



مدیریت ترازنامه در یک بانک توسعه‌ای مبتنی بر الگوی مسائل کلامی ریاضی

سیده زهرا ابوالحسنی کومله^۱
فریدون رهنمای رودپشتی^۲
احمد شاهورانی^۳
فرهاد حسین زاده لطفی^۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۲۲

چکیده

در این مقاله، کاربرد ریاضیات در مدیریت ترازنامه بر اساس مسائل کلامی ریاضی برای ارائه‌ی مناسب گزارش مدیریت دارایی و بدهی در یک بانک توسعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. پس از مروری بر اهمیت مدیریت ترازنامه در بانک‌ها، معرفی بانک توسعه‌ای و مبانی نظری و پیشینه پژوهش در مورد مسائل کلامی و کاربردهایی از مدل‌سازی ریاضی در مدیریت دارایی و بدهی، دو نمونه از مسائل کلامی (در زمینه حسابی و جبری) در مدیریت ترازنامه مطرح شده که در آن، به ترتیب بازنمایی و مدل‌سازی ریاضی برای حل مساله به کاررفته است. سپس نتایج حاصل در زمینه مالی، تفسیر شد. یافته‌ها نشان داد مدل‌سازی ریاضی در تفسیر اطلاعات ترازنامه بانکی به مدیریت دارایی و بدهی در یک بانک توسعه‌ای کمک می‌کند. بر اساس نتایج می‌توان مدیریت ترازنامه را از منظر مسائل کلامی ریاضی مطرح نمود و در نتیجه، تفسیر دقیق‌تری از اطلاعات مندرج در ترازنامه بانک به استناد بیان دقیق ریاضی و تحلیل آن مسائل در دنیای واقعی داشت. این پژوهش، ضرورت توجه به کاربردهای ریاضی در مدیریت ترازنامه را آشکار می‌کند. در پایان پیشنهاد شد درک

۱- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- گروه مالی و حسابداری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول)
rahnama.roodposhti@gmail.com

۳- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۴- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

مفهومی دانش ریاضی استفاده کنندگان در حل مسائل کلامی مانند مدیریت ترازنامه، در پژوهش‌های آینده مورد آزمون قرار گیرد به طوری که قابل درک بودن آن مفاهیم، منجر به افزایش کاربرد ریاضیات در زمینه مالی و به تبع آن، تحلیل و ارزیابی دقیق تر داده‌های مالی شود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ترازنامه، بانک توسعه‌ای، مسائل کلامی، مدل‌سازی ریاضی.

۱- مقدمه

ترازنامه صورت دارایی‌ها و بدهی‌های یک شرکت است که بر طبق قواعد حسابداری تعیین شده است. (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۴) به عبارتی دیگر، ترازنامه صورتحسابی است که وضعیت مالی واحد تجاری را در یک مقطع زمانی مشخص نشان می‌دهد. وضعیت مالی شامل اطلاعاتی در مورد دارایی‌ها، بدهی‌ها و حقوق صاحبان سرمایه است. مدیریت دارایی و بدهی با مدیریت موثر و کارآمد سرمایه بانک سروکار دارد؛ بنابراین با همه عملیات بانکداری ارتباط دارد، حتی اگر تماس و ارتباط روزانه میان کمیته مدیریت دارایی و بدهی (کمیته خزانه‌داری^۱) با سایر بخش‌های بانک دور از دسترس باشد. (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۴) مدیریت دارایی و بدهی از یک موضوع حسابداری که در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ مطرح بود، به یک فرایند یکپارچه مدیریت ریسک ترازنامه در اواسط دهه ۱۹۹۰ رشد پیدا کرد. (سودهی^۲، ۲۰۰۵) برای مدیریت دارایی و بدهی، روش‌های مختلفی وجود دارد که هر یک از آن‌ها نقاط ضعف و قوت مربوط به خود را دارند که ارزیابی آن‌ها را دشوار می‌کند. پژوهش‌های متعددی وجود دارد که مدیریت ترازنامه را با استفاده از روش‌های ریاضی بررسی نموده‌اند؛ (رهنمای رودپشتی، ۱۳۹۴؛ رسول‌اف، ۱۳۷۸؛ گنجی، ۳۸۸؛ کوزمیدو و زوپونیدیز، ۲۰۰۲) اما تاکنون پژوهشی در زمینه‌ی مدیریت ترازنامه از منظر حل مسائل کلامی ریاضی انجام نگردیده است. از این‌رو، در این مقاله، مدیریت ترازنامه از منظر حل مسائل کلامی ریاضی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا از طریق تلفیق دانش بین‌رشته‌ای ریاضی با امور مالی، تحلیل و ارزیابی ترازنامه به سهولت انجام گردد. از اهداف این مقاله، توسعه کاربردهای ریاضی در امور مالی (مدیریت ترازنامه) است تا به واسطه‌ی آن، اهمیت کاربردی ریاضی با رویکرد مسائل کلامی در امور مالی مورد توجه قرار گیرد. یکی از دلایل اهمیت به‌کارگیری ریاضی در مدیریت ترازنامه، آن است که به دلیل دقت ریاضی، مدیریت دقیق‌تری از ترازنامه بانکی انجام گردد. تلاش ما در این مقاله بر این است که ابتدا مسائل کلامی در زمینه حساب و جبر را به‌عنوان نمونه‌هایی از مصادیق مدیریت ترازنامه و حل آن‌ها در دنیای واقعی با استفاده از روش مدل‌سازی ریاضی بیان نمائیم و سپس کاربردی از مدل‌سازی ریاضی را در هر دو زمینه نمایش دهیم. در این مقاله برای حل مساله کلامی حسابی از روش بازنمایی به زبان ریاضی و برای حل مساله کلامی جبری، از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس شاخص‌های ورودی (۱- چهار سپرده اصلی، ۲- هزینه‌های عملیاتی، ۳- هزینه‌های غیرعملیاتی) و شاخص‌های خروجی عملکرد مالی (۱- ارائه تسهیلات، ۲- گشایش اعتبار، ۳- صدور ضمانتنامه، ۴- وصول مطالبات، ۵- سود) برای ارزیابی عملکرد مالی در یک بانک تخصصی - توسعه‌ای در کشور طی سال ۱۳۹۲ استفاده شده و در انتها، نتایج حاصل، تحلیل و ارزیابی و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه گردید.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش، پس از بیان مدیریت ترازنامه در بانک‌ها، به بررسی نقش بانک‌های توسعه‌ای در کشور پرداخته می‌شود. سپس نمونه‌ای از کاربردهای ریاضی در صنعت بانکداری اشاره می‌شود. در ادامه، مسائل کلامی و حل آن‌ها در دنیای واقعی با استفاده از روش مدل‌سازی ریاضی بیان شده و سپس پیرامون مباحث مسائل کلامی ریاضی و ارتباط آن با مدیریت ترازنامه در بانک‌ها به بیان نتایج برخی پژوهش‌های داخلی و خارجی در این مورد می‌پردازیم. در این مقاله، کاربرد ریاضی در زمینه مدیریت دارایی و بدهی، بیشتر با مساله کلامی ریاضی مرتبط می‌باشد.

۲-۱- مدیریت ترازنامه در بانک‌ها

ترازنامه، تصویر لحظه‌ای از ارزش دارایی یک شرکت است. در یک اقتصاد توسعه‌یافته دو منبع تامین مالی اساسی برای یک واحد تجاری وجود دارد که عبارت است از: تامین مالی از طریق اخذ وام از وام‌دهندگان مانند بانک‌ها، موسسات مالی و یا مستقیماً از بازار به وسیله انتشار اوراق قرضه؛ و تامین مالی از طریق افزایش سرمایه از محل آورده سهامداران و یا سود انباشته. به گفته رهنمای رودپشتی و همکاران (۱۳۹۴) هنگامی که یک شرکت، همه وام‌ها و بدهی‌های خود را بازپرداخت نماید، سرمایه باقیمانده آن متعلق به سهامداران است. از این رو داریم:

بدهی‌ها - دارایی‌ها = حقوق صاحبان سهام

به عنوان تعریفی ساده، ترازنامه یک تصویر فوری از یک موسسه مالی در یک لحظه خاص در زمان است.^۳ این تصویر فوری، نشان‌دهنده دارایی‌ها، بدهی‌ها و حقوق صاحبان سهام در آن لحظه در زمان می‌باشد.

در ترازنامه شرکت‌ها ممکن است از سه رویکرد مختلف ارزش دفتری بهای تاریخی^۴، بهای جاری^۵ و ارزش بازار^۶ استفاده شود. متداول‌ترین رویکرد ترازنامه، رویکرد بهای تمام‌شده تاریخی است که در آن، دارایی‌ها و بدهی‌ها با هزینه اولیه خود یعنی بهای تاریخی ارزش‌گذاری می‌شوند. همچنین در ترازنامه، دارایی‌ها و بدهی‌ها بر اساس سررسیدشان مرتب می‌شوند. (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۴) یکی از وظایف بانک‌ها، برنامه‌ریزی، هماهنگی و هدایت کردن فعالیت‌های کسب‌وکار می‌باشد که به‌طور مستقیم، دارایی‌ها، بدهی‌ها و سرمایه بانک را مشخص می‌نماید. این وظایف همان مدیریت ترازنامه می‌باشد. به عبارت دیگر، مدیریت ترازنامه روشی است منظم که تلاش می‌کند موسسات مالی مثل بانک‌ها را از ریسک واسطه‌گری (ریسک نرخ بازدهی، تورم، عملیاتی و

..) محفوظ داشته و چنین ریسک‌هایی را قابل قبول و کنترل نماید. (شایان آرانی، ۱۳۷۵) هدف از مدیریت ترازنامه در بانک، این است که اقلام ترازنامه به‌منظور داشتن منابع کافی برای عملیات جاری و تأمین مالی برای رشد آتی، سازمان‌دهی شود. به‌عبارت‌دیگر، برای به حداکثر نمودن حاشیه سوددهی خالص (شاخص بازدهی) و حداقل نمودن ریسک مالی خالص (شاخص ریسک) تلاش می‌شود.

