



## مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی در ترکیب بهینه منابع و مصارف در

### بانک کشاورزی

سید محمدرضا حسینی پور<sup>۱</sup>

سیمین محسنی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت مقاله : ۹۶/۱۲/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۷/۰۲/۳۱

مسعود جعفری مقدم<sup>۳</sup>

#### چکیده :

هدف این مطالعه ارائه مدلی ریاضی بر اساس مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی جهت یافتن بهترین ترکیب تسهیلات و سپرده‌های بانک کشاورزی در سال ۱۳۹۴ می‌باشد که ضمن رضایت مشتریان بیشترین سود را برای بانک به دنبال داشته باشند. در این مطالعه حجم نمونه با جامعه آماری برابر است و شامل کلیه شعب بانک کشاورزی استان کرمان می‌باشد. همچنین مدل با استفاده از سه روش برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی فازی برآورد گردیده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و WinQSB صورت گرفته است. بر اساس نتایج، برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک بیشترین سود را به دنبال خواهند داشت و سود حاصل از تسهیلات پرداختی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک افزایش داشته است. نتایج حاکی از این است که استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی می‌تواند مدیران را در جهت تخصیص بهینه منابع به منظور بازدهی بالاتر یاری رساند.

#### کلمات کلیدی :

ترکیب بهینه منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات)، برنامه‌ریزی آرمانی، برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی فازی، بانک کشاورزی

<sup>۱</sup> استادیار گروه اقتصاد، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران. hosseinipour54@yahoo.com

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، واحد کرمان، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران. (نویسنده مسئول)

mohseni.simin@gmail.com

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مدیریت، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

m\_jafarimoghaddam@yahoo.com

۱- مقدمه :

بانک‌ها برای جذب منابع خود که همان سپرده‌ها هستند متحمل هزینه‌هایی می‌شوند، و برای نگهداری و مدیریت منابع نیز بایستی هزینه‌هایی در نظر بگیرند. برای آنکه بانک در میدان رقابت بماند و ورشکسته نشود بایستی این هزینه‌ها را پوشش دهد. همچنین باید بانک در جهت حفظ مشتریان و وفاداری آنان نیز بکوشد. بنابراین بانک‌ها باید این منابع را در جاهایی به کار بگیرند که بهترین ترکیب منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) حاصل شود.

با توجه به اینکه نظام مصرف پس اندازها در ایران یک نظام بانک پایه است، لذا نقش بسیار حساس و مهمی را در نظام اقتصادی کشور ایفا نموده و در تنظیم روابط و مناسبات اقتصادی جامعه تأثیر بسزایی دارد. بنابراین بانک‌ها بایستی به تخصیص و تجهیز صحیح منابع اهتمام ورزند. به این منظور مدیریت دارایی و بدهی در شرایط متغیر اقتصادی کنونی یک عنصر کلیدی برای موفقیت بانک‌ها و دیگر مؤسسات مالی می‌باشد [۱].

اخیراً بانکداری با توجه به پیشرفت‌های سریع تکنولوژی، توسعه اقتصادی، تنوع عملیات بانکی و افزایش رقابت و یا ارتباط بین مؤسسات مالی پیچیده‌تر شده است؛ به خصوص در شرایط بی‌ثبات اقتصادی، موفقیت یک بانک علاوه بر مدیریت سایر متغیرها بستگی به کیفیت مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌های آن دارد.

مدیریت سپرده‌ها و نگهداری سبد بهینه از سپرده‌های مختلف بانک را یاری می‌نماید که علاوه بر رضایت سپرده‌گذاران، رضایت وام‌گیرندگان را نیز با خدمات‌دهی در موعد مقرر بدست آورند. لذا بانک‌ها باید با اطلاع کافی و به روز بتوانند ترکیب منابع را طوری برنامه‌ریزی کنند که بتوانند در رقابت اقتصادی عقب نیفتند و در سطح سوددهی و حفظ مشتریان باقی بمانند. امروزه بانک‌ها به عنوان مهمترین عنصر بازار پولی نقش بسیار مهمی را در اقتصاد کشور ما ایفا می‌کنند. با گسترش بازارهای مالی، فعالیت بانک‌ها و مؤسسات مالی ابعاد گسترده‌تری به خود گرفته و بدون شک توسعه اقتصادی بدون توجه به نقش بانکداری و بازارهای پولی امکان‌پذیر نیست [۷].

بانک‌ها اصلی‌ترین تأمین‌کننده منابع مالی بخش‌های واقعی اقتصاد (صنعت، کشاورزی و خدمات) محسوب شده و در کنار کارکرد اصلی خود، انگیزه اصلی بانک‌ها در تجهیز و تخصیص بهینه منابع و ارائه خدمات متنوع به مشتریان، درآمدزایی و کسب سود همانند سایر مؤسسات اقتصادی می‌باشد. از این رو درصددیم با توجه به محدودیت‌های موجود در سیستم بانکی، به بررسی و شناسایی منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) بانک کشاورزی استان کرمان پرداخته و ضمن رضایت خاطر مشتریان، سود بانکی را

### مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی... / حسینی پور، محسنی و جعفری مقدم

حداکثر نماییم. مطالعات زیادی در ارتباط با انتخاب پرتفوی بهینه و تخصیص بهینه منابع و مصارف در داخل و خارج از کشور انجام شده است که در ذیل به مختصری از این مطالعات اشاره شده است.

