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 دهاقان
ابراهیم باقی
مدرس دانشگاه وکارشناس 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. دراین 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 دربخش‌های 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 خطرافتادن 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 ازمؤسسات مالی و اعتباری عدم انتخاب صحیح سبد مناسب سرمایه‌گذاری است[8]. چون اغلب سرمایه‌گذاریهای این مؤسسات در قالب اعطای تسهیلات صورت می‌گیرد انتخاب سبد سرمایه‌گذاری مناسب برای اعطای انواع تسهیلات در قالب عقود اسلامی اجتناب ناپذیر 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 بسته سیاستی-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 مارکویتز که توسط شارپ و لینتنر توسعه داده شد، به عنوان شالوده بسیاری از تحقیقات مربوط به بهینه سازی پرتفوهای سرمایه‌گذاری قرار گرفت. عمده مطالعاتی که در این زمینه انجام گرفته بیشتر در حوزه بهینه سازی پرتفوهای 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].

دردهه هفتاد میلادی دانشمندی ازدانشگاه میشیگان به نام جان هلنـد ایـده اسـتفاده از الگوریتم ژنتیک را در بهینه سازی های مهندسی مطرح کرد. ایده اساسـی ایـن الگـوریتم انتقـال خصوصـیات مـوروثی توسـط ژن هاسـت. الگـوریتم ژنتیـک یـک روش جسـتجوی احتمالی است که از شبیه سازی تکامل زیستی و طبیعی استفاده می کند[4].

۲-۱- کلیات الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک را می‌توان به طور ساده، یک روش جستجوگر نامید که بر پایه مشـاهدات خصوصیات فرزندان نسل‌های متوالی و انتخـاب فرزنـدان براسـاس اصـل بقـای بهتـرین‌هـا، پایه‌ریزی شده است. الگوریتم ژنتیک بر روی فرزندان یک نسل (جواب‌های مساله در یک مرحله)، از قوانین موجود در علم ژنتیک تقلیـد کـرده و بـا بـه کـار بـردن آن‌هـا، بـه تولیـد فرزندان با خصوصیت بهتر (جواب‌های نزدیک‌تر به هدف مساله) می‌پردازد. در هر نسل بـه کمک فرآیند انتخابی متناسب بـا مقـادیر جـواب‌هـا و تولیـد مثـل فرزنـدان (جـواب‌هـای) انتخاب شده، تقریب‌های بهتری از جواب نهایی به دست می‌آید. این فرآیند باعث می‌شـود که نسل‌های جدید با شرایط مسأله سازگارتر باشند. این رقابت میان ژن‌ها و پیروز شـدن ژن غالب (انتخاب شدن توسط الگوریتم برای تولید مثل بعدی) و کنـار رفـتن ژن‌هـای مغلـوب (جـواب‌هـای دور از هـدف مسـاله) روش کارآمـدی بـرای حـل مسـائل پیچیـده و دشـوار است[5].

با توجه به مطالب گفته شـده، مشـخص اسـت کـه بـین الگـوریتم ژنتیـک و اکثـر شیوه‌های مرسوم جستجو و بهینه سازی تفاوت قابل توجهی وجود دارد. چهار تفاوت عمـده از قرار زیرند:

- الگوریتم ژنتیک همزمان با یک مجموعه از نقاط جستجو می‌کند نه با یـک نقطـه تنها.
- الگوریتم ژنتیک از قوانین احتمالی پیروی می‌کند و نه از قوانین طبیعی.

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

۲-۲- ساختار الگوریتم ژنتیک

ساختارهای کلی الگوریتم ژنتیکی شامل موارد زیر می‌باشد:

۱ - شروع: یک جمعیت تصادفی از کروموزوم‌ها تولید کنید. (منظور از کروموزوم جواب‌های ابتدایی مسئله می‌باشد)

۲ - تناسب: تناسب هر کروموزوم در جمعیت ارزیابی می‌شود.

۳ - جمعیت جدید: یک جمعیت جدید از طریق تکرار گام‌هایی ایجاد می‌شود تا هنگامی که جمعیت جدید کامل شود.

۴ - تست: اگر به شرط پایان الگوریتم رسیده باشیم متوقف می‌شود و بهترین راه حل از جمعیت جاری برگردانده می‌شود.

۵ - تکرار: به گام دو برمی گردیم (تناسب).

براساس 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 بیشینه 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 شبد سرمایه گذاری 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] .

عبدالعلی‌زاده 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 ازعملگر 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 وریسک شرکت‌ها به عنوان ورودی مدل استفاده شده است. الگوهای ارائه شده در این تحقیق برروی اطلاعات بیش از ۲۰۰ سهم از مجموعه سهام بورس اوراق بهادار تهران پیاده‌سازی گردید.