منظور از مدیریت دارایی و بدهی، مجموعه‌ای از ابزارها و روش‌های فنی است که خلق ارزش برای سهامداران و تحت کنترل بودن ریسک‌ها را تضمین می‌کند. در واقع هدف مدیریت دارایی و بدهی، تقویت کیفیت و کمیت دارایی‌ها با در نظر گرفتن ریسک همراه دارایی‌ها و بدهی‌ها برای مدیریت آینده است. (محرابی، ۱۳۸۹) مدیریت دارایی و بدهی^۷، اصطلاح کلی است که به اقدام‌ها و فعالیت‌هایی که توسط فعالان بازار انجام می‌شود، اشاره می‌کند؛ لکن به دلیل آنکه مدیریت دارایی و بدهی، یک اصل و رشته در سطح راهبردی می‌باشد نه در سطح تاکتیکی، به نظر می‌رسد از این اصطلاح باید برای نشان دادن مدیریت سطح بالای دارایی‌ها و بدهی‌های یک بانک استفاده نمود. مدیریت دارایی و بدهی در بخش خزانه‌داری بانک و توسط کمیته دارایی-بدهی^۸ انجام می‌شود. (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۴) مدیریت دارایی و بدهی را می‌توان به‌عنوان بازسازی مجدد ساختار دو سمت ترازنامه بانک به‌منظور تلاش برای رسیدن به سودآوری معقول، به حداقل رساندن ریسک نرخ بهره و تأمین نقدینگی کافی تعریف کرد. (بانک اقتصاد و نوین، ۱۳۸۷) در حقیقت مدیریت دارایی و بدهی، بیانگر رابطه بین ریسک و بازده می‌باشد. لذا مدیریت دارایی و بدهی، ریسک‌پذیری را با استفاده از راه‌هایی مبتکرانه برای دستیابی به پاداش مطلوب، مورد بحث قرار می‌دهد و همواره با تحلیل ترازنامه و بررسی اقلام داخلی و خارجی آن آغاز می‌گردد. (پورزرندی و منصوره، ۱۳۸۵)

با تعاریف فوق، می‌توان مدیریت ترازنامه را معادل مدیریت دارایی و بدهی در نظر گرفت. فعالیت‌های مدیریت ترازنامه را به دو صورت می‌توان انجام داد. دفاعی یا فعالانه. در رویکرد دفاعی، مدل‌های شبیه‌سازی با سناریوهای مختلف اجرا می‌شود و در صورتی که درآمد و موفقیت نقدینگی مطلوب و خالص ارزش پرتفوی سهام یا نسبت سرمایه فراتر از خط‌مشی‌ها باشد، برنامه تدوینی اجرا می‌شود. اما در رویکرد فعالانه، مدیریت دارایی و بدهی‌ها به‌عنوان یک ابزار تدوین استراتژی مطرح است، در این رویکرد با استفاده از روش‌های مدل‌سازی مختلف (ریاضی، شبیه‌سازی و ..) تلاش برای دستیابی به حداکثر سود و با توجه به ریسک مطلوب انجام می‌شود. (حبیبی، ۱۳۸۱) مدیریت ترازنامه در اکثر بانک‌های بین‌المللی، در چهار زمینه مدیریت ریسک نرخ بهره^۹، مدیریت ریسک نقدینگی^{۱۰}، مدیریت سرمایه^{۱۱} و مدیریت پرتفوی سرمایه‌گذاری احتیاطی^{۱۲} پوشش داده می‌شود.

(پرایسواترهاوسکوپر^{۱۳}، ۲۰۰۹) یکی از ریسک‌های عمده بانک، ریسک نقدینگی است. تحت هر شرایطی بانک ملزم به ایفای تعهداتش می‌باشد و ترازنامه بانک باید اطمینان لازم در مورد نقدینگی موردنیاز در شرایط بحران نقدینگی در بازار، تغییرات سیاست‌های بانک مرکزی و به‌طور کلی دارایی‌های نقدی برای شرایط احتمالی ارائه دهد. به‌عنوان بخشی از ریسک نقدینگی، بانک‌ها باید ریسک نرخ بهره را مدیریت نمایند که عبارت است از حدود خطرپذیری شرایط مالی بانک برای روبرو شدن با تغییرات نرخ بهره. پذیرش این نوع ریسک یک منبع مهم برای سودآوری و ارزش حقوق سهامداران بانک است. (رنجان و نالاری^{۱۴}، ۲۰۰۵) بانک‌ها برای مدیریت ترازنامه، کمیته‌ای را به نام کمیته دارایی‌ها و بدهی‌ها تشکیل می‌دهند. مدیریت ریسک نرخ بهره و مدیریت ریسک نقدینگی که در بازه‌های زمانی مختلف اعم از کوتاه‌مدت و بلندمدت بر عملکرد بانک تأثیرگذارند، وظیفه اصلی کمیته مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها را تشکیل می‌دهد. فرایند مدیریت دارایی و بدهی بانک باید تضمین‌کننده خلق ارزش برای سهامداران باشد. (بانک اقتصاد نوین، ۱۳۸۷)

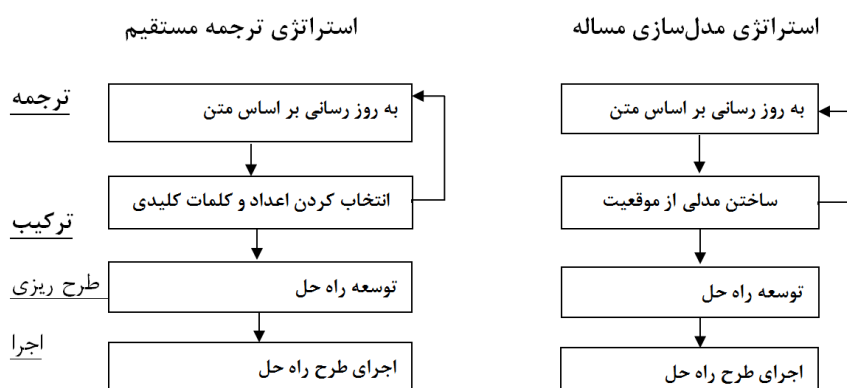
۲-۲- بانک توسعه‌ای چیست؟

بانک توسعه‌ای، موسسه مالی است که با به‌کارگیری عملیات بانکداری در راستای سرمایه‌گذاری در جهت توسعه اقتصادی کشور، فراهم نمودن بستر مناسب برای حضور و مشارکت بخش غیردولتی با استفاده از کلیه امکانات موجود فعالیت می‌نماید. ضرورت و فلسفه وجودی بانک‌های توسعه‌ای و تخصصی با توسعه اقتصادی کشورها، گره‌خورده است. بانک‌های توسعه‌ای باهدف تسریع و تسهیل توسعه اقتصادی در یک کشور از طریق تجهیز و تخصیص منابع بلندمدت با شرایط نسبتاً آسان و تشویق و ترغیب بخش خصوصی جهت کمک به توسعه اقتصادی نقش‌آفرینی می‌کند. (بانک صنعت و معدن، ۱۳۹۴) تفاوت عمده‌ای که بین بانک‌های توسعه‌ای و تخصصی و بانک‌های تجاری وجود دارد، عمدتاً از نوع اعتبارات و تسهیلات اعطایی، پذیرش ریسک، هدفمند بودن و جهت‌دهی بخش‌های اقتصادی مطرح می‌شود. (رسول اف، ۱۳۷۸) لذا مدیریت تأمین مالی و مدیریت سرمایه‌گذاری به‌منظور پرداخت تسهیلات در بانک‌های توسعه‌ای، اهمیت زیادی دارد. از این‌رو، مسائل کلامی و حل آن‌ها در دنیای واقعی با استفاده از روش مدل‌سازی ریاضی بیان‌شده و در ادامه، به بررسی‌هایی در مورد کاربرد مسائل کلامی از طریق مدل‌سازی ریاضی در حوزه بانکداری پرداخته می‌شود.

