‌شود. در بازارهای مالی این عرضه و تقاضای کالا و دارایی‌ها است که در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند و قیمت‌ها را تعیین می‌کنند. عرضه‌کننده به افرادی گفته می‌شود که این توانایی را دارند تا نیازهای نقدینگی خود را در ازاء حدی از بازدهی به تعویق بیندازند. این عرضه‌کنندگان به دنبال این هستند که به سود حداکثری و ریسک حداقلی برسند. در برابر این افراد، افرادی هستند که در ازاء استفاده سریع‌تر از وجوه هزینه‌ای را متقبل می‌شوند.

در کشورهایی با اقتصادهای بزرگ و توسعه یافته، از بازارهای مالی به عنوان ابزاری توانمند به جهت تخصیص بهینه سرمایه‌های مازاد به افراد و سازمان‌ها و بنگاه‌هایی که نیاز به سرمایه دارند، جهت سرمایه‌گذاری و یا مصرف استفاده می‌کنند. هر اندازه که فرایند انتقال جریان‌های نقدی کاراتر باشد، اقتصاد هم بر حسب تولید و هم بر حسب تامین مالی بهره‌ورتر می‌شود. از مهم‌ترین کارایی‌های این بازارها که شامل بازارهای سرمایه، پول و بیمه در مسائل مالی می‌شود، استفاده بهینه از منابع پس اندازشده و سمت و سو دادن آن به سمت فعالیت‌های مولد اقتصادی می‌باشد. از دیگر کارایی‌های این بازار می‌توان به مشخص کردن قیمت وجوه و سرمایه، تحلیل و انتشار اطلاعات و بررسی ریسک اقتصادی اشاره کرد.

۲-۲-۱ بازار پول و سرمایه

بازار پول همان بازار وجوه کوتاه مدت است که وظیفه پاسخگویی به تقاضای وجوه کوتاه مدت بخش خصوصی و بخش دولتی را بر عهده دارد. فعالان این بازار در درجه اول افراد یا واحدهای دارای مازاد نقدینگی می باشند که عموماً به عنوان پس انداز کننده از طریق سیستم بانکی منابع مورد نیاز واحدهای اقتصادی دیگر را در اختیارشان می گذارند. به این ترتیب مهم ترین رسالت بازار پول ایجاد تسهیلات برای واحدهای اقتصادی جهت رفع نیاز نقدینگی (کوتاه مدت) و نیز تأمین سرمایه در گردش است. این اعتبارات غالباً به منظور تأمین اعتبار ارقام کوتاه مدت ترازنامه، جبران تنگناهای مالی و نیازهای تجاری واحدهای اقتصادی مورد استفاده قرار می گیرد.

بازار سرمایه بازار سرمایه گذاری بلند مدت است. استفاده از کلمه بلند مدت ناظر بر مطالبات مالی با موعد پرداخت بیش از یک سال می باشد و یا بدون تصریح نمودن موعد می باشد. به عنوان مثال زمانی که یک بنگاه اقتصادی اقدام به نشر اوراق قرضه می کند و برای مدتی طولانی بهره می پردازد، و قصد دارد با سرمایه به دست آمده سرمایه گذاری نماید و از سود بدست آمده بدهی خود را بازپرداخت کند.

در نگاه کلی تر، بازار پول و بازار سرمایه را از جنبه های زیر می توان متفاوت از یکدیگر شمرد:

- در بازار پول درجه ریسک پایین تر است.
- در بازار پول درجه نقدینگی بالاتر است.
- سرعت مبادلات در بازار پول بیشتر است.
- برخلاف بازار سرمایه، بازار پول مکان معینی ندارد.
- بازده متناسب با ریسک در بازار پول کمتر از بازار سرمایه است.

از دیدگاه اقتصادی و مدیریت مالی، بازارهای پول و سرمایه آنچنان که در بدو امر بنظر می‌رسد از یکدیگر منفک نیستند. برای نشان دادن رابطه بین این دو بازار، از ریسک در بازار اوراق بهادار استفاده می‌شود. سرمایه‌گذاری در دارایی‌های بدون ریسک نظیر اوراق قرضه دولتی، بازدهی برابر نرخ بهره این اوراق خواهد داشت. اما سرمایه‌گذاری در مجموعه‌ای از سهام، همراه با افزایش ریسک، بازده را نیز افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر خط اوراق بهادار می‌گوید که سرمایه‌گذار با قبول ریسک بالاتر، بازده مورد انتظار بیشتری را تقاضا می‌کند؛ عموماً ابزارهای بازار پول (در بلندمدت) بازده مورد انتظار پایین‌تری را نسبت به ابزارهای بازار سرمایه دارا می‌باشند.

۲-۲-۲-۲ بورس اوراق بهادار

بورس اوراق بهادار به معنی یک بازار متشکل و رسمی سرمایه است که در آن خرید و فروش سهام شرکت‌ها یا اوراق قرضه دولتی یا موسسات معتبر خصوصی، تحت ضوابط و قوانین و مقررات خاصی انجام می‌شود. مشخصه مهم بورس اوراق بهادار، حمایت قانون از صاحبان پس اندازها و سرمایه‌های راکد و الزامات قانونی برای متقاضیان سرمایه است. تعریف بورس اوراق بهادار از دید قانون تأسیس بورس اوراق بهادار مصوب اردیبهشت ۱۳۳۵ عبارت از بازار خاصی است که در آن داد و ستد اوراق بهادار توسط کارگزاران بورس طبق مقررات قانون مذکور انجام می‌گیرد.

به طور کلی بورس مکانی است که در آن قیمت کالا از طریق عرضه و تقاضا تعیین شده، و خرید و فروش در آن صورت می‌پذیرد. بنابراین عرضه و تقاضا عامل تعیین‌کننده‌ای در بورس است. بورس اوراق بهادار مهم‌ترین وسیله و سازو کار بازار سرمایه برای معاملات ابزارهای مالی است. ثمره این معاملات انتقال وجوه از طرف پس اندازکنندگان و سرمایه‌گذاران به طرف بنگاه‌ها و واحدهای اقتصادی یا دولت است که با کسری سرمایه و وجه نقد به منظور تأمین نیازهای مالی بلند مدت خود مواجه هستند، به نحوی که اهداف و نیازهای دو طرف تأمین می‌شود. بورس اوراق بهادار از سویی مرکز جمع‌آوری پس اندازها و نقدینگی بخش خصوصی به منظور تأمین مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری

بلند مدت است و از سوی دیگر، مرجع رسمی و مطمئنی است که دارندگان پس اندازهای راکد، می‌توانند محل نسبتاً مناسب و ایمن سرمایه‌گذاری را جستجو کرده و وجوه مازاد خود را برای سرمایه‌گذاری در شرکت‌ها به کار انداخته و یا با خرید اوراق قرضه دولت‌ها و شرکت‌های معتبر، از سود معین و تضمین شده‌ای برخوردار شوند.

۲-۲-۳ فرایند سرمایه‌گذاری

در فرایند سرمایه‌گذاری، فعالیت‌های مربوط به فرایند تصمیم‌گیری تفکیک شده و مورد بحث قرار می‌گیرد. جونز معتقد است با توجه به اهداف سازمان این فرایند تصمیم‌گیری به طور سنتی در یک فرایند دو مرحله‌ای صورت می‌گیرد: "تجزیه و تحلیل اوراق بهادار" و "مدیریت سبد سرمایه‌گذاری". تجزیه و تحلیل اوراق بهادار شامل ارزشیابی اوراق بهادار و تخمین مزایای تک تک سرمایه‌گذاری‌هاست. در حالی که مدیریت سبد سرمایه‌گذاری شامل تجزیه و تحلیل ترکیب سرمایه‌گذاری‌ها و مدیریت نگهداری مجموعه‌ای از سرمایه‌گذاری‌ها در قالب سبد سرمایه‌گذاری (پرتفوی) است. در دهه‌ی اخیر روند مباحث سرمایه‌گذاری از شیوه‌های انتخاب سهام (تجزیه و تحلیل اوراق بهادار) به سمت مدیریت سبد سرمایه‌گذاری تغییر جهت داده است.

درفریند سرمایه‌گذاری به چگونگی تصمیم‌گیری سرمایه‌گذار در اوراق بهادار قابل معامله و میزان سرمایه‌گذاری در هر کدام از انواع اوراق و زمان انجام سرمایه‌گذاری پرداخته می‌شود. شارپ و همکاران رویه‌ای شامل مراحل زیر را برای تصمیم‌گیری در این زمینه به عنوان اساس فرایند سرمایه‌گذاری مطرح می‌کنند.

الف) تعیین خط مشی سرمایه‌گذاری

در این مرحله به تعیین اهداف و میزان ثروت قابل سرمایه‌گذاری و شناسایی گونه‌های بالقوه دارایی‌های مالی به منظور قرار دادن در سبد سرمایه‌گذاری پرداخته می‌شود. اهداف سرمایه‌گذاری را باید بر اساس ریسک و بازده بیان کرد و شناسایی دارایی‌های مالی تشکیل دهنده سبد را باید بر

اساس اهداف سرمايه‌گذاري و ميزان ثروت قابل سرمايه‌گذاري و ملاحظات مالي سرمايه‌گذار صورت داد.

ب) تجزيه و تحليل اوراق بهادار

اين مرحله شامل ارزيابي اوراق بهادار به صورت جداگانه است. براي اين کار ابتدا بايد ويژگي هاي اوراق بهادار مختلف و عوامل تاثيرگذار بر آنها را ارزشيابي کرد. سپس به منظور برآورد و تخمين قيمت يا ارزش اين اوراق بهادار، يک مدل ارزشيابي را به کار گرفت.

ج) مديريت پرتفوليو

آخيرين گام در فرآيند سرمايه گذاري. انتخاب مجموعه از اوراق بهادار است که از ديدگاه سرمايه گذار داراي ريسک و بازده قابل قبول باشد. بديهي است اگر تمام سرمايه تنها در يک نوع اوراق بهادار سرمايه گذاري شود، کاري پرمخاطره اي است. تنوع بخشيدن به دارايي ها و خريدن انواع مختلف اوراق بهادار باعث خواهد شد که ريسک در مقايسه با بازده، بيشتر کاهش يابد.

۲-۲-۴ روش‌های سرمايه‌گذاري در اوراق بهادار

سرمايه گذاري در دارايي‌های مالي به روش‌های مختلفی صورت می‌گيرد. تفاوت اين روش، به خاطر تفاوت در ديدگاه‌های پيروان هر روش نسبت به روند قيمت اوراق بهادار در بازار است. بر اين اساس، روش‌های سرمايه گذاري در اوراق بهادار، به سه روش زير دسته بندي می‌شود:

۲-۲-۴-۱ تئوري مدرن پرتفوليو

تئوري های مدرن که ابتدا با نظريه هری مارکویتز شروع شد، بر اساس يک سری مفروضات خاصي مبني بر کارا بودن بازار شکل گرفته است. انتشار اطلاعات به صورت يکپارچه و در اختيار همگان بوده و شفافيت اطلاعات در معاملات حاکم است. مبنای اين روش بر پايه اين استدلال استوار است که احتمال خطر از دست دادن سرمايه يا سود يک نوع سهام در بازار بسيار بيشتر از مجموعه يا ترکيب

سهام است. لذا قاعدتا سرمایه گذار حرفه‌ای نباید تمامی سرمایه خود را در یک دارایی سرمایه گذاری کند (و منطق اقتصاد نیز این را تایید می کند)، بلکه بایستی آن را در مجموعه ای از سهام یا دارایی ها سرمایه گذاری کند که این مجموعه به پرتفوی معروف است. این روش روی بررسی ریاضی سهام متمرکز شده و در بازارهایی که دارای عمق زمانی و اطلاعاتی بالایی می باشند، کارایی موثر و مفیدی خواهد داشت.

از آنجا که این قبیل سرمایه گذاران توانایی پیش بینی دقیق آینده سهام را ندارند، از خرید و فروش مکرر سهام خودداری کرده و از سیاست خرید و نگه داری پیروی می کنند. مدل مارکویتز رهنمود و روش مناسبی را برای سرمایه گذار فراهم می کند که بر اساس آن، سرمایه گذار، پرتفوی بهینه اش را بر مبنای قدرت تحمل ریسک، بازده مورد انتظار، واریانس (یا انحراف معیار) بازده اوراق بهادار و کوواریانس یا همبستگی بین بازده اوراق بهادار ایجاد می کند. مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای که توسط شارپ [2] و موسین [3] توسعه داده شده، بر مبنای فرضیه ها و یافته های نظریه مدرن سرمایه گذاری و نظریه سبد سرمایه گذاری مارکویتز است که تأثیر انکار ناپذیری بر حوزه امور مالی و سرمایه گذاری داشته اند.

تهیه سبد سرمایه گذاری مرحله آخر در فرایند سرمایه گذاری محسوب می شود که شامل شناسایی و تعیین دارایی های مورد نظر برای سرمایه گذاری و یافتن نسبت سرمایه اختصاص یافته از ثروت سرمایه گذار به هر کدام از دارایی های منتخب است. در این مرحله سرمایه گذاران با توجه به نتایج مراحل قبلی اصول زیر را رعایت می کنند:

- تجزیه و تحلیل اوراق بهادار به صورت فردی و پیش بینی تغییرات قیمت هر کدام از آنها؛
 - پیش بینی تغییرات کلی قیمت سهام عادی و ارتباط آنها با اوراق بهادار با درآمد ثابت؛
 - تهیه سبدی که با یک سطح معین در بازده دارای حداقل ریسک باشد.
- در واقع سرمایه گذاران با توجه به برآورد میزان ریسک و بازده هر یک از اوراق بهادار، از طریق تجزیه و تحلیل فردی آنها و رابطه بین نرخ های بازدهی، می توانند به مجموعه ای دست یابند که در عوض

میزان معینی از ریسک دارای بالاترین نرخ بازده است.

۲-۲-۴ روش تجزیه و تحلیل بنیادی

تحلیل اساسی یا بنیادی، عبارت است از ارزیابی اطلاعات موجود در صورت‌های مالی، گزارش‌های مربوط به صنعت و عامل‌های اقتصادی، به منظور تعیین ارزش ذاتی شرکت [4].

طرفداران این روش تجزیه و تحلیل تاکید دارند که در هر لحظه اوراق بهادار، ارزش ذاتی دارند و این ارزش با درآمد آن سهم ارتباط دارد. بدین ترتیب تحلیل‌گران ارزش ذاتی، قیمت‌های جاری را تابعی از ارزش تنزیل شده جریان درآمدی آینده آن‌ها یا نسبت قیمت به درآمد می‌دانند. بدین ترتیب آن‌ها با تعیین نرخ رشد درآمد و پیش‌بینی درآمد سال آینده، قیمت ذاتی سهام را برای دوره جاری تخمین زده و با مقایسه با قیمت‌های واقعی به انجام معاملات اقدام می‌کنند [5]. درآمد بالقوه هر سهم وابسته به عواملی نظیر عملکرد شرکت، موقعیت صنعت و وضعیت اقتصادی است. با مطالعه دقیق این عوامل، تجزیه و تحلیل کنندگان می‌توانند تفاوت قیمت اوراق را از ارزش ذاتی آن‌ها محاسبه کرده و از این طریق منتفع شوند. بدین صورت که اگر قیمت بالاتر یا پایین‌تر از ارزش ذاتی باشد با انجام سفارشات فروش یا خرید سود زیادی عاید آن‌ها می‌شود. محققین در این زمان سعی کردند تأثیرگذاری عوامل کلان اقتصادی را بر روی قیمت‌ها در بورس نشان دهند. در این روش به منظور تحلیل گزینه‌های سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار، بایستی به چهار عامل اساسی ذیل که ارکان اصلی تحلیل بنیادین است، توجه نمود.

۱ بررسی و تحلیل اوضاع اقتصادی کشور

۲ بررسی صنعت مورد نظر

۳ تجزیه و تحلیل شرکت

۴ تعیین ارزش سهام شرکت

این روش از قدیمی‌ترین روش‌های انتخاب سهام است و با گسترش و نظام‌مند شدن آن به یکی از

روش‌های کارآمد در بازارهای پولی و مالی دنیا تبدیل شده است. نقطه ضعف این روش این است که فعالان بنیادی زمانی می‌توانند پیش‌بینی مناسبی داشته باشند که صورت‌های مالی شرکت‌های مورد بررسی آنها در دسترس باشد. به عبارت دیگر، این فعالان می‌توانند تنها ارزش سهام شرکت‌هایی را که صورت‌های مالی آنها در دسترس باشد، مورد بررسی قرار دهند. اساس تحلیل بنیادی، مقایسه قیمت سهم با یک قیمت معیار است که این قیمت معیار از روش‌های متفاوت بدست می‌آید.

در ادامه سه مورد از مهمترین روش‌ها بیان می‌شود:

۱. ارزش ذاتی سهم:

یکی از روش‌های تعیین ارزش سهام عادی محاسبه ارزش ذاتی آن است. ارزش ذاتی سهام عبارت است از مجموع ارزش فعلی جریان‌ات نقدی آینده که بر مبنای نرخ بازده مورد توقع صاحب سهم محاسبه می‌شود [6]. الگوهایی که برای محاسبه ارزش ذاتی سهام وجود دارند از نظر میزان جریان نقدی، زمان پرداخت و نرخ تنزیل دارای مفروضات مختلفی هستند.

