



در علوم انسانی
First International Conference &
Second National Conference
on modern research
in the Humanities
12
june
2015



بهینه سازی سرمایه گذاری در ایران با استفاده از الگوریتم ژنتیک

محمود صمدی^{۱*}، موسی احمدی^۲

۱ و * - کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی بین الملل، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر،
goodarz.samadi@gmail.com

۲ - استادیار، دکترا، مدیریت بازرگانی، مالی، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر

چکیده

سرمایه گذاری یک موضوع بسیار مهم و ارزنده در اقتصاد یک کشور ملاحظه میشود، زیرا که سرمایه گذاری یکی از عوامل تحقق توسعه اقتصادی عنوان میشود. اهمیت انتخاب بهینه از از گزینه های سرمایه گذاری یک مسئله پیچیده است که می توان با بکارگیری هوش مصنوعی به نتایج بهینه ای دست یافت در این پژوهش ما با استفاده از الگوریتم ژنتیک به بهینه سازی سرمایه گذاری در ایران پرداخته ایم که نتایج نشان داد الگوریتم فراابتکاری ژنتیک می تواند در انتخاب موقعیت های سرمایه گذاری با داشتن محدودیت ها در قالب معیار دقیق عمل کند، این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی می باشد.

کلمات کلیدی: بهینه سازی، سرمایه گذاری، الگوریتم ژنتیک

۱- مقدمه

هنر سرمایه گذاری با ریسک و بازده تعریف می شود. سرمایه گذاری به معنی قبول یک مقدار ریسک به ازای یک بازده مورد انتظار است. برای هر فرد قبل از ورود به بازار سهام این نکته کاملاً مهم است تا انواع مختلف ریسک و مخاطره را شناخته و آنها را اندازه گیری کند. همچنانکه که خواهیم دید برخی از این ریسک و بازده ها دارای تنوع هستند و برخی دیگر به این گونه نیستند. مطمئن شوید که شما آماده پرداخت برای ریسک اضافی هستید.

زمانیکه یک سرمایه گذار یک دارایی را خریداری میکند (سهام، اوراق قرضه، یک شرکت، اثر هنری و غیره) این داراییها دارای یک بازده مورد انتظار هستند. برخی از سرمایه گذاران این بازده را بر حسب درصد مشخص میکنند در حالیکه دیگران امیدوارند که این بازده به صورت مثبت باشد. بازده مورد انتظار از نظر ریاضی به صورت درآمد + سرمایه پرداخت شده تعریف می شود. سهام خاص که عموماً در بخش تکنولوژی وجود دارند هیچ بازده (سود قابل تقسیم) ندارند زیرا آنها تمامی سودها را در موسسه سرمایه گذاری می کنند. در مورد رشد این سهام بازده مورد انتظار شما همان سرمایه است. به خاطر داشته باشید که سرمایه گذاری همانند یک خیابان دو طرفه است که بین سرمایه گذار و شرکتی که شما می خواهید در آن سرمایه گذاری کنید قرار گرفته است. اگر شما سهام یک شرکت (یا اوراق قرضه آنها) را خریداری کنید، آنها به شما بابت این کار یک پاداش مناسب را می دهند که می توانید آن را ردر جای دیگر سرمایه گذاری کنید. بنابراین بازده مورد انتظار بابت سرمایه گذاری یک سرمایه گذار باعث ایجاد یک سطح ریسک برای دارایی می شود. ریسک انواع مختلفی دارند که عبارتند از:

ریسک سیستماتیک:

این ریسکی است که نمی توانید آنرا متنوع کنید. زمانی که شما یک دارایی را خریداری می کنید عوامل متعددی در پی آن قرار می گیرند که می توانند بر بازده سرمایه گذاری (به صورت منفی یا مثبت) اثر بگذارند: نرخ ریسک سرمایه گذاری مجدد، مخاطره بازار، نرخ ریسک مبادله، و ریسک قدرت خرید (تورم). هیچ راهی برای اینکه در دوره نوسان بتوانید از یک سهام خاص محافظت نکنید وجود ندارد. لطفاً به این نکته توجه داشته باشید که اگر چه شما نمی توانید در برابر این مخاطرات حفاظتی داشته باشید ولی راههایی وجود دارند که از آنها دوری نمایید. یک را می تواند خرید یک بیمه با نرخ شناور است که از سهام هنگام افزایش منفی در نرخ بهره بازار حمایت میکند.

مخاطره غیر سیستماتیک:

این نوع مخاطره را می توان با داشتن یک پرتفولیو از اوراق بهادار متنوع نمود. مخاطرات قابل متنوع شده عبارتند از: مخاطره شرکت، مخاطره مالی، و مخاطره کشور. برای مثال اگر شما ۱۰۰۰۰ دلار داشته باشید و با آن سهام یک شرکت خانه سازی را بخرید شما ریسکتان را متنوع نکرده اید. اگر کل سهام بازار ترقی کنند ولی بخش مسکن تنزل پیدا کند، سهام شما بازده ایی کمتر از کل بازار خواهد داشت. بسیاری از متخصصان سرمایه گذاری بر این باور هستند که داشتن یک سبد از ۱۰ تا ۱۵ گونه سهام بخشهای مختلف می تواند بخش بزرگی از ریسک غیر سیستماتیک را محدود کند.

مهمترین معیار برای ریسک اوراق انحراف استاندارد آن است. این یک معیار آماری از سابقه نوسان یک پورتفولیو در طی یک دوره ۵ یا ۱۰ ساله است. به عبارت ساده تر، انحراف استاندارد نشان دهنده این است که بازده سرمایه گذاری تا چه حدودی در اطراف این مقدار میانگین نوسان می کند. برای محاسبه انحراف استاندارد لازم است که درصد بازده را برای یک سهام یا اوراق قرضه را تعیین کنید. آنگاه این مقادیر را با هم جمع کرده و بر تعداد اوراقی که از آنها استفاده می کنید تقسیم کنید. عدد حاصل میانگین یا متوسط بازده را برای پورتفولیو در طی یک دوره زمانی بدست میدهد. شما میانگین را از بازده هر سال کسر کنید و آنرا به توان دو برسانید. سپس تمامی این اعداد به توان رسیده را با هم جمع، مجموع را بر تعداد سالها تقسیم و مجذور آنها را محاسبه کنید. مقدار به دست آمده همان انحراف استاندارد (انحراف از معیار) است. یک پورتفولیو در بین ۱ انحراف استاندارد (تعداد هر چه که باشد) و در ۶۸٪ زمان حرکت می کند. این پورتفولیو در بین ۲ انحراف استاندارد و در ۹۸٪ زمان حرکت خواهد کرد. این یک روش مهم برای ارزیابی ریسک و بازده بالقوه برای یک پورتفولیو از اوراق بهادار است.

با توجه به ریسک در کلیه سرمایه گذاری ها استفاده از مدل‌های ریاضی جهت بهینه سازی می تواند بسیار موثر باشد.

۲- اهداف تحقیق

بکارگیری یک مدل فراابتکاری در حل مسئله بهینه سازی و مدلسازی انتخاب بهینه از انواع سرمایه گذاری ها

۳- چارچوب نظری و مدل پژوهش :

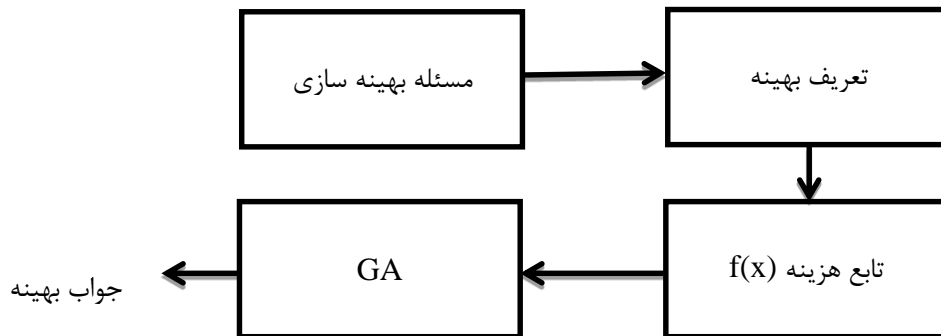
تعریف مفهومی الگوریتم ژنتیک : یکی از الگوریتم‌های فراابتکاری جدید می باشد که از پدیده های طبیعی الهام گرفته است.