تقی‌زاده یزدی، فلاح‌پور و احمدی مقدم (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای به انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از برنامه‌ریزی فراآرمانی و برنامه‌ریزی آرمانی ترتیبی توسعه‌یافته پرداختند. هر دو مدل به دنبال حداکثرسازی بازدهی و نقدشوندگی و همچنین به حداقل رساندن بتا و ریسک سهام شرکت‌ها برای تشکیل پرتفوی بهینه‌اند. در نهایت دو پرتفوی به دست آمده با مقدار بازدهی هریک مقایسه شد. بازدهی کل پرتفوی در مدل برنامه‌ریزی آرمانی ترتیبی توسعه‌یافته ۲۱/۶۷۸ درصد و در برنامه‌ریزی فرا آرمانی ۲۰/۱۷۲ درصد است.

ملک (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای به تخصیص بهینه منابع به مصارف در بانک مسکن پرداخته است. هدف این پژوهش، ارائه مدلی ریاضی بر اساس مدل‌های برنامه‌ریزی خطی برای یافتن بهترین ترکیب تسهیلات بانک مسکن از منابع در سال مالی ۱۳۸۶ است. تسهیلات به صورت ۶ متغیر مشارکت، خرید، انتقال سهم‌الشرکه، قرض‌الحسنه، جعاله و تسهیلات دیگر و محدودیت‌های مربوط را در مدل در نظر گرفته و با استفاده از نرم افزار LINDO نتایج مدل به دست آمده است. با توجه به اینکه حد تسهیلات ۷۰ درصد منابع است، بدین ترتیب مقدار تابع هدف ۶۳۸۹/۹۳۷ میلیارد ریال به دست می‌آید.

سلامی و بهمنی (۱۳۸۴) طرح تحقیقاتی با موضوع پرتفوی بهینه سپرده‌ها و تسهیلات اعطائی در بانک کشاورزی و تعیین تأثیر تغییر نرخ سود تسهیلات و سپرده‌ها بر آن انجام داده‌اند. در این طرح از رویکرد برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است. همچنین الگویی ریاضی برای مدیریت منابع و مصارف بانک کشاورزی تدوین گردید و با استفاده از آن پرتفوی منابع مالی و تسهیلات (مصارف) بانک تدوین شد.

محمدی و شرافتی (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای، دو روش برنامه‌ریزی آرمانی و تحلیل سلسله مراتبی فازی را با هم ترکیب کرده و یک مدل مدیریت نقدینگی را با در نظر گرفتن اهداف کافی بودن سرمایه، ریسک نقدینگی، نسبت نقدینگی و رشد دارایی‌ها ارائه نمودند. نتایج تحقیق انجام شده افزایش معنیداری در بازدهی را در مدل برآورد شده در مقایسه با مدل واقعی نشان می‌دهد.

تکتاز و همکارانش (۲۰۰۵) جهت نشان دادن تأثیر استراتژی‌های مدیریتی متفاوت برای دسترسی به اهداف مالی بانک‌ها در زمان بحران مالی، از مدل‌سازی مدیریت دارایی/بدهی به کمک برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند. آن‌ها مدل برنامه‌ریزی آرمانی را برای دو بانک تجاری ترکیه با اندازه متوسط و رفتارهای

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

ریسک‌پذیری متفاوت بکار بردند. نتایج نشان داد که سیستم مالی قوی منطقه‌ای نقش مهمی در توسعه و تحکیم اقتصاد کلان بازی می‌کند.

کازمیدو و زوپونیدیس (۲۰۰۴) با به‌کارگیری روش برنامه‌ریزی آرمانی به عنوان یکی از رویکردهای مدل سازی مسائل با چند تابع هدف، به ارائه مدلی در خصوص منابع و مصارف بانک‌های یونان پرداخته‌اند. جاسکلانین و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیق خود برای بررسی استراتژی‌های بهینه توسعه اعتبار (پرتفوی مصارف) در یک بانک تجاری در فنلاند و در چارچوب مدیریت پویای ترازنامه از یک الگوی برنامه‌ریزی خطی بین دوره‌ای استفاده کردند.

دش و کاجیچی (۲۰۰۱) با هدف بهینه‌یابی پرتفوی مصارف برای بانک ملی پنجاب هند طی سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۸۹ از یک الگوی غیرخطی آرمانی تصادفی استفاده کردند.

در بانک‌ها، بخش عمده و اصلی هزینه را هزینه سپرده‌ها تشکیل می‌دهد و درآمد اصلی و عمده بانک از طریق اعطاء تسهیلات حاصل می‌شود. از آنجا که سپرده‌های مختلف، نرخ‌های متفاوت دارند و نرخ سود تسهیلات نیز یکسان نیست، لذا ترکیب‌های متفاوت سپرده‌ها (منابع مالی) و همین‌طور ترکیب‌های متفاوت تسهیلات (مصارف) سودهای متفاوتی را برای بانک ایجاد می‌کنند. به عبارت دیگر، هر مجموعه پرتفوی منابع و مصارف، یک میزان سود خاصی را حاصل می‌کند. بانک به عنوان یک بنگاه اقتصادی به دنبال آن است که آن مجموعه از پرتفوی منابع و مصارفی را انتخاب کند که سود حاصل بیشترین باشد [۲].

مارکووتیز نخستین کسی بود که مفهوم پرتفولیوی کارا یا سبد سهام را مطرح و تعریف نمود. مدل پایه مارکووتیز از طریق برنامه‌ریزی کودآدراتیک حل می‌گردد. برخی از مدل‌های ریاضی قابل استفاده برای مدل پرتفولیو عبارتند از: مدل مارکووتیز، مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه، مدل برنامه‌ریزی آرمانی، مدل برنامه‌ریزی خطی فازی، مدل برنامه‌ریزی خطی.

در این راستا پژوهش حاضر به دنبال این مسئله است که آیا ترکیب منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) بانک کشاورزی در استان کرمان بهینه است؟ و آیا منافع اقتصادی در حداکثر مقدار خود قرار دارند؟ برای پاسخ به این سؤالات، مدل با سه روش برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی خطی فازی برآورد می‌گردد که از بین این سه روش بهترین روش که شامل ترکیب بهینه منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) است، انتخاب خواهد شد. مقایسه سه روش مذکور می‌تواند انتخاب مؤثرتری برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان فراهم کند.