۲. الگوهای ارزش گذاری سهم:

از جمله شناخته شده‌ترین الگوهای ارزش گذاری سهم با فرض فعالیت مادام‌العمر شرکت عبارتند از:

- پرداخت سود ثابت سالیانه

- مدل نرخ رشد ثابت

۳. ارزش گذاری بر اساس معیار قیمت بر درآمد هر سهم:

یکی از روش‌های اصلی ارزشیابی که اغلب مورد استفاده تحلیل‌گران قرار می‌گیرد، ضریب قیمت به سود هر سهم است. در واقع، اگرچه امروزه مدل‌های تنزیل سود تقسیمی بیشتر مورد توجه سرمایه‌گذاران و نشریات سرمایه‌گذاری است، ولی تجزیه و تحلیل گران اوراق بهادار این روش را بیشتر از مدل‌های تنزیل سود به کار می‌گیرند. این نسبت بیان می‌کند که سرمایه‌گذاران به ازای دریافت یک واحد سود حاضر به پرداخت چند واحد پول می‌شوند. برخی از سرمایه‌گذاران به این نکته پی‌برده‌اند شرکت‌هایی که انتظار می‌رود رشد آنها سریع باشد، ضریب قیمت به سود هر سهم آنها

بیشتر خواهد شد. بنابراین، نسبت P/E در صنایع مختلف بسته به نوع و شرایط آن صنعت متفاوت خواهد بود. همین P/E صنعت می‌تواند به عنوان معیاری برای خرید یا فروش سهام شرکت فعال در حوزه یک صنعت باشد. به این صورت که بر اساس فاصله ای که P/E یک شرکت با میانگین P/E صنعت فعال در آن را دارد، می‌توان انتظار بازدهی از سهام آن شرکت داشت.

۲-۴-۳ روش تحلیل تکنیکال

در بین سرمایه‌گذاران بازارهای سرمایه تحلیل تکنیکال نامی آشناست و اغلب در این بازار با واژه‌هایی همچون حمایت، مقاومت، میانگین متحرک و واگرایی مواجه شده‌اند. برای دهه‌های متمادی تحلیل تکنیکال در بین سرمایه‌گذاران بازارهای مالی جهانی از محبوبیت فراوانی برخوردار بوده است. تیلور و آلن [7] در پی مطالعه‌ای بر روی سرمایه‌گذاران بازار فارکس در لندن بیان نمودند که حداقل ۹۰٪ افراد، درصدی از تحلیل تکنیکی را در تصمیماتشان به کار می‌برند.

تحلیل تکنیکال، استفاده از رفتار گذشته قیمت و یا داده‌های بازار همانند حجم بازار است تا تصمیمات تجاری در بازار سرمایه اخذ گردد. این تصمیمات اغلب با قوانین ساده ناظر بر داده‌های تاریخی قیمت اتخاذ می‌شود. طبق قوانین تحلیل تکنیکال با مشاهده تغییراتی که در الگوهای قیمت رخ می‌دهد، تصمیم به خرید، فروش یا انتظار گرفته می‌شود. سرمایه‌گذاران بازار اوراق بهادار برای تصمیمات خود از الگوهای گسترده‌ای استفاده می‌کنند تا نتیجه مورد نظر حاصل شود [8].

تحلیل تکنیکال شامل مجموعه‌ای گسترده از تکنیک‌های طراحی شده برای پیش‌بینی قیمت با استفاده از داده‌های تاریخی است. انتخاب تکنیک مناسب با توجه به عوامل گوناگونی از جمله دسترسی به تکنیک‌ها صورت می‌گیرد. تکنیک‌های پیش‌بینی مورد استفاده در تحلیل تکنیکی عبارتند از: تحلیل نمودار، تحلیل شناسایی الگو، تجزیه و تحلیل چرخه و سیستم‌های کامپیوتری تحلیل تکنیکال. سیستم کامپیوتری تحلیل تکنیکال در جهت تشخیص روند بر پایه این فرضیه طراحی شده است که روند در آینده نیز ادامه می‌یابد. یک سیستم شامل مجموعه‌ای از الگوهای

تکنیکی است که از پارامترهای احتمالی تشکیل یافته و هر الگو، سیگنال‌های معامله ایجاد می‌کند . [9]

با وجود پذیرش سودمندی تحلیل تکنیکال از سوی معامله‌گران بازار اوراق بهادار، تئوریسین‌ها هنوز بر سراین موضوع به توافق نرسیده‌اند. بدین علت هر روزه تحقیقات گسترده‌ای بر روی هر یک از ابعاد این تحلیل انجام می‌گیرد. صاحب‌نظران پیشین این حوزه معتقد بودند که تحلیل تکنیکال به طور ضمنی بر رفتار عقلایی محدود افراد بازار متکی است و با کارایی بازار در تضاد است [10] .

بازارهای مالی چه بعنوان جولانگاه سوداگران و معامله‌گران و چه به عنوان مکانی مناسب برای سرمایه‌گذاری همواره مورد توجه صاحبان سرمایه بوده اما سوالی که برای تازه واردین به این عرصه مطرح می‌شود، نحوه و چگونگی تصمیم‌گیری فعالان و حرفه‌ای‌ها در بازار سرمایه است. اصولاً تجزیه و تحلیل قیمت‌ها به دو شیوه صورت می‌گیرد: روش اول بررسی چرایی تغییرات قیمت و عوامل تأثیرگذار بر تغییرات قیمت‌ها که به تحلیل بنیادی و یا فاندamental مشهور است و روش دوم تجزیه و تحلیل تغییرات رفتار قیمت که تحلیل تکنیکال نامیده می‌شود.

۲-۲-۴ تحلیل تکنیکال در برابر تحلیل بنیادی

هر دو روش تکنیکال و فاندamental همواره سعی بر حل یک مشکل واحد دارند و آن مشکل چیزی نیست جز پیش‌بینی این موضوع که قیمت‌ها تمایل دارند در چه جهتی حرکت کنند. در واقع آنها از دو راه متفاوت به یک مسئله واحد می‌پردازند. یک تحلیلگر فاندamental علت‌های تغییر قیمت را بررسی می‌کند. حال آنکه یک تحلیلگر تکنیکی اثرات آن را به چالش می‌کشد. تحلیل‌گر تکنیکی به تغییرات قیمت نیاز دارد و تحلیلگر فاندamental به علت‌ها و دلایل تغییر قیمت می‌پردازد [11] .

تحلیل بنیادی با مطالعه و بررسی اقتصاد، صنعت و وضعیت شرکت به ارزش واقعی سهام شرکت‌ها پی‌می‌برد. در این روش تحلیلگر معمولاً برای اطلاعات و داده‌های گنجانده شده در صورت‌های مالی شرکت‌ها تمرکز می‌کند و از این طریق می‌توان سهام شرکت‌ها را ارزش‌گذاری نمود. اما تحلیل

تکنیکی با بررسی قیمت‌های گذشته و حجم معاملات روند آینده قیمت‌ها را پیش‌بینی می‌کند. اساس این تحلیل‌ها بر استفاده از نمودار و رابطه‌های ریاضی متمرکز است تا بدین گونه روندهای کوچک و بزرگ بدست آید.

تجزیه و تحلیل بنیادی ارزش ذاتی هر سهم از سهام را تخمین می‌زند، در مقابل تجزیه و تحلیل تکنیکی به بررسی قیمت‌ها به جای ارزش‌ها می‌پردازد. تجزیه و تحلیل بنیادی از فاکتورهایی مانند ریسک بنگاه، نرخ رشد درآمدهای بنگاه، نرخ تنزیل، نسبت پرداخت سود سهام نقدی و درآمدهای بنگاه جهت تعیین ارزش ذاتی بنگاه استفاده می‌کند، اما تجزیه و تحلیل تکنیکی از عامل عرضه و تقاضا جهت تعیین قیمت بازاری سهام استفاده می‌کند. بین قیمت‌های بازاری که مبنای کار تجزیه و تحلیل‌گران تکنیکی است و ارزش ذاتی که مبنای کار تحلیل‌گران بنیادی است، تفاوت‌های بسیاری وجود دارد. اما آنچه مسلم است این است که ارزش بازاری سهام حول ارزش ذاتی آن نوسان می‌کند. و هرچه بازار سرمایه کاراتر باشد، دامنه این نوسانات کمتر خواهد بود. به طوری که در حالت کارایی کامل بازار سرمایه ارزش ذاتی و قیمت بازاری به یکدیگر نزدیک می‌گردند [12].

رویکرد بنیادی و تکنیکی در بازار سهام دو تفکر اساسی را طی سال‌ها به وجود آورد و بنیادگراها و کارشناسان تکنیکی در برابر هم قرار گرفته‌اند. اما به نظر می‌رسد نقاط مشترکی نیز برای مباحثه بین این دو گروه بوجود آمده است. معامله‌گران معتقدند تلفیق نظرات کارشناسی بنیادی و تکنیکی مکمل هم خواهد بود و زمینه‌های عمق بخشیدن به تصمیم‌گیری‌های منطقی را ایجاد خواهد نمود. این امر منطقی به نظر می‌رسد، چرا که تحلیل بنیادی در پاسخ به سوال چه سهمی و تحلیل تکنیکال در پاسخ به سوال چه زمانی می‌توانند به صورت مکمل در کنار هم مورد استفاده قرار گیرند.

لازم است توجه داشته باشیم که تحلیل بنیادی یک نقص بزرگ دارد. اگر مدتی از روش تحلیل بنیادی استفاده کنیم، در بسیاری اوقات ارزش سهام شرکت سودده برای مدت طولانی کاهش می‌یابد یا رزش سهام شرکت زیان ده در مدتی کوتاه، به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. اگر افراد منطقی عمل می‌کردند و احساسات خود را از تصمیمات سرمایه‌گذاریشان تفکیک می‌کردند، آنگاه روش

تعیین قیمت سهام بر اساس سود آینده یا همان "تحلیل بنیادی" به نحو قابل توجهی درست عمل می‌کرد. و از آنجا که انتظارات کاملاً منطقی داشتیم، قیمت‌ها تنها هنگامی تغییر می‌کرد که اطلاعات سهام منتشر می‌شد. اما در بازار واقعی این حالت هرگز اتفاق نمی‌افتد و بارها و بارها دیده شده شرکت‌هایی با سودهای بالا سقوط کرده‌اند و شرکت‌های زیان‌ده، ارزش سهامشان به نحو چشمگیری افزایش داشته است. بنابراین روند بازار صرفاً از سود و زیان و اطلاعات مالی شرکت‌ها تبعیت نمی‌کند، بلکه عوامل دیگری نیز در این زمینه تأثیر دارند و بازار در عین بی‌نظمی، نظم خاصی دارد.

۲-۲-۵ فلسفه تحلیل تکنیکال

صاحب نظران علم تکنیکال فلسفه این تحلیل را در قالب سه محور زیر به عنوان پایه‌های مباحث فلسفی و منطقی تحلیل تکنیکال بیان می‌کنند:

۱. همه چیز در قیمت‌ها لحاظ شده است

مهم‌ترین اصل تحلیل تکنیکال این است که همه چیز در قیمت لحاظ شده است. شاید به توان ادعا کرد این موضوع پایه و اساس تحلیل تکنیکال است. هر عاملی که بر قیمت سهام تأثیرگذار باشد، چه اقتصادی و چه سیاسی و یا روانشناختی به نوعی بر قیمت سهام اثر خواهد داشت و در نمودارهای قیمت منعکس می‌شود. به عبارتی هر تغییر قیمتی همراه با یک محرک خارجی است و این امر لزوم بررسی دقیق نوسان قیمت و تحلیل آن را نشان می‌دهد. درک و پذیرش این اصل منتج به این موضوع می‌شود که تحلیل قیمت‌ها تمام آن چیزی است که ما به آن نیاز داریم. پس با تحلیل نمودار قیمت و بررسی الگوهای تکنیکی، تحلیل‌گر می‌تواند بازار را به درستی درک کند و آینده آن را پیش‌بینی نماید.

تحلیل‌گران تکنیکی یا همان چارتیست‌ها بر این باورند که تغییرات قیمت تابعی از عرضه و تقاضا است. چنانچه تقاضا بیش از عرضه باشد، آنگاه قیمت صعود خواهد کرد و اگر عرضه بر تقاضا پیشی گیرد قیمت کاهش خواهد یافت. این تغییرات اساس تمام پیش‌بینی‌های اقتصادی و بنیادی است.

برداشت چارتریست‌ها این است که اگر قیمت به هر دلیلی بالا رفت پس باید تقاضا بر عرضه غلبه کرده و علل فاندamentالی تأثیر خود را گذاشته باشند و چنانچه قیمت سقوط کرد دلایل فاندamentالی بی اثر شده‌اند. قریب به اتفاق چارتریست‌ها بر این باورند که نیرویی که جهت عرضه و تقاضا را تغییر می‌دهد برآیند تغییرات فاندamentال و مربوط به اقتصاد بازار است و همین نیرو بر قیمت‌ها تأثیر می‌گذارد. این یک قانون است که چارتریست به هیچ وجه دخالتی در عوامل تأثیر گذار بر قیمت ندارد. تا زمانی که چارتریست بر این باور است که همه چیز در قیمت لحاظ شده است موفق خواهد شد که از بسیاری از افراد با تجربه بازار (که از این ابزار استفاده نمی‌کنند) سود بیشتری کسب نماید.

۲. قیمت‌ها بر اساس روندها حرکت می‌کنند

اصل بالا را می‌توان اساس همه متدهای تحلیل تکنیکال بیان کرد. هدف از ترسیم نمودار قیمت، شناسایی روند و پیش‌بینی جهت حرکت این روند است، پیش از آنکه قیمت‌های آتی، روند آینده را مشخص کنند. بسیاری از چارتریست‌ها بر این باورند که ماهیت روندها یکسان است و همواره کافی است که روند فعلی را ارزیابی کنیم. وقتی نوسانات بازار با روند مطابقت داشته باشد، این حرکت قابل تحلیل است اما یک بازار آشفته را نمی‌توان تحلیل کرد. با مسلم دانستن این موضوع که حرکت قیمت ناشی از روند است، دو مطلب قابل ذکر خواهد بود:

۱. روند جاری با احتمال بیشتری ادامه خواهد یافت چراکه قیمت‌ها دوست دارند که روند فعلی خود را حفظ کنند به جای آنکه تغییر جهت دهند.

۲. روند جاری ادامه خواهد یافت تا زمانی که روند مخالف جایگزین آن شود. بدین معنی که عوامل بازدارنده حرکت، آن را متوقف نماید.

۳. قیمت‌ها رفتارهای خود را تکرار می‌کنند.

تحلیل تکنیکال و پویایی بازار رابطه نزدیکی با روانشناسی انسان دارد. بنابراین، الگوهای گرافیکی قیمت در صد سال اخیر شناسایی و تقسیم‌بندی شده‌اند تا حالات روانشناسانه بازار را نمایش بدهند. این الگوها وضعیت روانی حاکم بر بازار را نشان می‌دهند که آیا بازار صعودی و یا نزولی است. از زمانی

که الگوها به خوبی در گذشته عمل کرده اند، فرض شده که در آینده نیز به همان خوبی جوابگو خواهند بود. پایه و اساس آنها علم روانشناسی است که این امر باعث می شود آنها را به عنوان اصول ثابت بپذیریم و بتوانیم به آنها اعتماد کنیم. به بیان دیگر، تاریخ تکرار می شود و این کلیدی برای پیش بینی آینده از طریق تحلیل گذشته می باشد.

۲-۲-۶ اندیکاتور شاخص قدرت نسبی (RSI)

این اندیکاتور تکنیکال یکی از محبوب ترین اندیکاتورهای تکنیکال در بین اکثر تحلیل گران است، از این رو شاخص قدرت نسبی نام گرفته است که قدرت تغییرات قیمت های اخیر بسته شده را با مقادیر پیشبینی شده از دوره های قبلی اندازه گرفته و آن را تبدیل به عددی بین ۰ و ۱۰۰ می کند. بنابراین اندیکاتور RSI نسبت حرکات صعودی و نزولی را اندازه گیری می کند و مقدار بدست آمده را طوری تعیین می کند که عددی بین ۰ تا ۱۰۰ باشد.

اگر اندیکاتور RSI عدد ۷۰ یا بزرگتر از آن را نشان دهد، بیان کننده آن است که قیمت در وضعیت حد اشباع خرید قرار گرفته است (در واقع قیمت بیش تر از حد انتظار بازار است)، اگر عدد ۳۰ و یا کمتر را نشان دهد به این معنی است که قیمت در محدوده اشباع فروش قرار دارد (در واقع قیمت بیشتر از انتظار بازار سقوط کرده است). عدد ۳۰ به معنی در کف بودن سهم و عدد ۷۰ به معنی در سقف بودن سهم می باشد.

فرمول محاسبه RSI:

$$RSI = 100 - \left(\frac{100}{1+RS} \right) \quad (1-2)$$

$$RS = \frac{\text{Average Gain}}{\text{Average Loss}} \quad (2-2)$$

فرمول استاندارد محاسبه این اندیکاتور بر پایه ۱۴ دوره زمانی است.