تعریف عملیاتی الگوریتم ژنتیک:

سبد سرمایه گذاری (پرتفولیو) : به مجموعه داراییها که جهت سرمایه گذاری انتخاب می شوند سبد سرمایه گذاری گفته می شود. معمولاً جهت سرمایه-گذاری دارایی های مالی شامل اوراق بهادار، سهام و هر اوراقی که در زمینه مالی صادر می شود، در نظر گرفته می شود. در مسئله انتخاب سبد سرمایه گذاری تلاش می-شود ترکیبی از دارایی ها جهت سرمایه گذاری انتخاب شوند که بازده را بیشینه کند در حالی که ریسک از یک حد معین کمتر باشد و یا ریسک را کمینه کند در حالی که بازده از یک حد معین بیشتر باشد. حد معین ریسک و یا بازده با توجه به نظر سرمایه گذار تعیین می گردد. تعریف عملیاتی سبد سرمایه گذاری: در این پژوهش با معیارهای هزینه و بازده مورد بررسی قرار می گیرد.

مدل مسئله

در شکل ۱ و جدول ۱ مدل مسئله و نحوه محاسبه شاخص ها آورده شده است



شکل ۱- مدل مسئله (حسین آبادی ساده ، داود ۱۳۹۰)

جدول ۱- نحوه محاسبه شاخص ها

مفهوم	بعد	مولفه ها	شاخص ها
سبد سرمایه گذاری	سطح پوشش انواع سرمایه گذاری	تنوع در سرمایه گذاری ها	درصد پوشش انواع سرمایه گذاری
	هزینه سرمایه گذاری	هزینه	مقدار هزینه

۴- تعاریف مفهومی

تعریف مفهومی الگوریتم ژنتیک: یکی از الگوریتم‌های فراابتکاری جدید می باشد که از پدیده های طبیعی الهام گرفته است. سبد سرمایه گذاری (پرتفولیو) : به مجموعه داراییها که جهت سرمایه گذاری انتخاب می شوند سبد سرمایه گذاری گفته می شود. معمولاً جهت سرمایه-گذاری دارایی های مالی شامل اوراق بهادار، سهام و هر اوراقی که در زمینه مالی صادر می شود، در نظر گرفته می شود. در مسئله انتخاب سبد سرمایه گذاری تلاش می-شود ترکیبی از دارایی ها جهت سرمایه گذاری انتخاب شوند که بازده را

بیشینه کند در حالی که ریسک از یک حد معین کمتر باشد و یا ریسک را کمینه کند در حالی که بازده از یک حد معین بیشتر باشد. حد معین ریسک و یا بازده به نظر سرمایه گذار تعیین می گردد.

۵- تعاریف عملیاتی

جدول ۲- تعریف عملیاتی

مفهوم	بعد	مولفه	شاخص
الگوریتم ژنتیک	بهینه سازی	جواب بهینه	تکرار پذیری در ارائه جواب بهینه

سبد سرمایه گذاری: در این پژوهش با معیارهای هزینه و بازده مورد بررسی قرار می گیرد.

۶- تعریف و مفهوم سرمایه گذاری و تکنیکهای آن در بازار سرمایه

سرمایه گذاری عبارتست از جریان مخارجی که صرف افزایش یا تثبیت حجم سرمایه واقعی می شود. در حقیقت تعریف دقیق تر، که شامل توصیف فوق نیز می شود، عبارت است از جریان مخارج اختصاص یافته به طرح های تولید کالاهایی که قصد مصرف فوری آنها در میان نباشد. این طرح های سرمایه گذاری ممکن است به شکل افزایش سرمایه مادی و سرمایه انسانی یا موجودی انبار باشد. سرمایه گذاری در حقیقت جریانی است که حجم آن توسط همه طرح هایی تعیین می شود که ارزش حال خالص مثبت یا نرخ بازده داخلی بیشتر از نرخ بهره دارند. از این دو، عامل نخست به ضابطه ارزش حال خالص معروف است و عامل دوم به بازده نهایی سرمایه گذاری نام دارد. سرمایه از مهم ترین عوامل تجارت بوده و بزرگ ترین وسیله جلب منفعت است. هر شرکت باید دارای سرمایه باشد، تا بتواند نتیجه ای از عملیات خود که تجارت است برده و منتفع شود. اهمیت شرکت های تجاری را از سرمایه آنها می توان درک کرد (آذربایجانی، کریم و همکاران، ۱۳۸۴)

وجوهی که سرمایه گذاری می شود می تواند ناشی از دارایی های موجود فرد، پول وام گرفته شده یا پس انداز باشد. افراد سعی می کنند از طریق صرفه جویی در مصرف امروز خود و پس انداز آن بتوانند مصرف آتی خود را بهبود ببخشند. سرمایه گذاران سعی می کنند ثروت و دارایی خود را به نحو مؤثری مدیریت کنند و بتوانند با محافظت از عواملی همچون تورم مالیات و سایر عوامل بیشترین بازده را کسب نمایند. به خاطر این دلایل است که مردم پس انداز می کنند. همه مردم به نوعی دارای ثروتی هستند که ناشی از ارائه خدمات آنان در بازار کار است. اغلب مردم در بیشتر مواقع تصمیم گیریهایی را در خصوص سرمایه گذاری در زندگی خود انجام می دهند. برای مثال برخی از کارگران راجع به اینکه آیا وجوه مربوط به بازنشستگی خود را در سهام سرمایه گذاری کنند یا در اوراق قرضه تصمیماتی را اتخاذ می کنند. برخی دیگر از افراد به دنبال حداکثر کردن بازده پس انداز خود از طریق سرمایه گذاری در گزینه های دیگر هستند. افراد در تجزیه و تحلیل هایی که انجام می دهند در نهایت امید دارند که با توجه به ریسک سرمایه گذاری بازده متناسب با آن را بدست آورند. مطالعه دقیق تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری و اصول مدیریت پرتفلیو می تواند باعث مدیریت بهتر و افزایش ثروت سرمایه گذار

شود. به علاوه انتظار می‌رود افراد با مطالعه اصول سرمایه‌گذاری تا آنجایی که ممکن است از اشتباهات جلوگیری کرده و آگاهانه تصمیم‌گیری نمایند.

بیان فرآیند سرمایه‌گذاری در یک حالت منسجم تجزیه و تحلیل ماهیت اصلی تصمیمات سرمایه‌گذاری است در این حالت فعالیتهای مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری تجزیه و تحلیل شده و عوامل مهم در محیط فعالیت سرمایه‌گذاران که بر روی تصمیم‌گیری آنها تأثیر می‌گذارد مورد بررسی قرار می‌گیرد (کمپجانی، اکبر، قویدل، صالح، ۱۳۸۵)

برای حصول یک نتیجه مناسب از سرمایه‌گذاری‌های خود باید از یک استراتژی درست که به نکات زیر توجه دارد، استفاده کنید.

داشتن برنامه بلند و کوتاه مدت و بازنگری مداوم استراتژیهای سرمایه‌گذاری

توجه به روشهای افزایش بازده سرمایه

مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری

استفاده از تنوع در سرمایه‌گذاری

ماهیت اصلی تصمیمات سرمایه‌گذاری

بازار سرمایه شامل آن دسته از اوراق بهاداری است که موعد سررسید آنها بیشتر از یکسال است. به خاطر طولانی بودن موعد سررسید و ماهیت اوراق بهادار بازار سرمایه، میزان ریسک در این بازارها بیشتر از بازار پول است. در این نوع بازار رقابت فروش در برخی موارد ضعیف‌تر است بازار سرمایه شامل اوراق بدهی و سهام است. سهامی که در این بازار وجود دارد بدون تاریخ سررسید است.

۷- انواع اوراق بهادار با سود ثابت: (کمپجانی، اکبر، قویدل، صالح، ۱۳۸۵)

اوراق بهادار با سود ثابت اوراقی هستند که تاریخ پرداخت و مبلغ پرداخت آنها مشخص است. در بیشتر موارد مقدار و زمان هر پرداخت از قبل مشخص شده است. معروفترین این اوراق، اوراق قرضه است که در آن وام دهنده (که اوراق قرضه را منتشر می‌کند) قبول می‌کند اصل بدهی را در تاریخ سررسید مشخص بازپرداخت نماید همچنین بهره تعیین شده را در فواصل معین پرداخت نماید.