## ۲- روش‌شناسی تحقیق

مدل تخصیص بهینه بانک را می‌توان به صورت زیر نوشت. اما پیشتر لازم است توضیحی مختصر در خصوص مدل و نحوه استخراج آن ارائه شود. همچنان که آمد هدف ما بدست آوردن یک نقطه بهینه با ۷ مؤلفه  $x_i$ ،  $n$  و ... و ۲ و ۱ در ترکیب تسهیلات بود. نرخ سپرده قانونی ۱۰ درصد و کل سپرده قانونی در اینجا از ۱۰ درصد کل سپرده‌ها به دست آمد. همچنین منابع قابل تخصیص از مجموع ۷۵ درصد کل سپرده‌ها و ۸۰ درصد وصول به دست آمد. بطوریکه سود حاصل از مجموع تسهیلات پرداختی طی سال حداکثر شود که در صورت ساده‌سازی مدل می‌توان از رابطه  $TR = P \cdot Q$  برای تابع هدف استفاده نمود، یعنی بانک به‌عنوان بنگاهی اقتصادی، سبدی از کالاها را تحت عنوان تسهیلات با قیمتی برابر نرخ سود به تقاضاکنندگان عرضه می‌نماید. اما از آنجا که بانک در برابر تسهیلات معوق شده ۶ درصد سود اضافه از مشتریان طلب می‌نماید، لذا در صورتی که قیمت تسهیلات برابر  $t_i$  باشد، قیمت تسهیلات معوق شده ۶٪  $t_i + 0/06$  می‌شود. بنابراین مدل استخراجی برای تابع هدف به صورت زیر قابل ارائه است [۹].

Max

رابطه (۱)

$$\sum_{i=1}^n \left[ x_i t_i (1 - R_i) + \frac{x_i R_i (t_i + 0/06)}{1 + t_i} \right]$$

S.T.

$$X = \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$A_k \leq a_k X \quad k=1,2,3 \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$r \sum_{j=1}^L B_j = B \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$G - C_S = D \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$X \leq \%70D \quad \text{ابطه (۶)}$$

$$j = 1, \dots, L, i = 1, 2, \dots, n \quad \begin{matrix} x_i > 0 \\ R_j > 0 \end{matrix}$$

رابطه (۷)

$t_i$ : میانگین نرخ تسهیلات نوع  $i$ ام

$i$ : انواع تسهیلات قابل پرداخت

$r$ : نرخ سپرده قانونی

$B$ : کل سپرده قانونی

$A_k$ : مجموع کل تسهیلات قابل پرداخت در بخش  $k$

$G$ : منابع قابل تصرف

$C_s$ : ضریب نقدینگی صندوق

$B_j$ : سپرده‌های مؤثر (عملیاتی) و  $i = 1 \dots L$

$j$ : انواع سپرده‌های بانکی

$k$ : تعداد بخش‌های اقتصادی

$D$ : کل منابع موجود جهت پرداخت تسهیلات (منابع قابل تخصیص)

$X$ : کل تسهیلات قابل اعطا در سیستم بانکی با توجه به منابع

$n$ : تعداد عقود اسلامی  $n=7$

$a_k$ : سهم نسبی بخش‌ها

$L$ : تعداد سپرده‌های کوتاه مدت و بلندمدت بانکی  $L=8$

$R_i$ : ریسک اعتباری برای هر عقد

همچنان‌که ملاحظه می‌شود تابع هدف که تعیین‌کننده درآمد حاصل از فروش تسهیلات برای بانک می‌باشد از نوع ماکزیمم و قیود مربوط از نوع مینیمم بوده که با فرضیات مدل برنامه‌ریزی خطی نیز همخوانی دارد. مدل بدست آمده با توجه به محدودیت‌های موجود به شکل زیر قابل تعریف است.

مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی... / حسینی پور، محسنی و جعفری مقدم

$$\text{max: } 0.29x_1 + 0.27x_2 + 0.36x_3 + 0.27x_4 + 0.27x_5 + 0.29x_6 + 0.29x_7 \quad (\text{رابطه ۸})$$

s. t:

1.  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \leq 9892757$  (رابطه ۹)
2.  $x_1 + x_2 + x_3 \leq 7760161$  (رابطه ۱۰)
3.  $x_1 + x_2 + x_4 \leq 8626195$  (رابطه ۱۱)
4.  $x_1 + x_3 \leq 5532488$  (رابطه ۱۲)
5.  $x_1 \geq 4248924$  (رابطه ۱۳)
6.  $x_2 \geq 36060$  (رابطه ۱۴)
7.  $x_3 \geq 11919$  (رابطه ۱۵)
8.  $x_4 \geq 302286$  (رابطه ۱۶)
9.  $x_5 \geq 14272$  (رابطه ۱۷)
10.  $x_6 \geq 125741$  (رابطه ۱۸)
11.  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0$  (رابطه ۱۹)

در مدل فوق، محدودیت اول مربوط به محدودیت بانک مرکزی برای تخصیص حداکثر ۷۰ درصد منابع در بخش‌های مختلف اقتصادی می‌باشد. محدودیت دوم، سوم و چهارم مربوط به سهم نسبی بخش‌ها بوده، همچنین محدودیت‌های پنجم، ششم، هفتم، هشتم، نهم و دهم به ترتیب مربوط به حداقل مبالغ تسهیلات فروش اقساطی، مشارکت مدنی، قرض الحسنه، مضاربه، جعاله و سلف می‌باشد و در نهایت قید یازدهم مربوط به محدودیت‌های مدل برنامه‌ریزی ریاضی با توجه به نوع متغیرها می‌باشد.