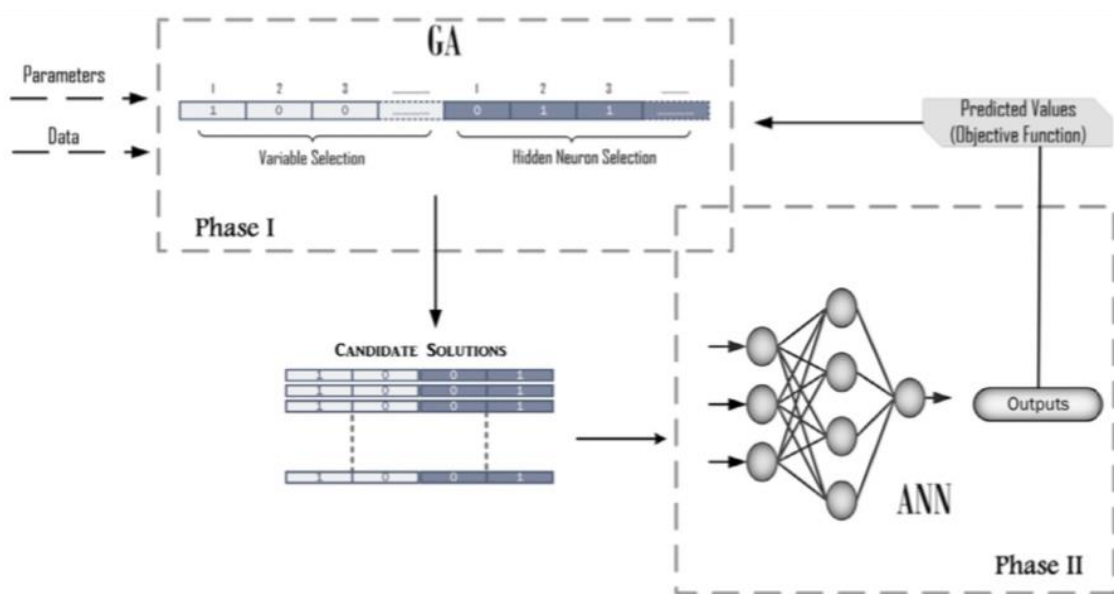
- First Average Gain = Sum of Gains over the past 14 periods / 14.
- First Average Loss = Sum of Losses over the past 14 periods / 14.
- Average Gain = [(previous Average Gain) x 13 + current Gain] / 14.
- Average Loss = [(previous Average Loss) x 13 + current Loss] / 14.

۳-۲ کارهای پیشین

در این زمینه کارهای متفاوتی تاکنون انجام شده است. از قبیل این کارها می‌توان به پیش‌بینی بازارهای مالی با استفاده از الگوریتم‌های اکتشافی مانند ACO, PSO, Genetic, Foraging, Bacterial, Firefly و شبکه عصبی اشاره کرد که هر کدام نتایج و دقت مربوط به خود را دارند.

گوچن، ازوکالیکی، برو و همکاران [13]، با استفاده از نماگرهای تحلیل تکنیکال و مدل شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی با الگوریتم‌های ژنتیک و جستجوی هارمونی به پیش‌بینی شاخص قیمت در بازار سهام ترکیه پرداختند. آنها در واقع با استفاده از سه مدل شبکه عصبی مصنوعی عادی، شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی مبتنی بر جستجوی هارمونی به پیش‌بینی شاخص پرداختند و سپس دقت پیش‌بینی در سه مدل را با استفاده از معیارهای خطای آماری مقایسه کردند. آنها نشان دادند که استفاده از روشهای فراابتکاری مشکلات عمده شبکه عصبی مصنوعی را از بین می‌برد. آنها در این پژوهش در مدل شبکه عصبی عادی، ۴۵ نماگر تکنیکال که از قبل تعیین شده بود را به عنوان متغیرهای ورودی وارد مدل کردند و همچنین تعداد متغیرهای لایه پنهان را به صورت دلخواهانه برابر ۱۱ در نظر گرفتند و با استفاده از شبکه عصبی ایجاد شده به پیش‌بینی شاخص قیمت پرداختند. در مدل هیبریدی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک، آنها ابتدا با استفاده از الگوریتم ژنتیک، تعداد ۲ نرون در لایه پنهان و از بین ۴۵ نماگر تکنیکال ۲۶ عدد را به عنوان مربوط‌ترین متغیرها به صورت بهینه تعیین کردند و سپس با شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی ایجاد شده به پیش‌بینی پرداختند. آنها همچنین با استفاده از الگوریتم جستجوی هارمونی، تعداد ۱۷ نرون در لایه پنهان و از بین ۴۵ نماگر تکنیکال، ۲۳ عدد را به عنوان مربوط‌ترین متغیرها به صورت بهینه

تعیین کردند و سپس با شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی ایجاد شده به پیشبینی پرداختند. در واقع با استفاده از مدل‌های هیبریدی فراابتکاری، تعداد متغیرهای ورودی مدل‌ها به نصف کاهش یافت و مقدار بهینه نرون در لایه پنهان نیز تعیین شد. سپس به محاسبه‌ی معیارهای خطا برای هر سه مدل پرداختند. مقدار معیارهای خطا در مدل‌های هیبریدی فرا ابتکاری از شبکه عصبی مصنوعی عادی کمتر بود که به این معنی است که دقت این مدل‌ها در پیشبینی بیشتر است. همچنین در مقایسه معیارهای خطای دو مدل هیبریدی به این نتیجه رسیدند که مقدار معیارهای خطا در مدل هیبریدی مبتنی بر جستجوی هارمونی از مدل هیبریدی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک کمتر است که به این معنی است که مدل شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی مبتنی بر جستجوی هارمونی پیشبینی‌های دقیق‌تری را ارائه می‌دهد که در شکل زیر نمای کلی کار نشان داده شده است.



شکل ۱-۲ مدل شبکه عصبی مصنوعی هیبریدی مبتنی بر جستجوی هارمونی

یکی از مزایای GA هم‌افزایی بین ژن‌ها است که از آن برای انتخاب پارامترهای ورودی شبکه استفاده می‌شود [14]. زیرا تعداد ناکافی نرون مانع از ایجاد رابطه و تعداد زیاد آن منجر به آموزش بیش از حد می‌شود.

در یکی دیگر از کارهای انجام شده در این زمینه می‌توان به ترکیب الگوریتم جستجوی هارمونی با

شبکه ANN پرداخت که در این کار دسته های چند تایی هارمونیک به صورت موازی با هم استفاده می‌شوند که یک موازی سازی خوب می‌تواند به پیاده‌سازی بهتر با کارایی بالاتر شود [15]. یک ترکیب مناسب از موازی سازی به همراه نخبه گرایی کلید موفقیت الگوریتم جستجوی هارمونی است و در هر حقیقت کلید موفقیت هر الگوریتم فراابتکاری می‌باشد [16]. از این الگوریتم هم برای تایین مقادیر ورودی شبکه و تعداد نرون‌های لایه مخفی استفاده می‌شود. این کار دیتاست را به دو دسته آموزش و تست تقسیم می‌کند و سپس قسمت آموزش را به جهت عمومی سازی بیشتر شبکه عصبی به چند قسمت دیگر تقسیم می‌کند.

بعضی از محققان سعی کرده‌اند تا از قدرت شبکه عصبی مصنوعی¹ در پیش‌بینی قیمت سهام در بورس نزدیک استفاده کنند [17] [18]. اگرچه که ANN قابلیت خود را برای حل مسائل غیر خطی در زمینه داده‌های بورسی نشان داده است، ولی انتخاب تصادفی وزن‌ها ممکن است به انتخاب بعضی از جواب‌های غیر بهینه منتج شود. به همین دلیل بسیاری از محققان به سمت روش‌هایی برای بهینه سازی برروی شبکه عصبی مصنوعی رفته‌اند. شبکه عصبی ANN توانایی یادگیری ممتازی دارد، ولی با توجه به وجود دیتاهای نویزی امکان دارد که عملکردی غیر پیوسته و ناکامل داشته باشد. در یکی از این کارها کیم [19] یک الگوریتم ژنتیک برای بهبود انتخاب وزن‌های بین لایه‌ها در کارهای مرتبط ارائه داده است.

در یکی دیگر از این کارها [20] سعی شده است تا قیمت بسته شدن سهام در روز معاملاتی بعدی شود. پیش‌بینی قیمت با توجه به اینکه چندین عامل از جمله شرایط اقتصادی، اقتصاد جهانی، گزارش‌های مالی شرکت‌ها و عملکرد آنها در آن تاثیر گذار است، عملی چالش برانگیز می‌باشد. بنابراین تکنیک‌هایی که به ماکزیمم کردن سود و مینیمم کردن ضرر بر اساس داده‌های سال‌های گذشته کمک می‌کنند، می‌توانند مفید واقع شوند [21][22]. دو روش تحلیل کلی از گذشته مرسوم

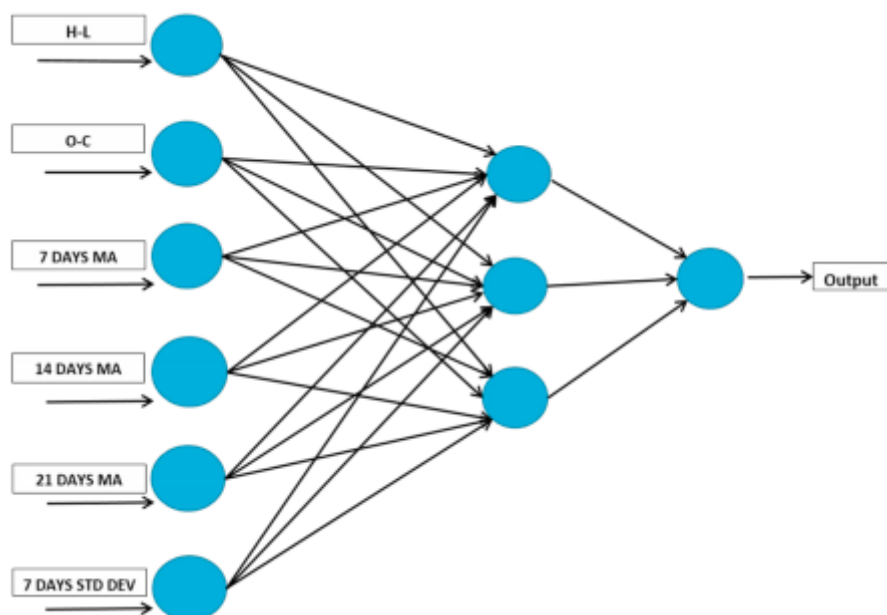
¹ Artificial neural network

بوده است. روش تحلیل تکنیکال که از داده‌های گذشته قیمت سهام شامل قیمت بسته شدن، باز شدن و حجم معاملاتی سهام استفاده می‌کند. روش دوم تحلیل بنیادین که بر اساس عوامل خارجی همچون وضعیت شرکت، وضعیت بازار، وضعیت اقتصادی و سیاسی و اطلاعات شرکت کار می‌کند. این روزها از تکنیک‌های هوشمند چه بر اساس تحلیل تکنیکال و چه بر اساس تحلیل بنیادی برای تشخیص وضعیت‌های پنهان بازار و روابط بین داده‌ها استفاده می‌شود. یکی از این تکنیک‌های هوشمند سازی یادگیری ماشینی است که به افزایش کارایی سیستم‌ها کمک کرده است. در یکی از

این کارها سعی شده است تا از ترکیب شبکه عصبی مصنوعی به همراه جنگل تصادفی^۱ سیستمی هوشمند برای پیش‌بینی قیمت ارائه شود. مدل شبکه عصبی استفاده شده در این کار شامل سه لایه ورودی، پنهان و خروجی می‌باشد. لایه ورودی دربرگیرنده شش نرون شامل قیمت باز شدن - قیمت بسته شدن، بالاترین قیمت - پایین‌ترین قیمت، میانگین متحرک^۲ ۷ روزه، میانگین متحرک ۱۴ روزه، میانگین متحرک ۲۱ روزه، انحراف از معیار استاندارد^۳ ۷ روزه می‌باشد. وزن‌های هر ورودی ضرب و جمع و سپس به سمت نرون‌های لایه میانی فرستاده می‌شود.

لایه مخفی یا لایه فعال ساز شامل سه نرون می‌شود. سپس وزن کلی حساب می‌شود و به سمت لایه آخر که همان لایه خروجی است فرستاده می‌شود. لایه خروجی شامل یک نرون می‌باشد که همان قیمت پیش‌بینی شده برای بسته شدن سهام در روز بعد را به ما می‌دهد.

جنگل تصادفی یک تکنیک یادگیری ماشین گروهی است که ایده استفاده از آن به این صورت می‌باشد که چندین درخت تصمیم‌گیری را با هدف تشخیص خروجی نهایی با هم ترکیب کرده می‌کند و از بررسی هر درخت تصمیم به صورت مجزا جلوگیری می‌کند و باعث کاهش واریانس مدل



شکل ۲-۲ معماری شبکه عصبی مورد استفاده برای پیش‌بینی قیمت

^۱ Random f
^۲ Moving average
^۳ Standard deviation

می‌شود. در این روش مسئله پیش‌بینی قیمت سهام به عنوان یک مسئله کلاس بندی در نظر می‌گیرد که این عمل منتج به کامینه کردن خطاهای پیش‌بینی می‌شود و بر اساس متغیرهای آموزش دیده قیمت بسته شدن سهام در روز بعدی را پیش‌بینی می‌کند.

پنتادو [23] در پژوهش خود تلاش کرد تا رابطه بین الگوهای روزانه تحلیل تکنیکال و اعتبار تحلیل تکنیکال را در بورس سهام برزیل در یک دوره ۸ ساله بررسی نماید. وی با انتخاب ده شرکت از بورس سهام برزیل الگوها و نمودارهای تکنیکال را ارزیابی نمود. الگوهای مورد استفاده وی شامل خط روند، خطوط حمایت و مقاومت، کانال‌ها، پرچم، اصول بادبزنی، مثلث و سر و شانه می‌شدند. نتایج نشان داد که بیش از ۷۵٪ الگوها در شناسایی روند آتی قیمت سهام موفق عمل می‌کنند. وی در پایان پژوهش خود این تفکر که خواندن الگوی قیمت‌ها که بر اساس داده‌های تاریخی تنظیم شده‌اند، ارزشی برای سرمایه‌گذار بورس اوراق بهادار ندارد، را رد کرد.

میلیونیس و پاپانایوتو [24] قدرت پیش‌بینی الگوی تحلیل تکنیکال، میانگین متحرک را از طریق آزمون شکل ضعیف کارایی بازار بررسی کردند. بدین منظور سه بازار اوراق بهادار نیویورک، اوراق بهادار آتن و اوراق بهادار وین را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که بازار اوراق بهادار نیویورک از ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۵ دارای کارایی ضعیف بوده است اما بورس اوراق بهادار آتن تنها در دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ و بازار اوراق بهادار وین از ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۵ با کارایی ضعیف بازار و در نتیجه کاهش قدرت پیش‌بینی میانگین متحرک روبرو بوده است.

۲-۴ نتیجه گیری

همانطور که مشاهده شد، دیدیم که پیش‌بینی قیمت سهام برای بسیاری از افراد و شرکت‌ها امری ضروری و لازم می‌باشد. پیش‌بینی این گونه بازارها با توجه به ماهیت غیرخطی و ناپیوسته داده‌های آنها و وجود عوامل تاثیر گذار خارجی زیاد اعم از شرایط شرکت‌ها، تاثیرات بازارهای مالی جهانی، صورت‌های مالی شرکت‌ها و عوامل پنهان و آشکار دیگر امری است بسیار دشوار و سخت، که نیازمند

روش‌های جدید می‌باشد.

به همین منظور سرمایه گذاری در روش‌های جدید و هوشمند برای پیش‌بینی رفتار آتی بازار روز به روز با گذشت زمان افزایش پیدا می‌کند و ضرورت استفاده از آنها بر همگان مشخص‌تر می‌شود. با توجه به مطالب بررسی شده در این فصل دیدیم که روش‌های بسیاری برای هوشمند کردن فرایند پیش‌بینی رفتار بازار ارائه شده است که تمام این کارها بر اهمیت موضوع صحنه می‌گذارد.

فصل ۳ : الگوی یتم کرم شب تاب

۳-۱ مقدمه

بهینه‌سازی به تغییر و دستکاری ورودی‌ها، عملیات ریاضی یا خصوصیات یک دستگاه گفته می‌شود که با هدف رسیدن به یک خروجی یا جواب بهینه انجام می‌شود. ورودی فرآیند بهینه‌سازی، متغیرهای مسأله‌ای هستند که قرار است به وسیله یکی از الگوریتم‌های خانواده روش‌های بهینه‌سازی عددی پردازش و جواب‌های بهینه آن مشخص شود. خروجی فرآیند بهینه‌سازی، برازندگی^۱ نامیده می‌شود؛ به فرآیند یا تابعی که قرار است توسط الگوریتم‌های بهینه‌سازی پردازش شود، تابع هدف^۲ گفته می‌شود.