۲-۳- مسائل کلامی

لیو^{۱۵} (۱۹۹۲)، مسائل کلامی را نوع خاصی از مسائل ریاضی تلقی می‌نماید که موقعیتی از دنیای واقعی را توصیف می‌کند. فراگیران برای حل مسائل کلامی، نیاز به استفاده از عملگرهای ریاضی و داده‌های موجود در متن مساله دارند. این مسائل باهدف کاربرد مهارت‌ها و دانش‌های رسمی ریاضیات در موقعیت‌های واقعی زندگی ارائه می‌شود. (دی کورت و همکاران^{۱۶}، ۱۹۸۵) از سویی دیگر، اصطلاح مساله کلامی برای ارجاع کردن به "هر تمرین ریاضی که در آن، اطلاعات پیش‌زمینه‌ای مهم درباره مساله به‌عنوان متن نسبت به نماد ریاضی ارائه شد." (ورشافل و همکاران، ۲۰۰۰) به کار می‌رود. از نگاه کاپرن (۱۹۹۲)، کویدینگر و ناتان (۲۰۰۴)، حل مساله کلامی ریاضی، فرایند مجردی است که در آن، فراگیران می‌بایست نخست درباره فعالیت و زمینه بخوانند، سپس محتوای زمینه مساله را در هنگام معکوس کردن روابط کلمه‌ای به روابط عددی، صورت‌بندی و حل نمایند و در ادامه، متن را به‌درستی به معادلات ریاضی در حل مساله کلامی ریاضی ترجمه کنند. در این مقاله، کاربرد ریاضی در زمینه مالی، بیشتر با دانش ریاضی مورداستفاده در موقعیت‌های واقعی بر مبنای الگوی مسائل کلامی مرتبط است.

بانک‌ها با اعداد و ارقام سروکار دارند، از این‌رو، ادبیات مسائل کلامی ریاضی در این حوزه (که مسائل مواجهه شده در دنیای واقعی است)، به‌گستره وسیعی از دانش ریاضیات و درک مفهومی آن نیاز خواهد داشت. وقتی حل‌کننده مساله‌ای با مساله‌ای در دنیای واقعی مواجه می‌شود، چگونگی آنچه را که باید انجام دهد، کشف می‌کند. برای حل مسائل کلامی، نیاز به بازنمایی مساله می‌باشد. در شکل زیر، دو نوع از استراتژی‌های درک، خلاصه شده است:



شکل ۱- استراتژی‌های درک

در استراتژی ترجمه مستقیم، حل کننده مساله اطلاعات غیرضروری مساله را حذف نموده و با توجه به کلمات کلیدی مساله (مانند کمتر و بیشتر)، مساله را بازنمایی می نماید. (مایر و هگارتی^{۱۷}، ۱۹۹۶) در مقابل در استراتژی مدل سازی مساله، حل کننده مساله به طور ذهنی، مدلی از موقعیت توصیف شده در مساله را بازنمایی می کند. نتایج پژوهش آن ها نشان داد که استراتژی مدل سازی مساله، برای حل مسائل کلامی مناسب تر می باشد و افراد موفق در حل مساله، بیشتر از این استراتژی استفاده می نمایند. از این رو، چنانچه مسائل مطرح شده در مدیریت ترانزنامه را به مثابه مسائل کلامی در نظر گیریم، استراتژی مدل سازی مساله برای حل آن مسائل، مناسب تر خواهد بود. مایر و هگارتی (۱۹۹۶)، مسأله کلامی را به سه دسته حسابی، هندسی و جبری معرفی نمودند که در این پژوهش، حل مسأله حسابی و جبری، مورد نظر می باشد. روش های متنوعی برای مدل سازی بخش هایی از دنیای واقعی وجود دارد که یکی از این روش ها، مدل سازی ریاضی می باشد. (معصومی و همکاران، ۱۳۸۶) مدل سازی ریاضی، در دنیای واقعی مطرح می شود، سپس از زبان دنیای واقعی به زبان ریاضی صورت بندی می شود تا یک مدل ریاضی ایجاد شود. سپس این مساله ریاضی به وسیله تکنیک های حل مساله در دنیای ریاضی حل می شود. آن گاه جواب مساله از زبان ریاضی به زبان دنیای واقعی ترجمه و تفسیر می شود و در نهایت، جواب مطرح شده در دنیای واقعی، در مقابل موقعیت اصلی که مساله در آن، طرح شده، ارزیابی می شود. به عبارتی دیگر؛ چنانچه پدیده های موجود در جهان واقعی را بر اساس زبان ریاضیات بیان نماییم، به آن، مدل سازی ریاضیات گوئیم. برای آنکه یک مدل ریاضیات مفید باشد، باید بتواند نتایجی را در جهان واقع پیش بینی نماید که این نتایج با انجام آزمایش های مختلف نیز مشاهده می شود. موضوعی که در اکثر موارد پیش می آید این است که برخی از این پیش بینی ها در یک مدل ریاضی با موارد مشاهده شده به صورت تجربی تطابق زیادی دارد، در حالی که در برخی دیگر از پیش بینی ها، چنین تطابقی وجود ندارد. در این موارد، شاید بتوان مدل را طوری اصلاح نمود که دقت آن افزایش یابد. در واقع مدل سازی ریاضیات منجر به حل مسأله می شود که تفسیر آن، تصمیم گیری مناسب در مسائل مواجهه شده در دنیای واقعی را موجب می شود.

۲-۴- کاربرد مدل سازی ریاضی در مدیریت دارایی و بدهی:

اغلب فعالیت های در زمینه مشاغل مالی، بررسی داده ها و روابط بین داده ها برای تعیین یک معادله می باشد. در بسیاری موارد، معادله مربوط، خطی است و یا اینکه می تواند به عنوان یک معادله غیرخطی در نظر گرفته شود. در بسیاری موارد، شاغلین در امور مالی، داده ها و معادلات

ریاضی را در زمینه حساب و جبر جستجو می‌نمایند. بنابراین، با استفاده از معادلات جبری و نمادهای ریاضی می‌توان مدیریت دارایی و بدهی را نیز برای بانک‌ها مدل‌سازی نمود.

در سوابق مطالعاتی مدیریت ترازنامه، نمونه‌هایی از مدل‌های برنامه‌ریزی بر اساس اصول ریاضی جهت هماهنگی با برنامه‌های تنظیم دارایی و بدهی و استفاده از راهکارهای تصمیم‌گیری ایده‌آل دیده می‌شود. این مدل‌ها دارای یک یا چند هدف بوده‌اند. برخی، جبری^{۱۸} و برخی، تصادفی^{۱۹} می‌باشند. (پورزند و منصوره، ۱۳۸۵) از این‌رو، یک تقسیم‌بندی برای مسائل کلامی ریاضی در مدیریت ترازنامه را می‌توان به صورت مدل‌های زیر در نظر گرفت:

۲-۴-۱- برای ثبت اسناد حسابداری، که نتیجه آن، ترازنامه است، نیاز به دانستن محاسبات مربوط به اقلام موجود در ترازنامه می‌باشد. به عنوان مثال، در یک بانک، برای محاسبات مربوط به اعطای تسهیلات و اعتبارات، ضمانت‌نامه‌ها، کارت‌های اعتباری، سود و کارمزدهای خدمات بانکی، خرید و فروش ارز، تسعیر ارز، جرائم تأخیر و کسور بیمه و مالیات، محاسبات مربوط به استهلاک و موارد مشابه) فرمول‌های ریاضی متفاوتی مورد نیاز خواهد بود که با توجه به نوع عقد قرارداد تسهیلات (فروش اقساطی، جعاله، مشارکت مدنی، مرابحه و ...) و انواع سپرده‌ها و سایر خدمات بانکی تعیین می‌شود.

۲-۴-۲- معادله اصلی حسابداری و ساختار ترازنامه، به اعمال حسابی در ریاضی (جمع و تفریق) و درک مفاهیم ممیز (دسی مال) و متغیرهای ریاضی نیاز دارد. همچنین با مدل‌سازی شبیه‌سازی، می‌توان تأثیر بالقوه تغییرات ایجاد شده در نرخ بهره را بر روی دفتر بانکی و در نتیجه سطوح درآمدی سنجید. (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۴) بنابراین می‌توان ساختار ترازنامه را با ساختار ریاضی بازطراحی و تأثیر تغییرات بر ترازنامه را در موقعیت‌های مختلف شبیه‌سازی نمود.

۲-۴-۳- می‌توان ترازنامه را به ترتیب با توجه به تاریخ سررسید برای دارایی‌ها و بدهی‌های ثابت و جاری تفکیک و مشخص نمود که برای اینکه طرف هر یک از دو جهت با انحراف مشخصی تعیین شود، چه مدلی به کار گرفته شود. در واقع می‌توان مدیریت تأمین مالی و مدیریت سرمایه‌گذاری و یا به عبارتی مدیریت نقدینگی را در بانک بررسی نمود.

۲-۴-۴- استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی در تطبیق نظریه‌های جدید در بازارهای مالی سهم به سزایی دارد. ویژگی مهم مسائل بازارهای مالی، این است که شاخص‌های مربوط، به طور شفاف، افشا و اندازه‌گیری می‌شوند. در این‌گونه مسائل، هدف مشخص این است که سود حاصل را بیشینه و ریسک مربوط کمینه شود. متغیرهای مربوط، قابلیت کمی شدن داشته و روابط بین متغیرها، تعریف شده است. (کوزمیدو و زوپونیدیز^{۲۰}، ۲۰۰۴) مهرگان و همکاران (۱۳۹۰) بیان داشتند که از دو روش کلیدی برای بهینه‌سازی در مدیریت دارایی و بدهی، استفاده می‌شود.

