

کاربرد الگوریتم ژنتیک چند هدفه در بهینه سازی پرتفوی تسهیلات

بانک

(مطالعه موردی تسهیلات اعطایی بانک ملی استان اصفهان)

محمدرضا دلوی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد دهقان

ابراهیم باقی

مدرس دانشگاه و کارشناس بانک ملی ایران

عبدالمجید عبدالباقی

عضو هیات علمی دانشگاه غیر انتفاعی شیخ بهایی

جواد کاظمی

کارشناس ارشد مدیریت مالی

چکیده

حداکثر سازی سود به همراه حداقل کردن ریسک هدفی است که همواره مؤسسات مالی و اعتباری به دنبال تحقق آن هستند. در این تحقیق که در چارچوب تسهیلات اعطایی یکی از بانک‌های تجاری ایران طی سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰ انجام گردیده به بررسی نرخ بهره مؤثر، نرخ نکول تسهیلات اعطایی در قالب عقود اسلامی در بخش‌های مختلف و سبد بهینه تسهیلات پرداخته شده است. بنابراین با استفاده از الگوریتم ژنتیک چند هدفه پرتفوی بهینه تسهیلات اعطایی تعیین شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که پرتفوی بهینه تسهیلات که توسط الگوریتم ژنتیک چند هدفه بدست آمده است متفاوت از پرتفوی فعلی بانک است و پوشش دهنده محدودیت‌های و سیاست‌های مختلف حاکم بر اعطای تسهیلات است. همچنین نرخ بهره مؤثر و درجه

کارایی تسهیلات مبتنی بر مدل بالاتر از نرخ بهره مؤثر و درجه کارایی سبد فعلی تسهیلات است.

کلمات کلیدی: بهینه سازی پرتفوی، الگوریتم ژنتیک، تسهیلات، بازده و نرخ نکول.

۱- مقدمه

هدف هر مؤسسه مالی و اعتباری یا در کل هر بنگاه تجاری کسب سود است و لازمه آن انتخاب بهترین روش کسب کار برای کاهش ریسک فعالیت‌های مؤسسه و افزایش سود می‌باشد. منظور از ریسک، انجام سرمایه‌گذاری‌هایی است که منجر به ضرر و به خطرات دادن سرمایه مؤسسه و یا در بعضی اوقات از بین رفتن اصل سرمایه می‌شود. همچنین هزینه‌های فرصتی که بابت سرمایه‌گذاری‌های نادرست به سازمان تحمیل می‌شود نمونه‌ای از زیان‌های پنهان مربوط به عدم وجود استراتژی و برنامه‌ریزی صحیح کسب کار است.

علت شکست بسیاری از مؤسسات مالی و اعتباری عدم انتخاب صحیح سبد مناسب سرمایه‌گذاری است [8]. چون اغلب سرمایه‌گذارهای این مؤسسات در قالب اعطای تسهیلات صورت می‌گیرد انتخاب سبد سرمایه‌گذاری مناسب برای اعطای انواع تسهیلات در قالب عقود اسلامی اجتناب‌ناپذیر است.

در همین راستا مؤسسات مالی و اعتباری همواره می‌کوشند تا با سرمایه‌گذاری در زمینه‌هایی که کمترین ریسک و بیشترین بازده را به همراه داشته باشد ضمن حفظ بقای خود در بازار سرمایه، بیشترین منفعت را نیز برای سهامداران کسب نمایند [8]. بانک‌ها نیز نمونه‌ای از مؤسسات مالی و اعتباری هستند که همواره به دنبال پرتفوی بهینه تسهیلات اعطایی است. پرتفوی تسهیلات معمولاً بر اساس بسته‌سیاستی-نظارتی شبکه بانکی همان سال که توسط بانک مرکزی تهیه و به مؤسسات مالی ابلاغ می‌گردد و شاخص‌های سال‌های قبل، انجام می‌شود. در حقیقت دو عامل بالا به عنوان محدودیت‌های اصلی مورد

بررسی قرار می‌گیرند. از محدودیت‌های دیگری که می‌توان به آن اشاره نمود سیاست‌های هیئت مدیره است که ممکن است بر اساس شرایط خاصی ابلاغ گردد. در این میان نظریه مدرن پرتفوی مارکوویتز که توسط شارپ و لیننر توسعه داده شد، به عنوان شالوده بسیاری از تحقیقات مربوط به بهینه‌سازی پرتفوی سرمایه‌گذاری قرار گرفت. عمده مطالعاتی که در این زمینه انجام گرفته بیشتر در حوزه بهینه‌سازی پرتفوی سهام است. در این مقاله با توجه به تکامل جواب‌های بهینه در روش الگوریتم ژنتیک در پاسخگویی به متغیرهای محیطی و قیود حاکم بر شرایط انتخاب سبد بهینه و منطبق بودن آن با شرایط واقعی از این روش در یافتن جواب بهینه برای مسئله در این تحقیق از آن استفاده شده استفاده شده است [6].

۲- الگوریتم ژنتیک

تکامل طبیعی یک فرآیند تاریخی است هر موجودیتی که در طول زمان تغییر می‌کند یک موجودیت تاریخی است. ماهیت تکامل در تغییر است. تکامل یک فرآیند دومرحله‌ای پویا از تغییر و انتخاب تصادفی است که بر مبنای محیط و مقتضیات تغییرات ثابتی را در افراد یک جمعیت ایجاد می‌کند افراد در جمعیت تدریجاً با محیط فعلی خود از طریق گلچین کردن، منطبق می‌شوند. انطباقی که به افراد خاصی اجازه می‌دهد تا از طریق توارث زنده بمانند. اساس تکامل نیز در تغییر می‌باشد [10].