الگوریتم‌های بهینه‌سازی عددی مبتنی بر فرایندهای طبیعی، به یکی از مهم‌ترین زیر شاخه‌های حوزه محاسبات تکاملی^۳ تبدیل شده‌اند. این دسته از روش‌های محاسباتی، الگوریتم‌هایی هستند که برای حل مسائل مختلف و بهینه‌سازی عددی آن‌ها پیاده‌سازی شده‌اند. یکی از مهم‌ترین نمونه‌های چنین الگوریتم‌هایی، الگوریتم ژنتیک (و دیگر الگوریتم‌های مبتنی بر این روش محاسباتی) است که از مکانیزم‌های الهام گرفته شده از تکامل زیستی (نظیر جهش^۴، ترکیب^۵، تولید مثل^۶، انتخاب طبیعی^۷ و بقای بهترین‌ها^۸) برای تولید جواب‌های کاندید، جهت حل یک مسأله بهینه‌سازی، استفاده می‌کنند. به این مکانیزم‌ها، عملگرهای تکاملی نیز گفته می‌شود. جواب‌های کاندید، نقش نمونه‌ها را در جمعیت ایفا می‌کنند. تابع هزینه نیز برازندگی محیطی را که جواب کاندید در آن قرار دارد را مشخص می‌کند. الگوریتم‌هایی نظیر الگوریتم ژنتیک، الگوریتم کلونی مورچگان، الگوریتم کرم شب‌تاب، الگوریتم بهینه‌سازی فاخته و سایر موارد از جمله مهم‌ترین الگوریتم‌های تکاملی هستند.

^۱ Fitness

^۲ Objective Function

^۳ Evolutionary Computation

^۴ Mutation

^۵ Recombination

^۶ Reproduction

^۷ Natural Selection

^۸ Survival of Fittest

در این میان، الگوریتم‌های مبتنی بر هوش ازدحامی^۱ و الگوریتم‌های فرا اکتشافی چند عامله^۲ جایگاه ویژه‌ای در حوزه بهینه‌سازی عددی دارند و به عنوان یکی از داغ‌ترین سوژه‌های تحقیقاتی در این حوزه قلمداد می‌شوند. الگوریتم‌هایی نظیر بهینه‌سازی ازدحام ذرات^۳، که زیر مجموعه الگوریتم‌های فرا اکتشافی چند عامله و مبتنی بر هوش ازدحامی است، جزء پیشرفته‌ترین الگوریتم‌های توسعه داده شده در بهینه‌سازی و دیگر کاربردهای مشابه هستند.

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، در سال ۱۹۹۵، توسط دو دانشمند به نام‌های کندی و ابرهارت [25] ابداع شده است. الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات بر پایه رفتارهای ازدحامی^۴ گونه خاصی از موجودات زنده نظیر رفتارهای اجتماعی پرواز پرندگان برای یافتن غذا یا حرکت گروهی و در جهت یکسان ماهی‌ها الهام گرفته شده است. همانطور که پیش از این اشاره شد، به چنین رفتاری در موجودات زنده، که الهام بخش توسعه برخی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی معروف نیز هستند، هوش ازدحامی گفته می‌شود.

با اینکه الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات وجه شباهت‌های زیادی با الگوریتم ژنتیک دارد، ولی از لحاظ ساختاری، به مراتب ساده‌تر از این الگوریتم است؛ دلیل این امر این است که در الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، از عملگرهای تکاملی نظیر ترکیب یا آمیزش و جهش استفاده نمی‌شود. در این الگوریتم، از مکانیزم‌های تکاملی نظیر تصادفی بودن اعداد حقیقی و ارتباطات سراسری میان ذرات ازدحامی، جهت رسیدن به تکامل و دستیابی به جواب بهینه سراسری استفاده می‌شود. از سوی دیگر، از آنجایی که تمامی نمایش‌های تولید شده از جمعیت، کدبندی‌های^۵ متناظر از موجودیت‌های

¹ Swarm Intelligence

² Multi-Agent Meta-Heuristic Algorithm

³ PSO

⁴ Swarm Behaviors

⁵ Encodings

جمعیت^۱ و مکانیزم‌های تکاملی استفاده شده برای همگرایی به جواب‌های بهینه (در الگوریتم بهینه‌سازی ذرات)، مبتنی بر عملیاتی هستند که عمدتاً روی اعداد حقیقی انجام می‌شوند، پیاده‌سازی آن نیز راحت‌تر از الگوریتم ژنتیک خواهد بود.

۳-۲ الگوریتم بهینه سازی کرم شب تاب

یکی از صحنه‌های جذاب و زیبایی که گردشگران و ساکنین مناطق استوایی یا معتدل، در آسمان شب‌های فصل تابستان، با آن مواجه می‌شوند، نور چشمک‌زن کرم‌های شب تاب است. تا به امروز، چیزی حدود ۲ هزار گونه متفاوت از کرم‌های شب تاب در دنیا به ثبت رسیده است و بیشتر آن‌ها، نورهای چشمک‌زن متناوب و کوتاهی را تولید می‌کنند. معمولاً، هر یک از گونه‌های کرم شب تاب، الگوهای نور چشمک‌زن یکتا و منحصر به فردی تولید می‌کنند.

نور چشمک‌زنی که توسط کرم‌های شب تاب ساطع می‌شود، در نتیجه فرایند زیستی به نام لومینسانس زیستی ایجاد می‌شود که سبب ایجاد پدیده شب تابی در کرم‌های شب تاب می‌شود. تاکنون، بحث‌ها و مطالعات زیادی در مورد کارکرد این نورهای چشمک‌زن انجام شده است ولی دانشمندان نتوانستند به نظریه واحدی در رابطه با کارکرد واقعی آن‌ها دست پیدا کنند. با این حال، دو کارکرد بنیادی فرایند لومینسانس زیستی و شب تابی حاصل از آن، عبارتند از:

□ جذب کردن جنس مخالف برای جفت‌گیری و آمیزش

□ جذب کردن طعمه‌های محتمل به سمت خود

علاوه بر این، محققان دریافته‌اند که کرم‌های شب تاب از نورهای چشمک‌زن به عنوان یک مکانیزم محافظتی جهت ارسال هشدار به دیگر کرم‌های شب تاب موجود در محیط استفاده می‌کنند. ریتم یا تناوب نور چشمک‌زن، نرخ چشمک زدن نور و مدت زمان چشمک زدن نور توسط کرم‌های شب تاب،

¹ Population

بخش‌های مختلف سیستم ارتباطی میان کرم‌ها (جهت جفت‌گیری با جنس مخالف یا هشدار به کرم‌های شب تاب موجود در محیط در مورد خطرات محتمل) را شکل می‌دهد.

به عنوان نمونه، در هنگام جفت‌گیری کرم‌های شب تاب، کرم ماده (از یک گونه خاص) به الگوی چشمک زن منحصر به فرد کرم‌های مذکر (از همان گونه خاص) واکنش نشان می‌دهد. همچنین، در برخی از گونه‌های کرم شب تاب نظیر فوتوریس^۱، کرم ماده این قابلیت را دارد که الگوی چشمک زن منحصر به فرد دیگر گونه‌ها (جهت جفت‌گیری) را تقلید کند. با چنین کاری، کرم شب تاب ماده می‌تواند کرم‌های مذکر گونه‌های دیگر را، که برای جفت‌گیری به سمت کرم ماده حرکت کرده‌اند، به دام بیاورد و بخورد. یکی از نکاتی که باید در مورد الگوی چشمک زن نوری کرم‌های شب تاب به خاطر داشته باشید این است که شدت نور^۲ در یک فاصله مشخص، r ، از منبع نور^۳، از قانون مربع معکوس^۴ تبعیت می‌کند. به عبارت دیگر، شدت نور، I ، با افزایش فاصله، r ، مطابق با رابطه $I \propto \frac{1}{r^2}$ کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر این، هوا نور را جذب می‌کند که به نوبه خود سبب می‌شود تا شدت نور، با افزایش فاصله، ضعیف و ضعیف‌تر شود.

ترکیب این دو عامل مهم سبب می‌شود تا کرم‌های شب تاب، تنها از فاصله مشخصی قابل مشاهده باشند؛ معمولاً، در تاریکی شب، نور چشمک‌زن کرم‌های شب تاب از فاصله چند صد متری قابل رؤیت است که برای مشاهده شدن توسط دیگر کرم‌ها و برقراری ارتباط با آن‌ها کفایت می‌کند.

نور چشمک‌زن تولید شده توسط کرم‌های شب تاب را می‌توان به گونه‌ای فرمول‌بندی کرد که متناظر با تابع هدفی باشد که قرار است توسط الگوریتم‌های بهینه‌سازی بهینه شوند؛ چنین کاری به محققان اجازه می‌دهد تا بتوانند الگوریتم‌های بهینه‌سازی جدید را فرمول‌بندی و پیاده‌سازی کنند. در ادامه این مطلب، ابتدا مفاهیم مقدماتی و نحوه فرمول‌بندی کردن الگوریتم کرم شب تاب مورد بررسی قرار

¹ Photuris

² Light Intensity

³ Light Source

⁴ Inverse Square Law

می‌گیرد. سپس، جزئیات مرتبط با پیاده‌سازی و تحلیل الگوریتم کرم شب تاب بررسی خواهد شد.

۳-۲-۱ مفاهیم مرتبط با الگوریتم کرم شب تاب

در این بخش، جهت پیاده‌سازی الگوریتم بهینه‌سازی الهام گرفته شده از رفتار کرم شب تاب، ویژگی‌های مشخصه مرتبط با رفتار کرم شتاب و الگوی نور چشمک‌زن تولید شده توسط آن‌ها فرمول‌بندی خواهد شد. جهت ساده‌سازی فرمول‌بندی کردن الگوریتم کرم شب تاب، از قواعد زیر استفاده می‌شود:

۱. تمامی کرم‌های شب تاب، تک جنسی^۱ هستند. به عبارت دیگر، کرم‌های شب تاب، فارغ از جنسیت آن‌ها، مجذوب دیگر کرم‌های شب تاب موجود در فضای مسأله خواهند بود.
۲. در الگوریتم کرم شب تاب، جذابیت^۲ یک کرم شب تاب متناسب با روشنایی^۳ آن کرم خواهد بود. به عبارت دیگر، به ازاء هر دو کرم شب تاب چشمک‌زن، کرمی که نور کمتری دارد به سمت کرمی که نور بیشتری جذب خواهد شد. بنابراین، جذابیت کرم شب تاب، متناسب با روشنایی آن خواهد بود.

- وقتی که فاصله بین دو کرم افزایش پیدا می‌کند، مقدار جذابیت و روشنایی آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، وقتی که فاصله دو کرم شب تاب از یکدیگر بیشتر می‌شود، علاوه بر اینکه جذابیت آن‌ها برای یکدیگر کاهش پیدا می‌کند، روشنایی (قابل رؤیت) آن‌ها برای یکدیگر نیز کاهش پیدا می‌کند. در صورتی که روشنایی یک کرم شب تاب خاص از دیگر کرم‌ها بیشتر باشد، به طور تصادفی در محیط حرکت خواهد کرد (به سمت هیچ یک از کرم‌های دیگر جذب نخواهد شد).

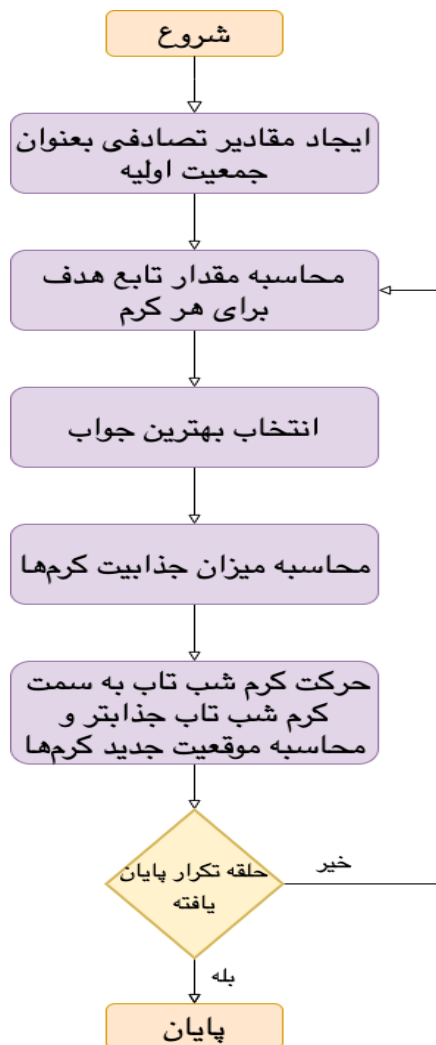
¹ Unisex

² Attractiveness

³ Brightness

۳. روشنایی یک کرم شب تاب، از ویژگی‌های مشخصه تابع هدف تأثیر می‌پذیرد و یا به وسیله آن مشخص می‌شود. در مسائل بیشینه‌سازی^۱، روشنایی را می‌توان متناسب با مقدار تابع برازندگی^۲ مشخص کرد.

بر اساس این سه قاعده، می‌توان گام‌های اساسی مورد نیاز برای پیاده‌سازی الگوریتم کرم شب تاب را فرمول‌بندی کرد. گام‌های اساسی الگوریتم کرم شب تاب در فلوچارت زیر نمایش داده شده است.



شکل ۱-۳ فلوچارت الگوریتم کرم شب تاب

¹ Maximization

² Fitness Function

۳-۳ چند نمونه از کاربردهای الگوریتم کرم شب تاب

از کاربردهای الگوریتم کرم شب تاب می توان به استفاده از آن در مقالات مختلف اشاره کرد، که در آنها از این الگوریتم در زمینه های مختلفی همچون کلاس بندی، دسته بندی، بهینه سازی و کاهش محاسبات اشاره کرد.

۳-۳-۱ کاربرد در زمینه مسائل بهینه سازی

یکی از کارهایی که در زمینه بهینه سازی با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب انجام شده است، تحقیق [26] است، که در آن با استفاده از الگوریتم مذکور سعی شده است تا به حل مسائل بهینه سازی ترکیبی ساختاری پیوسته/گسسته بپردازند.

در یکی دیگر از کارهای انجام شده در این حوزه می توان به کار [27] اشاره کرد که در این کار سعی شده است تا با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب به حل مسأله تاثیرات محیطی و اقتصادی توزیع انرژی بپردازد و میزان تاثیرات را به کمترین حالت برساند. در این کار سعی شده است تا با بهینه کردن روند تولید و توزیع انرژی در نیروگاه های تولید برق با استفاده از انرژی فسیلی، به تولید گازهای گلخانه ای کمتر برسند و در نتیجه به آلودگی های محیطی کمتر و صرفه جویی اقتصادی برسند.

در کار دیگر انجام شده در این زمینه می توان به کار [28] اشاره کرد، که در این کار سعی شده است تا با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب به پیدا کردن مکان و اندازه بهینه برای شبکه های توزیع انرژی بپردازد تا به افزایش کارایی سیستم منتج شود.

در یکی دیگر از کارهایی که در زمینه بهینه سازی انجام شده است، سعی شده تا با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب به حل مسئله زمان بندی خرید کار^۱ (JSSP) پرداخته شود که اکثر آنها در زمینه مسائل

¹ Job shop scheduling problem

غیر قطعی سخت^۱ دسته بندی می‌شوند. هدف از انجام این تحقیق نشان دادن کارایی الگوریتم فراابتکاری کرم شب تاب برای حل مسائل jssp می‌باشد. از دیگر اهداف این تحقیق نشان دادن تاثیر تنظیم مناسب پارامترها در این روش فرا ابتکاری و همچنین میزان کارایی الگوریتم با استفاده از تنظیمات متفاوت می‌باشد. در این کار برای نشان دادن کارایی، آزمایش‌های محاسباتی بر اساس پنج مجموعه داده معروف در زمینه jssp طراحی شده است تا کارایی استفاده از این الگوریتم را در دو حالت استفاده از تنظیمات پارامترهای بهینه و غیر بهینه نشان دهد [29].

در یکی دیگر از این تحقیقات به بهینه سازی شکل و سایز جرم ساختاری با استفاده از الگوریتم مذکور و محدودیت‌های فرکانس طبیعی پرداخته است [30]. کاهش جرم باعث ایجاد تداخل‌هایی با محدودیت‌های فرکانسی در زمانی که محدودیت پایینی دارند می‌شود و دلیل آن این است که شکل‌های حالت ویبره می‌توانند به راحتی با همدیگر در زمان تغییر شکل عوض شوند. در این کار سعی شده تا از الگوریتم کرم شب تاب به عنوان موتور بهینه‌سازی استفاده شود. یکی از ویژگی‌های این الگوریتم که منجر به مناسب بودن برای این کار می‌شود، ارزیابی‌های غیر گرادیانی آن است که می‌تواند بر روی یک تابع هدف واحد این ارزیابی را انجام دهد. این ویژگی، زمانی که با مسائل بهینه‌سازی غیر خطی با محدودیت‌های متعدد رو به رو هستیم، باعث می‌شود تا از رفتار عددی بد در زمان ارزیابی گرادیان جلوگیری کند.

۳-۲-۳ کاربرد در زمینه کلاس بندی

الگوریتم‌های کلاس بندی فرایندهایی هستند برای انتخاب یک فرضیه از میان مجموعه‌ای از آنها که بهترین همخوانی را برای یک مجموعه‌ای از داده‌ها یا مشاهدات دارد [31]. در یکی از این کارها سعی شده است تا روشی بر پایه الگوریتم کرم شب تاب برای انتخاب ویژگی ارائه

¹ Non-deterministic Polynomial (NP) hard

شود. داده‌های نا مربوط نویزی و داده‌هایی با ابعاد بالا، کارکرد سیستم‌های استخراج داده و یادگیری ماشین را کاهش می‌دهند. یکی از روش‌های مورد استفاده در استخراج داده کاهش ابعاد داده‌ها با استفاده از انتخاب ویژگی می‌باشد. این کار با هدف انتخاب زیر مجموعه‌ای از ویژگی‌ها که نماینده ویژگی‌های اصلی در دامنه مسئله می‌باشند، انجام می‌شود [32].