درروش اول، مدل‌های ریاضی برای ایجاد سناریوهای احتمالی برای تمامی عوامل ریسک مؤثر بر دارایی‌ها و بدهی‌ها به کار می‌رود. (مانند نرخ بهره، تورم، قیمت‌های اوراق بهادار، املاک و مستغلات) درروش دیگر، برای یافتن گروه پرتفوی بهینه از تکنیک بهینه‌سازی استفاده می‌شود. پورزندی و همکاران (۱۳۹۲) نیز مدل تصادفی را به منظور پیش‌بینی و بهینه‌سازی ساختار دارایی‌ها و بدهی‌ها در سیستم بانکی با استفاده از مدل‌سازی بهینه‌سازی طراحی نمودند.

۲-۴-۵- برنامه‌ریزی آرمانی، از مهم‌ترین مدل‌های برنامه‌ریزی چندمعیاره است. در عمل، به دلیل وجود چندین هدف، مدیران در بسیاری از تصمیم‌ها به جای جستجوی یک جواب بهینه، دستیابی به جوابی رضایت‌بخش را دنبال می‌کنند. در ضمن، شرایط و محدودیت‌ها در دنیای واقعی به گونه‌ای نیست که هیچ‌گونه انحرافی از آن‌ها ممکن نباشد، بلکه در بسیاری موارد، به‌ویژه زمانی که بده-بستان مجاز باشد، برنامه‌ریزی آرمانی، روشی است که به کمک آن می‌توان بر دو مشکل فوق غلبه کرد. (اصغر پور، ۱۳۷۷) مدل‌های خطی، قدیمی‌ترین مدل‌ها برای تعیین ترکیب بهینه ارقام ترازنامه هستند که تنها بر یک هدف مانند حداکثرسازی یک تابع سود، تمرکز می‌کنند. مدل‌های برنامه‌ریزی خطی برای تعیین ترکیب بهینه دارایی‌ها و بدهی‌ها، مدل‌های قدرتمندی هستند ولی با دو چالش مواجه‌اند: (۱) بسیاری از این مدل‌ها همه‌ی ملاحظات مربوط به تئوری‌های مالی دیگر را پوشش نمی‌دهند، (۲) مشکلات مربوط به این راه‌حل‌ها معلول مدل‌های تعیین نرخ بهره هستند که دارای سناریوهای بسیار زیادی است. (سودهی، ۲۰۰۵) غلامرضا (۱۳۸۷) برای ارزیابی مدیریت دارایی و بدهی در بانک ملت با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مدلی برای مدیریت دارایی و بدهی بانک ملت ارائه نمود. او در پژوهش خود از مدل تاکتاس و ایتال^{۲۱} استفاده کرد. هدف اصلی تحقیق وی، بررسی وضعیت نقدینگی نسبت به میزان ایده آل بود. فورستون و دینس^{۲۲} از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی که در آن، چهار هدف (سود، کفایت سرمایه، نرخ بهره وام و نقدینگی) مورد توجه قرار گرفت؛ استفاده کرد. کورهن^{۲۳} کاربرد عملی از یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی دو مرحله‌ای را ارائه داد. اهداف آن به سود مورد انتظار، ریسک، نقدینگی، کفایت سرمایه، رشد، ارتباط مشتریان و بخش‌های مختلف دیگری از عملیات بانک مربوط بود. (گیوکاس و واسیلگلو^{۲۴}، ۱۹۹۱) ایشان، یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی خطی ارائه دادند که در بانک تجاری یونان طرح ریزی شده است. نتایج این تحقیق، مزیت‌های بااهمیت مدل آرمانی خطی را نسبت به مدل خطی نشان می‌داد. گنجی باباخانی (۱۳۸۸) به منظور تعیین ترکیب بهینه سپرده‌های بانک رفاه بر اساس برنامه‌ریزی آرمانی، با رویکرد افزایش سود و کاهش ریسک به مدیریت اثربخش دارایی‌ها پرداخت که در آن، از مدل برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده و آرمان‌های آن از چشم‌انداز بانک و محدودیت‌های مدل از روش باکس و جنکیز به دست آمده است. ایتمن و سیلی (۱۹۷۹) برای

مدیریت ترازنامه از یک مدل خطی با سه هدف سود بعد از کسر مالیات، نرخ کفایت سرمایه و نرخ ریسک دارایی سرمایه استفاده کرده اند. (هویلند و والنس^{۲۵}، ۲۰۰۱) یک رویکرد دیگر در مورد مدل‌های تصادفی، برنامه ریزی خطی تصادفی است که توسط کاسی و زیمبا (۱۹۸۶) ارائه شد. این رویکرد استفاده از یک برنامه ریزی خطی تصادفی با دوره زمانی چندگانه است که از طریق آن، مدیریت دارایی و بدهی در بانکداری انجام می‌شود. (کوزمیدو و زوپونیدیز، ۲۰۰۲)

۲-۴-۶- مهرگان و همکاران (۱۳۹۰) بیان نمودند که با تخصیص دارایی‌ها در بانک با استفاده از مدل میانگین- واریانس، می‌توان سیاست مدنظر را بر روی مرز کارا انتخاب و سپس بازده سیاست تخصیص مدنظر را شبیه‌سازی نمود تا اهداف درآمدی و الزامات توان پرداخت یا ذخایر را بررسی نمایند.

۲-۴-۷- تحلیل ترازنامه برای داده‌های قطعی موجود در ترازنامه به‌منظور اتخاذ تصمیم مدیریتی، با توجه به رویکرد اول (ثبات‌اسناد با توجه به ارزش دفتری بهای تاریخی) به اعمال حسابی بیشتر (ضرب و تقسیم) و نیز استفاده از نسبت، توان و درک مفهومی آن برای تحلیل صورتهای مالی، نیاز دارد.

۲-۴-۸- برای مدیریت ترازنامه، نیاز به محاسبه تابع بازده/ قیمت و دیرش^{۲۶} می‌باشد که با توجه به داده‌های قطعی در ترازنامه و بازده مورد انتظار، دیرش و تحذب^{۲۷} را مدل‌سازی می‌نماید. تحذب، معیار دوم ریسک نرخ بهره است و انحنای پروفایل ارزش فعلی/ بازده را اندازه‌گیری می‌کند. تحذب را می‌توان نشان دهنده خطایی می‌توان نشان دهنده خطایی که در زمان استفاده از دیرش و دیرش تعدیل شده رخ می‌دهد، در نظر گرفت؛ به دلیل اینکه درجه واگرایی انحنای رابطه قیمت/ بازده یک قرضه از تخمین خط مستقیم را نشان می‌دهد. (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۴) در واقع تحذب، تغییرات دیرش تعدیل شده یک ورقه قرضه را با توجه به تغییرات بازده توضیح می‌دهد. تحذب را می‌توان با معادله زیر، برآورد نمود:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \cdot CV \cdot (\Delta r)^2 \quad (1)$$

که در آن، CV نشان دهنده تحذب و Δr نشان دهنده تغییرات بازده است. تقریب تحذب از بسط تیلور فرمول قیمت اوراق قرضه به دست می‌آید. انطباق دیرش^{۲۸} روش مهمی برای اندازه‌گیری حساسیت نرخ بهره دارایی‌ها و بدهی‌هاست و زمان دستیابی به جریان نقدی و سررسید دارایی و بدهی را بررسی می‌نماید. نحوه محاسبه آن، به‌این ترتیب می‌باشد که میانگین موزون زمانی به سررسید دارایی‌ها و بدهی‌ها تقسیم می‌شود. (وایدیانان^{۲۹}، ۱۹۹۹) رهنمای رودپشتی و همکاران (۱۳۹۴) محاسبات قیمت اوراق قرضه و اسناد خزانه را به ارزهای متفاوت و با

سررسیدهای مختلف با استفاده از فرمولهای محاسباتی مربوط در مثالهای متفاوتی بیان می‌دارند. برای انجام محاسبات، از دانش ریاضیات در زمینه مفاهیم دیفرانسیل، آنالیز عددی و دنباله‌ها و سری‌ها استفاده می‌شود و در نتیجه درک مفاهیم آن برای محاسبات برای تفسیر اطلاعات مربوط کمک می‌نماید. نیز مفاهیم مالی نظیر نرخ بازده داخلی و ارزش فعلی خالص نیز به محاسبات در زمینه ریاضیات گسسته نیاز دارد. امنس و همکاران (به نقل از مهرگان و همکاران، ۱۳۹۰) اشاره داشتند که روش انطباق جریان نقدی و ایمن‌سازی، شامل اطمینان از انطباق ایستا بین جریان نقدی سبد دارایی‌ها و تعهدات در بدهی‌هاست. با توجه به اینکه انطباق کامل، غیرممکن است، تکنیک دیگری وجود دارد که ایمن‌سازی نامیده می‌شود. تکنیک مدیریت ریسک نرخ بهره را می‌توان بیش از روش ساده مبتنی بر دوره انتظار توسعه داد.

