کاهش ریسک درماندگی و هزینه‌ها در حوزه بانکداری با رویکرد انتخاب شرکا

موسی آذرباد[۱]، امیرعباس شجاعی[۲،*]، فرشید عبدی[۳]، وحیدرضا قضاوتی[۴]، کاوه خلیلی دامغانی[۵]

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۸، اصلاحیه: خرداد ۱۳۹۸، پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

چکیده

بانکداری یکی از مولفه‌های اصلی هر نظام و حکومت محسوب می‌شود و مدیریت صحیح و ارتقای درست آن یکی از عوامل اساسی در رشد اقتصادی کشور می‌باشد. بانک‌ها در معرض قرارگیری ریسک‌های متعدد و همچنین عدم کنترل هزینه‌های بانکی می‌باشند؛ در همین راستا می‌بایست راهکارهای مناسبی جهت بهبود عملکرد بانک‌ها در این راستا اتخاذ نمود. یکی از این روش‌ها، انتخاب شرکا جهت تقسیم و کاهش ریسک و به اشتراک‌گذاری هزینه‌ها می‌باشد؛ به طوری که بتواند ریسک درماندگی بانک را کاهش داده و میزان تسهیم بانک در کنترل هزینه‌ها را کاهش و منجر به رشد بانک در جهت تامین مالی و انجام امور بانکداری و در نهایت رشد اقتصادی کشور شود. در این پژوهش یک مدل چندهدفه برای انتخاب شرکا در حوزه بانکداری ارایه و در ادامه بهینه‌سازی آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک چندهدفه انجام شده است.

واژه‌های اصلی: بانکداری، ریسک درماندگی بانک‌ها، انتخاب شرکا، الگوریتم ژنتیک چندهدفه

۱- مقدمه

بررسی تاریخی درماندگی مالی و ورشکستگی بانک‌ها نشان می‌دهد که در سراسر جهان بانک‌های بزرگ بنا به دلایلی همچون عدم توجه به تنوع در پرداخت تسهیلات، اعطای اعتبار کلان و وام‌های سنگین به مشتری ویژه (بدون اخذ وثیقه مالی) و یا صنعت خاص، عدم وصول مطالبات، ناتوانی در پرداخت بدهی‌های سررسید شده، اضافه برداشت از حساب‌های بانکی، ناتوانی در پرداخت سود سهام و قرار گرفتن در شرایط مراقبت‌های نظارتی شدید دچار بحران شدید مالی جبران‌ناپذیری شده‌اند. این امر در نتیجه عدم کنترل هزینه‌ها و مدیریت به هنگام مشکلات ایجاد شده باعث کاهش بازده دارایی‌ها و بازده سهامداران و به دنبال آن بروز درماندگی و ورشکستگی بانک‌ها و بعضاً سرایت بیماری به سایر بانک‌های کشور شده است. مطالعات گسترده‌ای در حوزه بانکداری و بررسی عوامل اثرگذار بر ریسک‌های درماندگی آنها در داخل و خارج کشور انجام شده است. فرخیانی در تحقیق با روش همبستگی به شناسایی عوامل موثر بر شاخص ریسک بانک‌ها و صورت‌های مالی پرداخته است[۸]. نوری شکری در تحقیقی به بررسی رابطه نسبت کفایت سرمایه با ریسک ورشکستگی و عملکرد مالی بانک‌ها می‌پردازد تا با جمع‌آوری داده‌های مربوطه از بانک‌های کشور و معرفی شاخص ریسک ورشکستگی و شاخص‌هایی برای عملکرد مالی بانک‌ها به آزمون تاثیر نسبت کفایت سرمایه بر شاخص ریسک ورشکستگی به صورت جداگانه بین بانک‌های خصوصی و دولتی می‌پردازد[۱۶]. شعری و همکاران در مقاله‌ای به بررسی ارتباط بین عوامل کلان اقتصادی و ریسک اعتباری بانک‌ها پرداخته‌اند. به منظور اندازه‌گیری ریسک اعتباری در این پژوهش از نسبت ذخیره مطالبات مشکوک الوصول به کل تسهیلات استفاده شده است[۲۱]. رضوانیان با استفاده از مدل پانل دیتا و روش حداقل مربعات تعمیم یافته به آزمون میزان اثرگذاری ساختار تامین مالی، ریسک‌های اعتباری، نرخ بهره و نقدینگی بر ریسک درماندگی بانک‌ها پرداخته است[۱۹]. ماسارو و همکاران در مقاله‌ای با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده به بررسی ریسک‌پذیری بانک‌های تجاری ژاپن می پردازد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که الزامات کفایت سرمایه، ریسک‌پذیری بانک‌های تجاری را کاهش می‌دهد[۱۳]. لینگ لین در پژوهشی از شاخص ریسک ورشکستگی برای برآورد ریسک فروپاشی صنعت تایوان در سال‌های ۱۹۹۳ الی ۲۰۰۰ برای چند بانک خصوصی و دولتی استفاده نمود. محقق در این پژوهش به دنبال کشف رابطه بین کفایت سرمایه در تعیین شاخص ریسک ورشکستگی و عملکرد مالی بانک‌ها بوده است[۱۴]. یونس و نابیلا تحقیقی به منظور تجزیه و تحلیل اثر عوامل اقتصاد خرد و کلان در ریسک‌پذیری بانک‌های تونس انجام داده‌اند.

