



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری  
سال دوم / شماره هشتم / زمستان ۱۳۹۲

## به کارگیری تئوری مطلوبیت در حل مسأله بهینه‌سازی ساختار دارایی و بدهی های بانک ها

محمد ابراهیم محمدپورزند

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

محمود البرزی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

فرهاد حسین زاده لطفی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه ریاضی، تهران، ایران

مجید شهریاری

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران (مسئول مکاتبات)  
shahriarimajid@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۲۰

### چکیده

مسأله بهینه‌سازی دارایی ها و بدهی ها از دیرباز با یک تابع بهینه‌سازی دوهدفه همراه بوده است که در آن بیشینه‌سازی بازدهی و کمینه‌سازی ریسک به صورت همزمان مدنظر می باشد. این در حالی است که این توابع با تعارض در یکدیگر بوده و عملاً امکان حل مدل و دستیابی به نتایج بهینه را ناممکن می سازد. در این راستا، اگرچه روش های متفاوتی به منظور دستیابی به بهترین نتیجه ممکن در این گونه مسائل ارائه شده اند، لیکن بیشتر این موارد بر قضاوت های تجربی تصمیم گیران استوار می باشد. این در حالی است که در حوزه تکنیک های کمی موجود، همچنان امکان مطالعات بیشتر وجود دارد. مطالعه حاضر تلاش دارد تا از تئوری مطلوبیت به عنوان یکی از این تکنیک ها استفاده نماید. رویکرد پیشنهادی با برآورد تابع مطلوبیت مدیران یکی از بانک های تجاری و نیز نظرات خبرگان، یکی از توابع مدل اصلی (کمینه‌سازی ریسک) را به عنوان تنگنا در نظر گرفته تا بدان وسیله امکان حل مدل و دستیابی به نتایج بهینه فراهم گردد.

**واژه‌های کلیدی:** مدیریت دارایی و بدهی در بانک، تئوری مطلوبیت.

## ۱- مقدمه

مسأله بهینه‌سازی دارایی‌ها و بدهی‌ها از دیرباز با یک تابع بهینه‌سازی دوهدفه همراه بوده است که در آن بیشینه‌سازی بازدهی و کمینه‌سازی ریسک به صورت همزمان مدنظر می‌باشد. این در حالی است که این توابع در تعارض با یکدیگر بوده و این موضوع عملاً امکان حل مدل و دستیابی به نتایج بهینه را ناممکن می‌سازد. در یک حالت کلی، می‌توان به مدل زیر اشاره داشت که در آن با یک تابع چندهدفه بهینه‌سازی و نیز تنگناهای متعدد ناظر بر سیستم بانکی مواجه هستیم. با در نظرگیری این مدل به عنوان مدل اصلی مدیریت ترازنامه، این مطالعه به دنبال ارائه راهکاری برای حل آن و استخراج بهترین نتایج ممکن خواهد بود:

*Max* (هزینه‌های تأمین سرمایه - بازدهی حاصل از سرمایه‌گذاری در دارایی‌ها)

*Min* (ریسک نرخ بهره)

*Min* (ریسک نقدینگی)

تنگناهای مدل:

تنگناهای اعمال شده از سوی ذینفعان بانک شامل

مدیران و سهامداران (مانند اثربخشی سرمایه، مدیریت سرمایه در گردش، رشد درآمدها و ...)

قرض دهندگان (مانند اهرم‌های مالی، نسبت جاری و ...)

دولت و بانک مرکزی (مانند تخصیص منابع، کفایت سرمایه و ...).

با توجه به اینکه تابع هدف ارائه شده برای کمینه‌سازی ریسک در بسیاری از موارد حالتی غیرخطی به خود می‌گیرد، حل مدل یاد شده با پیچیدگی‌های بسیاری همراه بوده و بدین ترتیب استفاده از روش‌های تقریبی برای دستیابی به بهترین نتایج ممکن (و نه الزاماً بهینه) کاربرد می‌یابد. در این زمینه وجود پارامترهای تصادفی متعدد در توابع هدف و نیز تنگناهای مدل، لزوم دستیابی به نتایج را در فضای عدم اطمینان ضروری ساخته که این امر خود شرایط حل آنرا پیچیده‌تر می‌سازد. با در نظرگیری موارد یاد شده، در این مطالعه تلاش می‌شود تا با توسعه یکی از روش‌های تقریبی در حل مسائل چندهدفه، امکان حل و دستیابی به نتایج بهینه در مدل اصلی، امکانپذیر شود. در این حالت، ضمن در نظرگیری تابع مطلوبیت مدیران بانک (تصمیم‌گیران)، مدل به صورتی جدید بازتعریف شده و نتایج بهینه از طریق مدل حاصل شده استخراج می‌شوند.