۲-۴-۹- برای ارزیابی عملکرد واحدهای بانکی (شعب بانکی) بر اساس اقلام ترازنامه بانک، به مفاهیم پیشرفته‌تری مانند تحلیل پوششی داده‌ها^۳ و تحقیق در عملیات نیاز خواهیم داشت که مبتنی بر دانش ریاضیات می‌باشد. (جهانشاهلو و همکاران، ۱۳۸۷) از این رو، استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند با توجه به مفهوم کارایی نسبی، ارزیابی عملکرد مالی شعب بانک را با دقت ریاضی در سال‌های مختلف برآورد نماید.

چنانچه برای ایجاد نظام کارآمد از روشهای علمی بر مبنای ریاضیات به ویژه تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شود، موجب می‌شود که رتبه بندی دقیق و شفاف‌تری برای تعیین کارایی شعب حاصل شود. ابوالحسنی کومله و همکار (۱۳۹۳) بر اساس تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، رتبه بندی شعب بانک صنعت و معدن از مدل اندرسون-پترسون استفاده و سپس اطلاعات به دست آمده را تحلیل و پیشنهادهای اجرایی ارائه نمودند. ابوالحسنی کومله و همکاران (۱۳۹۵)، مسائل کلامی و حل آنها در دنیای واقعی با استفاده از روش مدل‌سازی ریاضی بیان کرده و سپس کاربردی از مدل‌سازی ریاضی و حل آن با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس متغیر ورودی سرمایه فکری و متغیر خروجی عملکرد مالی (با در نظر گرفتن پژوهش‌های گذشته) برای ارزیابی عملکرد مالی در یک بانک تخصصی- توسعه‌ای در کشور طی سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۳ برآورد و نتایج حاصل را تحلیل نمودند.

۲-۴-۱۰- برای مدیریت ترازنامه، نیاز به محاسبه انواع ریسک (از قبیل ریسک نقدینگی، ریسک نرخ سود، ریسک بازار، ریسک اعتباری، و ریسک سرمایه و ...) خواهد بود که با توجه به داده‌های قطعی در ترازنامه در دوره‌های گذشته، با استفاده از نظریه احتمالات ریاضی و مدل‌سازی ریاضی، پیش‌بینی ریسک مربوط، انجام می‌گردد. اصطلاح نقدینگی از دیدگاه بانکداری به معنای نقدینگی

مربوط به تأمین مالی یا دسترسی به وجوه نقد است. ثابتی (۱۳۸۵)، مدل تأمین مدیریت نقدینگی در بانک صنعت و معدن را با استفاده از مدل‌سازی ریاضی طراحی و تدوین نمود. ریسک اعتباری، نوعی خطر بالقوه است که وام‌گیرنده قادر و یا مایل به انجام تعهدات خود و بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات دریافتی طبق ضوابط و شرایط مندرج در قرارداد با بانک نمی‌باشد. لذا بازپرداخت اقساط تسهیلات به صورت مانده مطالبات سررسید گذشته، معوق و مشکوک الوصول ثبت شده و موجب عدم توانمندی بانک در ایفای تعهدات خود می‌گردد. ریسک نقدینگی، ریسک شهرت و سایر مخاطرات از نتایج و عواقب ریسک اعتباری در سطح کلان یک بانک به شمار می‌روند. (بانک صنعت و معدن، ۱۳۹۴) کوزمیدو و زوپانودیز^{۳۱} (۲۰۰۲)، یک روش مدیریت دارایی و بدهی را در محیطی با یک نرخ بهره ایستا معرفی کردند. هدف از این مدل، توسعه یک ابزار بهینه سازی برای سناریوهای نرخ بهره و تعیین ترازنامه بهینه با توجه به سود، ریسک، نقدینگی و دیگر متغیرهای نامعلوم است. این مدل از اطلاعات یک بانک بزرگ تجاری در یونان در سال ۱۹۹۹ استفاده نموده است. یکی از مدل‌های پیشرو در مدیریت دارایی و بدهی، مدل چارلز و چمبرز (۱۹۶۱) است. این مدل مربوط به یک پرتفوی بهینه برای یک بانک اختصاصی در طول دوره‌های زمانی مختلف بود و مقررات وضع‌شده از سوی بانک، به عنوان محدودیت‌های مدل تفسیر شد که سطحی از ریسک قابل قبول را در نظر می‌گرفت.

۲-۴-۱۱- تکنیک‌های داده‌کاوی^{۳۲}، برای کشف تقلب و ناهنجاری‌ها در مدیریت ترازنامه برای حسابرسی یک بانک به کار می‌آید و از این طریق، داده‌های دستکاری‌شده کشف‌شده و به مدیران، در تصمیم‌گیری کمک می‌شود. داده‌کاوی، پل ارتباطی میان علم آمار، علم کامپیوتر، ریاضیات گسسته، هوش مصنوعی، الگو شناسی، فراگیری ماشین و بازنمایی بصری داده‌ها است. تکنیک‌های داده‌کاوی، در شناسایی تقلب در صورت‌های مالی سودمند هستند و از طرفی، به‌عنوان کانون هدایت تفکر در مدیریت کسب و کار جهت تقلب می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. (رهنمای رودپشتی، ۱۳۹۱) فراسر، هاردلی و لین (۱۹۹۷) به نقل از رهنمای رودپشتی (۱۳۹۱)، تکنیک‌های تحلیلی احتمالی اجمالی را به صورت غیر کمی، نمونه کمی و پیشرفته کمی طبقه‌بندی نمودند. تکنیک‌های پیشرفته کمی، شامل روش‌های پیچیده به‌کارگیری آمار و هوش مصنوعی مانند شبکه عصبی و تحلیل رگرسیون بود. یکی از فعالیت‌های اصلی داده‌کاوی، کشف الگو (مدل) می‌باشد که از اطلاعات موجود در پایگاه داده‌ها و ترازنامه‌ی یک بانک استخراج و کشف می‌شود. بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده، این تکنیک به دانش ریاضیات و احتمالات ریاضی در زمینه‌های شبکه عصبی و فازی، رگرسیون لجستیک، توزیعی، درخت تصمیم‌گیری (ریاضیات گسسته)، احتمالات (قضیه بیز) نیاز دارد.

۲-۴-۱۲- بیدار (۱۳۸۲) در پایان نامه خود با عنوان "ارزیابی مدیریت وجه نقد در بانک ملت"، مدیریت دارایی بانک ملت را بررسی نمود که البته در پژوهش وی، بر مدیریت وجه نقد به عنوان یکی از عمده ترین عنصر دارایی ها تمرکز شده است. روش به کار گرفته شده در پژوهش وی، مدیریت وجه نقد از طریق محاسبه هزینه فرصت است.

۳- روش شناسی پژوهش

روش تحقیق در این پژوهش بر مبنای هدف از نوع کاربردی و از نظر روش، بر مبنای مدل سازی ریاضی است. در این تحقیق، با استفاده از تلفیق دانش مالی و دانش ریاضی، تحلیل و ارزیابی مناسب تری برای مدیریت دارایی و بدهی در یک بانک توسعه ای ارائه گردید. در این پژوهش، دو نمونه از مسائل کلامی (یک نمونه در زمینه حساب و نمونه دیگر در زمینه جبر) در مدیریت ترازنامه مطرح شده که در آن، روش مدل سازی ریاضی برای حل مساله به کار رفته است.

روش جمع آوری داده های در این پژوهش به شرح زیر می باشد:

- برای حل مساله کلامی حسابی در این مطالعه، اقلام ترازنامه در سال های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ با توجه به موقعیت واقعی یک بانک توسعه ای در نظر گرفته شده است. ساختار ترازنامه با توجه به موقعیت واقعی همان بانک، نمایش داده شده است.
- برای حل مساله کلامی جبری، داده های واقعی شعب یک بانک توسعه ای در سال ۱۳۹۲ در نظر گرفته شده است که از سیستم های اطلاعاتی موجود در آن بانک مبتنی بر گزارش سالیانه صورت های مالی شعب همان بانک، استخراج شده است. تحلیل اطلاعات مستخرج از حل مساله نیز در محیط واقعی با توجه به شناخت محقق از سایر اقلام اطلاعاتی ساختار نیروی انسانی و گزارش سالیانه همان بانک، انجام شده است. شاخص های ورودی و خروجی نیز با توجه به اقلام ترازنامه و در راستای توسعه ای بودن بانک مورد نظر و شناخت پژوهشگر از عملیات اجرایی شعب آن بانک، شناسایی شد.