چهار نوع عمده اوراق قرضه وجود دارد:

الف) اوراق بهادار دولتی مرکزی: دولت برای تأمین مالی فعالیتهای خود از طریق بخش خزانه خود اقدام به انتشار اسناد و اوراق قرضه با سررسید بیش از یکسال می‌کند. به خاطر قدرت و توان دولت برای انتشار پول این نوع اوراق از ایمن‌ترین اوراق بهاداری است که در بازار منتشر می‌شود. بنابراین سرمایه‌گذاران با اطمینان بیشتری در این زمینه سرمایه‌گذاری می‌کنند. سرمایه‌گذاری که این اوراق بهادار را خریداری می‌کنند انتظار دارد بهره ثابتی را با اطمینان بالا در زمانهای مشخص دریافت کند و ارزش اسمی اوراق قرضه را به طور کامل در موعد سررسید دریافت نماید.

ب) **اوراق بهادار نهادهای دولتی:** از سال ۱۹۲۰ به بعد، دولت مرکزی ایالات متحده به منظور کمک به بخشهای مشخص اقتصادی اقدام به ایجاد نهادهای دولتی خاص نمود. این نهادهای دولتی از طریق فروش اوراق بهادار نهادهای دولتی در خصوص جذب سرمایه به رقابت می‌پردازند.

ج) **اوراق بهادار شهرداریها:** این اوراق بهادار، اوراق قرضه‌ای هستند که توسط شهرداریها جدای از دولت مرکزی منتشر می‌شوند.

نرخ بازده مشمول مالیات اوراق قرضه شهرداریها از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

نرخ مالیات - ۱ / بازده معاف از مالیات = نرخ بازده مشمول مالیات

د) **اوراق بهادار شرکتی:** بسیاری از شرکتهای بزرگ برای تأمین احتیاجات مالی خود اقدام به انتشار اوراق قرضه شرکتی می‌کنند. بسیاری از این شرکتهای بیشتر از یک نوع اوراق قرضه منتشر می‌کند. از طرف دیگر ممکن است سرمایه‌گذاران با اوراق قرضه مختلف شرکتهای در بازار مواجه شوند که دارای سرسیدها، نرخ بهره‌ها و ویژگیهای مختلفی باشند.

ارزش اسمی: برای سهام عادی، برخلاف اوراق قرضه یا سهام ممتاز، یک متغیر اقتصادی مهم نیست. شرکتهای می‌توانند ارزش اسمی سهام عادی را هر مبلغی که بخواهند انتخاب کنند، بعضی از شرکتهای سهام فاقد ارزش اسمی منتشر می‌کنند. سهام جدید معمولاً بیشتر از ارزش اسمی بفروش می‌رسد و تفاوت میان ارزش اسمی و قیمت فروش سهام بعنوان صرف سهام در ترازنامه ثبت می‌شود.

ارزش دفتری: ارزش دفتری شرکت عبارتست از ارزش حسابداری سهام در دفاتر شرکت (مثل ترازنامه). ارزش دفتری شامل مجموع سهام عادی منتشر شده، صرف یا کسر سهام، اندوخته‌ها و سود یا زیان انباشته است. با تقسیم مجموع ارزش دفتری بر تعداد سهام عادی منتشر شده، ارزش دفتری هر سهم بدست می‌آید.

ارزش بازار: عبارتست از قیمت اوراق بهادار که در بازارهای مالی تعیین می‌شود. ارزش بازار سهام متغیری است از علائق سرمایه‌گذاران و بوسیله عرضه و تقاضا تعیین می‌گردد.

سود تقسیمی: سود تقسیمی آن بخش از سود شرکت است که به سهامداران پرداخت می‌شود. سود تقسیمی تنها پرداخت نقدی است که بطور منظم به سهامداران پرداخت می‌شود.

بازده سود سهام: عبارتست از سود تقسیمی سالانه تقسیم بر قیمت جاری هر سهم که بصورت درصد نشان داده می‌شود.

درصد سود پرداختی: این نسبت نشان می‌دهد که شرکت چند درصد از سود خالص، خود را به سهامداران پرداخت می‌کند. اگر درصد سود پرداختی را از سود خالص کسر کنیم نسبت سود انباشته بدست می‌آید و نشان می‌دهد که چه درصدی از سود فعلی

شرکت برای سرمایه‌گذاری‌های مجدد در شرکت نگهداری می‌شود. (کمپجانی، اکبر، قویدل، صالح، ۱۳۸۵)

حاشیه سود خالص شرکت: یکی از نسبتهای سودآوری است که از طریق تقسیم کردن سود خالص به کل فروش محاسبه می‌شود.

این نسبت نشان می‌دهد که از یک تومان فروش شرکت، چه مقدار آن به سود خالص تبدیل شده است. به عنوان مثال، حاشیه سود

خالص ۳۰ درصد نشان می‌دهد که از یک تومان فروش محصولات شرکت، ۳ ریال سود خالص بدست آمده است.

۸- الگوریتم ژنتیک

۸-۱- فرضیه تکامل

فرضیه تکامل در موجودات زنده در تاریخ ۲۴ نوامبر سال ۱۸۵۹ میلادی با انتشار کتاب "بنیاد انواع" توسط چارلز داروین انگلیسی به طور جدی مطرح شد. در سال ۱۸۶۵ میلادی تحقیقات گریگور مندل^۳ کشیش اتریشی درباره وراثت و تکامل و اصولی که به طور تجربی به دست آورده بود چند سال پس از مرگش انتشار یافت. این تحقیقات^۴ توجه بسیاری را معطوف به این موضوعات نمود. در سال ۱۹۰۳ کروموزوم به عنوان واحد وراثت و در سال ۱۹۰۵ برای اولین بار واژه ژنتیک توسط یک زیست شناس انگلیسی به نام ویلیام بیتسون وضع گردید و مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۲۷ واژه جهش^۵ برای بیان تغییرات فیزیکی در ژنها وضع شد. در سال ۱۹۳۱ واژه برش^۶ مطرح شد.

ایده اصلی الگوریتم‌های تکاملی (evolutionary) در سال ۱۹۶۰ میلادی توسط ریچنبرگ مطرح گردید. الگوریتم‌های ژنتیک که منشعب از این نوع الگوریتم‌ها می باشد، در حقیقت روش جستجوی کامپیوتری بر پایه الگوریتم‌های بهینه سازی و بر اساس ساختار ژن‌ها و کروموزوم‌ها است که توسط جان هلند (۱۹۷۰) در دانشگاه میشیگان مطرح شد (مهدی ، علیرضا ۱۳۸۶). پس از وی یکی دانشجویش به نام دیوید گلدبرگ با حل مسئله بسیار سخت کنترل انتقال خط لوله گاز در رساله خود (۱۹۸۹)، الگوریتم ژنتیک را مشهور ساخت (رندی ، هاپت و همکاران ۲۰۰۴). یکی از بهترین و جامعترین تعاریف الگوریتم‌های ژنتیک نیز متعلق به کتاب گلدبرگ است: "الگوریتم‌های ژنتیک مدلی از یادگیری ماشین است که نحوه رفتار آن تمثیلی از فرآیندهای تکاملی موجود در عالم طبیعت است."

الگوریتم‌های ژنتیک یکی از قویترین روشهای برگرفته از طبیعت است که به جستجوی فضای مسأله بصورت تصادفی هدایت شده پرداخته که این جستجو در قالب تلاش جهت ایجاد جوابهایی بهتر، در هر نسل نسبت به جوابهای نسل قبل صورت می‌گیرد. و یکی از بهترین اشکال بهینه سازی عددی در مسائل علوم و مهندسی را ارائه می‌کند (مسعودیان ، سولماز و همکاران ۱۳۸۶). برخی از زمینه های کاربردی الگوریتم ژنتیک بیان شده در (مهدی ، علیرضا ۱۳۸۶) در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- کاربردهای الگوریتم ژنتیک (مهدی ، علیرضا ۱۳۸۶)

کاربرد	زمینه
خطوط انتقال گاز- پرتاب موشک- سیستم‌های تعادلی- رهگیری و ...	کنترل
طراحی هواپیما- طراحی مدارات VLSI و شبکه‌های ارتباطی و ...	طراحی
برنامه‌ریزی تولید- زمانبندی- تخصیص منابع و ...	مدیریت و برنامه ریزی

^۳Gregor Mendel

^۴Experiment on Plant Hybridization

^۵ Mutation

^۶ Crossing over

روبایک	مسیر حرکت روبات و ...
یادگیری ماشین	طراحی شبکه‌های عصبی- الگوریتم‌های طبقه بندی و ...
پردازش سیگنال	طراحی فیلتر و ...
سایر موارد	هنر و موسیقی- مسئله فروشنده دورگرد- مسیریابی در شبکه و ...