## ۲- مروری بر ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش

### الف) ساختار دارایی‌ها و بدهی‌ها

مدیریت دارایی و بدهی به دنبال یافتن ترکیبی از دارایی‌ها و بدهی‌ها در ترازنامه می‌باشد تا بدان وسیله، خالص ثروت بانک را افزایش دهد؛ این در حالی است که تلاش می‌کند تا با کمی نمودن ریسک‌های مرتبط، مدیریت نقدینگی و نیز در نظریه‌های سایر الزامات، این مهم انجام گیرد (اونگ، ۱۹۹۸). مدیریت دارایی و بدهی از تمرکز صرف بر مباحث حسابداری در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، به سمت مدیریت یکپارچه ریسک در سطح ترازنامه در دهه ۱۹۹۰ گسترش یافته است (جار و دونتر، ۱۹۹۸). با مطرح شدن بحث مدیریت دارایی و بدهی، زمینه برای پیدایش حجم بسیاری از مطالعات برای یافتن بهترین ترکیب ترازنامه در سیستم بانکی فراهم شد. اونگ (۱۹۹۸) و بیتنر و گودارد (۱۹۹۲) کاربرد روش‌های مدیریت دارایی و بدهی را در صنعت بانکداری مورد بررسی قرار دادند. کوهن و گیسون (۱۹۷۸) بر موضوع مدیریت پرتفوی دارایی‌های بدون ریسک و نیز ریسک نرخ بهره تمرکز داشتند. آدامیدو و همکارانش (۱۹۹۳) و بن دو و همکارانش (۱۹۹۲) نیز، به توصیف یک سیستم بهینه پرتفو پرداختند.

### ب) روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه

با وجود تعارض در توابع هدف موجود در این گونه از مسائل، به دست آوردن بهترین پاسخ مسأله (که آنرا نقطه پارتو می‌نامیم) بسیار مشکل می‌باشد. بدین ترتیب استفاده از روش‌های تخمینی برای دستیابی به این نقاط، در سالهای اخیر کاربردهای وسیعی یافته‌اند. در این حالت روش‌های تخمینی اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند: جایگزینی مجموعه جواب وقتی که به طور عددی موجود باشد (مانند مسائل چندهدفه محدب)؛ تقریب مجموعه جواب وقتی که برخی از نقاط پارتو به طور کمی موجود باشند (مانند مسائل چندهدفه غیرخطی) و تقریب مجموعه جواب وقتی که تمام مجموعه کاراً به طور عددی در دسترس نباشند.

روزیکا و ویچک (۲۰۰۵) به مرور روش‌های تقریبی ارائه شده در این حوزه از سال ۱۹۷۵ پرداخته‌اند. در این مطالعه توابع چندهدفه به دو گروه دو هدفه و بیش از دو هدفه تقسیم شده‌اند. همچنین بررسی دیگری از روش‌های موجود در این حوزه را می‌توان در کارهای ارگات (۲۰۰۵) ملاحظه نمود. به عنوان یکی از این روشها در این بخش، روش تبدیل تابع هدف به محدودیت که در سال ۱۹۸۳ توسط چانکونگ و هایمس ارائه شده است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این روش تصمیم‌گیر یک از توابع هدف را انتخاب کرده و مابقی اهداف، با تبدیل شدن به یک تنگنا، به تنگناهای فعلی مسأله اضافه می‌شوند. مزیت اصلی این روش را می‌توان در دستیابی به نقاط کاراً در یک منحنی پارتوی نامحدب

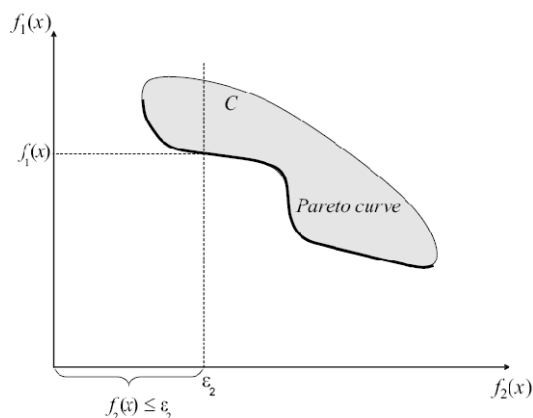
دانست. به عنوان مثال اگر در یک مسأله دو هدفه کمینه سازی، یکی از اهداف را با کران بالای  $\varepsilon_2$  به تنگنا تبدیل کنیم، داریم:

$$\min f_1(x)$$

$$f_2(x) \leq \varepsilon_2$$

$$x \in S,$$

حال اگر این تنگنا به صورت مساوی فرض شود، تابع اول در منحنی پارتوی نامحدب به جواب کارا می‌رسد:



اما این روش نواقصی نیز دارد که عدم دسترسی به یک معیار مشخص برای انتخاب یکی از اهداف مسأله و همچنین تعیین کران برای توابع هدف تبدیل شده به تنگنا را می‌توان از آن جمله دانست.