*amir@ashojaie.com

در این تحقیق به بررسی اثر متغیرهای حاکمیت شرکتی، مقررات سرمایه، ویژگی بانک‌ها و شاخص‌های کلان بر ریسک‌پذیری بانک‌های تونس پرداخته شده است[۲۶]. توران فاکتورهایی که بر روی ریسک‌های اعتباری بانک‌ها اثرگذار هستند را مورد بررسی و آنالیز قرار داده و با استفاده از تکنیک AHP و مقایسه دودویی فاکتورها، وزن اثرگذار هر یک از فاکتورها بر روی ریسک بانک را محاسبه نموده است[۲۳]. ساندراراجان و اریکو، بیان نمودند که تأمین مالی از طریق مشارکت در سود و زیان می‌تواند ریسک اعتباری مستقیم بانک را به سپرده‌گذاران منتقل نموده و به علاوه به دلیل عدم تضمین دارایی‌های بانک، میزان ریسک سمت دارایی‌ها در ترازنامه بانک را افزایش دهد[۲۲]. روییهو به بررسی چگونگی تأثیرگذاری کیفیت سود در پیش‌بینی درماندگی مالی پرداخته است. نتایج پژوهش وی نشان داد که کیفیت سود به طور مستقیم با درماندگی مالی در ارتباط است. همچنین نتایج پژوهش‌های او بیانگر این است که برخی از معیارهای کیفیت سود، عملکرد مدل‌های پیش‌بینی را بهبود می‌بخشند[۲۰].

بنابراین شرکت‌ها خصوصاً بانک‌ها در معرض قرارگیری ریسک‌های متعدد و همچنین عدم کنترل هزینه‌ها می‌باشند؛ در همین راستا می‌بایست راهکارهای مناسبی جهت بهبود عملکرد بانک‌ها در این راستا اتخاذ نمود. یکی از این روش‌ها، انتخاب شرکا جهت تقسیم و کاهش ریسک و به اشتراک‌گذاری هزینه‌ها می‌باشد. مفهوم شریک‌های تجاری در ابتدا در سال ۱۹۹۶ توسط نالبوف و برنبورگر معرفی شد[۱۷]. گرینگر مدلی را برای انتخاب شرکا پیشنهاد داده است که در آن معیارها به دو بعد مبتنی بر شریک و مبتنی بر وظیفه تقسیم‌بندی می‌شوند[۹]. زیندین هفت عامل کلیدی را برای انتخاب شرکا شناسایی نمود و موفقیت کلی شرکت را وابسته به انتخاب شرکای کلیدی بر اساس این هفت عامل می‌داند[۲۵]. بیرلی و گالاقر انتخاب شرکا رو به عنوان یک فرآیند پیچیده قلمداد می‌کند که متاثر از سه فاکتور کلیدی شایستگی، اعتماد و همسوبودن استراتژیک است و معتقد است در این بین دو عامل محدودیت‌های زمانی و عدم قطعیت بر انتخاب شرکا بسیار اثرگذار هستند[۲]. کامینگز و هومبرگ معیارهای انتخاب شرکا را به دو دسته شاخص‌های ریسک و شاخص‌های یادگیری تقسیم‌بندی می‌کند که شاخص‌های یادگیری مربوط به مشخصه‌های هر یک از شرکاست که منجر به انتقال دانش بین شرکا خواهد شد در حالی‌که شاخص‌های ریسک، ریسک‌های مربوط به کسب وکار شراکتی را می‌سنجد[۶].

در حوزه بانکداری، انتخاب شرکای مناسب و تشکیل بانک‌های مشارکتی جهت زنده ماندن و توسعه حوزه‌های بانکی و دور ماندن از درماندگی و ورشکستگی بانک‌ها و کنترل بهتر هزینه‌های بانکی بسیار اثربخش است[۲]. گرانول و وریس تحقیقی در دوره سال‌های ۲۰۰۲ الی ۲۰۰۷ بر روی ۴۵ بانک بزرگ اروپایی انجام دادند و طی آن به این نتیجه رسیدند که انحراف معیار بازده دارایی‌ها (ریسک بازده دارایی‌ها) بانک‌های مشارکتی به مراتب کمتر است[۱۰]. برانر و همکاران بازده درآمد و هزینه بانک‌های مشارکتی را کشورهای فرانسه، آلمان، ایتالیا و اسپانیا مورد آنالیز و بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اثربخشی درآمدی و هزینه‌ای این بانک‌ها نسبت به سایر بانک‌های تجاری کمتر نیست[۵]. حسه و سیهاک بر اساس پژوهشی نشان دادند که اثربخشی بانک‌های مشارکتی بیشتر از سایر بانک‌ها می‌باشد. طبق یافته‌های ایشان، بانک‌های مشارکتی دارای پایداری بیشتری بوده و میزان سودآوری و سرمایه جمع‌آوری شده نسبت به بانک‌های تجاری در وضعیت بهتری قرار دارد[۱۲]. بستی و همکاران بر اساس تحقیقی بر روی بانک‌های مشارکتی و غیرمشارکتی به این نتیجه رسیدند که بانک‌های مشارکتی دارای نسبت‌های درآمدی بالاتری هستند و همچنین نوسانات مالی این بانک‌ها نسبت به بانک‌های غیرمشارکتی کمتر است[۳].