۸-۲- کدگذاری

کدگذاری یکی از عناصر مهم و تعیین کننده در هر الگوریتم ژنتیک است (رادومیر ، پرزینا ۲۰۰۶). به تبدیل پاسخ مسئله به صورت یک ساختار (کروموزم) که از مجموعه ای از ژنها تشکیل یافته، کدگذاری می گویند. کروموزم یک آرایه منظم با طول ثابت از مقادیرالل^۷ (ژنهای نام همسان مجاور) (چو و همکاران ۱۹۹۹). در واقع الگوریتم ژنتیک به جای این که به طور مستقیم بر روی پارامترها یا متغیرهای مساله کار کند، با شکل کد شده آنها سروکار دارد (مسعودیان ، سولماز و همکاران ۱۳۸۶). تاکنون محدودیت خاصی برای ساختار ژنها مطرح نشده است، به همین دلیل روشهای متنوعی برای کدگذاری مسائل مورد استفاده قرار می گیرد. در (مهدی ، علیرضا ۱۳۸۶ ، مسعودیان، سولماز و همکاران ۱۳۸۶) تعدادی از روشهای موجود بررسی شده اند. در این تحقیق، روشها موجود را با نگرشی متفاوت گروه‌بندی نموده ایم تا علاوه بر بیان ویژگی روشهای مختلف تحلیل عملکرد آنها نیز ساده تر گردد. در روشهای کدگذاری موجود، از نظر نوع چینش ژنها چهار ساختار عمده زیر وجود دارد.

آرایه ساده، ماتریس، لیست، درخت

برای ژنها نیز تاکنون پنج ساختار زیر مطرح شده است

باینری (دودویی)، عدد صحیح، عدد حقیقی، کاراکتر، شی

باید توجه داشت که نوع عملیات مورد نیاز در بسیاری از مراحل الگوریتم ژنتیک به شدت وابسته به نوع ساختار انتخابی (کدگذاری) می باشد. در ادامه این فصل به صورت مختصر به بیان این تفاوتها خواهیم پرداخت.

همانگونه که بیان گردید روشهای بسیار زیادی می توان برای کدگذاری مطرح نمود. در اینجا به بررسی چهار روش عمده که تقریباً در بر گیرنده ساختارهای مطرح شده در فوق می باشند می پردازیم.

کدگذاری دودویی:

متداول ترین نوع کدگذاری در الگوریتم ژنتیک می باشد. هر ژن در این ساختار به صورت باینری بوده (صفر یا یک) و ساختار کروموزم عموماً به صورت یک آرایه ساده می باشد. در (مسعودیان ، سولماز و همکاران ۱۳۸۶) این روش با بیان ساده تری تعریف شده است:

^۷allele

"در کدگذاری دودویی هدف تبدیل جواب مساله به آرایه ای از اعداد باینری (در مبنای ۲) می‌باشد". این روش ساده ترین نوع کدگذاری می باشد و تقریبا امکان تبدیل انواع دیگر کدگذاری به این روش امکان پذیر است (در بعضی مسائل بسیار مشکل است). در حقیقت این روش بر گرفته از ساختار ژنتیکی موجودات زنده می باشد، با این تفاوت که در موجودات زنده ترکیبی از چند ژن یک صفت خاص را بروز می دهند یا به بیان ساده تر برخی از ژنها با یکدیگر دارای رابطه معنایی هستند و هر ژن بیانگر یک خصوصیت می- باشد. این روش علی رغم کاربرد زیاد دارای معایبی نیز می باشد که منجر به گستردگی فضای پاسخ مسئله می گردد (برای کروموزمی با تعداد n ژن تعداد حالات مختلف کروموزم 2^n می باشد. در (مهدی ، علیرضا ۱۳۸۶) این مشکل بدین صورت عنوان شده است: "اصولا روش کد مبنای دو امکان تولید کروموزم‌های بسیاری را با حداقل بیت فراهم می‌کند. لذا این روش کدگذاری در مسائل واقعی باید همراه با اصلاحاتی بعد از اعمال عملگرهای ژنتیکی صورت گیرد". مزایای این روش سادگی عملگرهای ژنتیک و امکان تبدیل تمامی مسائل ژنتیکی به این ساختار می‌باشد. این روش کدگذاری برای مسائلی که در آنها تمامی حالات کروموزم نوعی پاسخ مسئله به شمار می آیند بسیار مناسب می باشد. به عنوان مثال می توان به مسئله کوله‌پشتی صفر و یک اشاره نمود. در این مسئله اشیایی با ارزش و اندازه معینی وجود دارند که می خواهیم تعدادی از آنها را در یک کوله‌پشتی با ظرفیت مشخص قرار دهیم به نحوی که ارزش اشیا موجود در کوله‌پشتی ماکزیمم باشد. در این حالت به ازاء هر شی یک ژن در کروموزم داریم. هر ژن بیانگر وجود (مقدار ۱) و عدم وجود (مقدار ۰) آن شی در کوله‌پشتی می‌باشد. روش دودویی مناسبترین روش برای این مسئله می باشد زیرا با ساختار پاسخ مسئله همخوانی مناسبی دارد. روش کدگذاری دودویی در برخی مسائل، فضای پاسخ را بیهوده افزایش می‌دهد، به همین دلیل کدگذاری های دیگر سعی می کنند حالات غیر قابل قبول را حذف نموده و معنادار کردن ژنها با توجه به پاسخ مسئله را تقویت نمایند.

کدگذاری جایگشتی:

در این روش کروموزم ها به صورت آرایه (عموما یک بعدی) از اعداد نمایش داده می شوند به نحوی که اعداد موجود در هر کروموزم منحصر به فرد باشند. معمولا برای آرایه n عنصری اعداد از ۱ تا n را به عنوان مقادیر ژنهای کروموزم در نظر می گیرند. باید توجه داشت که به دلیل عدم پذیرش اعداد تکراری، عملگرهای ژنتیک در این حالت کمی پیچیده تر از حالت دودویی هستند. در این روش تعداد حالات مختلف کروموزم $n!$ می باشد. شاید در نگاه اول از نظر فرمول پیچیدگی فضای پاسخ این حالت بیشتر از حالت دودویی باشد اما باید دقت داشت که برای تبدیل این حالت به فرم دودویی لازم است به ازاء هر خانه در حالت جایگشتی $1 + \lfloor \log n \rfloor$ خانه در حالت دودویی داشته باشیم که به دلیل عدم وابستگی خانه ها به یکدیگر امکان حذف حالاتی که اعداد تکراری نداشته باشیم مشکل خواهد بود. بنابراین پیچیدگی فضای پاسخ در حالت جایگشتی کمتر از حالت دودویی خواهد بود. از مزایای دیگر این روش این است که روش جایگشتی در برخی مسائل به صورت بسیار مناسب توصیفی از پاسخ مسئله را در خود خواهد داشت. مثال بسیار مناسب برای روش جایگشتی مسئله فروشنده دوره گرد است. در این مسئله هدف یافتن مسیری است که از هر شهر فقط و تنها فقط یک بار عبور نماید به نحوی که کمترین مسافت ممکن طی شود. برای این مسئله هر عدد بیانگر یک شهر و آرایه (کروموزم) بیان

کننده ترتیب رفتن به شهرهای مختلف می باشد. واضح است که استفاده از کدگذاری دودویی برای حل این مسئله، علاوه بر بزرگ نمودن فضای پاسخ و پیچیده نمودن عملگرها، تشخیص پاسخ مسئله از روی کروموزم را مشکل تر می نماید، زیرا نیازمند تبدیل کدهای باینری به کد شهرها می باشد. کار صورت گرفته در این تحقیق، مسئله جداول زمانی را بر اساس روش جایگشتی به همراه مقداری تغییر و اصلاحات در این ساختار کدگذاری می نماید.

کدگذاری مقداری:

در این روش هر کروموزم به صورت آرایه‌ای ساده از مقادیر است که این مقادیر می تواند هر چیز مرتبط با مساله باشد. مثلا اعداد اعشاری، کاراکتر و یا اشیاء کد شده نمونه هایی از مقادیر مورد استفاده می باشند. این روش در حل مسائل خاصی کاربرد دارد. مثلا برای پیدا کردن وزن‌های شبکه‌های عصبی یعنی وزن‌های لایه ورودی، لایه مخفی و لایه خروجی می توان از این روش استفاده نمود که مقادیر ژن‌های کروموزم همان وزن‌های شبکه خواهند بود (مهدی ، علیرضا ۱۳۸۶).