خالوزاده وامیری در تحقیقی تحت عنوان "تعیین سبدسهام بهینه دربازار بورس ایران بر اساس نظریه ارزش درمعرض ریسک" به توسعه روش‌های مدیریت ریسک بر اساس نظریه ارزش در معرض ریسک توجه نموده است. دراین تحقیق با استفاده ازالگوریتم 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 دربازاربورس 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 سرمایه گذاری 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 می کند که با توجه به محدودیت‌ها، سود را حداکثر و ریسک را کاهش دهد.

او ، کیم و مین[1][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 عمکلرد فعلی بهینه می‌شود[14].
چانگ و یانگ و چانگ[2][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 بهینه سازی 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: قرض‌الحسنه؛ 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 طبقه بندی 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 درقالب 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٪ درنظر گرفته شده است.

منابع قابل اعطای هر بانک بر اساس بسته سیاستی نظارتی بانک مرکزی همان سال مشخص می‌گردد. براساس این بسته درصدی از هرکدام سپرده‌ها به عنوان سپرده قانونی نزد بانک مرکزی در نظر گرفته شده و مابقی به عنوان منابع برای اعطای تسهیلات در نظر گرفته می‌شود. درصورت عدم رعایت قانون فوق بانک‌ها شامل جریمه ۳۶درصدی توسط بانک مرکزی می‌شوند.

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

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

منبع: [۲]

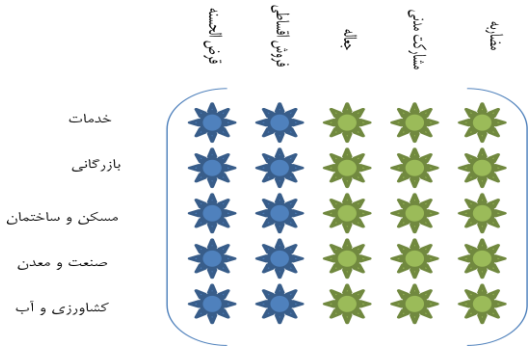
جدول ۲. محدودیت‌های اعمال شده در تحقیق

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٪

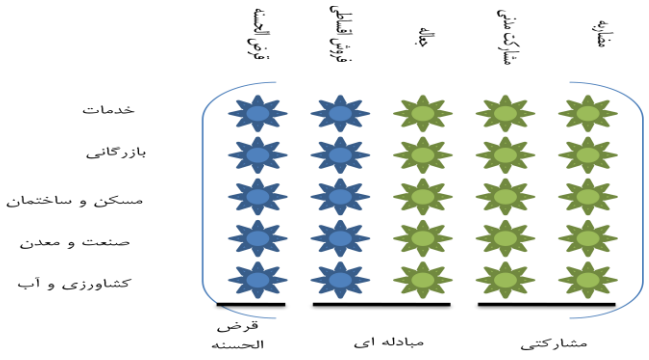
برازندگی یا تناسب

با استفاده از این عملگر ، میزان بهینگی هر کروموزوم(پاسخ) تعیین می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عملگر برازندگی[3] برای هر کروموزم 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 کروموزم‌ها 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 قرض‌الحسنه



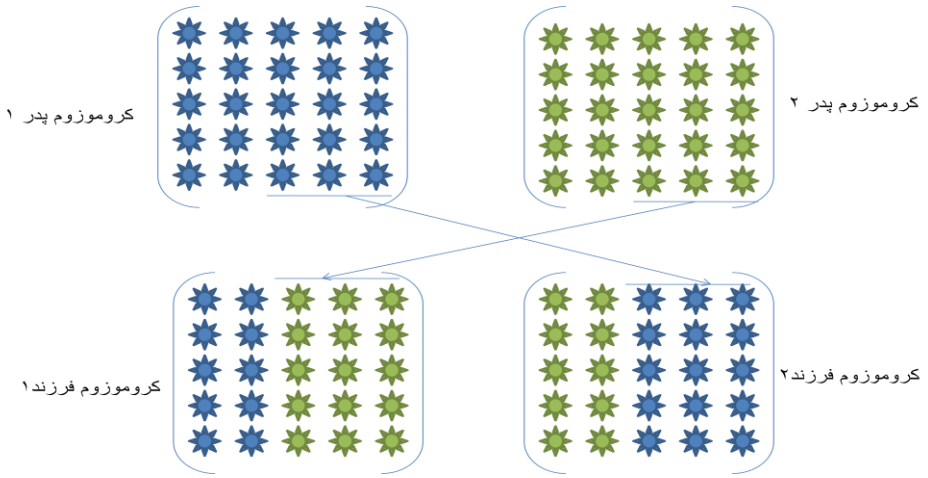
[3] . Fitness

چون در مسئله بهینه سازی تحقیق شرایط و محدودیت هایی وجود دارد، پس از ایجاد نسل جدید محدودیت هایی که در بالا به آنهاا شاره گردید توسط تابعی بر روی جمعیت اعمال می‌شود. این محدودیت‌ها بر درایه‌های مختلف ماتریس جواب اعمال می‌گردد.