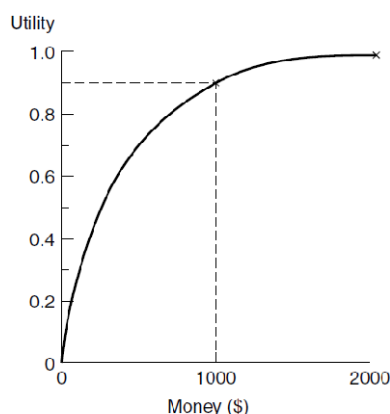
### ج) تئوری مطلوبیت

در رویکرد معمول تصمیم‌گیری، برای هر یک از گزینه‌های موجود، امتیازی عددی نظیر خواهد شد که می‌تواند مبنای جذابیت آن گزینه نزد تصمیم‌گیر باشد. اگر تصمیم‌گیری در شرایط قطعیت و عاری از ریسک صورت گیرد، به این امتیاز عددی یک ارزش<sup>۱</sup> گوئیم. اما در شرایط عدم قطعیت و ریسک، این امتیاز را با عنوان مطلوبیت<sup>۲</sup> گزینه مورد نظر می‌شناسیم. بر مبنای یک تصمیم‌گیری عقلایی، تصمیم‌گیر گزینه‌ای با بیشترین مطلوبیت را انتخاب می‌نماید.

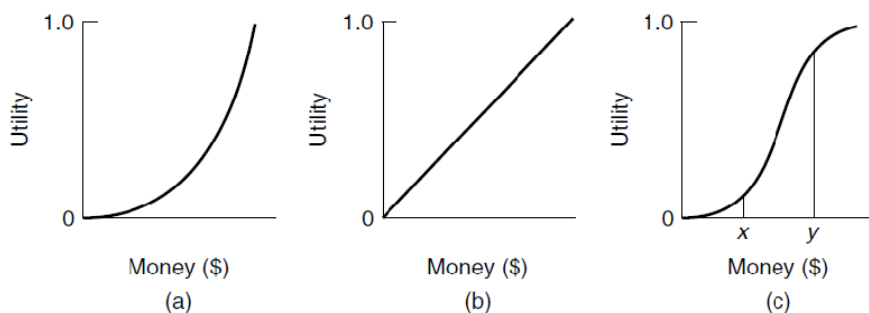
برای برآورد تابع مطلوبیت تصمیم‌گیری، رویکردهای متفاوتی وجود دارد که در این بخش به یکی از ساده‌ترین و در عین حال کاربردی‌ترین آنها خواهیم پرداخت. برای این منظور، در ابتدا تمامی ارزش‌های موجود را به ترتیب نزولی لیست کرده و به بیشترین ارزش، مطلوبیت یک و به کمترین آن مطلوبیت صفر را تخصیص می‌دهیم (معمولاً در توابع ارزش از بازه صفر تا صد استفاده می‌شود). برای

یافتن میزان مطلوبیت سایر ارزش‌های موجود در حدفاصل بیشترین و کمترین ارزش، می‌توان از یک بازی شانس استفاده کرد. برای این منظور از تصمیم‌گیر خواسته می‌شود تا از میان ارزش موردنظر و یا یک بازی شانس که در آن احتمال بردن بیشترین ارزش  $p$  و احتمال کسب کمترین ارزش  $1-p$  باشد، یکی را انتخاب نماید. با تغییر در میزان احتمال بازی شانس و رسیدن به نقطه بی‌تفاوتی تصمیم‌گیر در انتخاب یکی از دو پاسخ بازی شانس، احتمال بیشترین ارزش را می‌توان به عنوان مطلوبیت ارزش موردنظر به کار برد. از این رویکرد با عنوان احتمال معادل  $\alpha$  یاد می‌شود.

بر مبنای رسم میزان مطلوبیت هر یک از ارزش‌ها، می‌توان طرز تلقی تصمیم‌گیران در خصوص ریسک تصمیمات را به سه گروه ریسک‌پذیر، ریسک‌گریز و خنثی تفکیک نمود. به عنوان مثال شکل زیر نمایش ریسک‌گریزی را در یک تصمیم‌گیر نشان می‌دهد.



همچنین سایر حالات تصمیم‌گیر نسبت به ریسک را می‌توان در شکل‌های زیر ملاحظه نمود که به ترتیب نمایانگر ریسک‌پذیری، خنثی بودن و در نهایت هردو حالت ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی می‌باشد.



با مروری بر مطالعات پیشین انجام شده در زمینه مدلسازی دارایی‌ها و بدهی‌ها، رویکردهای متفاوتی به منظور ساده سازی مدل فوق انجام گرفته است. سدهی (۲۰۰۵) در مدلی که مشابه آن در مطالعات برادلی و کران (۱۹۷۲)، کلاسین (۱۹۹۴ و ۱۹۹۸)، کانسیگلی و دمستر (۱۹۹۸)، زنیوس (۱۹۹۵) و درت (۱۹۹۹) قابل مشاهده می باشد، ضمن تأکید بر قابلیت مدل‌های برنامه ریزی خطی، آنرا برای مدلسازی مدیریت ترازنامه در بانکها و موسسات مالی مورد استفاده قرار داده است. در این حالت مدل اصلی مدیریت ترازنامه به یک تابع هدف خطی تقلیل یافته است. کازمیدو و همکاران (۲۰۰۴) در رویکرد خود به حل مسأله مدیریت ترازنامه، از مدل برنامه ریزی آرمانی استفاده کرده اند. در این مدل تلاش می شود تا انحراف از آرمان‌های بازدهی و ریسک در بانک‌ها کمترین شود.