کدگذاری درختی:

در این روش بجای استفاده از ساختار آرایه‌ای (پیوسته و محدود) برای سازماندهی ژن‌ها از ساختار درختی استفاده می نماییم. از این روش برای برنامه نویسی ژنتیک و زبان‌های برنامه نویسی (هوش مصنوعی) استفاده می شود. در روش کدگذاری درختی هر کروموزم به صورت یک درختی از اشیاء مثل توابع یا دستورات می باشد. به عنوان مثال در زبان LISP از این روش استفاده می شود (مهدی ، علیرضا ۱۳۸۶).

۸-۳- شرط توقف الگوریتم

سوال مهمی که در اینجا وجود دارد، این است که چه زمانی باید الگوریتم متوقف شود؟

باید اذعان کرد که هیچ جواب جامع و مناسبی برای این سوال وجود ندارد. اما بعضی از شرط‌های توقف عبارتند از:

- ۱- رسیدن به جوابک این ساده ترین و کوتاه‌فکرانه‌ترین روش است. به این معنی که اگر مقدار کروموزم مناسب‌ترین باشد الگوریتم متوقف می‌شود.
- ۲- عدم پیشرفت: یعنی الگوریتم ژنتیک پس از X بار تکرار با همان کروموزم‌های قبلی ادامه پیدا کند.
- ۳- به روش آماری: اگر مقدار تابع برازش به یک مقدار مشخصی رسید، الگوریتم متوقف شود.
- ۴- تعداد تکرارها: اگر هیچ یک از موارد فوق جواب نداد، شرط توقف را تعداد تکرارهای مشخصی قرار می‌دهیم.
- ۵- بهینه سازی موضعی: از یک بهینه ساز موضعی استفاده می‌کنیم که در صورت عدم پیشرفت متوقف شود (مهدی ، علیرضا

(۱۳۸۶).

۹- پژوهش های گذشته:

ابزری، مهدی، کتابی، سعیده، عباسی، عباس (۱۳۸۴) در پژوهشی تحت عنوان بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی و ارائه یک مدل کاربردی سعی دارد با در نظر گرفتن دانش مدیریت مالی و سرمایه گذاری جهت ارزیابی ریسک و بازده، به تجزیه و تحلیل نقاط قوت و ضعف مدل مبنا که توسط اسپرانزا ۱، در سال ۱۹۹۵ برای به کارگیری در بازار سهام میلان ایتالیا ارائه شده، بپردازد و بر این اساس، مدلی جدید را در قالب برنامه ریزی خطی جهت بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با در نظر گرفتن نرخ بازده مورد انتظار و حد اقل ریسک طراحی نماید. مدل پیشنهادی، انواع مختلف سرمایه گذاری هایی را بررسی می کند که یک سرمایه گذار می تواند و تمایل دارد جهت تشکیل سبد سرمایه گذاری خود، آن ها را مورد ملاحظه قرار دهد. در نهایت، برای حل این مدل، یک روش پیشنهادی ارائه و روی یک مثال واقعی اجرا و تحلیل می شود، به طور نمونه نتایج نهایی، اطلاعات بازار سهام میلان نشان داده اند که مدل جدید، در زمان بسیار کوتاه تری قابل حل می باشد. در صورتی که مدل مبنا با نرخ بازده مورد انتظار ۱۲٪، قادر به حل مسأله ای با ۱۴ نوع سهام بیشتر نبود. مدل جدید، مسأله ای با تعداد ۲۰ نوع سهام مورد استفاده تحقیق را، به راحتی و در زمانی بسیار کوتاه حل می نماید.

حمیدرضا، قاسمی، امیرعباس، نجفی (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان ارائه الگوریتم بهینه سازی علفهای هرز جهت حل مسأله انتخاب سبد سرمایه گذاری مدلی نوین جهت بهینه سازی پرتفوی ارایه گردیده است که علاوه بر مجاز شمردن فروش استقراری برخی محدودیت های کاربردی بازار سرمایه نیز به مدل تحمیل گردیده است با توجه به پیچیدگی محاسباتی مدل پیشنهادی در اندازه های نسبتاً بزرگ الگوریتم فراابتکاری بهینه سازی علفهای هرز به عنوان روش حل انتخاب گردیده است.

قدرت الله امام وردی، غلامحسین غلامی، مرضیه بیگلرپور (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان پیش بینی شاخص بازدهی بورس اوراق بهادار تهران: کاربردی از مدل های شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک با هدف بررسی مدل های شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک (GMDH) جهت پیش بینی شاخص بازدهی بورس اوراق بهادار تهران صورت پذیرفته و به منظور ارزیابی قدرت عملکرد پیش بینی این مدل از یک مدل رگرسیونی سنتی (ARIMA) نیز استفاده شده است. داده های مورد استفاده در این پژوهش به صورت روزانه و مشتمل بر بازه ی زمانی بهمن ۱۳۸۸ الی دیماه ۱۳۹۰ بوده که شامل ۴۶۱ مشاهده می باشد. در این راستا، جهت مجزا سازی پیش بینی های داخل نمونه های و خارج نمونه ای، از تقریباً ۹۰٪ از مشاهدات (۴۱۱ مشاهده) جهت تخمین ضرایب مدل و از مابقی جهت انجام پیش بینی خارج از نمونه استفاده شده است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که مدل شبکه ی عصبی مصنوعی مبتنی بر الگوریتم GMDH، در ارزیابی عملکرد قابل توجهی در سری بازدهی بورس تهران (در دوره نمونه) داشته و قادر است که پیش بینی های دقیق تری نسبت به مدل ARIMA ارائه دهد.

پویان طباطبایی (۱۳۹۲) در پژوهشی تحت عنوان انتخاب بهینه استراتژی از ماتریس SWOT با بکارگیری الگوریتم ژنتیک به اولویت بندی استراتژی هایی پرداخته ایم که شرکت های قطعه ساز خودرو که اهمیت بالایی در زنجیره ارزش این صنعت دارند می توانند مجری آن باشند رویکرد انتخاب بهینه از سبد ماتریس SWOT با بکارگیری رویکرد هوش مصنوعی برای انعطاف پذیری در نتایج بصورت جوابهای بهینه چندگانه مدنظر این پژوهش است. ما از الگوریتم ژنتیک برای این بهینه سازی استفاده کردیم. نتایج نشان داد که با استفاده از مدل های ریاضی فرا ابتکاری می توان گزینه های زیادی را در قالب استراتژی با در نظر گرفتن هزینه و محدودیت ها و با در نظر گرفتن ماتریس SWOT تصمیم گیری هوشمندانه ای داشت.

۱۰- روش پژوهش

این تحقیق از لحاظ هدف تحقیق، تحقیقی کاربردی می باشد. در واقع هدف این تحقیق توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص می باشد. همچنین این تحقیق از نظر ویژگی های موضوع تحقیقی است توصیفی، از نظر زمان گردآوری داده ها مطالعه ای است پیمایشی و از نظر نحوه گردآوری داده ها تحقیقی میدانی است.

۱۰-۱- جامعه آماری:

جامعه آماری موقعیت های سرمایه گذاری در ایران می باشد که بتوان اطلاعات بازده هزینه آن را بدست آورد.

۱۰-۲- حجم نمونه

با توجه به اطلاعات کسب شده ۱۶ موقعیت سرمایه گذاری شناسایی شد

۱۰-۳- ابزار جمع آوری داده ها:

در این تحقیق برای گرد آوری اطلاعات از منابع کتابخانه ای (مانند مطالب موجود در کتاب‌ها، مقالات، نشریات و نظیر این موارد) و اینترنت و پایگاه‌های اطلاع رسانی معتبر استفاده شده است و از ابزار مصاحبه و مشاهده استفاده شده است ریسک و امتیاز هر یک از موقعیت های سرمایه گذاری از طریق نظرخواهی از خبرگان با استفاده از طیف صفر تا یک بررسی شد.

۴-۱۰- روش تجزیه و تحلیل داده ها:

برای تجزیه و تحلیل از الگوریتم ژنتیک و از نرم افزار Matlab استفاده شده است.