تقاطع

- عملگر تقاطع[4] از کروموزوم‌های جمعیت میانی استفاده کرده و آنها را با یکدیگر ترکیب می‌کند. با این امید اقدام به ترکیب کروموزوم‌ها می‌کند تا به کروموزوم فرزند دست یابد که کروموزوم پدربهینه‌تر باشد.
- پس از انتخاب زوج کروموزم، توسط تابع متقاطع دو کروموزوم با یکدیگر ترکیب می‌شوند و دو کروموزوم جدید ایجاد می‌گردد.
- در این تحقیق از تقاطع تک نقطه‌ای 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 می‌شود:

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

دراین مقایسه جواب‌هایی که بر اساس متغیر Grade مرتب گردیده، براساس ویژگی برازندگی و هزینه با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در جدول شماره ۴، حالات مختلف و چگونگی تصمیم مدل شرح داده شده است:

جدول 4. حالات پاسخ و چگونگی تصمیم[13]

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

در این الگوریتم شرط خاتمه تعداد جمعیت تولید شده می‌باشد که عـدد ۵۰ نسـل برای آن در نظر گرفته شده اسـت. در جـدول شـماره ۵ و ۶ داده‌هـای ورودی ۳ سـال و در جدول ۷ مقایسه خروجی الگوریتم ژنتیک نمایش داده شده است.

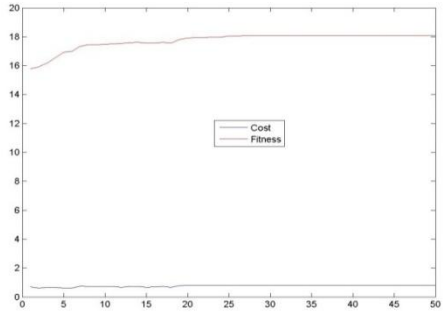
جدول 5. نرخ بهره مؤثر بدست آمده ازداده‌های واقعی

			سال ۱۳۸۸		
عقد /بخش	خدمات	بازرگانی	مسکن وساختمان	صنعت ومعدن	کشاورزی و آب
قرض الحسنه	۵,۱۲		۵,۱۲	۵,۱۲	۵,۱۲
فروش اقساطی	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 اقساطی	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 اقساطی	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	بازرگانی	مسکن وساختمان	صنعت ومعدن	کشاورزی و آب
قرض الحسنه	۰,۳۳		۰,۳۳	۰,۳۳	۰,۳۳
فروش اقساطی	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 اقساطی	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 اقساطی	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			

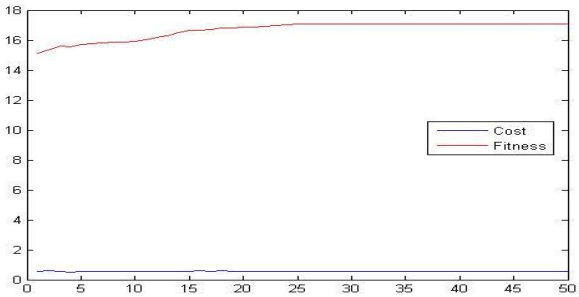
جدول ۷. وزن‌های بدست آمده و وزن‌های فعلی

عقد /بخش		خدمات	بازرگانی	مسکن وساختمان	صنعت ومعدن	کشاورزی و آب
سال ۱۳۸۸						
قرض‌الحسنه	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
جعاله	وزن فعلی	۰,۱		۳,۴۸	۰,۳۷	۰,۰٤
	وزن بدست آمده	۱,۹۲	۰,۷۶	۰,۰۳	۸,۱۸	۰,۱۳
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	۱۲,٦۹
مضاربه	وزن فعلی		۸,۸۷			
	وزن بدست آمده		۲۲,۷۰			
سال ۱۳۸۹						
قرض‌الحسنه	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	۰,۲۴	۷,۳۸
مشارکت مدنی	وزن فعلی	۱,۱۵	۰,۴۲	۱	۲۶,۹۷	۰,۳۸
	وزن بدست آمده	۱۹,۱۳	۲,۹۶	۹,۲۳	۱۰,۲۱	۱٦,٤٤
مضاربه	وزن فعلی		۶,۶۶			
	وزن بدست آمده		۲۴,۲۹			
سال ۱۳۹۰						
قرض‌الحسنه	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			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	۰,۰۴	۲,۸۷
مشارکت مدنی	وزن فعلی	۱۰,۴۷	۱,۱۱	۰,۵۹	۳۴,۴۱	۰,٤۳
	وزن بدست آمده	۱۹,۹۴	۱۶,۶۷	۱۰,۵۶	۷,۶۸	۷
مضاربه	وزن فعلی		۵,۹۱			
	وزن بدست آمده		۲۰,۴۲			