### ۳- روش شناسی پژوهش

در این بخش تلاش می شود تا با ارائه راهکارهایی، مرحله حل مدل و دستیابی به نتایج آن تسهیل گردد. اصلاحات پیشنهادی در دو بخش تابع هدف و نیز تنگناهای مدل صورت خواهد پذیرفت.

الف) اصلاح توابع هدف مدل: ایده مورد استفاده در این حالت، تبدیل توابع هدف مدل به یک تابع هدف می باشد. در این حالت از ایده تبدیل تابع هدف به محدودیت با استخراج تابع مطلوبیت مدیران بانک استفاده خواهد شد. در این روش با به کارگیری تابع مطلوبیت مدیران، یکی از اهداف انتخاب شده و هدف دیگر با در نظرگیری مقادیری که کمیته دارایی و بدهی بانک پیشنهاد می کند، به محدودیت تبدیل خواهد شد. بدین ترتیب در ابتدای این بخش به برآورد تابع مطلوبیت مدیران اعتباری بانک خواهیم پرداخت.

نگرش مدیران اعتباری بانک به ریسک موجود در تصمیمات مرتبط با ساختار ترازنامه را می توان از طریق تابع مطلوبیت ایشان تخمین زد. در حقیقت تابع مطلوبیت مدیران بانک جایگزین تابع ارزش ایشان خواهد گردید که در شرایط عدم اطمینان موجود در تصمیمات مالی بانک، عملاً کاربرد خود را از دست داده است. در این قسمت و به منظور برآورد این تابع مطلوبیت، از روش احتمال معادل که در فصل دوم بدان پرداخته شد، استفاده می شود.

به منظور برآورد مطلوبیت ریسک مدیران بانک از شاخص‌های استاندارد سنجش ریسک که از سوی موسسات معتبر و فعال در این زمینه ارائه می گردد، استفاده شده است. اگرچه ممکن است نمادهای عنوان شده در این موسسات با یکدیگر متفاوت باشند، ولی تفسیر هر یک از نمادها و طبقه بندی دقیق آنها با توجه به پرتفوی اعتباری بانک تا حد زیادی یکسان خواهد بود. جدول زیر، دسته بندی کلی این نمادها و تفسیر هر یک را مشخص می سازد.

### نمادها و تعاریف رتبه های اعتباری

مشخصات	رتبه
این گروه بهترین کیفیت را از نظر بازپرداخت اصل و سود تسهیلات اعطایی داراست و از کمترین ریسک سرمایه گذاری برخوردار است	AAA+ AAA AAA-
این گروه از کیفیت اعتباری بالا برخوردارند و فرقی با گروه قبلی این است که حائضه امنیتشان به گستردگی گروه قبلی نیست و ریسک بلندمدت آن ها مقداری بیشتر است. در داخل گروه از بالا به پایین از دورنمای میزان اعتماد اندکی کاسته می‌شود.	AA+ AA AA-
این گروه شرایط مطلوبی دارند. از لحاظ پرداخت اصل و فرع شرایط مناسبی وجود دارد ولی ممکن است در اثر بروز اتفاقاتی میزان ریسک اندکی افزایش یابد. بالا به پایین در گروه شرایط مساعد تضعیف می‌گردد.	A+ A A-
این گروه از درجه متوسط محسوب‌شده و از نظر بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات اعطایی در حال حاضر مشکلی وجود ندارد اما در دراز مدت ممکن است دچار مشکل گردند در داخل گروه از بالا به پایین شرایط بدتر می‌شود.	BBB+ BBB BBB-
ریسک این گروه بالا بوده و از نظر بازپرداخت اصل و فرع از تضمین خوبی چه در حال حاضر و چه در آینده به میزان کافی برخوردار نیستند. در داخل گروه از بالا به پایین عدم اطمینان (SPECULATIVE) به تدریج افزایش می‌یابد.	BB+ BB BB-
این گروه از نظر تضمین بازپرداخت اصل و فرع در شرایط مطلوبی قرار ندارند و از مشخصه های یک سرمایه گذاری خوب برخوردار نیستند.	B+ B B-
در این گروه یا احتمال نکول وجود دارد و یا اینکه برای بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات خطرات زیادی وجود دارد.	CCC+ CCC CCC-
این گروه اغلب نکول می‌توانند در حالت ورشکستگی قرار دارند.	CC+ CC CC-
این گروه در بدترین شرایط اعتباری قرار دارند.	C+ C C-

در این بخش، گام های زیر به منظور تخمین تابع مطلوبیت تصمیم گیران بانک طی شده است:  
گام اول: در این مرحله لازم است که نمادهای مختلف اعتباری از ریسک کم تا ریسک زیاد مرتب شوند. این حالت در جدول فوق قابل ملاحظه می باشد. در این حالت به بهترین رتبه از منظر ریسک مطلوبیت ۱ و به بدترین آن، مطلوبیت صفر تخصیص می یابد.