۵-۱۰- سرمایه گذاری های شناسایی شده:

پس از کسب اطلاعات از منابع معتبر سرمایه گذاری ها شناسایی ، هزینه و بازده آن در جدول ۴ آورده شده است. در این پژوهش انواع سرمایه گذاری مورد بررسی قرار می گیرد.

جدول ۴- موقعیت های سرمایه گذاری

ردیف	موقعیت های سرمایه گذاری	امتیاز با توجه به نظر خبرگان	ریسک با توجه به نظر خبرگان	تولید	خدمات
۱	پس انداز در بانک	۰,۷۷	۰		۱
۲	سرمایه گذاری در بورس	۰,۸۴	۰,۷۰		۱
۳	سرمایه گذاری در معدن	۰,۱۲	۰,۹۷	۲	
۴	خرید ارز	۰,۸۱	۰,۵۱		۱
۵	سرمایه گذاری در ساختمان سازی	۰,۶۵	۰,۲۱	۲	
۶	سرمایه گذاری در تولید قطعات خودرو	۰,۵۹	۰,۸۳	۲	
۷	سرمایه گذاری در خدمات حمل و نقل	۰,۶۱	۰,۰۵		۱
۸	سرمایه گذاری در کشاورزی	۰,۲۱	۰,۹۲	۲	
۹	سرمایه گذاری در صنعت پتروشیمی	۰,۴۸	۰,۳۳	۲	
۱۰	سرمایه گذاری در عمران و راهسازی	۰,۷۲	۰,۵۶	۲	
۱۱	واردات قطعات الکترونیکی	۰,۸۸	۰,۴۷		۱
۱۲	واردات ادوات کشاورزی	۰,۳۰	۰,۹۷		۱
۱۳	واردات مواد شیمیایی	۰,۱۹	۰,۷۱		۱
۱۴	واردات دارو	۰,۵۸	۰,۲۳		۱
۱۵	واردات تجهیزات فناوری اطلاعات	۰,۸۹	۰,۰۱		۱
۱۶	واردات لوازم آرایشی	۰,۷۳	۰,۳۶		۱

۱۱- شیوه تجزیه و تحلیل داده ها

جهت اجرا ما با هزینه های ۴,۵ و ۲,۵ نقاط حاشیه ای داده ها با توجه به مجموع ریسک ۹,۷۵ را اجرا می کنیم در هر دو هزینه تا تکرارپذیری الگوریتم را اجرا می کنیم.

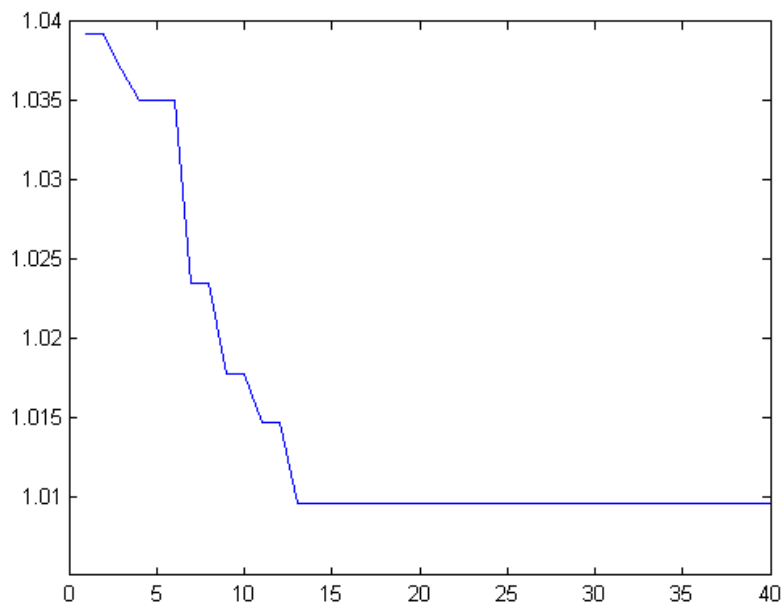
تنظیمات الگوریتم:

ضریب کروموزوم: ۰,۸

جمعیت اولیه: ۴۰

نرخ جهش: ۰,۲

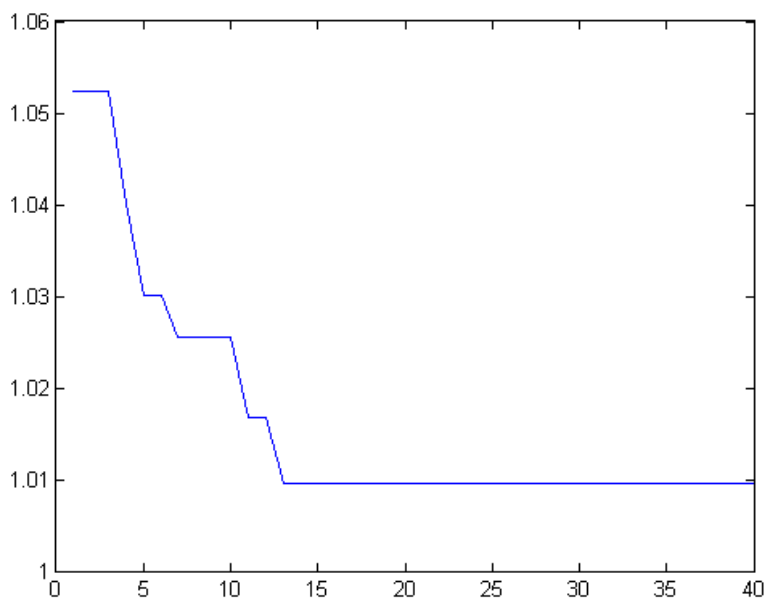
۱۱-۱ - سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای اول با هزینه ۴,۵:



نمودار ۱ - اجرای اول با هزینه ۴,۵

1	2	4	5	6	7	9	10	11	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

۱۱-۲ - سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای دوم با هزینه ۴,۵:

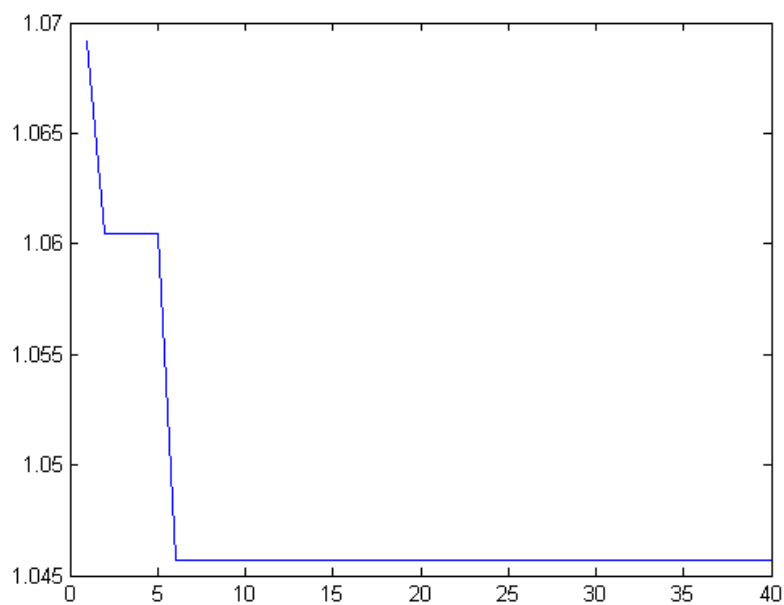


نمودار ۲ - اجرای دوم با هزینه ۴,۵

1	2	4	5	6	7	9	10	11	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

با توجه به تکراری بودن نتایج در بازه هزینه ۴,۵ آزمایش را با هزینه ۲,۵ آغاز می کنیم