بیشتر الگوریتم‌های ژنتیک تغییر یافته الگوریتم ماده هستند که توسط گولبرگ در سال ۱۹۸۹ پیشنهاد گردید. این الگوریتم دارای سه عملگر اصلی انتخاب، تکثیر و جهش است. الگوریتم ژنتیک به صورت کلی زیر مجموعه الگوریتم تکاملی به حساب می‌آیند. الگوریتم‌های ژنتیک از اصل تکامل طبیعی داروین گرفته شده و یکی از شیوه‌های جستجو و بهینه‌سازی تصادفی است که بر مبنای اصول تکامل طبیعی پایه‌ریزی شده است. به عبارت دیگر، الگوریتم‌های ژنتیک را می‌توان یک روش جستجوی کلی نامید که از قوانین تکامل بیولوژیک طبیعی تقلید می‌کند [9].

در دهه هفتاد میلادی دانشمندی از دانشگاه میشیگان به نام جان هلند ایده استفاده از الگوریتم ژنتیک را در بهینه سازی های مهندسی مطرح کرد. ایده اساسی این الگوریتم انتقال خصوصیات موروثی توسط ژن هاست. الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی احتمالی است که از شبیه سازی تکامل زیستی و طبیعی استفاده می کند [4].

۲-۱- کلیات الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک را می توان به طور ساده، یک روش جستجوگر نامید که بر پایه مشاهدات خصوصیات فرزندان نسل های متوالی و انتخاب فرزندان براساس اصل بقای بهترین ها، پایه ریزی شده است. الگوریتم ژنتیک بر روی فرزندان یک نسل (جواب های مساله در یک مرحله)، از قوانین موجود در علم ژنتیک تقلید کرده و با به کار بردن آن ها، به تولید فرزندان با خصوصیت بهتر (جواب های نزدیک تر به هدف مساله) می پردازد. در هر نسل به کمک فرآیند انتخابی متناسب با مقادیر جواب ها و تولید مثل فرزندان (جواب های) انتخاب شده، تقریب های بهتری از جواب نهایی به دست می آید. این فرآیند باعث می شود که نسل های جدید با شرایط مساله سازگارتر باشند. این رقابت میان ژن ها و پیروز شدن ژن غالب (انتخاب شدن توسط الگوریتم برای تولید مثل بعدی) و کنار رفتن ژن های مغلوب (جواب های دور از هدف مساله) روش کارآمدی برای حل مسائل پیچیده و دشوار است [5].

با توجه به مطالب گفته شده، مشخص است که بین الگوریتم ژنتیک و اکثر شیوه های مرسوم جستجو و بهینه سازی تفاوت قابل توجهی وجود دارد. چهار تفاوت عمده از قرار زیرند:

- الگوریتم ژنتیک همزمان با یک مجموعه از نقاط جستجو می کند نه با یک نقطه تنها.
- الگوریتم ژنتیک از قوانین احتمالی پیروی می کند و نه از قوانین طبیعی.

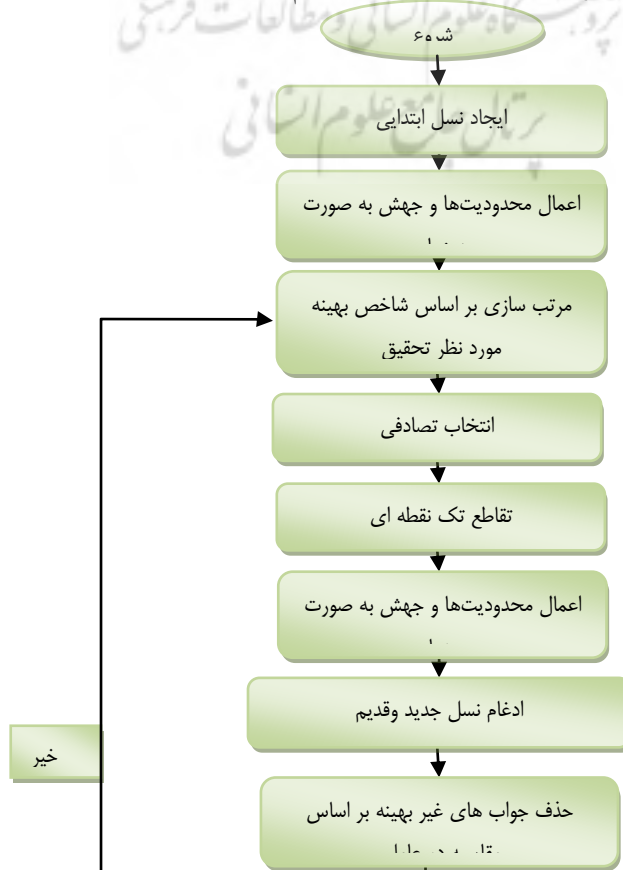
- الگوریتم ژنتیک بر روی یک مجموعه از خواص کد شده عمل می کند و نه بر روی مقادیر اصلی آنها (بجز در مواردی که از نمایش حقیقی در رشته‌ها استفاده می شود)
- الگوریتم ژنتیک به مشتق گیری و یا هر گونه اطلاعات کمکی نیازی ندارد و تنها تابع هدف و شیوه تعیین برآزش از اطلاعات خام، جهت جستجو را مشخص می کنند [3].