گام دوم: در این مرحله لازم است تا به هریک از سایر نمادهای ریسک ممکن نیز مطلوبیتی بین صفر تا ۱ تخصیص یابد. بدین منظور و در رویکرد احتمال معادل، به تصمیم گیران حق انتخاب داده

می‌شود تا از بین یک حالت قطعی و یک بازی شانسی، انتخاب نمایند. بر مبنای این انتخاب تابع مطلوبیت ایشان تخمین زده خواهد شد. این رویکرد به تمامی مدیران بانک که به نوعی با تصمیم‌گیری‌های مرتبط با ترانزنامه دخالت دارند ارائه شده است و در نهایت تابع مطلوبیت جمعی ایشان برآورد گردیده است. به عنوان نمونه، پاسخ یکی از مدیران اعتباری بانک در پاسخ به پرسشنامه ارائه شده، به شرح ذیل می‌باشد:

سوال ۱: کدام یک از حالت زیر برای شما از ارجحیت بیشتری برخوردار است؟

- اطلاع قطعی از وجود ریسک + AA
  - یک بازی شانسی که به شما شانسی ۶۰ درصدی برای رتبه + AAA (بهترین رتبه) و شانسی ۴۰ درصدی برای رتبه + C (بدترین رتبه) را فراهم می‌سازد.
- پاسخ: شانسی ۴۰ درصدی برای رتبه + C بسیار ریسکی است. مورد قطعی ارجح است.

سوال ۲: کدام یک از حالت زیر برای شما از ارجحیت بیشتری برخوردار است؟

- اطلاع قطعی از وجود ریسک + AA
- یک بازی شانسی که به شما شانسی ۸۰ درصدی برای رتبه + AAA و شانسی ۲۰ درصدی برای رتبه + C را فراهم می‌سازد.

پاسخ: با توجه به پایین بودن احتمال حالت ریسکی، بازی شانسی ارجح است.

با توجه به دو سوال فوق، به نظر می‌رسد نقطه بی‌تفاوتی مدیر در میان دو احتمال ۶۰ و ۸۰ درصد برای رتبه + AAA قرار می‌گیرد. بنابراین سؤال دیگری طرح شده است.

سوال ۳: کدام یک از حالت زیر برای شما از ارجحیت بیشتری برخوردار است؟

- اطلاع قطعی از وجود ریسک + AA
- یک بازی شانسی که به شما شانسی ۷۰ درصدی برای رتبه + AAA و شانسی ۳۰ درصدی برای رتبه + C را فراهم می‌سازد.

پاسخ: به نظر دو گزینه ارائه شده تفاوتی ندارند.

بدین ترتیب می‌توان مطلوبیت رتبه + AA را محاسبه نمود. در این حالت داریم:

$$u(AA+) = 0.7u(AAA+) + 0.3u(C+)$$

بدین ترتیب با جایگذاری خواهیم داشت:

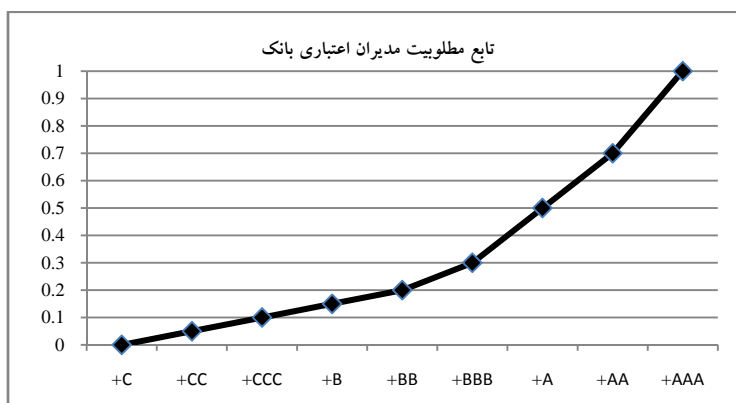
$$u(AA+) = 0.7(1) + 0.3(0) = 0.7$$

با محاسبه این رویکرد برای سایر رتبه‌های اعتباری موجود، تکرار این عمل برای تمامی مدیران

مرتبط و نیز متوسط مقدار حاصله، نتایج نهایی در جدول زیر قابل رویت خواهد بود:



مطلوبیت	نماد رتبه اعتباری
0	C+
0.05	CC+
0.1	CCC+
0.15	B+
0.2	BB+
0.3	BBB+
0.5	A+
0.7	AA+
1	AAA+



با ملاحظه تابع مطلوبیت برآورد شده برای مدیران بانک، مشخص می‌گردد که تمایل به پذیرش ریسک در ایشان بالا می‌باشد؛ به عبارت دیگر، مدیران موردنظر در تصمیمات خود ریسک پذیر هستند. بدین ترتیب می‌توان این گونه استنباط نمود که مدیران یاد شده برای به دست آوردن بازدهی بالاتر از پرتفوی دارایی‌های خود، حاضر به پذیرش ریسک بالای حاصله می‌باشند. بدین ترتیب می‌توان این گونه نتیجه گرفت که تابع هدف مرتبط با سود از اهمیت بسیار بالاتری نسبت به تابع هدف ریسک برای بانک برخوردار بوده و در نهایت نیز پیشنهاد می‌گردد که تابع هدف مرتبط با ریسک به عنوان یک تنگنا مدنظر قرار گیرد.