شبکه‌های پایه شعاعی، نوعی از شبکه‌های عصبی هستند که در آنها از توابع پایه شعاعی به عنوان تابع فعال ساز استفاده می‌کنند. در یکی از تحقیق‌های انجام شده سعی شده تا با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب تعداد نرون‌های بهینه برای لایه پنهان شبکه عصبی را مشخص کنند تا شبکه عصبی پایه شعاعی بهترین عملکرد را داشته باشد [33].

در تحقیق دیگری سعی شده تا کارایی الگوریتم کرم شب تاب در خوشه بندی داده‌ها نشان داده شود. خوشه بندی یک روش معتبر و پر استفاده در تحلیل داده‌ها برای شناسایی گروه‌های همگن اشیاء بر اساس مقادیر ویژگی‌ها می‌باشد. در این کار سعی شده با استفاده از الگوریتم مذکور به خوشه بندی بر روی مسائل هدف پردازند [34].

۳-۳-۳ کاربرد در زمینه مسائل مهندسی

الگوریتم کرم شب تاب به یکی از مهم‌ترین ابزارها برای حل مسائل طراحی بهینه در کارکرد روتین مهندسی تبدیل شده است. تقریباً در تمام حوزه‌های مهندسی این الگوریتم کارایی دارد که اکثر مطالعات انجام شده در حوزه مهندسی و صنعت می‌باشد [31].

یکی از این کارها طراحی کنترلر فازی بر پایه الگوریتم کرم شب تاب می‌باشد، که از این کنترلر در نیروگاه‌های تولید برق برای کنترل فرکانس بار در شرایط نا متوازن بودن میزان تولید و مصرف استفاده می‌شود [35].

یکی دیگر از استفاده‌های این الگوریتم در صنعت مهندسی می‌تواند الهام گرفتن از فرایند همگام‌سازی چشمک زدن کرم‌ها، به منظور همگام کردن حرکت ربات به صورت مستقل با استفاده از معماری

کنترلی غیر متمرکز باشد [36].

محاسبات تعادل فاز و تحلیل پایداری فاز در سیستم‌های واکنشی و غیر واکنشی نقش اساسی در شبیه سازی، طراحی و بهینه سازی فرایند واکنشی و فاز جدا سازی در مهندسی شیمی دارد. در یکی از این کارها برای حل این مسائل چالش برانگیز که اغلب چندین متغیره و غیر خطی هستند، از الگوریتم کرم شب تاب برای محاسبات تعادل فاز استفاده شده است [37].

در این زمینه می‌توان به یکی دیگر از کارهای انجام شده اشاره کرد که در آن سعی شده تا با استفاده از این الگوریتم به مدیریت استفاده از منابع در سنسورهای شبکه‌های بیسیم پردازد. با این کار استفاده سنسورها از منابع تا اندازه قابل قبولی بهبود پیدا کرده است و از استفاده بیهوده از منابع جلوگیری شده است. پس از آن این سیستم در دنیای واقعی پیاده سازی شده و نتایج آن به نمایش گذاشته شده است [38].

در یکی دیگر از این کارها سعی شده تا با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب به تشخیص ساختار شکل بهینه برج‌های انتقال نیرو پردازد. این الگوریتم سعی می‌کند تا به تقلید رفتار کرم‌های شب تاب شامل ارتباطات، جستجوی غذا و جفت یابی با استفاده از الگوهای چشمک زن متفاوت پردازد. در این مقاله یک الگوریتم کرم شب تاب انطباقی ارائه شده است که با استفاده از روش‌های امکان پذیر موجود سعی در مدیریت محدودیت‌ها دارد. این یک روش با کارایی بالا در بهبود میزان همگرایی است، و همچنین برای کارهای بهینه‌سازی با هزینه بالا مانند ساختارهایی در ابعاد بزرگ مناسب می‌باشد [39].

در کار دیگری که در این زمینه انجام شده است، سعی شده تا با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری به فرایند انتخاب یک پرتفولیو مناسب کمک کند [40]. طرح‌های هوشمند ترکیبی کارایی خودشان را در حل مسائل بهینه سازی NP-hard اثبات کرده‌اند. فرایند بهینه کردن پرتفولیو به مسئله پیدا کردن ترکیب بهینه دارایی‌ها و مقادیر متناظرشان اشاره دارد، که می‌توانند نیازهای یک هدف سرمایه‌گذاری و محدودیت‌های مختلف آن را بر طرف کند. در این کار یک روش فرا ابتکاری ترکیبی هوشمند ارائه

شده است که در آن الگوریتم کلونی مورچگان و کرم شب تاب با هم ترکیب شده‌اند تا به حل مسئله پیچیده مدیریت پرتفولیو کمک کنند. تابع هدف استفاده شده در این تحقیق ماکزیمم کردن سود است که از ترکیب ضریب ریسک و بازگشت سرمایه تشکیل شده است. هدف از انجام این تحقیق نشان دادن کارایی استفاده از روش‌های فرابتکاری در انتخاب پرتفولیو می‌باشد.

۳-۴ نتیجه گیری

با توجه به تحقیقات انجام شده و نمونه‌هایی که در بالا اشاره شد، می‌توان دید که استفاده از الگوریتم‌های تصادفی الهام گرفته از طبیعت کاربرد زیادی در مسائل مختلف مهندسی و صنعتی دارند. که در اینجا به طرز ویژه‌ای استفاده و کاربرد الگوریتم کرم شب تاب در این حوزه‌ها نشان داده شد و مشاهده شد که این الگوریتم کارایی بالایی در بهبود فرایندهای بهینه سازی دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از این الگوریتم در حوزه‌های مختلف منتج به بهبود عملکرد می‌شود و می‌توان به نتایج به دست آمده از آن تکیه کرد.

فصل ۴ : ارائه روش پیشنهادی

۴-۱ مقدمه

در این فصل به ارائه روش استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب برای انجام آزمایشات می‌پردازیم. در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از الگوریتم مذکور به پیشبینی روند بازار در روز آتی پرداخته و بر اساس پیش‌بینی انجام شده در روز آینده معامله انجام دهیم و پس از آن بررسی کنیم که معاملات انجام شده بر این اساس شامل چه میزان سود و چه میزان ضرر میشود. دیتاهای موردنظر برای این پژوهش شامل تغییرات قیمت سهام آبادگران، مخابرات و پارسین از بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

۴-۲ روش پیشنهادی

در این پژوهش سعی شده تا روشی جدید برای ارزیابی امکان‌پذیر بودن پیش‌بینی روند بازارهای مالی با تمرکز بر روی بورس اوراق بهادار تهران ارائه شود. در این روش معاملاتی ما از اندیکاتور شاخص قدرت نسبی^۱ که یکی از ابزارهای تحلیل تکنیکال می‌باشد، نیز استفاده کرده‌ایم. با توجه به این که اعداد تولید شده توسط این اندیکاتور در بازه ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد، این بازه را به چهار قسمت شامل (بزرگتر از ۷۰، بین ۵۰ تا ۷۰، بین ۳۰ تا ۵۰ و کمتر از ۳۰) تقسیم کرده‌ایم. بنابراین موقعیت هر کرم در فضای مسئله شامل یک بردار چهار عددی می‌باشد. این اعداد بیانگر این است که در هر روز معاملاتی باید با توجه به اینکه مقدار اندیکاتور شاخص قدرت نسبی در روز معاملاتی قبل در کدام یک از این بازه‌ها قرار می‌گیرد، اقدام به خرید یا فروش سهام کنیم و اینکه با چه حجمی معاملات خود را انجام دهیم. اعداد مثبت بیانگر این است که باید خرید انجام دهیم و اعداد منفی بیانگر این است که باید اقدام به فروش سهام موجود کرده و شرایط مناسب خرید نمی‌باشد. حال ما تلاش می‌کنیم تا با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب بهینه‌ترین حالت ممکن

^۱ RSI

برای این ضرایب را بدست آوریم.

برای پیش برد این هدف در ابتدا ما از داده‌های بورس اوراق بهادار تهران به عنوان دیتا مورد نیاز استفاده می‌کنیم. در این پژوهش ابتدا یک جمعیت اولیه انتخاب می‌کنیم و پس از آن برای هر کرم در آغاز کار یک مکان را در فضای مسئله به صورت تصادفی ایجاد می‌کنیم. پس از آن به انجام معامله پرداخته و براساس نتایج بدست آمده از معاملات برپایه موقعیت هر کرم در فضای مسئله، آن کرمی که بیشترین سود را بدست آورده باشد به عنوان جذاب ترین موقعیت انتخاب می‌شود و مابقی کرم‌ها مکان خود را براساس بهترین مکان بدست آمده بروزرسانی می‌کنند، این عمل را به تعداد دفعات محدود تکرار می‌کنیم و در پایان بهترین موقعیت بدست آمده، در اصل همان ضریب‌های معاملاتی ما می‌باشد که بر اساس آن معاملات را انجام می‌دهیم.

۳-۴ داده‌های ورودی

داده‌های ورودی این روش معاملاتی شامل قیمت‌های سهام می‌باشد، که برای محاسبات اندیکاتور و انجام معاملات استفاده می‌شود. قیمت‌های سهام به شکل کلی شامل قیمت باز شدن، بسته شدن، بالاترین قیمت و پایین ترین قیمت معامله شده سهم در هر روز کاری می‌باشد.

۴-۴ جمعیت اولیه

الگوریتم کرم شب تاب مانند بسیاری از الگوریتم‌های تکاملی دیگر کار خود را با استفاده از یک جمعیت اولیه شروع می‌کند. در این پژوهش جمعیت اولیه برابر با $n = 40$ در نظر گرفته شده است. این عدد با توجه به پژوهش‌های انجام شده در این زمینه انتخاب شده است که در آنها بیان شده که بازه ۲۵ تا ۴۰ در اکثر کاربردها بیشترین کارایی را شامل می‌شود.

۴-۵ بردار موقعیت کرم در فضای مسئله

با توجه به مطالب بیان شده در مورد تقسیم بندی بازه مقادیر اندیکاتور شاخص قدرت نسبی به چهار زیربازه، بنابراین هر کرم شب تاب در فضای مسئله شامل یک بردار چهار عددی می باشد که هر عدد آن بیانگر استراتژی معاملاتی در آن بازه می باشد.

جدول ۴ - ۱ بردار موقعیت یک کرم فرضی

موقعیت کرم	$rsi \leq 30$	$30 < rsi \leq 50$	$rsi \leq 70$ $50 <$	$70 < rsi$
مقدار	۵	-۲	۴	-۷

با توجه به نمودار فوق مشاهده می شود که کرم با توجه به مقادیر اندیکاتور قدرت نسبی، اعداد مختلفی را شامل می شود، که این اعداد همان وزن های مورد استفاده برای انجام معامله در روش مورد نظر می باشد. در این روش هر عدد بیان می کند که با چه حجمی باید اقدام به معامله شود، یعنی باید ضریب بدست آمده را در پله معاملاتی خود ضرب کرده و به آن میزان اقدام به معامله کرد. همچنین مقدار مثبت و منفی این اعداد بیانگر این است که در چه جهت باید به بازار وارد شد. مقادیر منفی بیانگر این است که باید اگر از آن سهام داریم مبادرت به فروش آن سهام بکنیم و مقادیر مثبت بیانگر اقدام به خرید آن سهام می باشد.

۴-۶ پارامترهای الگوریتم

پارامترهای استفاده شده در این پژوهش به شرح زیر می باشد:

جدول ۴-۲ پارامترهای مورد استفاده در الگوریتم

Alpha (α)	0.5
Gamma (γ)	1
Number of generations	100
Number of firefly (n)	40

که در اینجا تابع هدف یا همان objective function که سعی در ماکزیمم کردن آن داریم، برابر است با تابعی که میزان سود حاصله از معامله با این الگوریتم را محاسبه می کند. مقادیر پارامترهای استفاده شده از تحقیق [41] انتخاب شده است که در آن مقادیر بهینه این الگوریتم بیان شده است. همانطور که قبلاً بیان شده است، مقدار پارامتر α بیانگر میزان استفاده از قابلیت های تصادفی سازی در مراحل حرکت کرم ها می باشد. مقدار این پارامتر از گیر کردن در بهینه های محلی جلوگیری می کند. برای اینکه از روی جواب رد نشویم در نمونه هایی از این الگوریتم می توانیم مقدار این پارامتر را به شماره نسل مرتبط کنیم و هرچه جلوتر می رویم، میزان تغییرات آن را کاهش دهیم. پارامتر γ بیانگر ضریب جذب نور در هوا می باشد. این ضریب باعث می شود که هرچه فاصله بین دو کرم بیشتر شود میزان جذابیت آنها برای یکدیگر کاهش پیدا کند و به عبارتی با فاصله رابطه عکس دارد. اگر مقدار این پارامتر را برابر با ۰ در نظر بگیریم الگوریتم تبدیل به الگوریتمی می شود که تنها یک هدف که همان بهینه سراسری است را پیدا می کند. اگر مقدار آن برابر با بی نهایت انتخاب شود هم این الگوریتم به یک الگوریتم ساده تصادفی تبدیل می شود. مقدار n هم بیانگر جمعیت و تعداد کرم های استفاده شده در این الگوریتم می باشد. این مقدار با توجه به مقادیر ارائه شده در [41] بیان شده است.

۷-۴ جذابیت بین کرم‌های شب تاب

در هنگام فرمول‌بندی کردن الگوریتم کرم شب تاب، نیاز است تا به دو مسأله اساسی توجه شود: تغییرات شدت نور و فرمول‌بندی کردن جذابیت متقابل کرم‌های شب تاب. برای ساده‌سازی فرآیند فرمول‌بندی کردن الگوریتم کرم شب تاب، می‌توان فرض کرد که جذابیت یک کرم شب تاب، بر اساس روشنایی این عامل (کرم شب تاب) مشخص می‌شود؛ که روشنایی کرم شب تاب نیز به نوبه خود، به تابع هدف کدبندی شده جهت حل یک مسأله خاص مرتبط است. در ساده‌ترین حالت و برای یک مسأله بیشینه‌سازی، می‌توان مقدار پارامتر روشنایی I یک کرم شب تاب را، که در مکان خاص X قرار دارد، از طریق رابطه‌ای نظیر $I(X) \propto f(x)$ به دست آورد. با این حال، مقدار پارامتر جذابیت β یک کرم شب تاب نسبی است و باید توسط دیگر کرم‌ها مشخص شود (به عبارت دیگر، فاصله میان کرم‌های شب تاب، نقش مستقیمی در جذابیت آن‌ها (جذب آن‌ها به سمت یکدیگر) خواهد داشت. بنابراین، پارامتر جذابیت β ، بر اساس فاصله r_{ij} میان کرم شب تاب i و کرم شب تاب j ، تغییر پیدا خواهد کرد. علاوه بر این، هر چقدر که فاصله از منبع نور بیشتر شود، شدت نور کاهش پیدا می‌کند. همچنین، نور هنگام گذر از واسطه‌هایی نظیر هوا، توسط آن جذب می‌شود. در نتیجه، الگوریتم کرم شب تاب باید به گونه‌ای فرمول‌بندی شود که بر اساس درجات جذب مختلف، مقدار پارامتر جذابیت نیز تغییر پیدا کند.

از آنجایی که جذابیت یک کرم شب تاب، متناسب با شدت نوری است که توسط کرم‌های شب تاب مجاور (همسایه) مشاهده می‌شود، پارامتر جذابیت β یک کرم شب تاب را می‌توان از طریق رابطه زیر تعریف کرد:

$$\beta = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \quad (۱-۴)$$

که در آن β_0 میزان جذابیت در $r = 0$ می‌باشد [41].

۴-۸ فاصله بین کرم‌ها در فضای مسئله

فاصله بین هر دو کرم شب تاب i و j در موقعیت مکانی x_i و x_j یک فاصله در صفحه دکارتی می‌باشد که با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2}, \quad (4-2)$$

که با استفاده از فرمول بالا فاصله دکارتی بین هر دو کرم محاسبه می‌شود. فرمول بالا بیان می‌کند که x_{i_k} ، k امین عنصر مختصات فضایی x_i از i امین کرم می‌باشد [41].

۴-۹ جستجوی فضای مسئله

یکی از معیارهای کارایی هر الگوریتم تکاملی جستجوی بهتر فضای مسئله می‌باشد، که الگوریتم کرم شب تاب نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. به جهت جستجوی بهتر و پوشش هرچه بیشتر فضای مسئله ما جمعیت اولیه را به صورت تصادفی تولید می‌کنیم، که این عمل منجر به جستجوی بهتر در فضای سراسری مسئله می‌شود. در ادامه الگوریتم مذکور برای حرکت در فضای مسئله از فرمول زیر استفاده می‌کند:

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2} (x_j^t - x_i^t) + a_t \epsilon_i^t \quad (3-4)$$

که در آن هر کرم موقعیت خود را در فضای مسئله بر اساس موقعیت جذاب‌ترین کرم بروزرسانی می‌کند و با این عمل تمام کرم‌ها سعی می‌کنند در تکرارهای بعدی تمرکز خود را بر نواحی اطراف بهترین کرم گذاشته و حرکات خود را بر آن محدوده از فضای مسئله محدود کنند تا از جستجوی بیهوده در فضای مسئله جلوگیری شود. یکی از معضلات این الگوریتم‌ها گرفتار شدن در بهینه محلی می‌باشد، که برای رفع آن باید فکری اندیشید. برای این منظور در قسمت سوم فرمول فوق از پارامتر تصادفی سازی α استفاده شده است، که مقدار این پارامتر به صورت تصادفی انتخاب می‌شود تا با

اعمال میزانی حرکت تصادفی مانع از همگرایی و گرفتار شدن در بهینه محلی تا حد ممکن شود. مقدار اولیه‌ای که برای آن در نظر گرفته شده است برابر با ۰.۵ می‌باشد، که می‌توان آن را با توجه به شرایط مسئله تغییر داد.