۲-۲- ساختار الگوریتم ژنتیک

ساختارهای کلی الگوریتم ژنتیکی شامل موارد زیر می باشد:

- ۱- شروع: یک جمعیت تصادفی از کروموزوم‌ها تولید کنید. (منظور از کروموزوم جواب‌های ابتدایی مسئله می باشد)
 - ۲- تناسب: تناسب هر کروموزوم در جمعیت ارزیابی می شود.
 - ۳- جمعیت جدید: یک جمعیت جدید از طریق تکرار گام‌هایی ایجاد می شود تا هنگامی که جمعیت جدید کامل شود.
 - ۴- تست: اگر به شرط پایان الگوریتم رسیده باشیم متوقف می شود و بهترین راه حل از جمعیت جاری برگردانده می شود.
 - ۵- تکرار: به گام دو برمی گردیم (تناسب).
- بر اساس تعریف بالا و محدودیت‌های مساله فرآیند پیشنهادی محقق برای تحقیق به شرح زیر تکمیل گردیده است:

نمودار ۱. فرآیند چرخشی الگوریتم ژنتیک پیشنهادی محقق



پیشینه تحقیق

عمده تحقیقات موجود بر روی بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری بر مبنای الگوها و روش‌های مختلف انجام گرفته که در غالب این مدل‌ها بهینه‌سازی بر مبنای معیارهای مبتنی بر میانگین-واریانس انجام گرفته است [5]. در تحقیقی به بررسی رفتار غیرخطی سرمایه‌گذاران پرداخت. هدف این تحقیق تشکیل سبدهای سرمایه‌گذاری در راستای پیشینه کردن بازده و کمینه کردن میزان ریسک و هزینه معاملات و پیش بینی روند آتی قیمت سهام بود.

عسگرزاده [8] در تحقیقی به ارائه مدلی ریاضی در زمینه تعیین ترکیب بهینه پرتفوی تسهیلات اعطایی در مؤسسات مالی و اعتباری پرداخت که با استفاده از فنون تحقیق در عملیات، جهت تعیین ترکیب بهینه (تخصیص بهینه پرتفوی) تسهیلات اعطایی بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری استفاده می‌شود. این مدل می‌تواند بهترین ترکیب از تسهیلات که سود مؤسسه را حداکثر کند، تعیین نماید.

ابزری، کتابی و عباسی [1] در تحقیقی به ارائه مدلی از برنامه‌ریزی خطی در زمینه بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری پرداختند. مدل پیشنهادی شامل سرمایه‌گذاری‌هایی است که یک سرمایه‌گذار می‌تواند و تمایل دارد جهت تشکیل سبد سرمایه‌گذاری خود، آنها را مورد ملاحظه قرار دهد. این مدل پرتفویی با ۲۰ سهم را مورد استفاده قرار داد که در

مقایسه با مدل مبنا که شامل پرتفوی ۹ سهمی است، ریسک نامطلوب را به میزان زیادی کاهش داد [1].

عبدالعلی زاده شهیر و عشقی در تحقیقی تحت عنوان "کاربرد الگوریتم ژنتیک در انتخاب یک مجموعه دارایی از سهام بورس اوراق بهادار" با استفاده از الگوی خاصی از الگوریتم ژنتیک (استفاده از عملگر تقاطع به دو نقطه برش و عملگر جهش معاوضه) به انتخاب مجموعه‌ای از دارایی‌ها از بین سهام گوناگون پرداخت. در این تحقیق از اطلاعات سالانه بازده و ریسک شرکت‌ها به عنوان ورودی مدل استفاده شده است. الگوهای ارائه شده در این تحقیق بر روی اطلاعات بیش از ۲۰۰ سهم از مجموعه سهام بورس اوراق بهادار تهران پیاده‌سازی گردید.

خالوزاده و امیری در تحقیقی تحت عنوان "تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران بر اساس نظریه ارزش در معرض ریسک" به توسعه روش‌های مدیریت ریسک بر اساس نظریه ارزش در معرض ریسک توجه نموده است. در این تحقیق با استفاده از الگوریتم ژنتیک، سبد سهام بهینه‌ای به دست می‌آید که دارای سود بیشینه و قیدی روی ریسک سبد است. شبیه‌سازی در این مقاله برای سبد سهامی متشکل از ۱۲ شرکت مختلف در بازار بورس تهران انجام شد. نتایج بدست آمده نشانگر کارایی روش مدلسازی ریسک بازار بر مبنای نظریه ارزش در معرض ریسک و روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک در بدست آوردن وزن‌های بهینه سبد سهام با در نظر گرفتن محدودیت بر ریسک است [7].

نویدی، نجومی و میرزا زاده در تحقیقی به کاربرد الگوریتم ژنتیک در زمینه تشکیل پرتفوی بهینه در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. در این تحقیق روشی به منظور وزن‌دهی سبد سهام بر پایه الگوریتم ژنتیک ارائه شد که در آن بهینه‌سازی مبتنی بر متغیر بودن اندازه پرتفوی‌های سرمایه‌گذاری است.

عسگرزاده [1] در تحقیقی به ارائه مدلی ریاضی در تعیین ترکیب بهینه پرتفوی تسهیلات اعطایی در مؤسسات مالی و اعتباری پرداخت. این مدل ترکیب بهینه پرتفوی تسهیلات را به نحوی تعیین می‌کند که با توجه به محدودیت‌ها، سود را حداکثر و ریسک را کاهش دهد.

او، کیم و مین¹ [14] با استفاده از الگوریتم ژنتیک به ارائه مدلی برای بهینه‌سازی مدیریت پرتفوی صندوق‌های مشاع پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد صندوق‌های مشاع با استفاده از این روش در مقایسه با عملکرد فعلی بهینه می‌شود [14]. چانگ و یانگ و چانگ² [11] به معرفی یک روش اکتشافی در زمینه بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از الگوریتم ژنتیک و مقایسه آن با مدل بهینه‌سازی میانگین-واریانس پرداختند. آنها با استفاده از این روش به بهینه‌سازی پرتفوی با در نظر گرفتن سه معیار واریانس، نیم‌واریانس و میانگین انحرافات مطلق از میانگین پرداختند [11].

طرح تحقیق

داده‌های تحقیق

داده‌های این تحقیق مربوط به مجموعه تسهیلات اعطایی در قالب عقود اسلامی به اشخاص حقیقی و حقوقی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تجاری و صنعتی طی سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰ در یکی از بانک‌های تجاری ایران است. عقود اسلامی مورد بررسی عبارتند از: قرض الحسنه؛ فروش اقساطی؛ جعاله؛ مشارکت مدنی و مضاربه که در بخش‌های تعریف شده خدمات؛ بازرگانی؛ مسکن و ساختمان؛ صنعت و معدن؛ کشاورزی و آب اعطا شده است [۲].