۳-۱- مطالعه موردی ۱: مساله کلامی در زمینه حساب

ودج (۲۰۰۳) استدلال کرد که وارد کردن حساب^{۳۳} به درون ریاضیات، تقویت کلاس درس ریاضی، جامعه وزندگی روزمره بزرگسالان را میسر می سازد. به گفته ایوانز^{۳۴} (۲۰۰۰) حساب، توانایی پردازش، تفسیر و ارتباط عددی، کمی، فضایی، آماری، حتی ریاضی، داده ها در روش هایی هست که برای زمینه های متفاوت، مناسب هستند. از دیدگاه اسپچمیت و منلی^{۳۵} (۲۰۰۶) و وودج (۲۰۰۳)، حساب شامل مهارت های ریاضی کاربردی و درک می باشد که اصولاً، همه مردم نیاز

داشته باشند. حساب در زمان و فضا همراه با تغییرات اجتماعی و توسعه فناوری تغییر می‌کند. به عبارت دیگر، حساب شامل دانش مهارت‌های مورد استفاده برای مدیریت مؤثر خواسته‌های ریاضی در موقعیت شخصی، اجتماعی و کاری در ترکیب با توانایی تطبیق و سازگاری منعطف با خواسته‌های جدید در جامعه‌ای بسیار پویا می‌باشد به طوری که تا حدود زیادی از طریق تکنولوژی و اطلاعات کمی غالب شود. (گروانستبجن، به نقل از ودج ۲۰۰۲) بنابراین، حساب به‌عنوان توانایی اشخاص برای اجرای رضایت‌بخش فعالیت‌های مختلف در جامعه مدرن در نظر گرفته می‌شود. این فعالیت‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، اطلاعات کمی را در برمی‌گیرد. علاوه بر این، ودج (۲۰۰۱) استدلال کرد که مدیریت هر موقعیت حسابی برای بزرگسالان بر اساس فرهنگ آن‌ها و پیش‌زمینه دانشگاهی پایه‌گذاری شده است. گینسبرگ، منلی و اسمیچت (۲۰۰۶) سه مؤلفه اصلی شامل زمینه، محتوا، شناخت فرایندهای احساسی را به منظور شکل‌دهی و ساخت حساب بزرگسالان معرفی کردند. زمینه می‌تواند به شخص، خانواده و محیط کار یا جامعه مربوط باشد. محتوا به عنوان دانش ریاضی تعریف شده که برای انجام وظایف مرتبط، دانستن آن ضروری است، زمینه شامل (آ) عدد و درک عددی (ب) مدل‌ها، توابع و جبر (ج) اندازه‌گیری و شکل (د) اطلاعات، آمار و احتمالات می‌باشد. شناخت و فرایندهای احساسی شخصی را قادر به حل مسائل و در نتیجه ارتباط بین زمینه و محتوا می‌سازد.

مساله کلامی زیر به عنوان نمونه ساده ای از کاربرد علم حساب در بازنمایی ساختار ترازنامه و تحلیل نسبت های مالی می باشد.

مساله کلامی ۱: ساختار ترازنامه یک بانک توسعه‌ای را به زبان ریاضی بیان کنید. (در صورتی که بدهی جاری در ترازنامه یک بانک توسعه ای، کاهش/ افزایش یابد، نسبت جاری آن بانک، چه تغییری خواهد یافت؟)

۳-۲- مطالعه موردی ۲: مساله کلامی در زمینه جبر

تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیکی است که در آن، برای حل مسائل کلامی جبری از روش مدل‌سازی ریاضی استفاده می‌شود. در کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در صنعت بانکداری، فرض بر این است که بانک به‌عنوان یک سیستم تلقی شده و ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم با شناخت دقیق از فعالیت‌های بانکی در یکی از بانک‌های توسعه‌ای کشور مشخص شود. (ابوالحسنی و ابوالحسنی، ۱۳۹۳) روش ناپارامتری برای تخمین تابع تولید توسط فارل (۱۹۵۷) مطرح شد. در این روش، شکل خاصی از یک تابع را برای تخمین تابع تولید در نظر گرفته و با استفاده از مدل‌سازی ریاضی، پارامترهای تابع تعیین می‌شود. منظور از تابع تولید، تابعی است که برای هر

ترکیب خطی از شاخص‌های ورودی، بیشینه مقدار را برای شاخص‌های خروجی، محاسبه می‌نماید. کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده را می‌توان با داشتن تابع تولید اندازه‌گیری نمود. با عنایت به اینکه در مورد تحلیل پوششی داده‌ها و کاربردهای آن، به تفصیل در کتاب‌های تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته شده، صرفاً به معرفی برخی مدل‌های آن اکتفا می‌نماییم. چارنز، کوپر و رودز، دیدگاه فارل را توسعه داده و مدلی ارائه نمودند که توانایی محاسبه‌ی کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشته باشد و آن‌ها مدل خود را $CCR^{۳۶}$ نامیده‌اند که با فرض بازده به مقیاس ثابت بیان شده است.

• معرفی مدل CCR با ماهیت ورودی:

Min θ

$$\begin{aligned} \text{s.t. } \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io} \quad \text{و } i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad \text{و } r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n \end{aligned} \quad (۲)$$

و فرم استاندارد آن به شکل ذیل هست:

Min θ

$$\begin{aligned} \text{s.t. } \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{io} \quad \text{و } i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \quad \text{و } r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad j=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s \end{aligned} \quad (۳)$$

• مدل CCR با ماهیت خروجی

Max φ

$$\begin{aligned} \text{s.t. } \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io} \quad \text{و } i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi y_{ro} \quad \text{و } r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad j=1, \dots, n \end{aligned} \quad (۴)$$

و فرم استاندارد آن به شکل ذیل هست:

Max φ

$$\begin{aligned} \text{s.t. } \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} \quad \text{و } i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \varphi y_{ro} \quad \text{و } r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad j=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s \end{aligned} \quad (۵)$$

• مدل CCR با ماهیت ترکیبی

Max θ

$$\begin{aligned} \text{s.t. } \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}(1 - \theta) \quad \text{و } i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi y_{ro}(1 + \theta) \quad \text{و } r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n \end{aligned} \quad (۶)$$

ملاحظه می‌شود: اقلام "دارایی‌ها" و "بدهی‌ها" در ساختار ترازنامه یک بانک، به ترتیب همان شاخص‌های "خروجی" و "ورودی" واحدهای تصمیم‌گیرنده می‌تواند در نظر گرفته شود. مساله کلامی جبری زیر به‌عنوان نمونه‌ای از مسائل کلامی ریاضی با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر داده‌های موجود در ترازنامه، برای ارزیابی عملکرد شعب یک بانک توسعه‌ای می‌باشد که با یک مدل ریاضی، جواب مناسب به دست می‌آید:

مساله کلامی ۲: در یک بانک توسعه‌ای که ۶۹ شعبه فعال دارد، شعب کارا را از شعب ناکارا با توجه به اقلام ترازنامه، تفکیک نماید.

۴- یافته‌های پژوهش

در این بخش، یافته‌های پژوهش برای دو مساله کلامی حسابی و جبری طرح شده، بیان می‌شود:

۴-۱- یافته‌های پژوهش برای مساله کلامی (در زمینه حساب)

با توجه به اینکه شناخت اقلام ترازنامه برای مدیریت ترازنامه و گزارشگری مالی مبتنی بر آن برای اتخاذ تصمیم مدیریتی ضروری می‌باشد، ساختار ترازنامه یک بانک توسعه‌ای به شرح ذیل با ادبیات مالی بیان می‌شود که در آن، داده‌های ترازنامه، فرضی است. سپس، ساختار ذی‌ربط را به زبان ریاضیات بازنمایی نموده و تحلیل نسبت جاری از منظر مساله کلامی بررسی می‌شود. در ادامه، نتایج مجدداً، به ادبیات مالی برگردانده می‌شود.

ترازنامه

۲۹ اسفند ۱۳۹۳

دارایی‌ها	یادداشت	۱۳۹۳/۱۲/۲۹	۱۳۹۲/۱۲/۲۹	بدهی‌ها و حقوق صاحبان سهام	یادداشت	۱۳۹۳/۱۲/۲۹	۱۳۹۲/۱۲/۲۹
نقد	(۳)	۳۴۵	۲۷۸	بدهی به بانک مرکزی	(۱۵)	۱۸۵.۵۹	۴۷۰.۶۲
مطالبات از بانک مرکزی	(۴)	۴۸۸.۵	۷۸۱.۵	بدهی به بانکها و موسسات اعتباری	(۱۶)	۴۷۲.۹	۳۸۰.۷
مطالبات از بانکها و موسسات اعتباری	(۵)	۴۶۴.۱۳	۷۲۹.۱۴	سرمایه های دنداری	(۱۷)	۲۰۵.۲۷	۵۳۱.۲۶
تسهیلات اعطایی و مطالبات از بخش دولتی	(۶)	۶۶۲.۱	۶۷۷.۱	سرمایه های بس انداز و مشابه	(۱۸)	۲۷۰.۱	۹۶۱
تسهیلات اعطایی و مطالبات از بخش غیردولتی	(۷)	۱۹۸.۱۰۷	۱۹۴.۴۳۹	سرمایه های سرمایه گذاری مدت دار	(۱۹)	۶۱۸.۲۱	۵۸۲.۲۱
سرمایه گذاریها و مشارکتها	(۸)	۴۲۳.۴	۳۹۸.۳	سایر سپرده ها	(۲۰)	۶۶۲.۳	۵۸۷.۳
دارائیهای ثابت مشهود	(۹)	۴۹۶.۱	۹۶۶	سایر بدهیها و ذخایر	(۲۱)	۲۲۸.۷۷	۹۰۶.۸۵
				جمع بدهیها		۶۴۲.۱۹۹	۴۱۸.۲۰۸
				حقوق صاحبان سهام:			
				سرمایه	(۲۳)	۷۲۲.۲۰	۷۷۷.۲۱
				اندوخته قانونی	(۲۴)	۷۹۲.۱	-۹۶.۲
				سایر اندوخته ها	(۲۵)	۹۹۹.۵	۴۲۴.۳
				مانده سود (زمان) اتیانسه		۱۵۴	۸۶۳
				جمع حقوق صاحبان سهام		۶۶۸.۲۸	۱۶۰.۲۸
جمع دارائیها		۵۷۸.۲۳۶	۳۰۹.۲۲۸	جمع بدهی ها و حقوق صاحبان سهام		۳۰۹.۲۲۸	۵۷۸.۲۳۶
تعهدات بابت اعتبارات اسنادی	(۱۱)	۸۲۶.۲۵۴	۲۵۸.۱۰۳	طرف تعهدات بابت اعتبارات اسنادی	(۱۱)	۲۵۸.۱۰۳	۸۳۶.۲۵۴
تعهدات بابت ضمانتنامه ها	(۱۲)	۸۰۰.۷	۰۹۴.۷	طرف تعهدات بابت ضمانتنامه ها	(۱۲)	۰۹۴.۷	۸۰۰.۷
سایر تعهدات	(۱۳)	۷۶۹.۱۱۳	۵۸۱.۸۲	طرف سایر تعهدات	(۱۳)	۵۸۱.۸۲	۷۶۹.۱۱۳
وجوه اداره شده و موارد مشابه	(۱۴)	۷۴۷.۷	۵۳۹.۷	طرف وجوه اداره شده و موارد مشابه	(۱۴)	۷۴۷.۷	۵۳۹.۷

یادداشت‌های توضیحی، جز لاینفک صورت‌های مالی است.