ب) اضافه شدن یک تنگنا: همچنان که اشاره شد، تابع هدف مربوط به ریسک که در بانک موردنظر در این مطالعه به صورت زیر مشخص شده است، به عنوان یک تنگنا به تنگناهای فعلی مدل اضافه خواهد شد:

$$GT = \left[ \left[ \sum_{i \in I^1} u_T(I_T) X_T(I_T, s_T) \right] - \left[ \sum_{j \in J^1} v_T(I_T) X_T(I_T, s_T) \right] \right]$$

این تابع هدف به عنوان یک تنگنای جدید، به دنبال حداقل سازی شکاف های موجود در میان دارایی ها و بدهی های بانک در حالت کلی و نیز شکاف اقلام حساس به نرخ بهره بازار می باشد. به عبارت دیگر با کمینه سازی این عدم تطابق ها، مدل به دنبال دسترسی به کمترین سطح ریسک نقدینگی و ریسک نرخ بهره می باشد. از سوی دیگر و همچنان که در فصل دوم بدان اشاره شد، ماهیت هر دوی این مقادیر به وجود شکاف های نامطلوب در جریان های دارایی و بدهی اشاره دارد. به عبارت دیگر وجود هرگونه شکاف میان این دو مقدار (چه مثبت و چه منفی) نامطلوب خواهد بود و بنابراین مقدار پیشنهادی برای این تنگنا از سوی کمیته دارایی و بدهی بانک صفر خواهد بود.

$$\left[ \left[ \sum_{i \in I_1^2} u_T(l_T) X_T(l_T, s_T) \right] - \left[ \sum_{j \in J_1^2} v_T(l_T) X_T(l_T, s_T) \right] \right] = 0$$

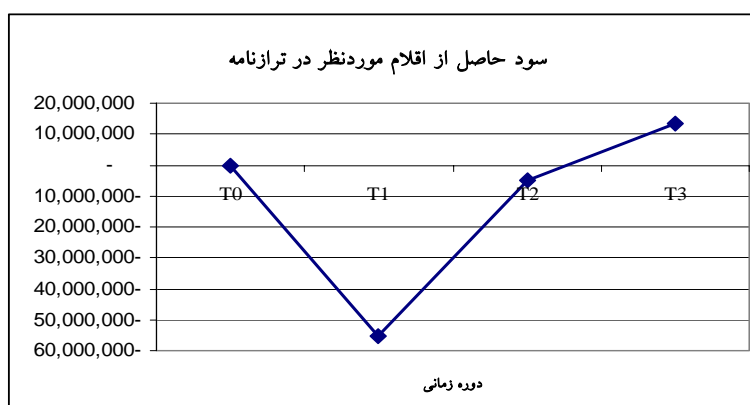
ج) با توجه به دو مورد اصلاح صورت گرفته در مدل پیشنهادی مدیریت ترازنامه در بانک مورد مطالعه، اقدام به حل آن نموده که نتایج حاصله در ادامه قابل ملاحظه می باشد. بر مبنای نتایج حاصل از حل مدل، مقادیر بهینه دارایی ها و بدهی ها به منظور بیشینه سازی عواید بانک در سطح معینی از ریسک حاصل شده اند. در این حالت، بازای هر یک از سناریوهای تعریف شده در خصوص پارامترهای مدل، میزان دارایی و بدهی ها تعیین شده است. همچنان که در جدول زیر مشخص است، مقادیر هر یک از دارایی ها و بدهی های موردنظر در مدل، در زمان شروع و نیز سه دوره آتی تعیین شده است. لازم به ذکر است که مقدار اولیه و شروع هر یک از این اقلام، از آخرین مانده حساب آنها در ترازنامه استخراج شده است و در این جدول با  $t_0$  نمایش داده شده است.

اقلام ترازنامه	نشانه	t0	t1	t2	t3
تسهیلات به بانکها	A1	۵۴	۴۴۲,۸۰۰-	۲۹۷,۳۴۰	۱۱۰,۹۳۰
تسهیلات کوتاه به غیردولتی	A2	۱۸۸,۵۸۶	۱۰۱,۱۲۰	۱۹۹,۹۶۰	۱۰۵,۴۶۰
تسهیلات اعطایی کوتاه مدت به دولتی	A3	۱,۱۷۰	۳۲۸,۷۰۰-	۲۷۱,۵۳۰	۱۰۶,۲۶۰
سپرده های مدتدار نزد بانکها	A4	۴۹۳	۵۰,۵۶۲	۱۴۳,۴۳۰	۱۰۴,۵۵۰
تسهیلات اعطایی بلند مدت به غیردولتی	A5	۲۷,۱۹۱	۴۸۸,۴۰۰-	۱,۵۱۳,۰۰۰-	۱۱۳,۲۵۰
تسهیلات اعطایی بلند مدت به دولتی	A6	۸۸,۶۳۸	۲۰۲,۳۰۰-	۸۳,۵۸۶	۱۲۲,۰۳۰
مطالبات معوق	A7	۵۸,۹۷۲	۲,۶۵۶,۸۰۰	۴,۰۱۲,۱۰۰	۵,۴۰۷,۰۰۰-