بنابراین انتخاب روش مناسب جهت انتخاب شرکا جهت مدیریت صحیح و مناسب بانکداری می‌تواند موجبات پایداری و ثبات مالی بانک‌ها را فراهم آورد. انتخاب شرکا به نحو صحیح و مناسب یکی از فاکتورهای اساسی موفقیت کسب وکارها محسوب می‌شود. برای انتخاب شرکا فاکتورهای متعدد کمی و کیفی وجود دارد که آنالیز دقیق این فاکتورها و انتخاب موثر شرکا بر اساس فاکتورها یکی از دغدغه‌های اساسی در کسب وکارهای شراکتی می‌باشد تا بتوان بر اساس آن بازده و عملکرد کسب وکار را با انتخاب بهینه شرکا ارتقا داد. روش‌های متعددی برای انتخاب شرکا پیاده‌سازی شده است. آلوز و مینسس پژوهشی را بر روی برخی از شرکت‌های همکار در پرتغال انجام دادند و بر اساس یافته‌های به‌دست آمده از نظرسنجی، یک مدل سه مرحله‌ای را برای انتخاب شرکا پیشنهاد دادند[۱]. برای کسب وکارهای مشابه، تشکیل یک کسب وکار مشارکتی می‌تواند یک استراتژی مثمرثمر برای موفقیت باشد[۱۲]. لین و ونگ بر روی یک مدل انتخاب شرکای چند مرحله‌ای در حوزه زنجیره تامین چابک پژوهشی انجام دادند و از یک الگوریتم ترکیبی شامل الگوریتم‌های ژنتیک و کلونی مورچگان برای حل این مسئله استفاده نمودند[۱۵]. چانگ و یاه برای انتخاب شرکا در حوزه زنجیره تامین سبز از یک الگوریتم ژنتیک چندهدفه استفاده کردند که در مدل ارائه شده، چهار تابع هدف هزینه، زمان، کیفیت محصول و نمره ارزیابی زنجیره سبز در نظر گرفته شده است[۲۴]. در پژوهشی دیگر که توسط پارکاش و بارا انجام شد، از روش‌های مبتنی بر تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب شرکا در لجستیک معکوس استفاده شد. این تحقیق منجر به بهبود بازده و اثربخشی بخشی از سازمان‌های هندی جهت انتخاب شخص ثالث گردید[۱۸].

بنابراین به سبب نقش حساس بانک‌ها در حوزه مدیریت منابع مالی، بهبود کارایی بانک‌ها از مهمترین مسائل اقتصادی کشورها محسوب می‌شود. ارایه راهکار مناسب جهت بهبود عملکرد بانک‌ها، ریسک درماندگی بانک‌ها را کاهش و از سوی دیگر قدرت بانک‌ها را جهت مدیریت هزینه‌ها بهبود می‌دهد. هدف اصلی این پژوهش ارائه یک مدل بهینه‌سازی برای انتخاب شرکا در حوزه بانکداری جهت کاهش ریسک و هزینه‌های مربوطه و در نهایت بهینه‌سازی آن به کمک الگوریتم ژنتیک چندهدفه می‌باشد. در ادامه این تحقیق، ابتدا مدل ریاضی انتخاب شرکا در حوزه بانکداری تشریح می‌گردد. سپس رویکرد پیشنهادی برای

بهینه‌سازی مدل انتخاب شرکا با هدف کاهش ریسک و هزینه ارایه می‌شود و سپس رویکرد پیشنهادی بر روی یک مثال عددی پیاده‌سازی و نتایج حاصل از آن ارایه می‌گردد. نهایتاً در انتهای پژوهش، نتیجه‌گیری حاصل از تحقیق ارایه خواهد شد.

۲- روش‌شناسی

۲-۱- تشریح مدل

در این بخش مدل عمومی انتخاب بهینه شرکا با هدف کاهش ریسک‌های درماندگی و عملیاتی و کاهش هزینه های عملیاتی و تامین مالی بانک ارایه می‌گردد. برای تهیه ساختار مدل، ابتدا می‌بایست عواملی که در زمینه ریسک درماندگی و هزینه‌های بانک‌ها تاثیرگذارند شناسایی و معرفی نماییم.

a) ریسک اعتباری

ریسک اعتباری ریسکی است که بر اساس آن وام گیرنده قادر نبوده و یا تمایلی به بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات دریافتی خود با توجه به شرایط مقرر در قرارداد را ندارد. حتی در مواردی تاخیر در بازپرداخت تسهیلات و وام‌ها، بانک‌ها را با مشکلات و تنگناهایی از قبیل تامین نقدینگی مورد نیاز روبه‌رو می‌کند. ریسک اعتباری را با دو معیار می‌توان ابراز نمود. اول ریسک اعتباری ناشی از حجم تسهیلات (R_1) می‌باشد که این نسبت نشان دهنده بخشی از دارایی‌های بانک است که به دارایی‌های با حداقل قابلیت نقدشوندگی اختصاص یافته‌اند. معیار بعدی ریسک اعتباری ناشی از کیفیت وام (R_2) می‌باشد. کافی نبودن ذخایر هزینه زیان ناشی از وام‌های مشکوک‌الوصول، علت عمده اختلالات یک بانک محسوب می‌شود. در این راستا بانک‌ها ذخایری را برای پوشش زیان‌های ناشی از مطالبات مشکوک‌الوصول در حساب‌ها نگهداری می‌کنند.

$$R_1 = \frac{\text{کل تسهیلات}}{\text{کل دارایی}} \quad (۱)$$

$$R_2 = \frac{\text{ذخیره وامها}}{\text{کل دارایی}} \quad (۲)$$

b) ریسک نرخ بهره

این نسبت (R_3) بیانگر هزینه‌ای است که بانک‌ها بابت تامین وجوه می‌پردازند و به صورت نسبت هزینه عملیاتی (بهره‌ای) به کل دارایی‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

$$R_3 = \frac{\text{هزینه عملیاتی}}{\text{کل دارایی}} \quad (۳)$$

c) ریسک نقدینگی

این نسبت (R_4)، نقدترین دارایی‌های در دسترس به منظور پوشش سرمایه‌گذاری در کل دارایی‌های بانک محسوب می‌شود و به صورت نسبت دارایی‌های نقد به کل دارایی‌ها محاسبه می‌شود.