#### ۲-۱- مدل برنامه‌ریزی خطی:

برنامه‌ریزی خطی رده‌ای از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی است که به مسئله تخصیص کارای منابع محدود به فعالیت‌های معلوم، به منظور نیل به هدفی مطلوب، مربوط می‌شود. بسیاری از شیوه‌های حل مدل‌های غیر خطی به تقریب زدن آنها به وسیله مدل‌های خطی مبتنی هستند. یک مدل کلاسیک برنامه‌ریزی خطی به شرح زیر بیان می‌شود [۱۸ و ۲۰]:

$$\text{Maximize } F(x) = c^T x = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad \text{رابطه (۲۰)}$$

S. to.

$$(Ax)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad \forall i = 1, \dots, m \quad \text{رابطه (۲۱)}$$

$$x_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n \quad \text{رابطه (۲۲)}$$

$$x, c \in R^n, b \in R^m, A \in R^{m \times n}$$

که در این رابطه  $F$  تابع هدف،  $c_j$  بازده برنامه‌ای،  $a_{ij}$  ضرایب فنی فعالیت‌ها و  $b_i$  مقدار سمت راست محدودیت‌ها می‌باشد. آنچه در فرموله کردن توصیه می‌شود این است که در ابتدا باید هدف را بشناسید، سپس محدودیت‌ها و قیود را مشخص کنید و در نهایت مسئله را بصورت کتبی بنویسید.

## ۲-۲- مدل برنامه‌ریزی فازی

در جهان واقعی بسیاری از اطلاعات ناشناخته هستند. یکی از فرض‌های برنامه‌ریزی، فرض قطعی بودن و مشخص بودن پارامترها و علائم مدل تصمیم است. این اطلاعات غیردقیق و مبهم معمولاً توسط اعداد قطعی بیان می‌شوند، که برای توجه و در نظر گرفتن عدم حتمیت نادرست است. یکی از راه‌حل‌های این مشکل تکنیک برنامه‌ریزی فازی و تئوری مجموعه‌های فازی می‌باشد. تئوری مجموعه‌های فازی اولین بار توسط پروفیسور لطفی عسکرزاده (۱۹۶۵) معرفی شد [۴ و ۸].

برنامه‌ریزی فازی به دلیل این که امکان دخالت داده‌های غیردقیق و مبهم را در پارامترهای مدل، به تصمیم‌گیرندگان می‌دهد، نسبت به مدل‌های کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی برای استفاده در مسائل بهینه‌سازی دارای کاربرد و انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و نتایج قابل اعتمادتر است [۴ و ۸]. در یک محیط تصمیم‌گیری فازی، اهداف تصمیم‌گیرنده همیشه به صورت فازی بیان می‌شود ولی محدودیت منابع ممکن است به صورت فازی یا قطعی باشد [۶].

یک مدل برنامه‌ریزی خطی فازی به شکل زیر می‌باشد [۱۸ و ۲۰]:

$$F(x) = c^T x = \sum_{j=1}^n c_j x_j \cong b_0 \quad \text{رابطه (۲۳)}$$

$$S. to. \quad \text{رابطه (۲۴)}$$

$$(Ax)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \cong b_i \quad \forall i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n \quad \text{رابطه (۲۵)}$$

که در این رابطه  $x$  بردار متغیرهای تصمیم می‌باشد، و " $\cong$ " و " $\geq$ " فازی بودن محدودیت‌های  $\geq$  و  $\leq$  را نشان می‌دهند. در یک موقعیت تصمیم‌گیری فازی، تابع هدف و محدودیت‌ها به عنوان مجموعه



مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی / ... حسینی پور، محسنی و جعفری مقدم

فازی با فرم خطی از توابع عضویت بیان می‌شوند و به وسیله توابع عضویت و با کمک تعیین حد نوسان بالا یا پایین برای هر یک مشخص می‌شود [۲۰].

برای هدف فازی رابطه ۲۳ تابع عضویت  $\mu_0(x)$  به صورت زیر می‌باشد [۱۸]:

$$\mu_0: R^n \rightarrow [0,1] \quad \text{رابطه ۲۶}$$

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & c^T x > b_0 \\ 1 - \frac{b_0 - c^T x}{d_0} & b_0 - d_0 \leq c^T x \leq b_0 \\ 0 & c^T x < b_0 - d_0 \end{cases}$$

که  $b_0, d_0 \in R$  و  $b_0$  نشان‌دهنده سطح مورد انتظار هدف واحد تصمیم ساز و  $d_0$  ارزشی است که به طور ذهنی توسط واحد تصمیم ساز مشخص می‌شود.

برای محدودیت ۲۴ نیز تابع عضویت  $\mu_i(x)$  به صورت زیر تعریف می‌شود [۱۸]:

$$\mu_i: R^n \rightarrow [0,1], i = 1, \dots, m \quad \text{رابطه ۲۷}$$

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & (Ax)_i \leq b_i \\ 1 - \frac{(Ax)_i - b_i}{d_i} & b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \\ 0 & (Ax)_i > b_i + d_i \end{cases}$$

مجموعه تصمیم فازی مبتنی بر رویکرد بلمان و زاده (۱۹۷۰) را می‌توان به صورت زیر بیان کرد [۱۸] و [۲۰]:

$$\mu_D(x) = \text{Min}[\mu_0(x), \min \mu_i(x)] \quad x \in R^n \quad \text{رابطه ۲۸}$$

در مرحله بعد، هدف پیدا کردن حل بهینه  $x_{opt} \in R^n$  با بالاترین ارزش عضویت می‌باشد. به عبارتی داریم [۱۸]:

$$\mu_D(x_{opt}) = \sup \mu_D(x) \quad x \in R^n \quad \text{رابطه ۲۹}$$

به دلیل خطی بودن تابع عضویت  $\mu_0$  و  $\mu_i$  که  $i = 1, \dots, m$  است، می‌توان مدل برنامه‌ریزی خطی استاندارد را با یک متغیر جدید بازنویسی کرد [۱۸].