۴-۱۰ روش مورد مقایسه

۴-۱۰-۱ روشی برپایه الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی تطبیقی برپایه نظریه انتخاب طبیعی داروین و ژن‌ها در سیستم‌های زیستی می‌باشد، که یک روش جایگزین امیدوار کننده‌ای برای روش‌های اکتشافی متداول می‌باشد. این الگوریتم با یک مجموعه از جواب‌های کاندید که به آنها جمعیت گفته می‌شود کار می‌کند. بر اساس نظریه زنده ماندن بهترین‌ها از داروین این الگوریتم جواب‌های بهینه را بعد از یک سری محاسبات تکراری بدست می‌آورد. این الگوریتم تولید جواب‌های پیاپی مناسب به عنوان جواب‌های جایگزین تا زمانی که به نتایج قابل قبول نرسیم، را تضمین می‌کند.

این الگوریتم شامل یک تابع برازش می‌باشد که کیفیت جواب‌های بدست آمده را مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد. جمعیت‌ها در این الگوریتم به وسیله کروموزوم‌ها نشان داده می‌شوند. این روش جستجو با استفاده از دو عملگر جهش و ترکیب میزانی از حرکت و تغییر تصادفی را بکار می‌گیرد تا از گرفتار شدن در بهینه‌های محلی جلوگیری کند. کروموزوم‌ها برای تولید جمعیت جدید انتخاب می‌شوند. هرچه کروموزوم مقدار مناسب تری داشته باشد احتمال انتخاب شدن بالاتری برای تولید جمعیت نسل بعدی دارد. عملگر ترکیب یک عملگر مهم در این الگوریتم است که به جواب‌های جدید اجازه جستجوی بهتر فضای مسئله را می‌دهد. این عملگر روش تصادفی برای مبادله ژن بین دو کروموزوم است که شامل یک نقطه، دو نقطه و حالت چندتایی می‌باشد. در عملگر جهش هر بیت به

صورت خاص در مکان خودش تغییر پیدا می‌کند. به عنوان مثال در جهش دودویی مقدار ۰ به ۱ و برعکس تغییر می‌کند.

در این کار از کروموزوم‌هایی با ۴ ژن استفاده شده است، که نماینده چهار بازه اندیکاتور شاخص قدرت نسبی می‌باشد. در این الگوریتم جمعیت اولیه را به صورت تصادفی ایجاد می‌کنیم. عمگر ترکیب استفاده شده در این روش تک نقطه‌ای می‌باشد، که نقطه ترکیب را به صورت تصادفی انتخاب می‌کنیم. برای انجام جهش هم ژن منتخب برای جهش را به صورت تصادفی انتخاب می‌کنیم. در مبحث پیاده سازی این الگوریتم مابقی موارد شامل تعداد تکرار و اندازه جمعیت برابر با مقادیر استفاده شده در الگوریتم کرم شب تاب در نظر گرفته شده است.

فصل ۵: نتایج و آزمایشات

۵-۱ مقدمه

حال که به این قسمت از کار رسیده‌ایم وقت آن رسیده تا به بررسی نتایج حاصله پرداخته و میزان کارایی پژوهش مورد نظر را مورد بررسی قرار دهیم.

ما در این فصل به بررسی مجموعه داده مورد استفاده در این آزمایش می‌پردازیم. یکی از مهم‌ترین قسمت‌های هر پژوهش علمی مجموعه داده‌هایی است که در آن پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مجموعه از این نظر اهمیت زیادی دارد که اگر این مجموعه داده دارای تنوع مناسب نباشد و تمام حالات ممکن را در بر نگرفته باشد، نمی‌توان به نتایج حاصل از آن آزمایش استناد کرد.

و در ادامه از این داده‌ها برای انجام آزمایشات بر روی روش مورد نظر پرداخته و نتایج بدست آمده را مورد بررسی قرار می‌دهیم تا میزان کارایی سیستم مورد نظر را تحلیل کنیم.

۵-۲ شرایط آزمایشات

در این کار برای انجام آزمایشات فرضیاتی در نظر گرفته شده که عبارت‌اند از:

۱. سرمایه اولیه در نظر گرفته شده برای این آزمایش برابر با $100/000/000$ تومان می‌باشد.
۲. واحد معاملاتی در نظر گرفته شده برای این امر برابر است با $1/000/000$ تومان می‌باشد.

و برای پیاده‌سازی این سیستم از زبان برنامه نویسی جاوا در محیط برنامه نویسی IntelliJ استفاده شده است. سیستم استفاده شده برای این امر یک سرور لینوکسی با ۳۲ گیگابایت رم می‌باشد.

۵-۳ مجموعه داده

با توجه به اهمیت بالا مجموعه داده در نتایج آزمایش‌ها، در این پژوهش مجموعه داده با دقت بالایی انتخاب شده است. برای انجام آزمایش‌ها ما از داده‌های قیمت سهام شرکت آبادگران، مخابرات و پارس‌یان استفاده کرده‌ایم.

مجموعه داده استخراج شده برای سهام شرکت آبادگران در بازه زمانی ابتدا سال مالی ۱۳۹۴ تا سال مالی ۱۳۹۷، برای سهام شرکت مخابرات در بازه زمانی سال مالی ۱۳۹۴ تا ابتدای سال مالی ۱۳۹۸ و برای سهام شرکت پارسیان در بازه زمانی ابتدا سال مالی ۱۳۹۱ تا ابتدا سال مالی ۱۳۹۵ انتخاب شده است تا تمام حالات موجود در بازار که شامل (روند صعودی، روند نزولی و بدون روند) می شود را در برگیرد. در ادامه به نمایش نمودار خطی سهام های مذکور می پردازیم تا از کیفیت داده ها اطمینان حاصل شود. نمودار خطی از این جهت که در این پژوهش فقط روند کلی بازار مورد نظر است بهترین روش برای نمایش داده می باشد.



شکل ۵-۱ تغییرات قیمت سهام آبادگران



شکل ۲-۵ تغییرات قیمت سهام مخابرات



شکل ۳-۵ تغییرات قیمت سهام پارسین

در شکل‌های بالا ما تغییرات کلی قیمت سهام‌های بورسی آبادگران، مخابرات و پارس‌یان را مشاهده می‌کنیم، که در آن ما می‌توانیم سه حالت رنج، صعودی و نزولی بازار را مشاهده کنیم. حال که داده‌های ما برای انجام این آزمایش مشخص شد، به انجام آزمایشات بر روی سهام مورد نظر می‌پردازیم و نتایج حاصله را نمایش می‌دهیم تا میزان سود بدست آمده از این روش معاملاتی مشخص شود.

۴-۵ نتایج آزمایشات

در این قسمت ابتدا با استفاده از روش مذکور به انجام معامله می‌پردازیم و در انتهای هر روز میزان سرمایه موجود را محاسبه می‌کنیم و سپس میزان سود به دست آمده بر حسب درصد را با تغییرات واقعی قیمت سهام بر حسب درصد مقایسه می‌کنیم.

برای بدست آوردن میزان سود در انتهای هر روز معاملاتی از فرمول زیر استفاده می‌کنیم.

(۱-۵) سرمایه اولیه (-) قیمت بسته شدن سهام در همان روز (X) تعداد موجودی سهام = سود حاصله در روز معاملاتی

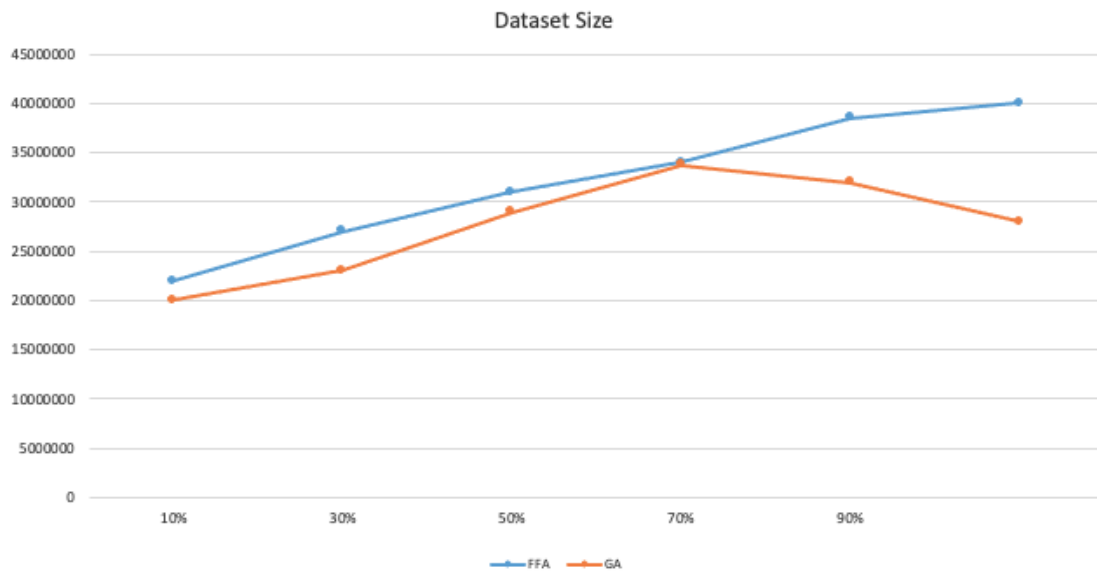
حال که روش محاسبه میزان سود حاصله در هر روز معاملاتی مشخص شد به ارائه نتایج بدست آمده می‌پردازیم. برای بررسی کارایی سیستم مورد نظر به ترتیب به بررسی سه عامل میزان تاثیر اندازه پایگاه داده، تعداد تکرار و اندازه جمعیت می‌پردازیم.

۴-۵-۱ اندازه مجموعه داده

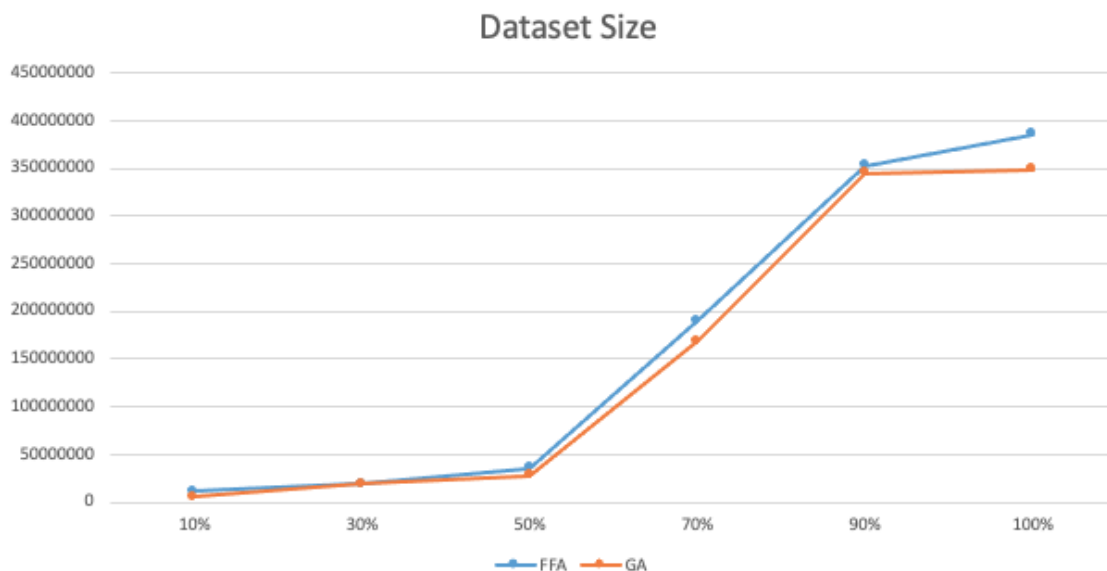
در این سیستم معاملاتی اندازه مجموعه داده یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیر گذار در نتیجه حاصله می‌باشد. بنابراین اگر مجموعه داده‌ای که برای تست سیستم استفاده می‌شود بیش از اندازه کوچک انتخاب شود، ممکن است در برگیرنده تمام حالات ممکن بازار نباشد و بنابراین سیستم نتواند کارایی کلی خود را به درستی نمایش دهد.

بدین منظور ما به بررسی تاثیر اندازه پایگاه داده بر روی نتیجه حاصله و مقایسه آن با الگوریتم ژنتیک پرداخته‌ایم.

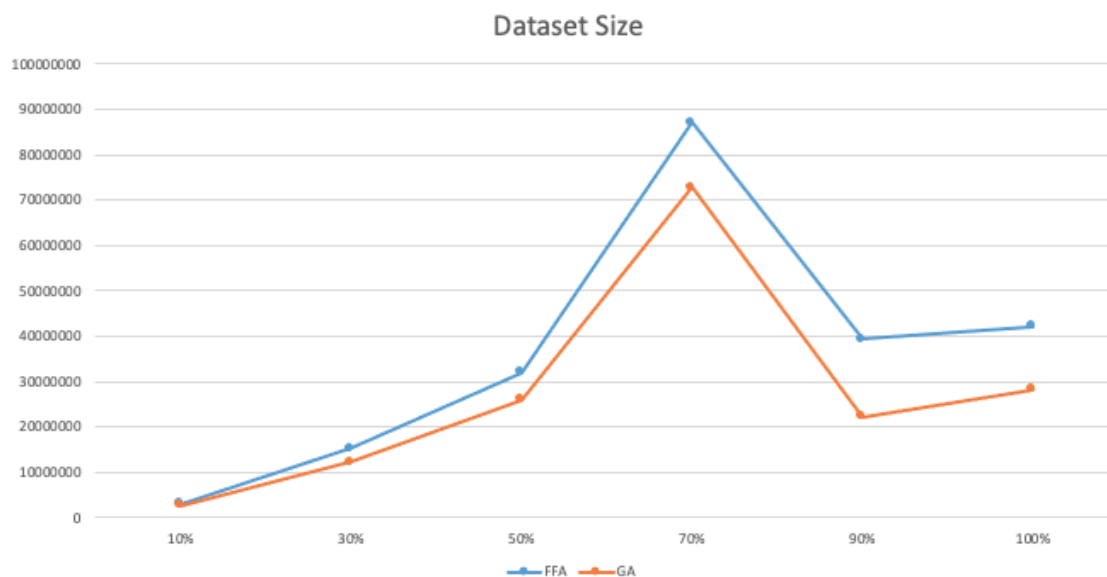
بنابراین در این قسمت با ذکر نکات فوق به بررسی این فاکتور مهم در روند کار می‌پردازیم.



شکل ۴-۵ میزان بهبود در سهام آبادگران نسبت به روش مورد مقایسه در پارامتر اندازه مجموعه داده



شکل ۵-۵ میزان بهبود در سهام مخابرات نسبت به روش مورد مقایسه در پارامتر اندازه مجموعه داده



شکل ۵-۶ میزان بهبود در سهام پارسیان نسبت به روش مورد مقایسه در پارامتر اندازه مجموعه داده

با توجه به نتایج نشان داده شده در بالا دیده می‌شود که با افزایش میزان داده‌های استفاده شده در آزمایش این روش همچنان برتری خود را نسبت به روش مورد مقایسه حفظ می‌کند. همانطور که واضح است با افزایش میزان داده‌ها در حقیقت ما حالات بیشتری از بازار (صعودی، نزولی و بدون روند) را در نظر گرفته ایم و با این عمل جامعیت آزمایش را افزایش داده‌ایم. به عنوان مثال با توجه به شکل ۵-۳ که تغییرات قیمت سهام پارسیان را در بازه زمانی مذکور نشان می‌دهد و شکل ۵-۶ که نشان دهنده تاثیر اندازه مجموعه داده بر روی سهام شرکت پارسیان است، می‌توان دید که با چرخش جهت بازار از صعودی به نزولی شیب کاهش میزان سود روش مورد بررسی نسبت به روش مورد مقایسه کمتر بوده است و این بدان معنی است که این سیستم در حالات مختلف بازار از کارایی بالاتری نسبت به روش مورد مقایسه برخوردار است.