$$R_4 = \frac{\text{دارایی های نقد}}{\text{کل دارایی}} \quad (۴)$$

d) نرخ بازگشت سرمایه

بازده‌ی سرمایه‌گذاری یا نرخ بازگشت سرمایه (R_5) نسبتی است که سود حاصل از سرمایه‌گذاری را در قالب درصدی از هزینه‌ی اولیه محاسبه می‌کند.

$$R_5 = \frac{\text{سود}}{\text{کل دارایی}} \quad (۵)$$

e) نرخ بازده حقوق صاحبان سهام

بازده حقوق صاحبان سهام (R_6)، میزان کارایی بانک در خلق سود خالص برای سهامداران را بررسی می‌کند.

$$R_6 = \frac{\text{سود}}{\text{حقوق صاحبان سهام}} \quad (۶)$$

پس از تعیین معیارهای مربوط به ریسک درماندگی و عملیاتی بانک، اکنون ساختار مدل ریاضی مسئله مطابق ذیل خواهد بود.

الف) متغیرهای مدل: متغیرهای تصمیم‌گیری، عبارتند از متغیرهای باینری انتخاب یا عدم انتخاب شرکای بالقوه و میزان سهم اشتراکی هر یک از شرکای بالقوه.

X_i : متغیر باینری انتخاب یا عدم انتخاب شریک بالقوه i ام

Y_i : درصد میزان سهم اشتراکی شریک بالقوه i ام

ب) پارامترهای مدل: پارامترهای مدل عبارتند از:

i : اندیس نمایش دهنده شریک‌های بالقوه (i=1,2,…,n)

λ_{ij} : درصد تاثیر شریک بالقوه i ام بر پارامتر ریسک Rj

α_j : درصد اهمیت پارامتر ریسک Rj

δ_i : درصد افزایش یا کاهش شریک بالقوه i ام بر کل هزینه‌های عملیاتی بانک

η_i : درصد افزایش یا کاهش شریک بالقوه i ام بر کل هزینه‌های تامین مالی بانک

Co : مجموع هزینه‌های عملیاتی بانک

Cf : مجموع هزینه‌های تامین مالی بانک

M_i : حداکثر میزان سرمایه‌گذاری شریک بالقوه i ام

I: کل سرمایه‌گذاری بانک

ج) توابع هدف: در این پژوهش دو تابع هدف اصلی داریم که تابع هدف اول مینیمم کردن ریسک درماندگی و عملیاتی بانک است و دوم مینیمم کردن هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های تامین مالی است.

$$\textbf{Min Risk: Min } Z = \sum_{j=1}^{6} \alpha_j (R_j + R_j \sum_{i=1}^{n} \lambda_{ij} X_i) \quad (۷)$$

$$\textbf{Min Cost : Mic } C = (Co - Co \sum_{i=1}^{n} \delta_i X_i) + (Cf - Cf \sum_{i=1}^{n} \eta_i X_i) \quad (۸)$$

د) محدودیت‌های مدل: یکی از محدودیت مدل این است که میزان

سرمایه‌گذاری هر شریک می‌بایست کمتر از حداکثر سرمایه‌گذاری ممکن باشد.

$$Y_i.I \le M_i \quad \forall i \qquad (۹)$$

$$Y_i \le X_i \quad \forall i \qquad (۱۰)$$

بنابراین ساختار کامل مدل ریاضی مطابق ذیل می‌باشد:

$$Min\ Risk: Min\ Z = \sum_{j=1}^{6} \alpha_j (R_j + R_j \sum_{i=1}^{n} \lambda_{ij} X_i) \qquad (۱۱)$$

$$Min\ Cost: Mic\ C = (Co - Co \sum_{i=1}^{n} \delta_i X_i) + (Cf - Cf \sum_{i=1}^{n} \eta_i X_i) \qquad (۱۲)$$

$$Y_i.I \le M_i \quad \forall i \qquad (۱۳)$$

$$Y_i \le X_i \quad \forall i \qquad (۱۴)$$

$$X_i \in \{0,1\} \quad \forall i \qquad (۱۵)$$

$$0 \le Y_i \le 1 \quad \forall i \qquad (۱۶)$$

در ادامه روش حل پیشنهادی برای دستیابی به ساختار بهینه شرکا ارائه خواهد شد.

۲-۲- روش حل مسئله

از آنجائی‌که ساختار مدل به صورت ساختار مدل چندهدفه می‌باشد لذا می‌بایست از یکی از روش‌های بهینه‌سازی چندهدفه استفاده نمود که روش‌های متعددی در این زمینه وجود دارد. یکی از این رویکردها، روش‌های بر مبنای غلبگی می‌باشد که این روش‌ها کلیه توابع هدف را در الگوریتم بهینه‌سازی در نظر گرفته و با در نظر گرفتن مفهوم چیرگی، الگوریتم را برای جستجوی جواب بهینه هدایت می‌کنند. در این روش‌ها عمدتا از الگوریتم‌های فراابتکاری استفاده می‌شود. روش‌های ابتکاری برای حل مسایل با ابعاد بزرگ یا اهداف زیاد به کار می‌روند. این روش‌ها یافتن جواب‌های دقیق پارتو را تضمین نمی‌کنند اما تقریبی از این جواب‌ها را می‌دهند.

دو ویژگی اصلی الگوریتم‌های فراابتکاری، تشدید[1] و پراکندگی[2] است. ویژگی تشدید تمرکز بر روی جستجوی محلی دارد به‌طوری که از اطلاعات موجود در دورنمای محلی استفاده می‌کند، در حالی‌که ویژگی پراکندگی عمدتاً از تکنیک‌های تصادفی استفاده می‌کند تا کلیه فضای جواب را مورد جستجو قرار دهد. نحوه استفاده از این دو نوع ویژگی در الگوریتم‌های مختلف، متفاوت می‌باشد اما اکثر الگوریتم‌ها تمایل دارند تا تعادلی ما بین جستجوی محلی و جستجوی جامع داشته باشند. یکی از مهمترین و کاراترین این الگوریتم‌ها، الگوریتم ژنتیک مبتنی بر مرتب‌سازی نامغلوب (NSGA[3]) می‌باشد.