رابطه (۳۰)  $Max \lambda$

*S. to.*

$$\mu_0(x) \geq \lambda$$

$$\mu_i(x) \geq \lambda \quad \forall i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0$$

$$\lambda = \mu_D(x) = \min\{\mu_0(x), \mu_1(x), \dots, \mu_m(x)\}$$

$$x \in R^n$$

متغیر  $\lambda$

را می‌توان به عنوان یک عامل مشترک برای همه محدودیت‌های فازی مدل در نظر گرفت. بنابراین با توجه به روابط ۲۶، ۲۷ و ۳۰ می‌توان نوشت [۱۸]:

$$\lambda \leq \mu_0(x) \Leftrightarrow c^T x = \sum_{j=1}^n c_j x_j \geq b_0 - (1 - \lambda) d_0 \quad \text{رابطه (۳۱)}$$

$$\lambda \leq \mu_i(x) \Leftrightarrow (Ax)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i + (1 - \lambda) d_i$$

در نهایت مدل برنامه‌ریزی خطی فازی برای بدست آوردن  $x_{opt}$  به فرم زیر شکل می‌گیرد [۱۸]:

*S. to.* (رابطه ۳۲)  $Max \lambda$

$$c^T x = \sum_{j=1}^n c_j x_j \geq b_0 - (1 - \lambda) d_0$$

$$(Ax)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i + (1 - \lambda) d_i \quad \forall i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n$$

$$\lambda \in [0,1]$$

بنابراین، می‌توان  $x_{opt}$  بهینه را با استفاده از مدل خطی استاندارد فوق (رابطه ۳۲) به دست آورد.

۲-۳- روش برنامه‌ریزی آرمانی :

پراکاربردترین تکنیک‌های ارائه شده برای مدیریت دارایی و بدهی برنامه‌ریزی آرمانی است که با ترکیب تکنیک‌های تحلیل حساسیت و شبیه‌سازی در ارائه ترکیب‌های متنوع و بهینه برای ایجاد چشم اندازی از بهترین ترکیب‌های دارایی و بدهی نسبت به سایر تکنیک‌ها موفق‌تر بوده است [۱].

روش برنامه‌ریزی آرمانی در سال ۱۹۵۵ توسط چارلز و کوپر ارائه شده است که یک الگوی تصمیم‌گیری چندمعیاری در حوزه جبر خطی است. این مدل برای هر یک از توابع هدف یک مقدار آرمانی تعیین و با توجه به اولویت اهداف مختلف در پی حداقل ساختن انحرافات مجاز اهداف از مقادیر آرمانی است. مزیت اصلی برنامه‌ریزی آرمانی در نظرگرفتن محدودیت‌ها و آرمان‌ها همراه با متغیرهای تصمیم و همچنین از بین بردن و کم‌رنگ نمودن استدلال ضعیف انسانی در هنگام برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است [۱۲]. مدل برنامه‌ریزی آرمانی به طور کلی از چهار بخش متغیرهای تصمیم، محدودیت‌های سیستمی، محدودیت‌های آرمانی و تابع هدف تشکیل شده است. متغیرهای تصمیم و محدودیت‌های سیستمی، همان محدودیت‌های به کار برده شده در برنامه‌ریزی خطی هستند که هیچ نوع انعطافی ندارند و حتماً باید به کار برده شوند. محدودیت‌های آرمانی، دارای متغیرهای انحرافی مثبت  $d^+$  و منفی  $d^-$  هستند که هدف، حداقل کردن این انحراف‌ها از آرمان مورد نظر است. انعطاف‌پذیری برنامه‌ریزی آرمانی به دلیل وجود این محدودیت‌هاست [۱۰، ۱۱ و ۱۶]. شکل کلی مدل برنامه‌ریزی آرمانی در معادله ۳۳ نشان داده شده است.

$$\text{Min } [\sum_{i=1}^k (d_i^+ + d_i^-)^p]^{\frac{1}{p}} \quad \text{رابطه ۳۳}$$

s.t:

$$g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$f_j(x) + d_j^- - d_j^+ = b_j \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$d_j^-, d_j^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$d_j^- \times d_j^+ = 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

در رابطه فوق،  $f_j$  نشان‌دهنده اهداف،  $b_j$  نشان‌دهنده مقادیر آرمانی اهداف و  $d_j^+$ ،  $d_j^-$  انحرافات بیشتر و کمتر از آرمان  $f_j$  است. مقادیر  $P$  نیز نشان‌دهنده اولویت آرمان‌ها نسبت به یکدیگر است که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود [۱۲].