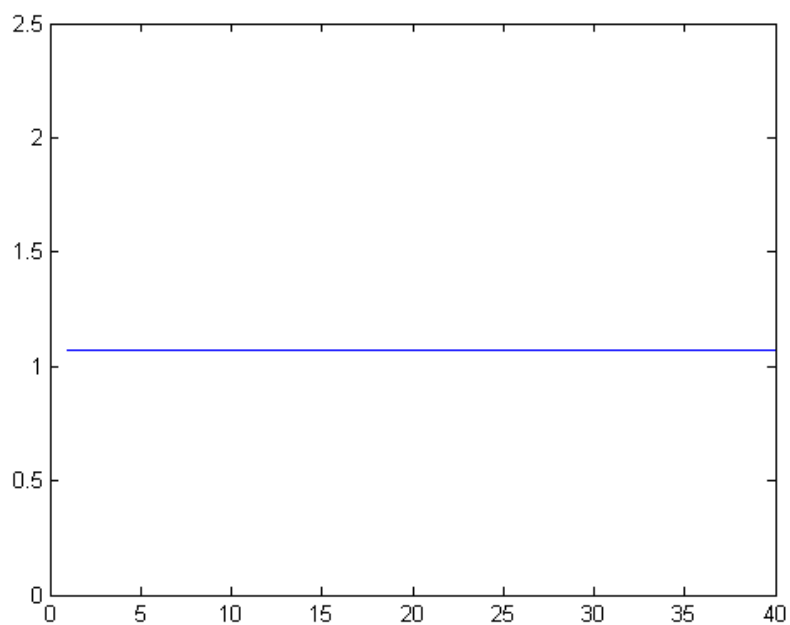
۳-۱۱- سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای اول با هزینه ۲,۵:



نمودار ۳- اجرای اول با هزینه ۲,۵

1	2	5	7	9	11	14	15	16
---	---	---	---	---	----	----	----	----

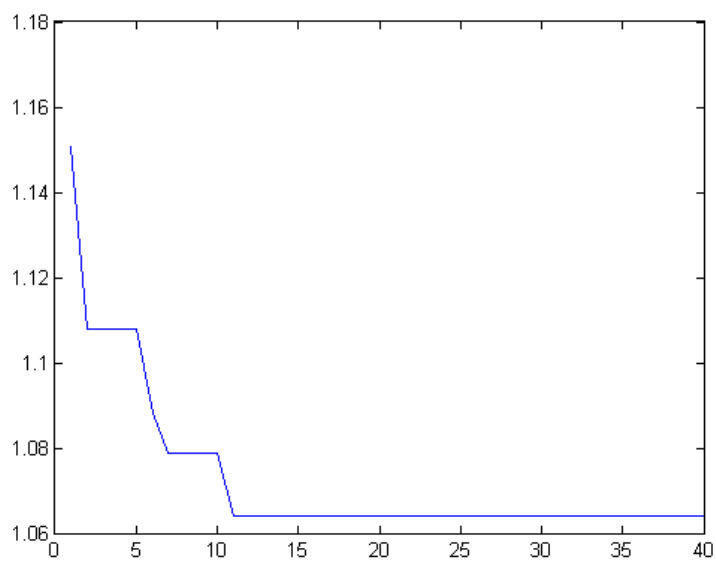
۴-۱۱- سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای دوم با هزینه ۲,۵:



نمودار ۴- اجرای دوم با هزینه ۲,۵

1	4	5	6	7	9	15	16
---	---	---	---	---	---	----	----

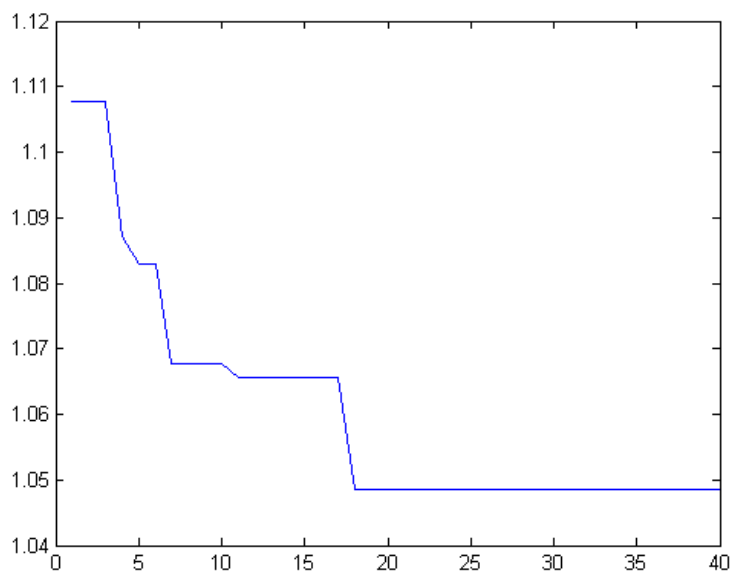
۱۱-۵- سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای سوم با هزینه ۲,۵:



نمودار ۳- اجرای سوم با هزینه ۲,۵

1	4	5	7	9	13	14	15	16
---	---	---	---	---	----	----	----	----

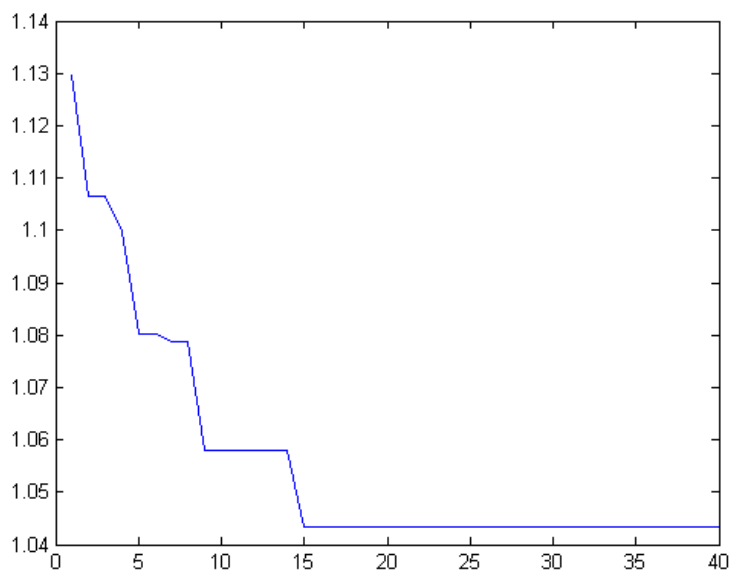
۱۱-۶- سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای چهارم با هزینه ۲,۵:



نمودار ۴- اجرای چهارم با هزینه ۲,۵

1	5	7	9	10	11	14	15	16
---	---	---	---	----	----	----	----	----

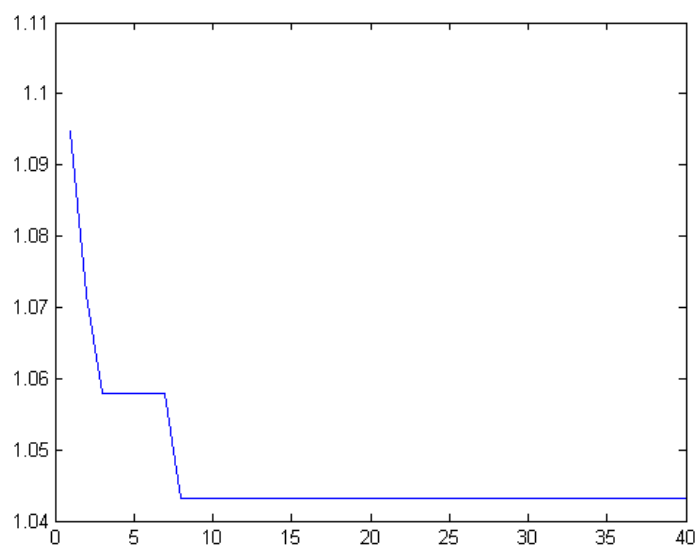
۷-۱۱- سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای پنجم با هزینه ۲,۵:



نمودار ۵- اجرای پنجم با هزینه ۲,۵

1	4	5	7	9	10	11	15	16
---	---	---	---	---	----	----	----	----

۸-۱۱- سرمایه گذاری های انتخاب شده در اجرای ششم با هزینه ۲,۵:



نمودار ۶- اجرای ششم با هزینه ۲,۵

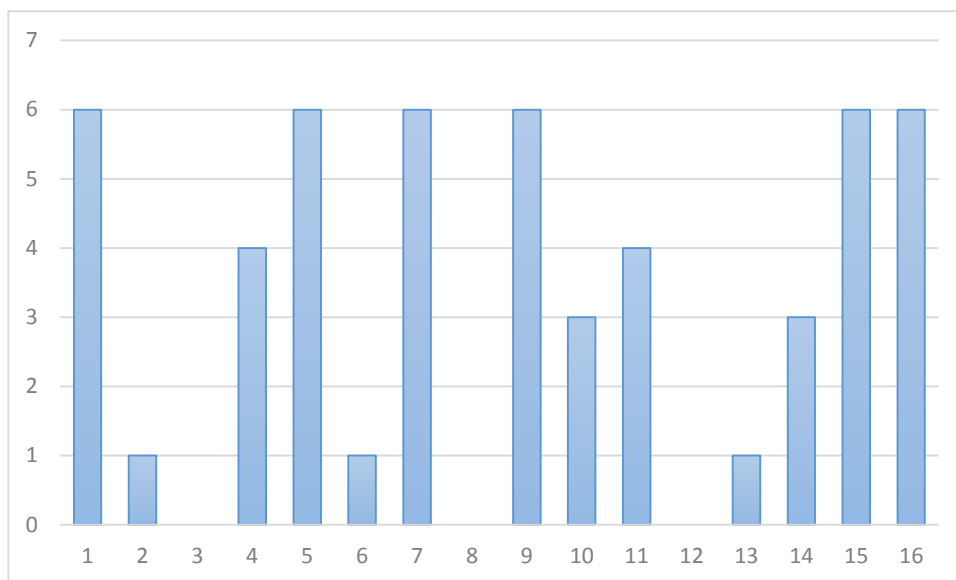
1	4	5	7	9	10	11	15	16
---	---	---	---	---	----	----	----	----

با توجه به اینکه آزمایش در اجرای ششم تکراری بود آزمون را خاتمه می دهیم و به تحلیل کلی می پردازیم.

۱۲- تحلیل توصیفی نتایج الگوریتم ژنتیک

۱-۱۲- فراوانی موقعیت سرمایه گذاری ها در هزینه ۲,۵

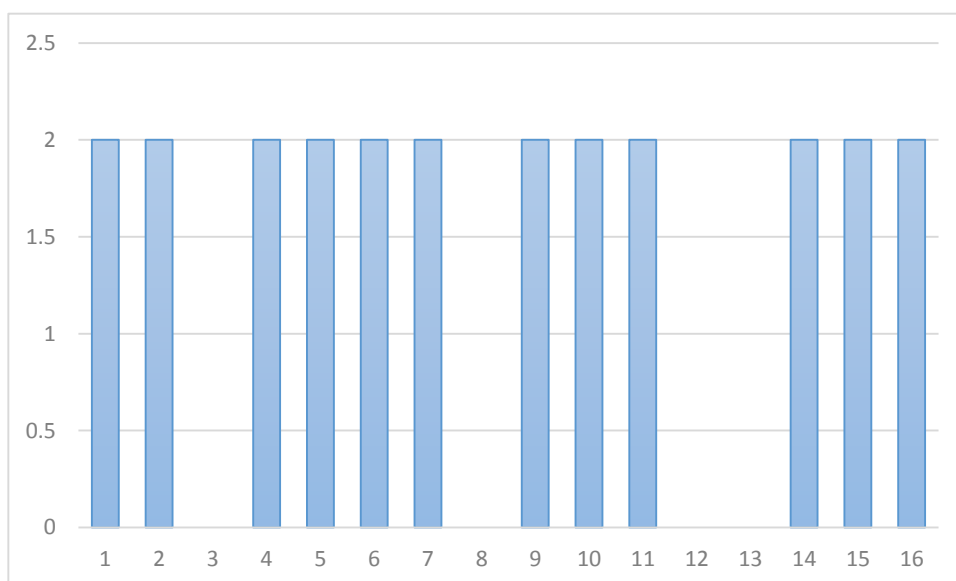
در نمودار ۹ میزان تکرار در انتخاب هر یک از موارد سرمایه گذاری نشان داده شده است.



نمودار ۷ - میزان تکرار در انتخاب هر یک از موارد سرمایه گذاری

۲-۱۲- فراوانی موقعیت سرمایه گذاری ها در هزینه ۴,۵

در نمودار ۱۰ میزان تکرار در انتخاب هر یک از موارد سرمایه گذاری نشان داده شده است.



نمودار ۸ - میزان تکرار در انتخاب هر یک از موارد سرمایه گذاری

۱۳- نتیجه گیری:

یافته های تحقیق:

در این پژوهش الگوریتم ژنتیک با استفاده از ماتریس تصمیم گیری در خصوص انتخاب سرمایه گذاری نشان داد ابزار بسیار خوبی است در پژوهش پویات طباطبایی (۱۳۹۲) و داود حسین آبادی ساده (۱۳۹۱) به مزیت الگوریتم ژنتیک در حل مسئله گسسته اشاره شده است در پژوهش ما نیز جوابهای بهینه چندگانه با انحراف کم بدست آمده است در صورت بررسی سرمایه گذاری ها در موقعیت های بیشتر برای پیشبرد اهداف می توان از الگوریتم ژنتیک جهت اولویت بندی و انتخاب موقعیت های سرمایه گذاری استفاده کرد، پژوهش ما نشان داد که در صورت اضافه شدن معیارها می توان تصمیم گیری بهتری را انجام داد. حمیدرضا، قاسمی، امیرعباس، نجفی (۱۳۹۱) نیز به اهمیت الگوریتم های فرا ابتکاری نسبت به سایر روشها اشاره کرده اند.

در این پژوهش مشخص شد سرمایه گذاری در بانک و بورس و واردات تجهیزات فناوری اطلاعات و لوازم آرایشی از موقعیت خوبی برخوردار است و می توان در این موارد با کمترین ریسک در ایران سرمایه گذاری کرد. در پژوهش ایزری، مهدی، کتابی، سعیده، عباسی، عباس (۱۳۸۴) با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی با استفاده از شاخص های ریسک و بازده نتایج بدست آمده قابلیت تحقیق حاضر را نداشته بنحوی که محققان به عنوان یک محدودیت جواب های بهینه چندگانه را مطرح و پیشنهاد به استفاده از الگوریتم های فرا ابتکاری را دادند.

در این پژوهش مهمترین دستاورد ایجاد یک چارچوب برای انجام پژوهش هایی با پیچیدگی بالا می باشد که می توان محدودیت های آن را افزایش داد الگوریتم ژنتیک در این خصوص نشان داد که دارای قابلیت بالایی در حل چنین مسائل است.

منابع و مراجع

- [۱]. آذربایجانی، کریم، عمارزاده، مصطفی، آقای فیروشان، حمیدرضا (۱۳۸۴) بررسی و تعیین اولویت های سرمایه گذاری در صنایع کشور، دانشکده علوم اداری و اقتصاد شماره ۱.
- [۲]. کميجانی، اکبر، قويدل، صالح (۱۳۸۵) اثرسریز سرمایه گذاری مستقیم خارجی در اشتغال ماهر و غیرماهر بخش خدمات ایران، مجله تحقیقات اقتصادی دوره ۴۱، شماره ۵.
- [۳]. برنسون، ویلیام (۲۰۰۵) تئوری و سیاستهای سرمایه گذاری، ترجمه: علیرضا احمدی، ۱۳۸۷، نشر نی، تهران.
- [۴]. علیرضا مهدی (۱۳۸۶)، "مقدمه ای بر الگوریتم ژنتیک و کاربردهای آن"، تهران: انتشارات ناقوس
- [۵]. مسعودیان سولمازو استکی افسانه ۱۳۸۶، "طراحی جدول زمانبندی خودکار با استفاده از الگوریتم های ژنتیک"، پایان نامه کارشناسی دانشگاه اصفهان

[۱]. S.C.Chu and H.L.Fang, (۱۹۹۹), "Genetic Algorithms vs. Tabu Search in Timetable Scheduling", Third International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems

[۷]. A.Gunawan, K. M. Ng and H. L. Ong, (۲۰۰۸), "A Genetic Algorithm for the Teacher Assignment Problem for a University in Indonesia", Information and Management Sciences, Volume ۱۹, Number ۱, pp. ۱-۱۶

[۸]. Randy L.Haupt and sue Ellen Haupt, (۲۰۰۴), "Practical Genetic Algorithm" (۲nd ed), USA: Wiley

[۹]. Fabian Marki, Manfred Vogel and Martin Fischer, (۲۰۰۶), "Process Plan Optimization using a Genetic Algorithm", PATAT ۲۰۰۶, pp. ۵۲۸-۵۳۱. ISBN ۸۰-۲۱-۳۷۲۶-۱.

[10]. Radomír Perzina, (2006), "Solving the University Timetabling Problem with Optimized Enrolment of Students by a Parallel Self-adaptive Genetic Algorithm", PATAT 2006, pp. 264–280. ISBN 80-211-3726-1.