روش جمع آوری داده‌ها

داده‌های مورد نیاز این پژوهش به دو صورت استخراج گردید:

۱. اطلاعات مربوط به تسهیلات اعطایی در غالب عقود مورد نظر و در بخش‌های تعریف شده، شامل: درآمد؛ میزان تسهیلات اعطایی؛ نرخ بازده تا سرسید از پایگاه اطلاعاتی دفتر کل بانک استخراج گردید. داده‌های پایه بدست آمده سپس

¹ . Oh, Kim and Min

² . Chang and Yang and Chang

با استفاده از نرم افزار SQL Server 2008 طبقه‌بندی و به اطلاعات اولیه مورد نیاز پژوهش تبدیل گردید.

۲. برای بدست آوردن نرخ نکول با استفاده از پایگاه داده‌های اصلی، داده‌های مربوط به مانده جاری، معوق و سررسید گذشته از ۲۶۷۰۰۰ وام اعطایی استخراج گردید. داده‌های پایه بدست آمده سپس با استفاده از نرم افزار Microsoft Access 2007 طبقه‌بندی گردید و به اطلاعات اولیه مورد نیاز پژوهش تبدیل گردید.

محدودیت‌های اعمال شده در تحقیق

تسهیلات اعطایی در غالب عقود مورد نظر را در تمام بخش‌های مورد نظر می‌توان اعطا نمود. در جدول شماره ۱، محدوده اعطای هر کدام از وام‌ها به بخش‌های مختلف نشان داده شده است. محدودیت‌های در نظر گرفته شده در تحقیق عبارت اند از:

- بانک‌ها مجاز می‌باشند تا ۷۵ منابع قرض‌الحسنه خود را در قالب تسهیلات در قالب قرض‌الحسنه اعطا نمود. در هر سال منابع قرض‌الحسنه در قالب کل منابع به عنوان یک پارامتر جداگانه دیده شده است.

در این تحقیق برای داشتن گستره‌ای از جواب‌ها درصد مربوط به اعطای تسهیلات قرض‌الحسنه بین ۲۵ تا ۷۵ در نظر گرفته شده است.

- در مدل جمع کل منابع قابل تخصیص ۱۰۰ در نظر گرفته شده است. منابع قابل اعطای هر بانک بر اساس بسته سیاستی نظارتی بانک مرکزی همان سال مشخص می‌گردد. بر اساس این بسته درصدی از هر کدام سپرده‌ها به عنوان سپرده قانونی نزد بانک مرکزی در نظر گرفته شده و مابقی به عنوان منابع برای اعطای تسهیلات در نظر گرفته می‌شود. در صورت عدم رعایت قانون فوق بانک‌ها شامل جریمه ۳۶ درصدی توسط بانک مرکزی می‌شوند.

جدول ۱. وام‌های اعطایی مربوط به عقود اسلامی به بخش‌های مختلف

بخش	صنعت و معدن	مسکن و ساختمان	بازرگانی	خدمات	کشاورزی
وام	*	*	*	*	*
جعاله	*	*	*	*	*
قرض الحسنه	*	*	*	*	*
فروش اقساطی	*	*	*	*	*
اجاره به شرط تملیک	*	*	*	*	*
سلف	*	*	*	*	*
مشارکت مدنی	*	*	*	*	*
مشارکت حقوقی	*	*	*	*	*
مضاربه		*			
سرمایه‌گذاری مستقیم	*	*			*
مساقات					*
مزارعه					*
خرید دین	*	*			*

منبع: [۲]

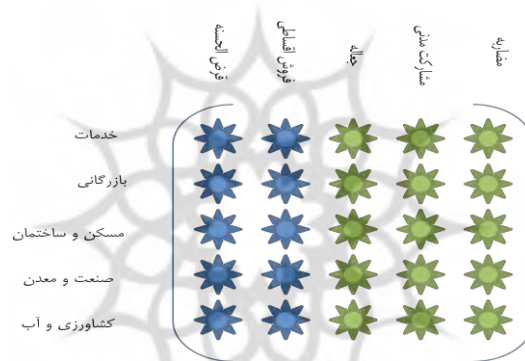
جدول ۲. محدودیت‌های اعمال شده در تحقیق

عقود مشارکتی	عقود مبادله‌ای
مشارکت مدنی	فروش اقساطی
مشارکت حقوقی	جعاله
مضاربه	خرید دین
سلف	اجاره به شرط تملیک
سرمایه‌گذاری مستقیم	
مزارعه	
مساقات	
حداکثر ۸۰	حداکثر ۲۰

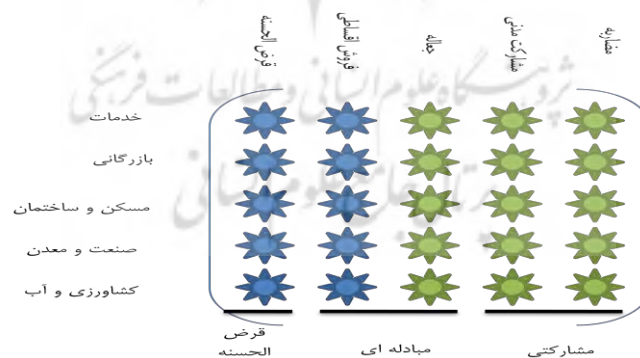
برازندگی یا تناسب

با استفاده از این عملگر، میزان بهینگی هر کروموزوم (پاسخ) تعیین می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عملگر برازندگی^۳ برای هر کروموزوم احتمالی را نسبت می‌دهد که این احتمال، همان احتمال ترکیب شدن کروموزوم برای تولید نسل‌های آینده را نشان می‌دهد. بدیهی است که کروموزوم‌های بهینه شانس بیشتری برای ترکیب شدن برای تولید کروموزوم‌های جدید را خواهند داشت. به عبارت دیگر، شروع فعالیت الگوریتم ژنتیک نیازمند جمعیتی از کروموزوم‌ها به صورت تصادفی است. یعنی در گام اول، تعدادی کروموزوم به صورت تصادفی ایجاد شده که جمعیت آغازین نامیده می‌شود. در شکل شماره ۱. یک کروموزوم یا جواب نشان داده شده است.