جهت دستیابی به اطلاعات موردنیاز از مدیریت بانک کشاورزی استان کرمان کمک گرفته شده است. پس از جمع‌آوری سایر داده‌های لازم از طریق سایر منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی و با توجه به اهداف و فرضیه‌های تحقیق به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای Win QSB و Excel پرداخته می‌شود. در این تحقیق میزان تسهیلات قابل اعطا به تفکیک عقود اسلامی (فروش اقساطی، مشارکت مدنی، قرض الحسنه، مضاربه، جعاله، سلف و سایر) به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده است و همچنین رسیدن به حداکثر سود ممکن با توجه به ترکیب بهینه سپرده‌ها (سپرده بلندمدت آتیه، سپرده حساب پس‌انداز کارکنان دولت سهم، سپرده حساب پس‌انداز کارکنان دولت سهم مستخدم، سپرده سرمایه‌گذاری بلندمدت، سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت، سپرده قرض الحسنه پس‌انداز - ارزی، سپرده قرض الحسنه پس‌انداز - ریالی، سپرده قرض الحسنه جاری - ریالی، سپرده قرض الحسنه پس‌انداز ویژه زنان طرح ایران، سپرده قرض الحسنه ویژه صندوق مهر امام رضا، سپرده قرض الحسنه ویژه مصرف نشده، سپرده قرض الحسنه ویژه کشاورزان، سپرده قرض الحسنه جاری - ارزی، سپرده مدت‌دار ارزی، سپرده مدت‌دار ویژه سرمایه‌گذاری عام، سپرده کوتاه‌مدت ویژه، سپرده کوتاه‌مدت آتیه، سپرده کوتاه‌مدت ویژه چهار ماهه) و تسهیلات به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است.

جامعه آماری این تحقیق دربرگیرنده کلیه شعب بانک‌های کشاورزی استان کرمان است که شامل ۸۰ شعبه می‌باشد. از آنجا که مدیریت بانک کشاورزی استان کرمان اطلاعات کامل مربوط به شعب استان را داراست در این تحقیق جامعه آماری با حجم نمونه برابر است.

### ۳- فرضیه‌های تحقیق:

۱. ترکیب منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) بانک کشاورزی در استان کرمان بهینه نمی‌باشد.
۲. روش برنامه‌ریزی خطی فازی نسبت به روش‌های دیگر در اولویت قرار دارد و نتایج حاصل از آن قابل اعتمادتر می‌باشد.

مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی... / حسینی پور، محسنی و جعفری مقدم

۴- یافته‌های پژوهش :

با استفاده از نرم افزارهای Excel و Win QSB مدل به سه روش برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی فازی حل شد و با تخصیص شعب بانک کشاورزی در سال ۱۳۹۴ مقایسه شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. مقایسه نتایج حاصل از برنامه‌ریزی خطی، آرمانی، فازی و تخصیص شعب بانک کشاورزی در سال ۱۳۹۴ (واحد: میلیون ریال)

| تسهیلات                     | برنامه‌ریزی خطی | برنامه‌ریزی آرمانی | برنامه‌ریزی فازی | تخصیص شعب بانک کشاورزی در سال ۱۳۹۴ |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------------------------|
| فروش اقساطی                 | ۴۲۴۸۹۲۴         | ۴۲۴۸۹۲۴            | ۱۵۹۱۳۶۸          | ۵۴۱۸۳۰۸                            |
| مشارکت مدنی                 | ۳۶۰۶۰۷          | ۳۶۰۶۰۷             | ۱۵۶۶۶۹۶          | ۲۲۲۷۶۷۳                            |
| قرض الحسنه                  | ۱۲۸۳۵۶۴         | ۱۲۸۳۵۶۴            | ۱۶۷۷۷۲۲          | ۱۱۴۱۸۰                             |
| مضاربه                      | ۳۰۲۲۸۶          | ۳۰۲۲۸۶             | ۱۵۶۶۶۹۶          | ۹۸۰۲۱۴                             |
| جعاله                       | ۱۴۲۷۲           | ۱۴۲۷۲              | ۱۵۶۶۶۹۶          | ۱۶۱۳۰۶                             |
| سلف                         | ۲۴۱۳۸۷۴         | ۲۴۱۳۸۷۴            | ۱۵۹۱۳۶۸          | ۱۸۲۵۵۲                             |
| سایر                        | ۱۲۶۹۲۳۰         | ۱۲۶۹۲۳۰            | ۳۵۷۷۴۹           | ۲۸۰۶۲۱                             |
| سود حاصل از تسهیلات پرداختی | ۲۹۴۵۲۰۶         | ۲۹۴۵۲۰۶            | ۲۸۹۹۷۴۴          | ۲۶۵۶۴۱۶                            |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

از آنجا که هدف مقاله حداکثر نمودن سود بانکی می‌باشد. لذا بهینه بودن با توجه به نتایج حاصل از سود تسهیلات پرداختی که در جدول ۱ آمده مورد مقایسه قرار می‌گیرد. با توجه به جدول ۱ نتایج مدل با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی آرمانی کاملاً مشابه هم بوده است و مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از فروش اقساطی ۴۲۴۸۹۲۴ میلیون ریال، مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از مشارکت مدنی ۳۶۰۶۰۷ میلیون ریال، مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از قرض الحسنه ۱۲۸۳۵۶۴ میلیون ریال، مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از مضاربه ۳۰۲۲۸۶ میلیون ریال، مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از جعاله ۱۴۲۷۲ میلیون ریال، مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از سلف ۲۴۱۳۸۷۴

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

میلیون ریال، مقدار سایر تسهیلات قابل اعطا ۱۲۶۹۲۳۰ میلیون ریال و همچنین سود حاصل از تسهیلات پرداختی ۲۹۴۵۲۰۶ به دست آمده است.

همچنین جدول ۱ بیانگر نتایج حاصل از حل مدل با روش برنامه‌ریزی فازی می‌باشد که نتایج نشان می‌دهد مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از فروش اقساطی و سلف ۱۵۹۱۳۶۸ میلیون ریال، مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از مشارکت مدنی، مضاربه و جعاله ۱۵۶۶۶۹۶ میلیون ریال، مقدار تسهیلات قابل اعطا با استفاده از قرض‌الحسنه ۱۶۷۷۷۲۲ میلیون ریال، مقدار سایر تسهیلات قابل اعطا ۳۵۷۷۴۹ میلیون ریال و همچنین سود حاصل از تسهیلات پرداختی ۲۸۹۹۷۴۴ است.