اقلام ترازنامه	نشانه	t0	t1	t2	t3
سپرده های دیداری و کوتاه مدت	L1	۲۸۱,۶۰۴	۷۹۴	۱۳,۵۹۶	۶,۷۰۸
پیش دریافت از مشتریان	L2	۲۷,۱۹۴	۳,۵۵۹,۰۰۰-	۲,۷۷۰,۸۰۰	۶,۸۹۴,۷۰۰
تسهیلات دریافتی کوتاه مدت از بانک ها	L3	۶۳۰	۳۴,۹۱۹,۰۰۰	۲,۸۱۲,۷۰۰	۹,۵۶۲,۰۰۰-
سپرده های بلند مدت	L4	۱۸۹,۰۹۹	۸۸,۰۴۷,۰۰۰	۳,۴۶۳,۰۰۰-	۵,۵۸۶,۰۰۰-
تسهیلات دریافتی بلند مدت از بانک ها	L5	۱۶,۷۹۴	۸۶,۰۳۰,۰۰۰-	۱۵,۶۳۰	۷,۴۲۹

#### ۴- نتایج پژوهش

در یک حالت کلی و به عنوان رویه ای برای سنجش اعتبار مدل، می توان به میزان انطباق میان نتایج حاصله از آن و اهداف مورد نظر مسأله اشاره داشت. در این حالت، میزان تغییر در سودآوری بانک (عواید حاصل از دارایی منهای هزینه پول) و نیز میزان انطباق دارایی و بدهی های حساس به نرخ بهره به عنوان شاخص های بازدهی و ریسک، در دو بخش قبل و بعد از اجرای مدل، مدنظر قرار خواهد گرفت. نمودار های زیر این مهم را نمایان می سازند.



همچنان که در نمودار فوق مشخص می باشد، با به کارگیری مدل ارائه شده در این تحقیق، روند نزولی سودآوری بانک تغییر یافته و به روندی صعودی بدل شده است. این در حالی است که در دوره های زمانی ابتدایی مدل (وضعیت کوتاه مدت)، تعدیل برخی از اقلام بدهی های بانک از یکسو و نیز کاهش حجم تسهیلات از محل این منابع از سوی دیگر، کاهش درآمدهای عملیاتی و نیز افزایش هزینه های بهره ای را برای آن به همراه داشته است؛ اما در ادامه و با جذب منابع ارزان قیمت و نیز مدیریت

دقیق آن همراه با کاهش ریسک‌های مربوطه، اعطای تسهیلات قوت گرفته و روند سودآوری بانک افزایشی بوده است.

نکته اصلی در نمودار فوق را می‌توان به تغییر ساختار ترازنامه بانک نسبت داد. بدین ترتیب که به منظور افزایش میزان سوددهی بانک، تغییر در ترکیب بدهی‌ها و نیز تغییر در پرتفوی سرمایه‌گذاری‌های آن ضروری خواهد بود. در این راستا لازم است تا بانک ضمن کاهش برخی از اقلام بدهی موجود در ترازنامه، منابع لازم برای تأمین مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری خود را از محل سایر گزینه‌های موجود (با هزینه پایین‌تر) تأمین نماید که اگرچه این امر در ابتدا و به دلیل ساختار نامناسب ترازنامه فعلی بانک (تأمین مالی سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت با منابع کوتاه‌مدت) موجب کاهش سوددهی خواهد شد، اما در بلندمدت و با تطابق بیشتر منابع و مصارف، روند رو به رشد آن آغاز می‌گردد. البته مدل موردنظر در این پژوهش، کاهش میزان ریسک ساختار ترازنامه را در خلال این تغییر تضمین می‌نماید که در نمودار بعد بدان پرداخته خواهد شد.



نمودار فوق نیز که میزان انطباق دارایی‌ها و بدهی‌های حساس به نرخ بهره را به عنوان شاخص ریسک در بانک مدنظر قرار داده است، نمایانگر انطباق کامل این اقلام در دوره زمانی میان مدت و بلندمدت مدل می‌باشد. به دلایلی مشابه با آنچه در بخش قبلی اشاره گردید، تغییر ساختار ترازنامه بانک با تشدید اولیه این عدم انطباق در کوتاه مدت همراه بوده است؛ اما در ادامه و با مطابقت هر چه بیشتر منابع و مصارف بانک از منظر دوره زمانی، امکان وجود ریسک‌های حاصل از عدم تطابق کمینه می‌شود.

## ۵- نتیجه گیری و بحث

همچنان که در بخش اول این مطالعه بدان اشاره شد، پیچیدگی‌های موجود در مسیر حل مدل ریاضی مدیریت ترازنامه در بانک‌ها، دستیابی به نتایج بهینه را برای آن ناممکن ساخته است. در این مسیر مطالعات مختلفی به منظور تسهیل در حل مدل و ارائه نتایج ارائه شده است که البته در برخی موارد به دلیل تغییرات بسیار ایجاد شده در ساختار مدل اصلی، امکان تحلیل دقیق نتایج وجود نخواهد داشت. در این راستا مطالعه حاضر، توسعه روش‌های فعلی را به منظور دستیابی به بهترین پاسخ‌های ممکن مدل دنبال نموده است. در رویکرد پیشنهادی، از تابع مطلوبیت مدیران بانک استفاده شده است تا بدان وسیله تغییراتی در مدل اصلی ایجاد و حل آنرا ممکن نماید. رویکرد پیشنهادی در یکی از بانک‌های کشور مورد آزمون قرار گرفته و نتایج قابل قبولی را ارائه داده است.