شکل ۱. ماتریس جواب الگوریتم ژنتیک



شکل ۲. نمایش تفکیک ماتریس جواب الگوریتم ژنتیک بر اساس مشارکتی - مبادله‌ای و قرض الحسنه



³ . Fitness

چون در مسئله بهینه سازی تحقیق شرایط و محدودیت هایی وجود دارد، پس از ایجاد نسل جدید محدودیت هایی که در بالا به آنها اشاره گردید توسط تابعی بر روی جمعیت اعمال می شود. این محدودیت ها بر درایه های مختلف ماتریس جواب اعمال می گردد.

تقاطع

- عملگر تقاطع^۴ از کروموزوم های جمعیت میانی استفاده کرده و آنها را با یکدیگر ترکیب می کند. با این امید اقدام به ترکیب کروموزوم ها می کند تا به کروموزوم فرزند دست یابد که کروموزوم پدر بهینه تر باشد.
- پس از انتخاب زوج کروموزوم، توسط تابع متقاطع دو کروموزوم با یکدیگر ترکیب می شوند و دو کروموزوم جدید ایجاد می گردد.
- در این تحقیق از تقاطع تک نقطه ای استفاده شده است. در شکل شماره ۲، نمای شماتیک تقاطع نمایش داده شده است:

شکل ۳. چگونگی انجام عملگر تقاطع



⁴ . Crossover

• مقایسه ۲ عاملی کروموزوم ها

برای بدست آوردن نرخ بهره مؤثر و نرخ نکول هر کروموزوم (جواب) از روابط

ریاضی زیر استفاده می شود:

مقدار تسهیلات اعطایی در قالب عقد - بخش i

مقدار تسهیلات اعطایی = x_i

نرخ بهره مؤثر = r_i

نرخ بهره مؤثر سبد = $R(s)$

نرخ نکول سبد = $N(s)$

جدول ۳. مقادیر مختلف اندیس i

عقد-بخش	عقد-بخش
۱۴ جعاله-صنعت و معدن	۱ قرض الحسنه-خدمات
۱۵ جعاله-کشاورزی و آب	۲ قرض الحسنه-بازرگانه
۱۶ مشارکت مدنی-خدمات	۳ قرض الحسنه-مسکن و ساختمان
۱۷ مشارکت مدنی-بازرگانه	۴ قرض الحسنه-صنعت و معدن
۱۸ مشارکت مدنی-مسکن و ساختمان	۵ قرض الحسنه-کشاورزی و آب
۱۹ مشارکت مدنی-صنعت و معدن	۶ فروش اقساطی-خدمات
۲۰ مشارکت مدنی-کشاورزی و آب	۷ فروش اقساطی-بازرگانه
۲۱ مضاربه-بازرگانه	۸ فروش اقساطی-مسکن و ساختمان
۲۲ قرض الحسنه-خدمات	۹ فروش اقساطی-صنعت و معدن
۲۳ قرض الحسنه-بازرگانه	۱۰ فروش اقساطی-کشاورزی و آب
۲۴ قرض الحسنه-مسکن و ساختمان	۱۱ جعاله-خدمات
۲۵ قرض الحسنه-صنعت و معدن	۱۲ جعاله-بازرگانه
	۱۳ جعاله-مسکن و ساختمان

در این مقایسه جواب‌هایی که بر اساس متغیر Grade مرتب گردیده، بر اساس

ویژگی برانندگی و هزینه با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در جدول شماره ۴، حالات مختلف

و چگونگی تصمیم مدل شرح داده شده است:

جدول ۴. حالات پاسخ و چگونگی تصمیم [13]

ردیف	حالت	رفتار مدل
۱	جواب ۱ از جواب ۲ دارای برانندگی بیشتر و هزینه کمتر است	جواب ۲ حذف می‌شود
۲	جواب ۲ از جواب ۱ دارای برانندگی بیشتر و هزینه کمتر است	جواب ۱ حذف می‌شود
۳	جواب ۱ از جواب ۲ دارای برانندگی بیشتر و هزینه بیشتر است	هر دو جواب باقی می‌ماند
۴	جواب ۱ از جواب ۲ دارای برانندگی کمتر و هزینه کمتر است	هر دو جواب باقی می‌ماند
۵	جواب ۲ از جواب ۱ دارای برانندگی بیشتر و هزینه بیشتر است	هر دو جواب باقی می‌ماند
۶	جواب ۲ از جواب ۱ دارای برانندگی کمتر و هزینه کمتر است	هر دو جواب باقی می‌ماند

در این الگوریتم شرط خاتمه تعداد جمعیت تولید شده می باشد که عدد ۵۰ نسل برای آن در نظر گرفته شده است. در جدول شماره ۵ و ۶ داده های ورودی ۳ سال و در جدول ۷ مقایسه خروجی الگوریتم ژنتیک نمایش داده شده است.