اسرینیواس و دِب روش بهینه‌سازی NSGA را برای حل مسائل بهینه‌سازی چند هدفه معرفی نمودند[۷]. نکات برجسته‌ای که در مورد این روش بهینه‌سازی وجود دارند، عبارتند از:

- جوابی که هیچ جواب دیگری، به طور قطع بهتر از آن نباشد، دارای امتیاز بیشتری است. جواب‌ها بر اساس این که چند جواب بهتر از آن‌ها وجود داشته باشند، رتبه‌بندی و مرتب می‌شوند.
- شایستگی (برازندگی) برای جواب‌ها بر حسب رتبه آن‌ها و عدم غلبه سایر جواب‌ها، اختصاص می‌یابد.
- از شیوه اشتراک برازندگی برای جواب‌های نزدیک استفاده می‌شود تا به این ترتیب پراکندگی جواب‌ها به نحو مطلوبی تنظیم شود و جواب‌های به طور یکنواخت در فضای جستجو پخش شوند.

در الگوریتم NSGA-II از میان جواب‌های هر نسل، تعدادی از آن‌ها با استفاده از روش انتخاب رقابتی دو-دویی انتخاب می شوند. در روش انتخاب دو-دویی، دو جواب به تصادف از میان جمعیت انتخاب می‌شوند و سپس میان این دو جواب، مقایسه‌ای انجام می‌شود و هر کدام که بهتر باشد، نهایتا انتخاب می‌شود. معیارهای انتخاب در الگوریتم NSGA-II در درجه اول، رتبه جواب و در درجه دوم فاصله ازدحامی مربوط به جواب است. هر چه قدر رتبه جواب کمتر باشد و دارای فاصله ازدحامی بیشتری باشد، مطلوب‌تر است.

اعضای جمعیت در داخل دسته‌هایی قرار گرفته به گونه‌ای که اعضای موجود در دسته اول، یک مجموعه کاملاً غیرمغلوب توسط دیگر اعضاء جمعیت فعلی می‌باشند. اعضای موجود در دسته دوم نیز بر همین مبنا تنها توسط اعضای دسته اول مغلوب شده و این روند به همین صورت در دسته‌های دیگر ادامه یافته تا به تمام اعضای موجود در هر دسته، یک رتبه بر مبنای شماره دسته اختصاص داده شود. پارامتر فاصله ازدحامی برای هر عضو در هر گروه محاسبه می‌شود و بیان‌گر اندازه‌ای از نزدیکی نمونه مورد نظر به دیگر اعضای جمعیت آن دسته و گروه می‌باشد. بزرگتر بودن این پارامتر منجر به واگرایی و گستره بهتری در مجموعه اعضای جمعیت خواهد شد. مقدار فاصله ازدحامی جواب i ام متناظر با تابع هدف k ام (d_i^k) برابر است با:

$$d_i^k = \frac{\left| f_{i+1}^k - f_{i-1}^k \right|}{f_{\max}^k - f_{\min}^k} \qquad (۱۷)$$

به طوری که f_{i+1}^k و f_{i-1}^k مقدار تابع هدف k ام برای نقاط همسایه نقطه i ام می‌باشند. $f_{\max}^k$ و $f_{\min}^k$ به ترتیب مقدار ماکزیمم و مینیمم تابع هدف k ام است. نهایتاً مقدار کل فاصله ازدحامی نقطه i ام (CD_i) برابر زیر خواهد بود:

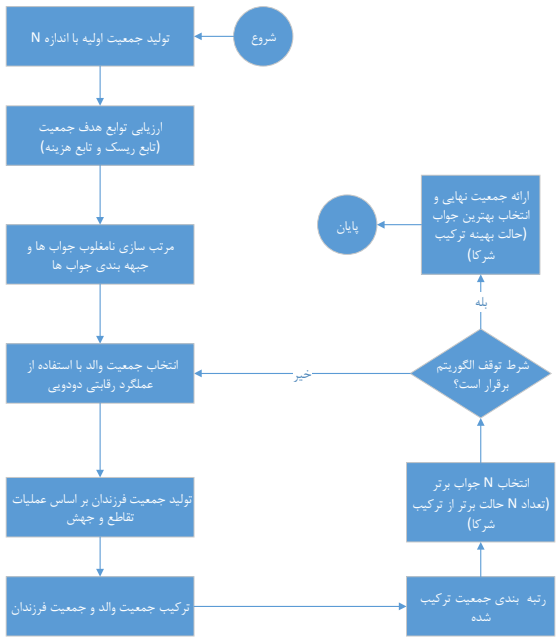
$$CD_i = \sum_{k=1}^{n} d_i^k \qquad (۱۸)$$

با تکرار عملگر انتخاب دو-دویی بر روی جمعیت هر نسل، مجموعه‌ای از افراد آن نسل برای شرکت در عملیات تقاطع و جهش انتخاب می‌شوند.