بازنمایی ترازنامه به زبان ریاضیات

اقدام ترازنامه به صورت متغیرهای ذیل با استفاده از مسائل کلامی حسابی، بیان می‌شود.

جدول ۱- بازنمایی ترازنامه به زبان ریاضیات

متغیر	بدهی‌ها و حقوق صاحبان سهام	متغیر	دارایی‌ها
L_1	بدهی به بانک مرکزی	A_1	نقد
L_2	بدهی به بانکها و موسسات اعتباری	A_2	مطالبات از بانک مرکزی
L_3	سپرده های دیداری	A_3	مطالبات از بانکها و موسسات اعتباری
L_4	سپرده های پس انداز و مشابه	A_4	تسهیلات اعطایی و مطالبات از بخش دولتی
L_5	سپرده های سرمایه گذاری مدت دار	A_5	تسهیلات اعطایی و مطالبات از بخش غیردولتی
L_6	سایر سپرده ها	A_6	سرمایه گذاریها و مشارکتها
L_7	سایر بدهیها و ذخایر	A_7	دارائیهای ثابت مشهود
$\sum_{i=1}^7 L_i$	<u>جمع بدهیها</u>	A_8	سایر داراییها
	<u>اقدام حقوق صاحبان سهام</u>	A_9	اقدام در راه
E_1	سرمایه	$\sum_{i=1}^9 A_i$	<u>جمع داراییها</u>
E_2	اندوخته قانونی		<u>اقدام زیر خط دارایی ها</u>
E_3	سایر اندوخته ها	UA_1	تعهدات بابت اعتبارات اسنادی
E_4	مانده سود(زیان) انباشته	UA_2	تعهدات بابت ضمانتنامه ها
$\sum_{i=1}^4 E_i$	<u>جمع حقوق صاحبان سهام</u>	UA_3	سایر تعهدات
$\sum_{i=1}^4 E_i + \sum_{i=1}^7 L_i$	<u>جمع بدهی ها و حقوق صاحبان سهام</u>	UA_4	وجوه اداره شده و موارد مشابه
	<u>اقدام زیر خط بدهی ها</u>		
UL_1	طرف تعهدات بابت اعتبارات اسنادی		
UL_2	طرف تعهدات بابت ضمانتنامه ها		
UL_3	طرف سایر تعهدات		
UL_4	طرف وجوه اداره شده و موارد مشابه		

با توجه به متغیرهای جدول (۱)، معادله اصلی حسابداری به صورت ذیل نوشته می‌شود:

$$\sum_{i=1}^9 A_i = \sum_{i=1}^4 E_i + \sum_{i=1}^7 L_i \quad (۷)$$

$$\sum_{i=1}^4 UA_i = \sum_{i=1}^4 UL_i \quad (۸)$$

مشاهده می‌شود که در تبدیل فوق، از اعمال حسابی (جمع و تفریق) در ریاضیات استفاده شده است. از آنجاکه از تقسیم ارقام ترازنامه بر یکدیگر، نسبت‌های مالی حاصل می‌شود. لذا برای درک مفهومی نسبت‌های مالی، به شاخص‌های ریاضی موردنیاز (نسبت، دسی مال) نیاز خواهیم داشت. به نظر می‌رسد درک روابط ریاضی بین شاخص‌های مالی در تحلیل مناسب نسبت‌های مالی تاثیرگذار است. همچنین بازنمایی شاخص‌های مالی به صورت نمودار ریاضی، در تحلیل مناسب مالی و در نتیجه آن، اتخاذ تصمیم، تاثیر مثبتی دارد.

تحلیل نسبت‌های مالی

مساله کلامی زیر به عنوان نمونه ساده ای از کاربرد علم حساب در تحلیل نسبت های مالی می باشد.

مساله کلامی: در صورتی که بدهی جاری در ترازنامه یک بانک توسعه ای، کاهش/ افزایش یابد، نسبت جاری آن بانک، چه تغییری خواهد یافت؟

حل مساله کلامی:

داریم: $\frac{\text{دارایی جاری}}{\text{بدهی جاری}} = \text{نسبت جاری}$

فرض کنیم: دارایی جاری = X_1 و بدهی جاری = Y_1 ، و نسبت جاری = R_1

با توجه به اینکه در دنیای واقعی، اعداد منفی وجود ندارد، لذا می‌بایست $X, Y \geq 0$

برای حل این مساله چهار حالت به شرح ذیل، پیش خواهد آمد.

فرض کنیم: بدهی جاری تغییر یافته = Y_2 و نسبت جاری جدید = R_2

لذا با توجه به روابط ترتیبی بین اعداد، سه حالت زیر وجود دارد:

- ۱- اگر $Y_1 < Y_2$ ، آنگاه خواهیم داشت: $\frac{1}{Y_1} > \frac{1}{Y_2}$ ، آنگاه: $\frac{X_1}{Y_1} > \frac{X_1}{Y_2}$ در نتیجه $R_1 > R_2$
- ۲- اگر $Y_1 > Y_2$ ، آنگاه خواهیم داشت: $\frac{1}{Y_1} < \frac{1}{Y_2}$ ، آنگاه: $\frac{X_1}{Y_1} < \frac{X_1}{Y_2}$ در نتیجه $R_1 < R_2$
- ۳- اگر $Y_2 = Y_1$ ، آنگاه خواهیم داشت: $\frac{1}{Y_1} = \frac{1}{Y_2}$ ، آنگاه: $\frac{X_1}{Y_1} = \frac{X_1}{Y_2}$ در نتیجه $R_1 = R_2$

توجه: در صورتی که $Y_2 = 0$ ، مفهوم بی‌نهایت و یا تعریف نشده در ریاضیات تداعی خواهد شد، چراکه با کوچک شدن مخرج، نسبت تعیین شده به سمت بینهایت بزرگ میل می‌نماید. با توجه به روابط ریاضی، نتایج در ادبیات مالی به شرح زیر تفسیر می‌شود:

- اگر بدهی جاری در یک بانک توسعه‌ای افزایش یابد، نسبت جاری آن کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر؛ توان بانک در بازپرداخت بدهی جاری از محل دارایی جاری کاهش می‌یابد.
- اگر بدهی جاری در یک بانک توسعه‌ای کاهش یابد، نسبت جاری آن افزایش می‌یابد، به عبارت دیگر؛ توان بانک در بازپرداخت بدهی جاری از محل دارایی جاری افزایش می‌یابد.
- اگر بدهی جاری، بدون تغییر باشد، نسبت جاری نیز بدون تغییر می‌باشد، به عبارت دیگر؛ توان بانک در بازپرداخت بدهی جاری از محل دارایی جاری تغییری نمی‌کند.
- اگر بدهی جاری به صفر کاهش یابد، نسبت جاری بی‌نهایت (تعریف نشده) تلقی می‌شود، یعنی؛ بانک قادر به به کارگیری دارایی جاری خود نیست.

به همین ترتیب، استدلال‌های منطقی و درک منطقی اصول ریاضیات پایه در مسائل کلامی ساخته شده برای سایر نسبت‌های مالی و بررسی تأثیرات اقلام ترازنامه به مدیریت بانک کمک خواهد کرد که بتواند با تحلیل مناسب، تصمیم مدیریتی در زمینه دارایی‌ها و بدهی‌ها با توجه به تحلیل نسبت‌های مالی اتخاذ نماید.

۴-۲- حل مساله کلامی جبری با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها^{۳۷} در مدیریت دارایی و

بدهی بانک

فرض بر این است که بانک به‌عنوان یک سیستم تلقی شده و ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم با شناخت دقیق از فعالیت‌های بانکی در یکی از بانک‌های توسعه‌ای کشور مشخص شود. در این مقاله، تلاش بر این بوده که مدلی در نظر گرفته شود که نشان‌دهنده عملکرد واقعی شعب بانک باشد. منظور از واحدهای تصمیم‌گیرنده، شعب یک بانک توسعه‌ای مطابق اقلام ترازنامه سال ۱۳۹۲ هجری شمسی می‌باشند.