جدول ۵. نرخ بهره مؤثر بدست آمده از داده های واقعی

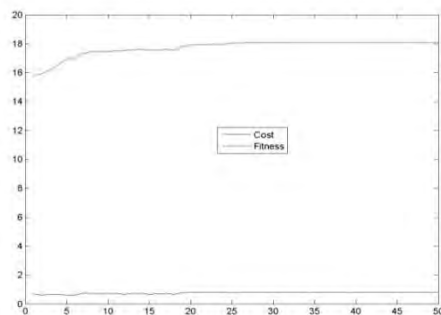
سال ۱۳۸۸					
عقد/بخش	خدمات	بازرگانه	مسکن و ساختمان	صنعت و معدن	کشاورزی و آب
قرض الحسنه	۵,۱۲		۵,۱۲	۵,۱۲	۵,۱۲
فروش اقساط	۱۰,۸۱		۱۰,۷۳	۱۰,۴۷	۱۰,۹۲
جعاله	۱۶,۴۷	۱۶,۳۳	۱۶,۷۱	۱۷,۹۳	۱۶,۱۲
مشارکت مدنی	۱۵,۷۹	۱۱,۳۱	۸,۳۵	۱۷,۵۵	۱۹,۳۹
مضاربه		۲۲,۹۹			
سال ۱۳۸۹					
قرض الحسنه	۵,۶۶		۵,۶۶	۵,۶۶	۵,۶۶
فروش اقساط	۱۰,۱۹		۹,۹۷	۹,۹۰	۹,۸۱
جعاله	۱۲,۶۵	۱۲,۰۷	۱۲,۴۹	۱۲,۸۷	۱۴,۲۳
مشارکت مدنی	۱۸,۲۱	۱۸,۰۹	۱۶,۸۱	۱۷,۸۵	۱۸,۳۰
مضاربه		۲۰,۷۵			
سال ۱۳۹۰					
قرض الحسنه	۵,۴۲		۵,۴۲	۵,۴۲	۵,۴۲
فروش اقساط	۱۰,۳۴		۱۰,۱۱	۱۰,۱۶	۹,۸۳
جعاله	۸,۶۹	۸,۱۹	۹,۴۵	۹,۲۶	۹,۱۶
مشارکت مدنی	۱۸,۱۶	۱۹,۷۹	۱۴,۵۵	۱۷,۲۶	۱۶,۵۴
مضاربه		۱۸,۳۹			
سال ۱۳۸۸					
عقد/بخش	خدمات	بازرگانه	مسکن و ساختمان	صنعت و معدن	کشاورزی و آب
قرض الحسنه	۰,۳۳		۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۳۳
فروش اقساط	۰,۳۸		۰,۳۰	۰,۵۵	۰,۴۱
جعاله	۱,۲۱	۱,۲۰	۱,۱۸	۳,۱۹	۱,۱۰
مشارکت مدنی	۰,۷۵	۰,۷۰	۱,۰۵	۰,۶۵	۱,۱۰
مضاربه		۰,۴۱			
سال ۱۳۸۹					
قرض الحسنه	۰,۷۸		۰,۵۷	۰,۶۷	۰,۶۶
فروش اقساط	۰,۹۸		۰,۸۷	۰,۹۸	۰,۹۱
جعاله	۱,۳۸	۱,۰۷	۱,۰۰	۰,۷۷	۱,۱۵
مشارکت مدنی	۰,۵۰	۰,۸۰	۰,۷۰	۰,۶۰	۰,۹۰
مضاربه		۰,۰۹			
سال ۱۳۹۰					
قرض الحسنه	۱,۰۷		۰,۹۶	۰,۰۴	۱,۳۰
فروش اقساط	۱,۸۹		۱,۴۶	۱,۶۵	۱,۴۷
جعاله	۱,۰۴	۱,۳۳	۱,۳۵	۵,۶۰	۱,۰۴
مشارکت مدنی	۱,۰۰	۰,۶۱	۱,۴۴	۰,۷۵	۱,۳۰
مضاربه		۰,۴۰			

جدول ۷. وزن‌های بدست آمده و وزن‌های فعلی

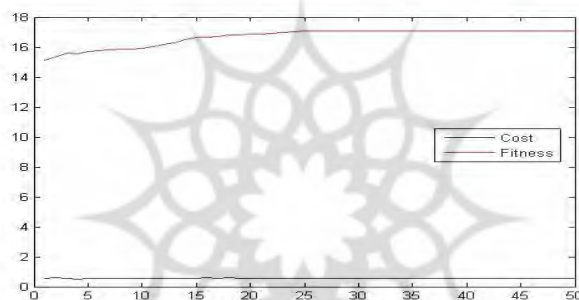
سال ۱۳۸۸					
عقد/بخش	خدمات	بازرگانی	مسکن وساختمان	صنعت ومعادن	کشاورزی و آب
قرض الحسنه	وزن فعلی ۶,۶۵	۰	۰	۰	۰
	وزن بدست آمده ۳,۸۸	۲,۰۵	۰,۴۹	۰,۳	
فروش اقساطی	وزن فعلی ۲۳,۸۶	۶,۰۲	۳۳,۴۵	۱,۷	
	وزن بدست آمده ۱,۳۲	۲,۱۸	۰,۱۷	۰,۰۴	
جعاله	وزن فعلی ۰,۱	۳,۴۸	۰,۳۷	۰,۱۳	
	وزن بدست آمده ۱,۹۲	۰,۷۶	۰,۰۳	۸,۱۸	
مشارکت مدنی	وزن فعلی ۰,۴۴	۰,۶۲	۰,۹۴	۱۳,۳۷	۰,۰۷
	وزن بدست آمده ۲۴,۴۳	۵,۴۵	۴,۱۴	۹,۱۴	۱۲,۶۹
مضاربه	وزن فعلی ۸,۸۷				
	وزن بدست آمده ۲۲,۷۰				
سال ۱۳۸۹					
قرض الحسنه	وزن فعلی ۶,۲۵				
	وزن بدست آمده ۱,۶۹	۱,۸۲	۰,۸۸	۰,۱۵	
فروش اقساطی	وزن فعلی ۲۲,۶۸	۶,۶۳	۲۰,۱۳	۱,۲۸	
	وزن بدست آمده ۰,۰۹	۱,۸۱	۲,۳۵	۰,۵۷	
جعاله	وزن فعلی ۱,۰۲	۴,۸۵	۰,۵۳	۰,۰۵	
	وزن بدست آمده ۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۶۲	۷,۳۸	
مشارکت مدنی	وزن فعلی ۱,۱۵	۰,۴۲	۱	۰,۳۸	
	وزن بدست آمده ۱۹,۱۳	۲,۹۶	۹,۲۳	۱۰,۲۱	۱۶,۴۴
مضاربه	وزن فعلی ۶,۶۶				
	وزن بدست آمده ۲۴,۲۹				
سال ۱۳۹۰					
قرض الحسنه	وزن فعلی ۶,۷۶				
	وزن بدست آمده ۵,۸۳	۰,۰۷	۰,۱۹	۰,۳۱	
فروش اقساطی	وزن فعلی ۲۱,۳۰	۷,۴۸	۱۳,۲۹	۰,۸۳	
	وزن بدست آمده ۱,۶	۰,۳۷	۴,۸۸	۱,۲۹	
جعاله	وزن فعلی ۱,۶	۴,۴۳	۰,۳۴	۰,۰۵	
	وزن بدست آمده ۰,۰۳	۰,۷۹	۰,۴۱	۲,۸۷	
مشارکت مدنی	وزن فعلی ۱۰,۴۷	۱,۱۱	۰,۵۹	۳۴,۴۱	۰,۴۳
	وزن بدست آمده ۱۹,۹۴	۱۶,۶۷	۱۰,۵۶	۷,۶۸	۷
مضاربه	وزن فعلی ۵,۹۱				
	وزن بدست آمده ۲۰,۴۲				