[1] Intensification
[2] Diversification
[3] Non-dominated sorting genetic algorithm

بر روی بخشی از مجموعه جواب‌های انتخاب شده، عمل تقاطع و بر روی بقیه، عمل جهش انجام می‌شود و جمعیتی از فرزندان و جهش‌یافتگان ایجاد می‌شود. در ادامه، این جمعیت با جمعیت اصلی ادغام می‌شود. اعضای جمعیت تازه تشکیل یافته، ابتدا برحسب رتبه و به صورت صعودی مرتب می‌شوند. اعضایی از جمعیت که دارای رتبه یکسانی هستند، بر حسب فاصله ازدحامی و به صورت نزولی مرتب می‌شوند. حال اعضای جمعیت در درجه اول بر حسب رتبه، و در درجه دوم بر حسب فاصله ازدحامی مرتب‌سازی شده‌اند. برابر با تعداد افراد جمعیت اصلی، اعضایی از بالای فهرست مرتب شده انتخاب می‌شوند و بقیه اعضای جمعیت دور ریخته می‌شوند. اعضای انتخاب شده جمعیت نسل بعدی را تشکیل می‌دهند و چرخه مذکور در این بخش، تا محقق شدن شرایط خاتمه، تکرار می‌شود. شکل شماره ۱ فلوچارت الگوریتم NSGA-II را برای مدل انتخاب بهینه شرکا در حوزه بانکداری نمایش می‌دهد[۲۶].

جواب‌های نامغلوب به دست آمده از حل مسأله بهینه‌سازی چندهدفه، غالبا به نام جبهه پارتو شناخته می‌شوند. هیچ کدام از جواب‌های جبهه پارتو، بر دیگری ارجحیت ندارند و بسته به شرایط، می‌توان هر کدام را به عنوان یک تصمیم بهینه در نظر گرفت.



شکل (۱): فلوچارت الگوریتم NSGA-II برای مدل انتخاب شرکای بهینه

۳- نتیجه‌گیری

در این بخش رویکرد پیشنهادی انتخاب بهینه شرکا با هدف کاهش ریسک و هزینه بانک‌ها که در بخش قبلی تشریح گردید، برای یک نمونه با ۱۰ شریک بالقوه (n=10) پیاده‌سازی می‌نمائیم. پارامترهای این مسئله در جداول شماره ۱، ۲ و ۳ ارایه شده است.

جدول (۱):. پارامترهای مسئله نمونه

عنوان شاخص	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
مقدار	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۶۳	۰/۷۸	۰/۴۱	۰/۳۸
اهمیت (α_i)	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰

جدول (۲): پارامترهای مسئله نمونه

Co	Cf	I
۹۸،۱۲۷،۴۵۳،۳۹۱	۲۲۹،۲۱۳،۱۲۱،۱۳۱	۹۰۸،۰۱۸،۹۲۱،۰۲۱

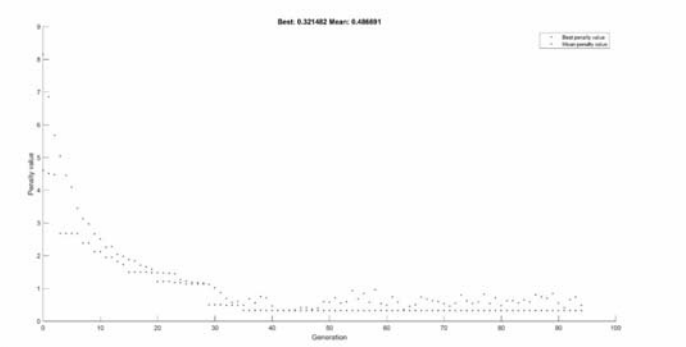
جدول (۳): پارامترهای مسئله نمونه

شریک بالقوه	λ_{i1}	λ_{i2}	λ_{i3}	λ_{i4}	λ_{i5}	λ_{i6}	δ_i	η_i	M_i
1	0.92	(0.42)	(0.27)	0.56	(0.03)	0.72	(0.25)	0.44	96,000,000,000
2	(0.27)	(0.20)	0.86	(0.17)	0.86	0.48	(0.06)	0.87	94,000,000,000
3	0.78	0.24	0.27	(0.07)	0.78	0.52	1.00	0.56	114,000,000,000
4	0.96	(0.33)	0.57	(0.43)	0.46	0.57	(0.01)	0.82	138,000,000,000
5	0.88	0.62	0.87	(0.38)	0.25	(0.45)	0.84	(0.31)	92,000,000,000
6	(0.36)	0.63	(0.41)	(0.09)	0.31	0.88	0.96	0.47	97,000,000,000
7	0.64	0.49	(0.17)	(0.35)	(0.39)	(0.30)	0.69	1.05	114,000,000,000
8	0.64	0.30	0.94	0.60	0.51	0.56	0.45	(0.19)	139,000,000,000
9	0.36	0.77	(0.03)	0.54	0.73	0.84	0.72	0.47	140,000,000,000
10	(0.32)	0.37	(0.44)	0.73	(0.03)	(0.05)	(0.26)	0.77	99,000,000,000

اکنون قبل از حل مساله به کمک الگوریتم NSGA-II، ابتدا مثال فوق را با یکی از روش‌های کلاسیک حل نموده و جواب حاصل از آن را با الگوریتم مقایسه می‌کنیم. برای این منظور از روش ε-Constraint استفاده می‌نمائیم. در این روش، مسئله بهینه‌سازی چندهدفه به بهینه‌سازی تک هدفه تبدیل می‌شود؛ بدین ترتیب که یکی از توابع هدف به عنوان تابع هدف اصلی تعریف شده و سایر توابع هدف به صورت محدودیت در مدل اضافه می‌شوند. در همین راستا، در مدل این پژوهش تابع هدف هزینه به عنوان تابع هدف اصلی استفاده شده و تابع هدف ریسک به صورت محدودیت مطابق زیر در مدل اضافه خواهد شد:

$$\sum_{j=1}^{6} \alpha_j (R_j + R_j \sum_{i=1}^{n} \lambda_{ij} X_i) \leq \varepsilon \qquad (۱۹)$$

اکنون پس از این‌که مدل به یک مسئله بهینه‌سازی تک هدفه تبدیل می‌شود، می‌توان آن را به کمک یکی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی حل نمود. برای حل آن از نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. همان‌طور که در شکل شماره ۲ نمایش داده شده است پس از ۱۰۰ تکرار و زمان حداقل ۳ ساعت و ۲۰ دقیقه، نقطه موجهی برای مدل پیدا نشده است. لذا الگوریتم‌های کلاسیک برای این مدل (خصوصاً در ابعاد بزرگ) نمی‌توانند کارایی خاصی داشته باشند.