و در نهایت جدول ۱ نشان می‌دهد مقدار تسهیلات قابل اعطا شعب بانک کشاورزی استان کرمان در سال ۱۳۹۴ به هر یک از تسهیلات فروش اقساطی، مشارکت مدنی، قرض‌الحسنه، مضاربه، جعاله، سلف و سایر به ترتیب ۵۴۱۸۳۰۸، ۲۲۲۷۶۷۳، ۱۱۴۱۸۰، ۹۸۰۲۱۴، ۱۶۱۳۰۶، ۱۸۲۵۵۲ و ۲۸۰۶۲۱ میلیون ریال می‌باشد. همچنین سود حاصل از تسهیلات پرداختی ۲۶۵۶۴۱۶ میلیون ریال است.

نتایج این مطالعه مشابه نتایجی است که ملک (۱۳۹۰)، سلامی و بهمنی (۱۳۸۴)، محمدی و شرافتی (۲۰۱۵)، تکتاز و همکارانش (۲۰۰۵)، کازمیدو و زوپونیدیس (۲۰۰۴)، جاسکلانین و همکاران (۲۰۰۱)، دش و کاجیجی (۲۰۰۱)، کرهنن (۱۹۸۷) و کوماپ (۱۹۷۱) در خصوص مباحث تخصیص بهینه منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) بیان نمودند و در تمامی این مطالعات از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است و نتایج حاصل از برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی آرمانی با مقادیر اختصاص یافته در مقاطع زمانی خود اختلاف چشمگیری دارد. همچنین نتایج حاکی از آن است که در روش‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی، تخصیص بهینه منابع و مصارف به خوبی و به طور معقول انجام پذیرفته است و هدف حداکثر شدن سود بانکی حاصل شده است. همچنین تمامی یافته‌ها بیانگر اینست که اگر از نتایج مدل‌های ریاضی در سال استفاده شود، سود بانکی افزایش می‌یابد.

#### ۴-۱- آزمون فرضیه‌ها یا سؤال‌های تحقیق :

**فرضیه ۱:** ترکیب منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) بانک کشاورزی در استان کرمان بهینه نمی‌باشد.

با توجه به حل مدل با سه روش برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی فازی مشخص شد که در هر سه روش یاد شده سود حاصل از تسهیلات پرداختی بیشتر از سود تخصیصی مربوط به

### مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی... / حسینی پور، محسنی و جعفری مقدم

شعب بانک کشاورزی استان کرمان در سال ۱۳۹۴ می‌باشد که این حاکی از بهینه‌نبودن ترکیب منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) بانک کشاورزی در استان کرمان می‌باشد.

**فرضیه ۲:** روش برنامه‌ریزی فازی نسبت به روش‌های دیگر در اولویت قرار دارد و نتایج حاصل از آن قابل اعتمادتر می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهد در دو روش برنامه‌ریزی خطی و آرمانی مقدار تسهیلات پرداختی و سود حاصل از تسهیلات پرداختی بیشتر از روش برنامه‌ریزی فازی است که این فرض برتر و قابل اعتمادتر بودن روش برنامه‌ریزی فازی را رد می‌کند و با توجه به اینکه دو روش برنامه‌ریزی خطی و آرمانی که نتایج مشابهی داشته و سود حاصل از تسهیلات پرداختی در دو روش یاد شده بیشتر بوده است، روش‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی فازی نسبت به روش‌های دیگر در اولویت قرار دارند و نتایج حاصل از آن‌ها قابل اعتمادتر می‌باشد.

#### **۵- نتیجه‌گیری و بحث :**

هدف از این تحقیق ارائه مدلی ریاضی برای یافتن بهترین ترکیب بهینه منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) می‌باشد. جهت نیل رسیدن به این هدف ابتدا مدل‌های ریاضی موجود را بررسی و بهترین مدل را با توجه به شرایط و محدودیت‌ها، انتخاب می‌کنیم. بر اساس نتایج برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک بیشترین سود را به دنبال خواهند داشت.

در این مطالعه مدیریت بانک کشاورزی استان کرمان، منابع و مصارف اولیه بانک را به صورت تفکیک شده در اختیار ما قرار داده است ولی منابع و مصارف بهینه را به صورت تفکیک شده نداریم. هدف ما رسیدن به ترکیب بهینه منابع (سپرده‌ها) و مصارف (تسهیلات) است. با توجه به مدلمان، با توجه به انواع سپرده‌های بانکی و وارد کردن آن‌ها در مدل (رابطه ۱ تا ۷) و حل مدل توسط نرم‌افزار به بهترین ترکیبی از سپرده‌ها و تسهیلات بانکی می‌رسیم که با کمترین مقدار هزینه به بیشترین مقدار سود دست می‌یابیم. نتایج نشان می‌دهد سود حاصل از تسهیلات پرداختی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی حدود دو درصد (۴۵۴۶۲ میلیون ریال) و نسبت به تخصیص فعلی بانک ۱۱ درصد (۲۸۸۷۹۰ میلیون ریال) افزایش داشته است.

نتایج حاصل از برنامه‌ریزی خطی و آرمانی حاکی از آن است که مدل طراحی شده به ترتیب اولویت عقود فروش اقساطی، سلف، قرض‌الحسنه، مشارکت مدنی، مضاربه، جعاله و در نهایت سایر تسهیلات را که شامل مرابحه، اجاره و خرید دین است، انتخاب می‌کند. در برنامه‌ریزی فازی در مرحله اول

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره سی و هفتم / زمستان ۱۳۹۷

قرض الحسنه، در اولویت دوم فروش اقساطی و سلف به صورت مشترک و در اولویت سوم مشارکت مدنی، مضاربه و جعاله و سرانجام سایر تسهیلات انتخاب می‌شوند و طبق آمار برگرفته از مدیریت بانک کشاورزی استان کرمان، تخصیص فعلی آن به ترتیب اولویت به تسهیلات فروش اقساطی، مشارکت مدنی، مضاربه، سلف، جعاله، قرض الحسنه و در نهایت سایر تسهیلات اختصاص داده می‌شود.