نمودار 2. خروجی مقدار میانگین هر نسل بر اساس نرخ بهره مؤثر و نرخ نکول سال ۱۳۸۸ (بر اساس طرحی از منبع

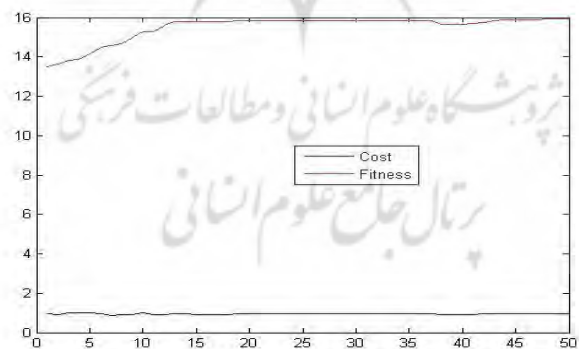
(۱۲)



نمودار ۳. خروجی مقدار میانگین هر نسل بر اساس نرخ بهره مؤثر و نرخ نکول سال ۱۳۸۹



نمودار ۴. خروجی مقدار میانگین هر نسل بر اساس نرخ بهره مؤثر و نرخ نکول سال ۱۳۹۰



شروط پایان الگوریتم ژنتیک معمولاً بر اساس معیارهای زیر می باشد:

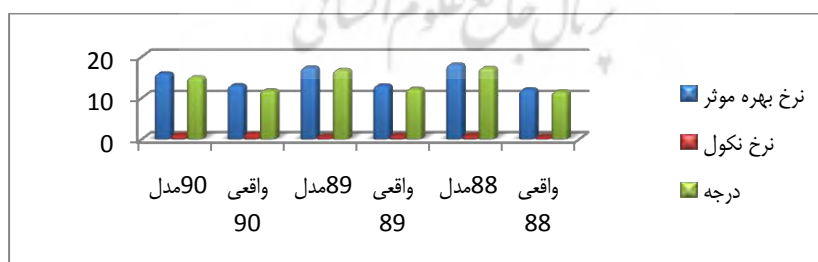
- تعداد نسل ایجاد شده.
 - تعداد نسلی که دارای بهینه یکسان باشند.
 - مدت زمان اجرای الگوریتم
- شرط پایان الگوریتم در این تحقیق تعداد نسل ایجاد شده است که با توجه به نمودارهای ۴ تا ۲ می توان مشاهده نمود عملا از یک تعداد نسل به بعد میزان شاخص های بهینه الگوریتم ژنتیک ثابت مانده است.

جدول ۸. مقایسه بین خروجی الگوریتم ژنتیک و مقادیر واقعی آن

سال	۸۸		۸۹		۹۰	
پارامتر	واقعی	مدل	واقعی	مدل	واقعی	مدل
نرخ بهره مؤثر	۱۲,۰۳	۱۸,۰۷	۱۲,۹۷	۱۷,۳۴	۱۳,۰۲	۱۵,۹۱
نرخ نکول	۰,۵۲	۰,۸۱۰۲	۰,۸	۰,۵۸	۱,۲۳	۰,۹۶
درجه	۱۱,۵۱	۱۷,۲۶	۱۲,۱۷	۱۶,۷۶	۱۱,۷۹	۱۴,۹۵

برای بررسی هر کدام از سبدها سبب واقعی، سبب پیشنهادی الگوریتم ژنتیک شاخصی به نام درجه (degree) تعریف گردید. این شاخص برابر است با تفاضل نرخ نکول از نرخ بهره مؤثر. با استفاده از این شاخص می توان خروجی های هر دو سبب را با یکدیگر مقایسه کرد. با توجه به درجه هر کدام از دو سبب واقعی و الگوریتم ژنتیک می توان مشاهده نمود که بهینگی پرتفوی ایجاد شده توسط الگوریتم ژنتیک به مراتب بیش از سبب واقعی است.

نمودار ۵. مقایسه عملکرد سبب تسهیلات مدل مبتنی بر الگوریتم ژنتیک با سبب فعلی تسهیلات بانکی



بحث و نتیجه گیری

با بررسی نرخ بهره مؤثر سبدهای بهینه و سبد واقعی می توان این گونه استنباط نمود که معمولاً مؤسسات مالی برای اجرای سیاست تدوین گردیده برای اعطای تسهیلات هنگام اجرا با مشکلات زیادی روبرو می باشند.