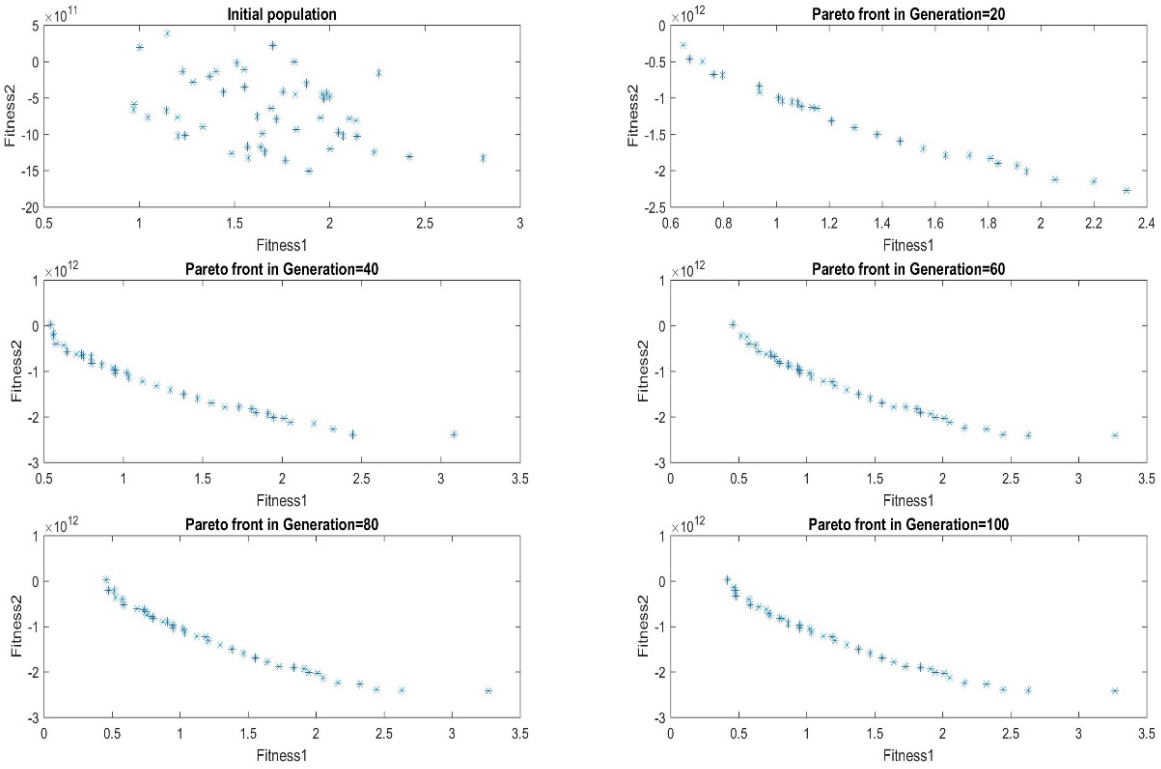


شکل (۲): نمودار روند پیدا کردن نقطه موجه با الگوریتم ε-Constraint

سپس الگوریتم NSGA-II بر روی مدل فوق در نرم‌افزار MATLAB کدنویسی شده است. پارامترهای در نظر گرفته شده برای الگوریتم NSGA-II مطابق زیر است.

- اندازه جمعیت اولیه: ۵۰
- شرط توقف الگوریتم: ۱۰۰ نسل
- نرخ عملیات تقاطع: ۰/۳
- نرخ عملیات جهش: ۰/۴
- استراتژی عملیات تقاطع: Intermediate Crossover
- استراتژی عملیات جهش: Uniform Mutation

پس از پیاده‌سازی الگوریتم طبق پارامترهای فوق، نتایج حاصل برای مدل بهینه انتخاب شرکا در نمودارهای مختلف نمایش داده شده است. شکل شماره ۳ نمودار جمعیت اولیه و نقاط پارتو در نسل‌های شماره ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ را نمایش می‌دهد.



شکل (۳): نمودار پارتو الگوریتم NSGA-II برای نسل‌های مختلف

همان‌طور که در شکل‌ها نیز مشاهده می‌شود، در هر نسل تقریبا ۵۰ جواب موجه و بهینه یافت گردید که در مقایسه با الگوریتم ε-Constraint به مراتب بهتر می‌باشد.