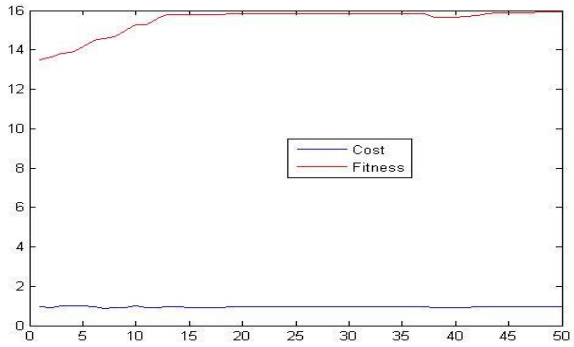
نمودار 2.خروجی مقدار میانگین هر نسل بر اساس نرخ بهره مؤثر و نرخ نکول سال۱۳۸۸(بر اساس طرحی از منبع ۱۲)



نمودار۳.خروجی مقدار میانگین هر نسل بر اساس نرخ بهره مؤثر و نرخ نکول سال۱۳۸۹



نمودار ۴.خروجی مقدار میانگین هر نسل بر اساس نرخ بهره مؤثر و نرخ نکول سال۱۳۹۰



شروط پایان الگوریتم ژنتیک معمولاً بر اساس معیارهای زیر می‌باشد:

- تعداد نسل ایجاد شده.
- تعداد نسلی که دارای بهینه یکسان باشند.
- مدت زمان اجرای الگوریتم

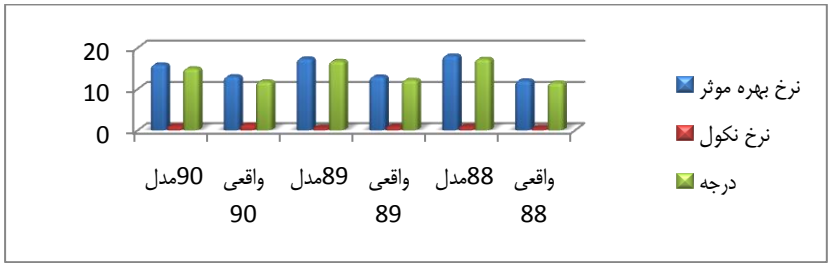
شرط پایان الگوریتم در این تحقیق تعداد نسل ایجاد شده است که با توجه به نمودارهای ۲تا۴ می‌توان مشاهده نمود عملا از یک تعداد نسل به بعد میزان شاخص‌های بهینه الگوریتم ژنتیک ثابت مانده است.

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 سبد واقعی, سبد 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 می‌توان خروجی‌های هردو سبد را با یکدیگر مقایسه کرد .با توجه به درجه هر کدام از دو سبد واقعی والگوریتم ژنتیک می‌توان مشاهده نمود که بهینگی پرتفوی ایجاد شده توسط الگوریتم ژنتیک به مراتب بیش از سبد واقعی است.

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



بحث و نتیجه گیری

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

درصورتی که محدودیت‌های مدل الگوریتم ژنتیک به درستی تعریف گردد می‌تواند راهگشای مؤسسات در تحصیل سود بیشتر خواهد بود. خروجی مدل الگوریتم ژنتیک یک نسل(مجموعه از جواب) است، درصورتی که جواب اول که بهترین جواب است، عملیاتی نباشد، می‌توان از جواب‌های دوم ،سوم و... استفاده نمود. داشتن مجموعه‌ای از جواب‌های بهینه به مراتب بهتر از داشتن یک جواب بهینه است. نتیجه مدل علاوه بر اینکه در برگیرنده محدودیت‌های مختلف است، تلاش کرده تا در بخش‌های مختلف نیز تسهیلات ارایه گردد. یافته‌های 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 ۶,۰۴٪ ، ۴,۳۷٪ و ۲,۸۹٪ می‌باشد. از طرف دیگر تفاوت نرخ نکول مبتنی بر مدل و نرخ نکول واقعی سه سال ۸۸ تا ۹۰ به ترتیب برابر با ۰,۲۹٪، ۰,۲۲٪-، ۰,۲۷٪- 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 روش‌های برنامه‌ریزی 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).الگوریتم‌های ژنتیک و بهینه سازی سازه‌های 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 سرمایه‌گذاری 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 استفادهازالگوریتم ژنتیک بر اساس تعاریف متفاوت از ریسک". فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج. شماره۱۱.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). روش‌های نوین بهینه‌سازی(چاپ اول). اصفهان: جهاد دانشگاهی اصفهان .

۱۰.کیا، سیدمصطفی(۱۳۸۹). الگوریتم‌های 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