جدول ۵ - ۱ میزان بهبود سود بدست آمده نسبت به روش مورد مقایسه

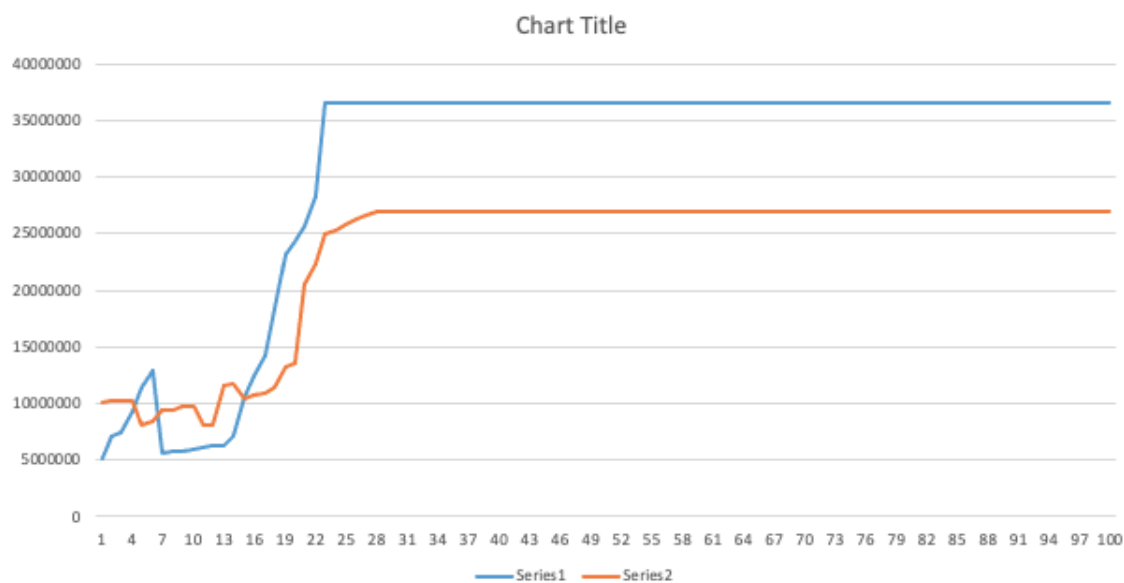
اندازه مجموعه داده / میزان بهبود(%)	%۱۰	%۳۰	%۵۰	%۷۰	%۹۰	%۱۰۰
آبادگران	۱۱	۱۵	۶	-۳	۱۷	۳۰
مخابرات	37.5	2	26	12.4	2.2	11
پارسیان	14.8	۲۴,۵	۲۳	۱۹,۷	۷۶,۲	۴۰

حال با توجه به جدول فوق دیده می شود که وقتی از تمام داده ها در آزمایش استفاده می شود این روش نسبت به روش مورد مقایسه در سهام آبادگران به میزان ۳۰ درصد، در سهام مخابرات به میزان ۱۱ درصد و در سهام شرکت پارسیان به میزان ۴۰ درصد بهبود داشته ایم. بنابراین این سیستم حداقل به میزان ۱۱ درصد و حداکثر به میزان ۴۰ درصد بهبود نسبت به روش مورد مقایسه ایجاد کرده است.

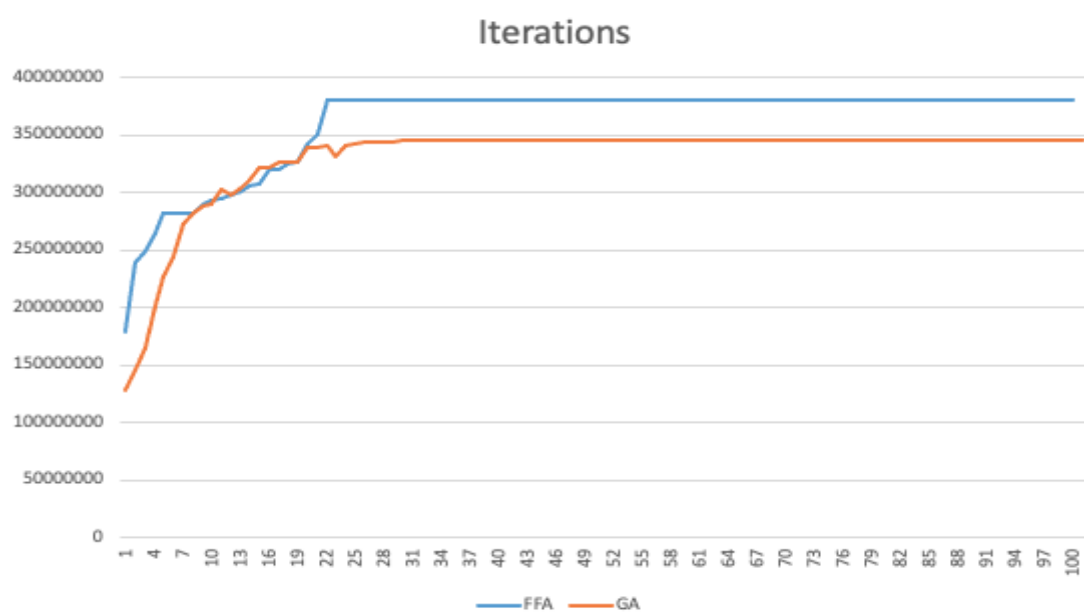
۵-۴-۲ تعداد تکرار

یکی دیگر از موارد تاثیرگذار بر نتایج آزمایشات تعداد تکرار بر روی مجموعه داده می باشد. اگر تعداد تکرار بسیار کم باشد نتیجه مطلوب حاصل نمی شود و سیستم به کارایی حداکثری خود نمی رسد و اگر تعداد تکرار بیش از اندازه زیاد باشد، شیب میزان تغییرات از یک نقطه به بعد کم می شود و از یک جایی به بعد عملاً دیگر تغییر محسوسی نداریم و عملاً تکرار بیش از آن فقط سربار اضافه برای سیستم می باشد و منابع پردازشی و زمان هدر می شود.

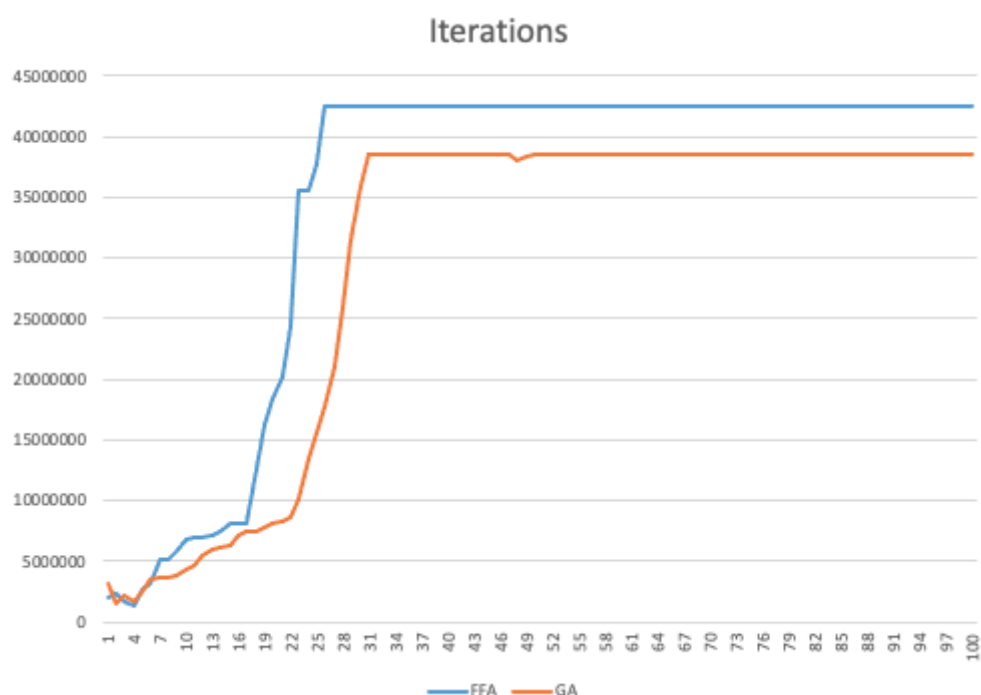
با توجه به نکات بیان شده در بالا به مقایسه تاثیر تعداد تکرار در نتیجه بین روش مورد نظر با روش مورد مقایسه می پردازیم.



شکل ۷-۵ بررسی تاثیر تعداد تکرار در سود بدست آمده از سهام آبادگران



شکل ۸-۵ بررسی تاثیر تعداد تکرار در سود بدست آمده از سهام مخابرات



شکل ۵-۹ بررسی تاثیر تعداد تکرار در سود بدست آمده از سهام پارسیان

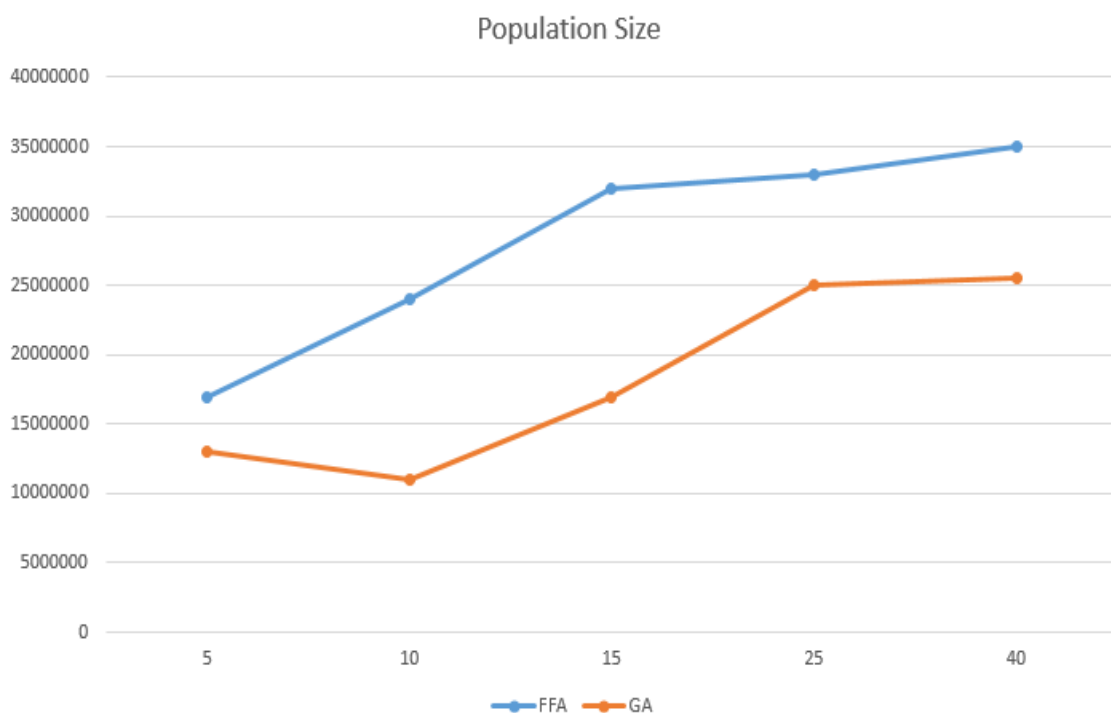
در این بخش سعی شد تا به بررسی میزان کارایی و تاثیر تعداد تکرار الگوریتم بر روی نتایج حاصله پردازیم. در این قسمت می بینیم که با شروع کار هرچه تعداد تکرارها بیشتر می شود نتایج شروع به بهبود می کند اما این بهبود تا ابد ادامه پیدا نمی کند و از یک تعداد تکراری به بعد عملاً دیگر مقادیر بهینه بهتری پیدا نمی شود و همان مقادیر در حال تکرار شدن هستند. با توجه به اشکال فوق دیده می شود که سیستم در محدوده تکرار ۲۵ تا ۳۰ به حداکثر کارایی خود می رسد و از این محدوده به بعد دیگر بهبودی در نتایج حاصل نمی شود و تکرار بیش از این فقط منجر به سربار پردازشی اضافه برای سیستم معاملاتی ما می شود.

۵-۴-۳ اندازه جمعیت

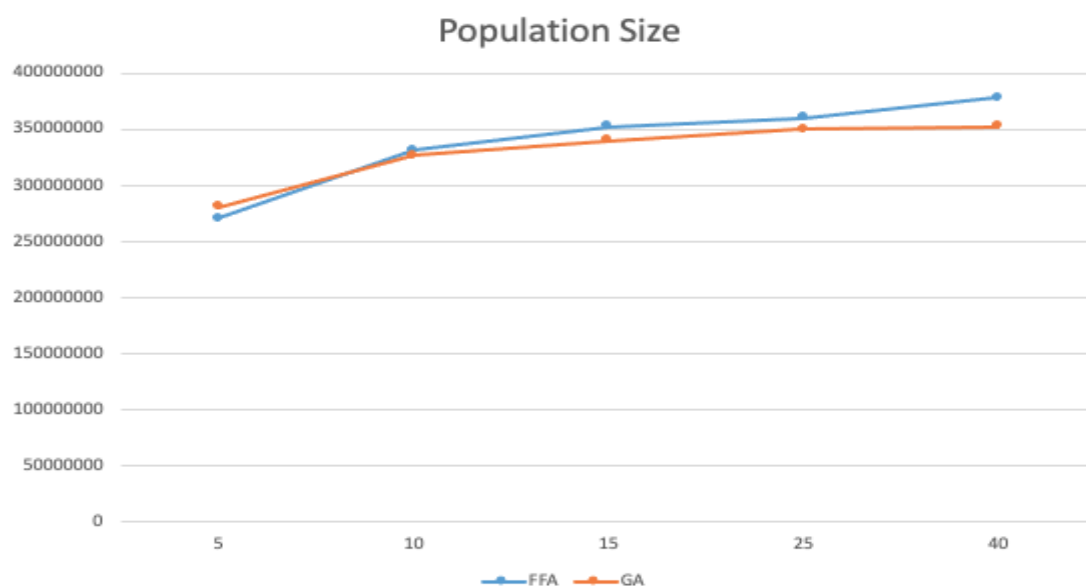
در الگوریتم های بهینه سازی که بر پایه جستجوی بهینه فضای مسئله استوار هستند، اندازه جمعیت یکی از مسائل مهم در نتیجه عملکرد الگوریتم می باشد، که باید مورد توجه قرار بگیرد.

اگر تعداد جمعیت کم انتخاب شود، توانایی الگوریتم در پیدا کردن بهینه سراسری کاهش می‌یابد و ممکن است فضای مسئله به خوبی مورد جستجو قرار نگیرد و اگر هم اندازه جمعیت بیش از حد انتخاب شود فقط سربار پردازشی سیستم افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه بدست آمده تاثیر چندانی ندارد.

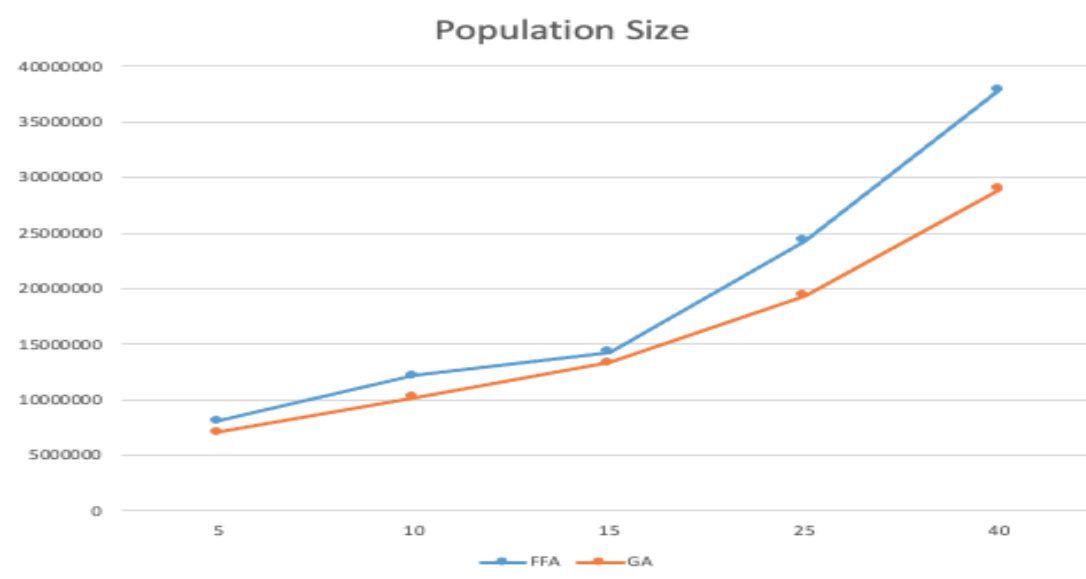
حال به بررسی تاثیر تعداد جمعیت بر میزان سود بدست آمده از این روش با روش مورد مقایسه می‌پردازیم.



شکل ۵-۱۰ مقایسه سود بدست آمده با توجه به اندازه جمعیت در سهام آبادگران



شکل ۱۱-۵ مقایسه سود بدست آمده با توجه به اندازه جمعیت در سهام مخابرات



شکل ۱۲-۵ مقایسه سود بدست آمده با توجه به اندازه جمعیت در سهام پارسیان

با توجه به نتایج آزمایشات فوق مشاهده می‌شود که در ابتدا جمعیت کم است و روش مورد نظر کارایی کافی را ندارد، اما با افزایش تعداد جمعیت و به تدریج کارایی روش‌های مورد مقایسه افزایش می‌یابد و این افزایش کارایی بیان‌گر این حقیقت است که با افزایش اندازه جمعیت فضای پاسخ‌های مسئله بهتر جستجو می‌شود و در نتیجه مقادیر بهینه سراسری بهتری پیدا می‌شود که منجر به نتایج

بهرتر می‌شود. هرچند این افزایش جمعیت نمی‌تواند پیوسته ادامه پیدا کند، زیرا با افزایش پیاپی جمعیت سربار پردازی و منابع مصرفی سیستم افزایش پیدا می‌کند ولی در عوض نتایج بهبود چندانی پیدا نمی‌کند و عملاً دیگر افزایش میزان جمعیت کارایی خود را از دست می‌دهد.