بنابراین همان‌طور که پیشتر نیز گفته شد در راستای بهبود عملکرد بانک‌ها، لازم است تا مدل و الگوریتم مناسبی جهت انتخاب بهترین ترکیب شرکا ارایه نمود که در پژوهش‌های پیشین کمتر به این امر خصوصاً به به صورت یک مدل ریاضی چندهدفه اختصاص داده شده است. به همین علت در این پژوهش رویکردی جهت بهینه‌سازی مدل انتخاب شرکا در حوزه بانکداری ارایه گردید. برای این منظور دو تابع هدف در مدل ریاضی در نظر گرفته شد که شامل مینیمم کردن

هزینه‌های عملیاتی و تامین مالی بانک و کاهش ریسک درماندگی و عملیاتی بانک بود. با توجه به اینکه مدل ریاضی دوهدفه بوده و الگوریتم‌های کلاسیک قادر به حل این مسئله نمی‌باشند، برای بهینه‌سازی این مدل از الگوریتم ژنتیک NSGA استفاده گردید و جهت ارزیابی و تحلیل آن، الگوریتم مربوطه توسط نرم‌افزار MATLAB بر روی یک مثال عددی پیاده‌سازی شد. نتایج حاصله نشان داد که با استفاده از این روش می‌توان ترکیب‌های مختلف بهینه‌ای جهت انتخاب شرکا به‌دست آورد تا بدین ترتیب ریسک درماندگی بانک و هزینه‌های عملیاتی را کاهش دهد. با توجه به اینکه در انتهای الگوریتم، مجموعه‌ای از جواب‌های پارتو به عنوان جواب بهینه ارایه می‌شود، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی از روش‌های مختلفی خصوصاً مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت انتخاب بهترین ترکیب از بین جواب‌های پارتو استفاده نمود.

منابع و مأخذ

[1] Alves, J., Meneses, R., (2017), **Partner Selection in Co-Opetition: a Three Step Model,** Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship, 17(1): p. 23-35.

[2] Ayadi, R., Schmidt, R.H., (2009), **Investigating Diversity in the Banking Sector in Europe: The Performance and Role of Savings Banks**, CEPS.

[3] Becchetti, L., Ciciretti, R., Paolantonio, A., (2016)**, The Cooperative Bank Difference before and After the Global Financial Crisis,** Journal of International Money and Finance, 69: p. 224-246.

[4] Bierly III, P.E., Gallagher, S., (2007), **Explaining Alliance Partner Selection: Fit, Trust and Strategic Expediency**, Long range planning, 40(2): p. 134-153.

[5] Brunner, R.D., (2004), **Context-Sensitive Monitoring and Evaluation for the World Bank. Policy Sciences**, 37(2): p. 103-136.

[6] Cummings, J.L., Holmberg, S.R., (2012), **Best-Fit Alliance Partners: the Use of Critical Success Factors in a Comprehensive Partner Selection Process**, Long Range Planning, 45(2-3): p. 136-159.

[7] Deb, K., (2002), **A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II. IEEE Transactions on Evolutionary Computation**, 6(2): p. 182-197.

[8] Farokhiani, M., (2017), **Investigating the Relationship Between Equity Equity Structure and Bank Risk Indicators**,Iranian Institute of Banking.

[9] Geringer, J.M., Hebert, L., (1991), **Measuring Performance of International Joint Ventures**, Journal of international business studies, 22(2): p. 249-263.

[10] Groeneveld, J.M., de Vries, B., (2009), **European Co-Operative Banks: First Lessons of the Subprime Crisis**, The International Journal of Cooperative Management, 4(2): p. 8-21.

[11] Hatak, I., Hyslop, K., (2015), **Cooperation between Family Businesses of Different Size: A Case Study**, Journal of co-operative organization and management, 3(2): p. 52-59.

[12] Hesse, H., Cihak, M., (2007), **Cooperative banks and financial stability**, International Monetary Fund.

[13] Konishi, M., Y. Yasuda, (2004), **Factors Affecting Bank Risk Taking: Evidence From Japan**, Journal of Banking & Finance, 28(1): p. 215-232

[14] Lin, S., (2007), **Risk Management of Banking Industry in Taiwan**, IJSTM. 8. 421-451.

[15] Lin, Z., Wang, L., (2008), **Multi-Stage Partner Selection Based on Genetic-Ant Colony Algorithm in Agile Supply Chain Network. in Young Computer Scientists**, ICYCS, The 9th International Conference for IEEE.

[16] Noori Shokri, Z., (2010), **Investigating the Relationship between Capital Adequacy and Bankruptcy Risk and Financial Performance of Iranian Banks**, Banking Institute.

[17] Nalebuff, B.J., Brandenburger, A., Maulana, A., (1996), **Co-Opetition,** HarperCollinsBusiness London.

[18] Prakash, C., Barua, M., (2016), **A Combined MCDM Approach for Evaluation and Selection of Third-Party Reverse Logistics Partner for Indian Electronics Industry**, Sustainable Production and Consumption, **7**: p. 66-78.

[19] Rezvanian, M., (2013), **The Effect of Financing Structure on the Risk of Bank Distress, in Banking**, Iranian Institute of Banking Education.

[20] Ruihao, K., (2012), **Predicting Financial Distress in Debt Contracting**, University of California, Los Angeles.

[21] Sheri, S., Naderi, M., (2012), **Investigating the Relationship between Macroeconomic Factors and Credit Risk of Banks,** in Accounting and Audit Research.

[22] Sundararajan, V., Errico, L., (2002), **Islamic Financial Institutions and Products in the Global Financial System: key Issues in Risk Management and Challenges Ahead**, International Monetary Fund ,Vol. 2. 20.

[23] Turan, H., (2016), **The Weighting of Factors Affecting Credit Risk in Banking**, Procedia economics and finance, **38**: p. 49-53.

[24] Yeh, W.C., Chuang, M.C., (2011), **Using Multi-Objective Genetic Algorithm for Partner Selection in Green Supply Chain Problems,** Expert Systems with applications, 38(4): p. 4244-4253.

[25] Zineldin, M., (2004), **Co-Opetition: the Organisation of the Future**, Marketing Intelligence & Planning, 22(7): p. 780-790.

[26] Zribi, N., Boujelbegrave, Y., (2011), **The Factors Influencing Bank Credit Risk: The Case of Tunisia**, Journal of Accounting and Taxation, **3**(4): p. 70-78.