نکته اینکه روش‌های پیشین در این حوزه، به حل مسأله اصلی تحقیق از دو منظر پرداخته اند: در برخی از موارد با حذف بسیاری از عوامل تأثیرگذار و سادگی بیش از حد مدل (مانند مدل‌های خطی و استفاده از نظرات خبرگان)، عملاً تحلیل نتایج حاصله در دنیای واقعی با مشکل مواجه شده است و در برخی دیگر، استفاده از روش‌های پیچیده محاسباتی، کاربرد آنرا محدود می‌سازد. این در حالی است که در این مقاله با به کارگیری تئوری مطلوبیت، ضمن ساده سازی مدل اصلی در رویکردی قابل قبول و با پیشینه علمی قوی، امکان دستیابی به نتایج در شرایط کاربردی فراهم می‌باشد.

## فهرست منابع

- \* E. Adamidou, Y. Ben-Dov, L. Pendergast, V. Pica, The optimal portfolio system: Targeting horizon total returns under varying interest-rate scenarios. S. Zenios, ed. Financial Optimization. Cambridge University Press, New York, 1993.
- \* Y. Ben-Dov, L. Hayre, V. Pica, Mortgage valuation models at Prudential Securities. Interfaces 22(1) 55-71, 1992.
- \* J. Bitner, R. A. Goddard, Successful Bank Asset/Liability Management: A Guide to the Future Beyond Gap. John Wiley and Sons, New York, 1992.
- \* S. P. Bradley, D. B. Crane, A dynamic model for bond portfolio management. Management Sci. 19(2) 139-151, 1972.
- \* V. Chankong, Y. Haimes, Multiobjective decision making: theory and methodology. North-Holland, New York, 1983.
- \* G. Cornuejols, R. Tutuncu, Optimization Methods in Finance, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213 USA, 2006.
- \* G. Consigli, M. A. H. Dempster, Dynamic stochastic programming for asset liability management. Ann. Oper. Res. 81 131-161, 1998.
- \* K. J. Cohen, S. E. Gibson, eds, Management Science in Banking. Warren, Gorham & Lamont, Boston, MA, 1978.

- \* D. Dentcheva, A. Ruszczyński, A. Shapiro, Lectures on Stochastic Programming, The Society of Industrial and Applied Mathematics and the Mathematics Programming Society, 2009.
- \* C. L. Dert, A dynamic model for asset liability management for defined benefit pension funds. W. T. Ziemba, J. M. Mulvey, eds. Worldwide Asset and Liability Modeling. Cambridge University Press, Cambridge, UK (reprinted), 1999.
- \* M. Ehrgott, Multicriteria Optimization. Springer Berlin Heidelberg, New York, 2005.
- \* P. Goodwin, G. Wright, Decision Analysis for Management Judgment, John Wiley & Sons Ltd, 2004.
- \* R. Jarrow, D. R. van Deventer, eds, Asset and Liability Management: A Synthesis of New Methodologies. The Kamakura Corporation and Risk Books, London, UK, 1998.
- \* P. Klaassen, Stochastic programming models for interest-rate risk management. Ph.D. thesis, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA. Published as IFSRC Discussion Paper 282-294, 1994.
- \* P. Klaassen, Financial asset-pricing theory and stochastic programming models for asset/liability management: A synthesis. Management Sci. 44(1) 31-48, 1998.
- \* K. Kosmidou, C. Zopounidis, Goal Programming Techniques for Bank Asset Liability Management, Kluwer Academic Publishers, 2004.
- \* B. Kovalerchuk, E. Vityaev, Data Mining in Finance, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- \* K. G. Murty, Optimization Models for Decision Making: Volume 1, Junior Level Self-Teaching Web-Book, 2003.
- \* M. Ong, Integrating the role of risk management in ALM. R. Jarrow, D. R. van Deventer, eds. Asset and Liability Management: A Synthesis of New Methodologies. The Kamakura Corporation and Risk Books, London, UK, 1998.
- \* M. D. Resnik, CHOICES, An Introduction to Decision Theory, University of Minnesota Press, 1987.
- \* S. Ruzika and M. M. Wiecek. Approximation Methods in Multiobjective Programming. Journal of Optimization Theory and Applications, 126:473-501, 2005.
- \* M. S. Sodhi, LP Modeling for Asset Liability Management, A Survey of Choices and Simplifications, Operations Research, Vol.53, No.2, 2005.
- \* S. A. Zenios, Asset/liability management under uncertainty for fixed income securities. Ann. Oper. Res. 59 77-98, 1995

## یادداشت‌ها

<sup>1</sup> Value

<sup>2</sup> Utility

<sup>3</sup> Probability- Equivalence Approach