سود بدست آمده در مقایسه با سودی که بانک بر اساس تخصیص منابع خود حاصل نموده است (۲۶۵۶۴۱۶)، نشان‌دهنده مبلغی بالغ بر ۲۸۸۷۹۰ میلیون ریال تفاوت درآمد حاصل شده می‌باشد، به طوریکه اگر تخصیص به درستی صورت می‌گرفت، این رقم به درآمد تسهیلات بانک طی یکسال افزوده می‌شد. یعنی در صورت استفاده از مدل ریاضی در سال مورد نظر درآمد حاصل از پرداخت تسهیلات بیشتر می‌شد. نتایج حاکی از این است که استفاده از نتایج مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی می‌توانند مدیران را در جهت تخصیص بهینه منابع به منظور بازدهی بالاتر و بیشترین برگشت سرمایه یاری رساند.



۷- فهرست منابع :

- ۱) اسلامی بیدگلی غلامرضا، محمدرضا مهرگان و پدیده غلامی. مدیریت بهینه دارایی‌ها در بانک‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی آرمانی: مورد خاص بانک (A) طی سال‌های (۸۷-۸۵). فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. ۹، ۲۳-۴۴، ۱۳۹۰.
- ۲) اشراقی، ف. و سلامی، حبیب‌الله. تأثیر یکسان‌سازی نرخ تسهیلات بانکی بر تخصیص اعتبارات به بخش کشاورزی، مجله علوم کشاورزی ایران. (۵)۳۶، ۱۰۵۳-۱۰۶۳، ۱۳۸۴.
- ۳) تقی‌زاده یزدی محمدرضا، سعید فلاح‌پور و محمد احمدی مقدم. انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از برنامه‌ریزی فرا آرمانی و برنامه‌ریزی آرمانی ترتیبی توسعه‌یافته. تحقیقات مالی. ۱۸(۴)، ۵۹۱-۶۱۲، ۱۳۹۵.
- ۴) رستگاری‌پور فاطمه و محمود صبحی صابونی. تعیین الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی فازی خاکستری (مطالعه موردی شهرستان قوچان). فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۴۸)، ۴۰۵-۴۱۳، ۱۳۸۸.
- ۵) سلامی حبیب‌الله و علی بهمنی. اثر تعیین نرخ سود بانکی بر بانکداری اسلامی بر اساس نظریه پرتفوی. تهران. پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۸۴.
- ۶) صبحی محمود. کاربرد برنامه‌ریزی در اقتصاد کشاورزی با تأکید بر استفاده از نرم‌افزار اکسل. انتشارات نور علم تهران. دانشگاه زابل. ۱۳۹۱.
- ۷) کریمخانی عباسعلی و فراتی. بررسی اثر متغیرهای کلان اقتصادی بر منابع و مصارف بانک‌ها. بانک سپه. اداره تحقیقات و کنترل ریسک. ۱-۱۹، ۱۳۹۱.
- ۸) محسنی سیمین. بررسی تخصیص بهینه منابع آب در شهر یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه سیستان و بلوچستان. دانشکده اقتصاد و مدیریت. ۱۳۹۱.
- ۹) ملک هومن. انتخاب الگوی تخصیص بهینه منابع به مصارف در بانک مسکن. فصلنامه علمی کاربردی بانک مسکن. ۱(۲)، ۱۶۹-۱۸۴، ۱۳۹۰.
- ۱۰) نادر هومن و محمود صبحی صابونی. مدیریت تخصیص آب سد مهاباد با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۳(۳)، ۱-۱۶، ۱۳۹۰.

- 11) Abdolaziz, F. (2007). Multiple objective programming and goal programming: New trends and application European, Operational Research, 177, 1520-1522.
- 12) Charnes, A. & Cooper, W. W. (1961). Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, John Wiley & Sons, New York.
- 13) Dash, G.H. & Kajiji, N. (2001). Optimal bank structure in evolving economies: The utility of stochastic multiple objective asset-liability models. Paper presented at the annual African investment conference and exhibition, Cape Town, South Africa.
- 14) Jaaskelainen, V., Salmi, T., & Hara, J. (2001). An intertemporal linear programming model with deterministic loan-deposit relationship for optimal credit expansion strategy in a bank, Working paper available at [www.Uwasa.fi/~ts/~cesb/cesb.html](http://www.Uwasa.fi/~ts/~cesb/cesb.html).
- 15) Kosmidou, K. & Zopounidis, C. (2004). Goal programming techniques for bank asset liability management, Springer Science Business Media.
- 16) McGregor, M. J. & Dent, J. B. (1993). An application of lexicographic goal programming to resolve the allocation of water from Rakaia River (New Zealand). Agricultural systems, 41, 349-367.
- 17) Mohammadi, R. & Sherafati, M. (2015). Optimization of Bank Liquidity Management using Goal Programming and Fuzzy AHP. Research Journal of Recent Sciences, 4(6), 53-61.
- 18) Salski, A. & Noell, C. (2001). Fuzzy linear programming for the optimization of land use scenarios, in N Mastorakis, V Mladenov, B Suter & LJ Wang (eds), Advances in scientific computing, computational intelligence and applications, Mathematics and computers in science and engineering, 355-360.
- 19) Tektas, A., Nur Ozkan-Gunay, E. and Gunay, G., 2005, Asset and liability management in financial crisis, Emerald.
- 20) Zimmerman, H. J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective function, Fuzzy set and systems 1, 45-55.