جدول ۵ - ۲ میزان بهبود روش پیشنهادی در برابر روش مورد مقایسه

تعداد جمعیت/ میزان بهبود(%)	۵	۱۰	۱۵	۲۵	۴۰
آبادگران	۲۳	۵۴	۴۶	۲۴	۲۷
مخابرات	-3.5	1.5	۳,۵	۲,۲	۶,۴
پارسیان	14	۱۹,۶	۷,۵	۲۵,۸	۳۱

با نگاه کردن به جدول فوق می‌توان دریافت که روش پیشنهادی بر پایه الگوریتم کرم شب تاب در مقابل روش مورد مقایسه بر پایه الگوریتم ژنتیک در هنگامی که بازار روندی باشد، یعنی زمانی که بازار در حال صعود یا نزول پیوسته باشد و دارای نوسان نباشد، مانند شرایطی که سهام شرکت مخابرات دارد، هر دو روش عملکردی نزدیک به هم دارند و روش پیشنهادی فقط به میزان ۶,۴٪ از روش مورد مقایسه بهتر عمل کرده است. ولی در هنگامی که بازار دچار نوسان است و هیچ روند خاصی را به صورت پیوسته دنبال نمی‌کند، مانند شرایط سهام آبادگران و بانک پارسیان دارند، عملکرد این روش در قیاس با روش مورد مقایسه کارایی بهتری دارد و توانایی روش برای پیدا کردن مقادیر بهینه بهتر نشان داده می‌شود. همان‌گونه که در جدول (۵-۲) دیده می‌شود، در مورد سهام شرکت آبادگران به میزان ۲۷٪ و در مورد سهام شرکت پارسیان این بهبود به میزان ۳۱٪ می‌باشد، که بیان‌کننده این حقیقت است که با در نظر گرفتن اندازه جمعیت مناسب روش مورد بحث در تمامی حالات بازار کارایی بالاتری را نسبت به روش مورد مقایسه دارا می‌باشد.

۵-۵ نتیجه گیری

یک سیستم معاملاتی خوب را می‌توان سیستمی معرفی کرد که منجر به افزایش سرمایه، سرمایه‌گذاران گردد و نسبت به سیستم‌های مشابه عملکرد بهتری را ارائه دهد. سیستمی که دارای چنین شاخص‌هایی باشد سرمایه‌گذار را ترقیب به سرمایه‌گذاری می‌کند.

فصل ۶: نتیجه گیری

۶-۱ جمع بندی و نتیجه گیری

تمرکز این پایان نامه بر روی ارائه استراتژی برای معامله گری خودکار در بورس اوراق بهادار بوده است. در این کار سعی شده تا با استفاده از قابلیت های روش های تکنیکال به همراه بهره مندی از قابلیت های الگوریتم های تکاملی به ارائه روشی برای معامله پرداخته شود. داده های مورد استفاده در این کار داده های شرکت های بورس اوراق بهادار بوده است، که با دقت بالایی انتخاب شده است تا تمام حالات ممکن بازار را در بر بگیرد.

در این کار با استفاده اندیکاتور تکنیکال شاخص قدرت نسبی ابتدا بازه های مناسب برای معامله را مشخص کرده ایم و سپس با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب برای این بازه ها مقادیر مناسب را پیدا می کنیم. سپس با استفاده از مقادیر بدست آمده به انجام معامله در جهت درست بازار و با حجم مناسب می پردازیم. برای انجام مقایسه در این پژوهش روش مورد نظر را با استفاده از الگوریتم ژنتیک هم پیاده سازی کرده ایم و نتایج بدست آمده بیانگر بهبود این روش نسبت به روش پیاده سازی شده با الگوریتم ژنتیک در تمامی سهام های مورد مقایسه بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این روش که بر پایه الگوریتم کرم شب تاب می باشد، مشاهده شد:

۱. این الگوریتم در تمام حالات بازار از جمله صعودی، نزولی و رنج کارایی بالاتر خود را حفظ کرده است.

۲. با توجه به قابلیت تقسیم بندی خودکار کرم ها در فضای مسئله این روش با تعداد تکرار کمتری به نتیجه می رسد و در نتیجه سربار پردازشی کمتری دارد.

۳. اگر تعداد جمعیت به اندازه کافی باشد، حتما این روش کارایی بیشتری را به ارمغان می آورد.

با توجه به نکات ذکر شده در بالا می توان این برداشت را کرد که این سیستم کارایی بالاتری نسبت به سیستم مورد مقایسه دارد و می توان از آن به عنوان یک سیستم معاملاتی کارا نام برد.

۶-۲ کارهای آتی

در این پایان‌نامه، از یک الگوریتم تکاملی برای محاسبه پارامترهای بهینه برای انجام معاملات استفاده شد تا قدرت بکارگیری و ترکیب این الگوریتم‌ها با داده‌های بورسی نشان داده شود. با توجه به تحقیقات انجام شده می‌توان پیشنهادهایی ارائه داد از جمله:

۱. استفاده از الگوریتم‌های جدیدتر مانند الگوریتم‌های تکاملی جدیدتر مانند الگوریتم‌های

تغذیه باکتریایی^۱، سنجاقک^۲، عنکبوت سیاه بیوه^۳ و گرگ خاکستری^۴ می‌باشد.

۲. استفاده از توانایی‌های شبکه عصبی برای انتخاب تعداد بهینه بازه‌های انتخاب شده برای

اندیکاتور تکنیکال مورد استفاده

۳. ترکیب روشهای الگوریتم‌های تکاملی با روش‌های خوشه بندی

¹ Bacterial Foraging Inspired Algorithm

² Dragonfly algorithm

³ Black Widow Optimization Algorithm

⁴ Grey Wolf

مراجع

- [١] E. F. Fama ، "The Behavior of Stock-Market Prices "، *The Journal of Business* ، Vol. 38 ، pp. 34-105 (72 pages) .١٩٦٥ ، المجلد
- [٢] W. F. Sharpe ، "CAPITAL ASSET PRICES: A THEORY OF MARKET EQUILIBRIUM UNDER CONDITIONS OF RISK .١٩٧٠ "،
- [٣] J. Mossin ، "Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*, 34, 768-783 "،. ١٩٧١
- [٤] S. J. & B. J. B. Abarbanell ، " Fundamental analysis ,future earnings and stock prices " *Journal of Accounting Research* .١٩٩٧ ، ٢٤ - ١ ، ١ ، ٣٥ .
- [٥] J. a. B. B. Abarbanell ، "Abnormal Returns to a Fundamental Analysis Strategy "، .١٩٩٨
- [٦] J. Piotroski ، "Value Investing: The Use of Historical Financial Statement Information to Separate Winners from Losers .٢٠٠٠ "،
- [٧] M. P. H. Allen ، "The use of technical analysis in the foreign exchange market "، .١٩٩٢
- [٨] M. JJ ، "Technical Analysis of the Financial Markets "، *New York Institute of Finance, Paramus* .١٩٩٩ ،
- [٩] S. H. I. Cheol-Ho Park ، "WHAT DO WE KNOW ABOUT THE PROFITABILITY OF TECHNICAL ANALYSIS?،" 2007 ، pp. 786-826.
- [١٠] W. J. Fajiang L ، "Fluctuation prediction of stock market index by Legendre neural network with random time strength function." *Neurocomputing* .٢٠١٢ ،
- [١١] N. M. S. & S. G. Kumar ، "Importance of technical and fundamental analysis and other strategic factors in the Indian stock market .٢٠١٣ "،
- [١٢] S. K. Das ، "Small investor's behavior on stock selection decision :A case of Guwahati stock exchange " *International Journal of Advanced Research in Management and Social Sciences* ، pp. 59-78 .٢٠١٢ ،
- [١٣] E. S. H. & G. A. Hadavandi .Integration of genetic fuzzy systems and artificial

- neural networks for stock price forecasting .Knowledge-Based Systems .٢٠١٠ ،
- [١٤] C. L. & W. C. J. Huang ,A GA-based feature selection and parameters optimization for support vector machines. ,Expert Systems with Applications .٢٠٠٦ ،
- [١٥] Z. W. Geem ,Optimal cost design of water distribution networks using harmony search. ,Engineering Optimization .٢٠٠٦ ،
- [١٦] X. S. Yang ,Harmony search as a metaheuristic algorithm, in music-inspired harmony search algorithm: theory and applications. In Z. W. Geem (Ed.) ,Studies in computational intelligence (pp. 1–14). Berlin: Springer. .٢٠٠٩ ،
- [١٧] M. M. M. E. A.H. Moghaddam , "Stock market index prediction using artificial neural network " ,*Journal of Economics, Finance and Administrative Science* ، .٢٠١٦
- [١٨] H. K. M. J. Y. Yetis , "Stock market prediction by using artificial neural network " ,*world automation congress* .٢٠١٤ ،
- [١٩] K. Kim , "Artificial neural networks with evolutionary instance selection for financial forecasting " ,*Expert Systems with Applications* .٢٠٠٦ ،
- [٢٠] D. V. A. A. MeharVijh , "Stock Closing Price Prediction using Machine Learning Techniques " تأليف *International Conference on Computational Intelligence and Data Science* .٢٠٢٠ ،
- [٢١] M. N. MH , "The impact of stock market performance upon economic growth " ,*International Journal of Economics and Financial Issues* ,pp. 788-798 .٢٠١٧ ،
- [٢٢] T. S. Murkute Amod , "Forecasting market price of stock using artificial neural network " ,*International Journal of Computer Applications* ,pp. 11-15 .٢٠١٥ ،
- [٢٣] M. F. M. & D. E. Mahdavia ,An improved harmony search algorithm for solving optimization problems. ,Applied Mathematics and Computation .٢٠٠٧ ،
- [٢٤] C. H. G. A. Cheng ,Integrating metaheuristics and Artificial Neural Networks for improved stock price prediction. .٢٠١٣ ،
- [٢٥] J. K. R. Eberhart , "Particle swarm optimization " تأليف *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks* ٢٧ ,Nov.-1 Dec. 1995 .
- [٢٦] A. Gandomi , "Mixed variable structural optimization using firefly algorithm " ,*Computers & Structures* .٢٠١١ ،

- [٢٧] N. A. M. N. O. Abedinia , "Multi-objective Environmental/Economic Dispatch using firefly technique," 2012 .
- [٢٨] M. Mustafa , "Optimal allocation and sizing of Distributed Generation in distribution system via Firefly Algorithm," 2012 .
- [٢٩] S. C. T. T. P. T. W. C. a. P. P. Aphirak Khadwilard , "Application of Firefly Algorithm and Its Parameter Setting for Job Shop Scheduling " *The Journal of Industrial Technology*, Vol. 8, No. 1 .٢٠١٢ .
- [٣٠] H. M. Gomes , "A firefly metaheuristic structural size and shape optimisation with natural frequency constraints " *International Journal of Metaheuristics* .٢٠١٢ .
- [٣١] X.-S. Y. D. F. a. I. F. J. Iztok Fister , "Firefly Algorithm: A Brief Review of the Expanding Literature " *Springer* .٢٠١٣ .
- [٣٢] H. B. M. Banati , "Fire Fly Based Feature Selection Approach " *International Journal of Computer Science Issues* .٢٠١١ .
- [٣٣] Y.-X. L. M.-C. L. a. R.-J. L. Ming-Huwi Horng1 , "Firefly Meta-Heuristic Algorithm for Training the Radial Basis Function Network for Data Classification and Disease Diagnosis " *intechopen* .٢٠١٢ .
- [٣٤] J. S.N.Omkar , "Clustering using firefly algorithm: Performance study " *Swarm and Evolutionary Computation* .٢٠١٢ .
- [٣٥] O. Abedinia , "Fuzzy PID based on Firefly Algorithm: Load Frequency Control in Deregulated Environment," 2012 .
- [٣٦] B. Jakimovski , "Firefly Flashing Synchronization as Inspiration for Self-synchronization of Walking Robot Gait Patterns Using a Decentralized Robot Control Architecture," 2010 .
- [٣٧] S.-P. Fateen , "Evaluation of Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy, Shuffled Complex Evolution and Firefly Algorithms for phase stability, phase equilibrium and chemical equilibrium problems " *Chemical Engineering Research and Design* .٢٠١٢ .
- [٣٨] M. Breza , "Lessons in implementing bio-inspired algorithms on wireless sensor networks " *IEEE* .٢٠٠٨ .
- [٣٩] A. H. G. a. G. J. Y. Siamak Talatahari , "Optimum design of tower structures using Firefly Algorithm .٢٠١٢ ".

- [٤٠] G. G. V. Dounias ،"Experimental Study on a Hybrid Nature-Inspired Algorithm for Financial Portfolio Optimization تأليف "*Hellenic Conference on Artificial Intelligence* .٢٠١٠ ،
- [٤١] Yang ،"Nature-inspired metaheuristic algorithms .٢٠٠٨ "،

لغت نامه

به ترتیب حروف الفبای فارسی

عنوان فارسی	عنوان انگلیسی
الگوریتم بهینه سازی بیوه سیاه	Black Widow Optimization Algorithm
الگوریتم الهام گرفته از تغذیه باکتریایی	Bacterial Foraging Inspired Algorithm
الگوریتم سنجاقک	Dragonfly algorithm
الگوریتم فراابتکاری چند عامله	Multi-Agent Meta-Heuristic Algorithm
انتخاب طبیعی	Natural Selection
انحراف معیار	Standard deviation
بهینه سازی ازدحام ذرات	Particle swarm optimization
تابع برازندگی	Fitness Function
تابع هدف	Objective Function
ترکیب مجدد	Recombination
تک جنسیتی	Unisex
تولید مجدد	Reproduction
جذابیت	Attractiveness
جمعیت	Population
جنگل تصادفی	Random forest
جهش	Mutation
چند جمله‌ای غیر قطعی سخت	Non-deterministic Polynomial (NP) hard

Maximization	حداکثر سازی
Swarm Behaviors	رفتار جمعی
Encoding	رمز گذاری
Brightness	روشنایی
Fitness	سازگاری
Artificial neural network	شبکه عصبی مصنوعی
Light Intensity	شدت نور
Inverse Square Law	قانون مربع معکوس
Grey Wolf	گرگ خاکستری
Evolutionary Computation	محاسبه تکاملی
Job shop scheduling problem	مسئله برنامه ریزی کارهای فروش
Survival of Fittest	مناسب ترین بقاء یافتگان
Light Source	منبع نور
Moving average	میانگین حرکتی
Swarm Intelligence	هوش جمعی
Photuris	یک مدل کرم شب تاب

به ترتیب حروف الفبای انگلیسی

عنوان فارسی	عنوان انگلیسی
شبکه عصبی مصنوعی	Artificial neural network
جذابیت	Attractiveness
الگوریتم تغذیه باکتریایی	Bacterial Foraging Inspired Algorithm
الگوریتم بهینه سازی بیوه سیاه	Black Widow Optimization Algorithm
روشنایی	Brightness
الگوریتم سنجاقک	Dragonfly algorithm
رمز گذاری	Encoding
محاسبه تکاملی	Evolutionary Computation
سازگاری	Fitness
تابع برازندگی	Fitness Function
گرگ خاکستری	Grey Wolf
قانون مربع معکوس	Inverse Square Law
مسئله برنامه ریزی کارهای فروش	Job shop scheduling problem
شدت نور	Light Intensity
منبع نور	Light Source
حداکثر سازی	Maximization
میانگین حرکتی	Moving average

Multi-Agent Meta-Heuristic Algorithm	الگوریتم فراابتکاری چند عامله
Mutation	جهش
Natural Selection	انتخاب طبیعی
Non-deterministic Polynomial (NP) hard	چند جمله‌ای غیر قطعی سخت
Objective Function	تابع هدف
Particle swarm optimization	بهینه سازی ازدحام ذرات
Photuris	یک مدل کرم شب تاب
Population	جمعیت
Random forest	جنگل تصادفی
Recombination	ترکیب مجدد
Reproduction	تولید مجدد
Standard deviation	انحراف معیار
Survival of Fittest	مناسب ترین بقاء یافتگان
Swarm Behaviors	رفتار جمعی
Swarm Intelligence	هوش جمعی
Unisex	تک جنسیتی

Abstract

The stock market is known as a major player in the financial sector of many countries. Most brokerages, which often trade stocks, use technical or fundamental methods to make more profit. However, most of these methods do not work well due to the non-linear and unstable nature of financial markets.

In this work, unlike most of the work done to predict stock prices in the coming days, an attempt has been made to use artificial intelligence-based methods to provide a system for optimizing the stock trading strategy. To achieve this goal, first, the Relative strength index(RSI) indicator is calculated based on the closing prices of stocks in recent days, which limits the changes to the range of 0 to 100 values of this indicator. Then this interval is divided into four parts and then using the capabilities of the firefly algorithm in the field of optimal search in the problem space, an attempt is made to find optimal values for each of these parts. Then using these optimal values, considering the RSI previous day value in which of these four areas is, the trade is done on the next trading day.

The results show that this system has improved compared to the similar system based on genetic algorithm. In the population size parameter with a maximum number, it has improved at least 6.4% in telecommunications stocks and a maximum of 31% in Parsian stocks. In the data set size parameter, it has improved at least 11% in telecommunication stocks and at most 40% in Parsian stocks.

Keywords : Artificial intelligence, Relative strength index indicator(RSI), Firefly algorithm, Genetic algorithm



Shahrood University of
Technology

Faculty of computer engineering

M.Sc Thesis in artificial intelligence engineering

Optimization of Trading Strategy in Stock Market by Firefly Algorithm

By: Mohammad Esmaeel Hadizadeh

Supervisor:
Dr. Morteza Zahedi

Advisor:
Dr. Morteza Zahedi

10/2021