در صورتی که محدودیت های مدل الگوریتم ژنتیک به درستی تعریف گردد می تواند راهگشای مؤسسات در تحصیل سود بیشتر خواهد بود. خروجی مدل الگوریتم ژنتیک یک نسل (مجموعه از جواب) است، در صورتی که جواب اول که بهترین جواب است، عملیاتی نباشد، می توان از جواب های دوم، سوم و... استفاده نمود. داشتن مجموعه ای از جواب های بهینه به مراتب بهتر از داشتن یک جواب بهینه است. نتیجه مدل علاوه بر اینکه در بر گیرنده محدودیت های مختلف است، تلاش کرده تا در بخش های مختلف نیز تسهیلات ارایه گردد. یافته های این تحقیق نشان دهنده، تفاوت نرخ بهره مؤثر ایجاد شده از محل تسهیلات اعطایی با نرخ بهره مؤثر بدست آمده بر اساس پرتفوی بهینه مبتنی بر الگوریتم ژنتیک است. بطوریکه تفاوت نرخ بهره مؤثر مبتنی بر مدل با نرخ بهره مؤثر واقعی طی سه سال ۸۸ تا ۹۰ به ترتیب ۰۴٪، ۳۷٪ و ۲۸۹٪ می باشد. از طرف دیگر تفاوت نرخ نکول مبتنی بر مدل و نرخ نکول واقعی سه سال ۸۸ تا ۹۰ به ترتیب برابر با ۰۲۹٪، ۰۲۲٪، ۰۲۷٪- است. همچنین درجه مربوط به کارایی مدل در مقایسه با مقادیر واقعی نشان دهنده کارایی بالاتر سبد تسهیلات مبتنی بر الگوریتم ژنتیک در مقایسه با سبد فعلی است.

منابع

۱. ابزری، مهدی و کتابی، سعیده و عباسی، عباس (۱۳۸۴) "بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی و ارائه یک مدل کاربردی". مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز. دوره بیست و دوم، شماره دوم. صص ۳۴-۴۲.
۲. اداره کل آموزش بانک ملی (۱۳۸۹). بانکداری داخلی ۲ (تخصیص منابع). تهران: شرکت چاپ نشر بانک ملی ایران.
۳. باوی، امید، صالحی، منوچهر (۱۳۸۹). الگوریتم های ژنتیک و بهینه سازی سازه های مرکب. تهران: انتشارات عابد.
۴. بولو، ابراهیم، کرمی، اصغر (۱۳۹۲). "ارزیابی اثربخشی الگوهای جریان وجوه نقد و مدل برنامه ریزی ژنتیک در پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها". مجله تحقیقات حسابداری و حسابرسی، انجمن حسابداری ایران، شماره ۲، بهار ۱۳۹۲.
۵. راعی، رضا (۱۳۹۰). مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته (چاپ پنجم). تهران: انتشارات سمت.
۶. راعی، رضا (۱۳۷۷). "طراحی مدل سرمایه گذاری مناسب در سبد سهام با استفاده از هوش مصنوعی"، پایان نامه دکتری به راهنمایی کارو لوکس. دانشگاه تهران.

۷. عباسی، ابراهیم (۱۳۸۹). "انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم

ژنتیک بر اساس تعاریف متفاوت از ریسک". فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده

علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج. شماره ۱۱. ص ۳ تا ۵.

۸. عسکرزاده، غلامرضا (۱۳۸۵). "مدل سازی ریاضی تعیین ترکیب بهینه پرتفوی

تسهیلات اعطایی در مؤسسات مالی و اعتباری". اندیشه صادق. شماره ۲۳. صص

۱۰۷ تا ۱۳۰.

۹. فروزان، محمدرضا (۱۳۸۸). روش های نوین بهینه سازی (چاپ اول). اصفهان: جهاد

دانشگاهی اصفهان .

۱۰. کیا، سیدمصطفی (۱۳۸۹). الگوریتم های ژنتیک در مطلب (چاپ دوم). تهران: خدمات

نشر کیان رایان سبز.

11. Chang, Tun-Jen and Yang, Sang-Chin and Chang, Kuang (2009) .
"Portfolio Optimization Problems in Different Risk Measures Using Genetic Algorithm". Expert Systems with Applications. Vol 36. No 7. PP 529-537.
12. Cho, W.(2008)"Robust Portfolio Optimization Using Conditional Value At Risk" . پایان نامه .
13. Kumar, A. (2011). "Optimization of Return under Risk constraint: An Application on Indian Banks". International Conference on Financial

Management and Economics. Singapore.

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2009.02.062>>.

14. Oh, Kyong Joo and Kim, Tae Yoon and Min Sungky (2005) . “Using Genetic algorithm to Support Portfolio Optimization for Index Fund Management”. Expert Systems with Applications. Vol 36. No 7. PP 371-379.

The Application of Multi-Purpose Genetic Algorithm in Optimizing Bank's Facilities Portfolio

(A Case Study of the Granted Facilities in One of the Commercial Banks of Iran)

Abstract

Gaining maximum benefit with the minimum of risk is an aim which finance and credit institutions always want to fulfill. The present research, which was done in the framework of the granted facilities One of the commercial banks from 1388 to 1390, studies the effective interest rate, dishonoring rate of the granted facilities within the format of Islamic contracts in different sections and determines the real portfolio of granting facilities. It then determines the optimum facilities portfolio using the multi-purpose genetic algorithm. The findings show that the resulted optimum facilities portfolio is different from the current portfolio of the bank and can tackle with the different limitations and policies in granting facilities. They also indicate that the effective interest rate and the degree of efficiency of facilities based on the presented model are higher than those of the current facilities portfolio.

Key words: portfolio optimization, genetic algorithm, facilities, efficiency, dishonoring rate