مساله کلامی: در یک بانک توسعه‌ای که ۶۹ شعبه فعال دارد، شعب کارا را از شعب ناکارا با توجه به اقلام ترازنامه، تفکیک نمایید.

حل مساله:

برای حل این مساله می‌توان با استفاده از دانش ریاضی و کاربردی از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، مدل مناسب را تعیین نمود. (به دلیل اینکه کنترلی بر روی خروجی‌های شعبه وجود ندارد، از روش ورودی محور استفاده می‌شود.)

در ابتدا شاخص‌های ورودی و خروجی با توجه به ارقام ترازنامه و در راستای توسعه‌ای بودن بانک موردنظر، شناسایی شد. همچنین به‌منظور شناسایی منابع و مصارف بانک، مطالبات و خدمات بانک، ساختار درآمدی و هزینه‌ها و منابع و مصارف نیز موردبررسی قرار گرفته که درنهایت، شاخص‌ها به شرح ذیل تعیین شد.

◀ ارائه تسهیلات

عبارت است از تمامی تسهیلات اعطایی شعب بانک. این شاخص، کمی، غیر تجمعی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع، به‌عنوان یک شاخص خروجی مورداستفاده قرار گرفته است.

◀ گشایش اعتبارات

عبارت است از تمامی اعتبارات گشایش‌یافته شعب بانک. این شاخص، کمی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع، به‌عنوان یک شاخص خروجی مورداستفاده قرار گرفته است.

◀ صدور ضمانت‌نامه

عبارت است از تمامی ضمانت‌نامه‌های صادرشده شعب بانک. این شاخص، کمی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع، به‌عنوان یک شاخص خروجی مورداستفاده قرار گرفته است.

◀ مبلغ وصول مطالبات

عبارت است از میزان وصول مطالبات توسط شعب بانک. این شاخص، کمی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع، به‌عنوان یک شاخص خروجی مورداستفاده قرار گرفته است.

◀ مبلغ سود

عبارت است از میزان سود حاصل از ارائه خدمات بانکی توسط شعب بانک. این شاخص، کمی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع، به‌عنوان یک شاخص خروجی مورداستفاده قرار گرفته است.

◀ مبلغ چهار سپرده اصلی (شامل: سپرده‌های کوتاه‌مدت، بلندمدت، جاری، قرض‌الحسنه)

این شاخص، کمی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع به‌عنوان یک شاخص ورودی در نظر گرفته شد.

◀ هزینه‌های عملیاتی

این شاخص، کمی، غیر تجمعی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع به‌عنوان یک شاخص ورودی لحاظ شد.

◀ هزینه‌های غیرعملیاتی

این شاخص، کمی، غیر تجمعی و قطعی بوده و به‌صورت مانده مقاطع به‌عنوان یک شاخص ورودی لحاظ شد.

داده های این شاخصها ، با توجه به عملکرد شعب در یک بانک توسعه ای از سیستم اطلاعاتی همان بانک و بر اساس اقلام ترازنامه استخراج گردید.
سپس با استفاده از نرم افزار GAMS که به حل مساله در دنیای واقعی می پردازد^{۳۸}، داده ها در مدل CCR ورودی- محور وارد شده و جواب مورد نظر به دست آمد:

جدول شماره ۲- نتایج ارزیابی عملکرد شعب یک بانک توسعه ای برای تعیین کارایی

نام شعبه	میزان کارایی	نام شعبه	میزان کارایی	نام شعبه	میزان کارایی
شعبه ۱	1.000000	شعبه ۲۵	0.987213	شعبه ۴۹	0.197242
شعبه ۲	1.000000	شعبه ۲۶	1.000000	شعبه ۵۰	0.271548
شعبه ۳	1.000000	شعبه ۲۷	0.796525	شعبه ۵۱	0.864331
شعبه ۴	0.809632	شعبه ۲۸	1.000000	شعبه ۵۲	0.708064
شعبه ۵	0.626519	شعبه ۲۹	0.773070	شعبه ۵۳	0.489097
شعبه ۶	1.000000	شعبه ۳۰	0.254993	شعبه ۵۴	1.000000
شعبه ۷	0.475185	شعبه ۳۱	0.018449	شعبه ۵۵	0.011403
شعبه ۸	1.000000	شعبه ۳۲	1.000000	شعبه ۵۶	1.000000
شعبه ۹	1.000000	شعبه ۳۳	0.846319	شعبه ۵۷	0.442927
شعبه ۱۰	0.381475	شعبه ۳۴	0.164770	شعبه ۵۸	0.732405
شعبه ۱۱	0.958377	شعبه ۳۵	0.119265	شعبه ۵۹	1.000000
شعبه ۱۲	1.000000	شعبه ۳۶	0.553154	شعبه ۶۰	0.579428
شعبه ۱۳	0.837007	شعبه ۳۷	0.093667	شعبه ۶۱	0.449737
شعبه ۱۴	1.000000	شعبه ۳۸	1.000000	شعبه ۶۲	0.000000
شعبه ۱۵	0.435512	شعبه ۳۹	0.733187	شعبه ۶۳	0.001146
شعبه ۱۶	1.000000	شعبه ۴۰	0.819330	شعبه ۶۴	0.301498
شعبه ۱۷	0.658633	شعبه ۴۱	0.816498	شعبه ۶۵	0.069703
شعبه ۱۸	0.980023	شعبه ۴۲	0.921304	شعبه ۶۶	0.000000
شعبه ۱۹	0.988232	شعبه ۴۳	0.019972	شعبه ۶۷	0.389544
شعبه ۲۰	1.000000	شعبه ۴۴	0.710207	شعبه ۶۸	0.425243
شعبه ۲۱	1.000000	شعبه ۴۵	1.000000	شعبه ۶۹	0.023643
شعبه ۲۲	0.521480	شعبه ۴۶	0.288288		
شعبه ۲۳	1.000000	شعبه ۴۷	1.000000		
شعبه ۲۴	0.815476	شعبه ۴۸	0.116934		

با به کار بردن مدل CCR ورودی، شعب کارا را از شعب ناکارا تفکیک نموده و مشخص می‌نماییم که کدامین شعب، با شرایط بازده به مقیاس ثابت، کارا هستند.

جدول شماره (۲) نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن ۳ شاخص ورودی و ۵ شاخص خروجی به شرح فوق، ۲۱ شعبه این بانک، کارا هستند. همچنین ۵ شعبه، اختلاف بسیار اندکی برای رسیدن به مرز کارایی دارند و با گسترش فعالیت‌هایشان می‌توانند کارا شوند. شعبه‌هایی نیز که کارایی صفر داشته، در واقعیت جزء شعبه‌های جدیدالتأسیس بانک می‌باشند که در مقطع زمانی این ارزیابی، هنوز فعالیت خود را شروع نکرده بودند. همچنین در این بانک توسعه‌ای مشاهده شد که شعب با کارایی پایین نیز، جزء شعبی می‌باشند که از تاریخ افتتاح آن‌ها، زمان کمی گذشته و لازم است با اتخاذ سیاست‌های مدیریتی و راهبردی، مقدار شاخص‌های خروجی خود را افزایش دهند.

نتایج حاصل از این پژوهش، حاکی از آن است که شعب ناکارا برای بهبود عملکرد خود نیاز دارند هزینه‌های غیرعملیاتی خود را کاهش داده و هزینه‌های عملیاتی خود را تاندازه‌ای تقلیل دهند. از این رو، پیشنهاد می‌شود کارکنان شعبی که دارای تجربه کاری بیشتری می‌باشند و در شعب کارا اشتغال دارند، (به‌طور مقطعی) در شعبی که دارای کمترین کارایی بوده و کارکنان آن، دارای سابقه‌ی کاری کمتری هستند، به کار گرفته شوند. این موضوع موجب می‌شود که با اتخاذ سیاست‌های مناسب و انتقال تجربه از طریق افزایش سرمایه فکری، شعب با کارایی پایین، به مرز کارایی نزدیک‌تر شوند.

در حل مساله فوق، ملاحظه شد: تحلیل نتایج حاصل از تفسیر داده‌های حاصل از حل این مدل ریاضی، با آنچه در واقعیت وجود داشته، همخوانی داشته است. (به‌عنوان مثال شعبی که کارا شناخته شده، کارکنان باتجربه بالاتر داشته که در جلسات تصمیم‌سازی آن بانک نیز حضور داشته‌اند.) از این رو، تحلیل و ارزیابی داده‌ها در دنیای ریاضی در تحلیل و ارزیابی شعب در عملکرد بانک اثرگذار است.

با توجه به طرح مساله کلامی این پژوهش در زمینه حساب و حل این مساله مشاهده می‌شود: بیان مسائل کلامی حسابی و حل آن مسائل به زبان دقیق ریاضی، در تحلیل واحدهای مالی و شاخصهای آن، تاثیر قابل توجهی داشته و احتمال خطای تحلیل را کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر، مدل‌سازی ریاضی برای حل مسائل کلامی حسابی در تحلیل دقیق‌تر پدیده‌های واقعی مالی، تاثیر قابل توجهی دارد و در نتیجه‌ی آن، تحلیل مسائل مالی در بانک دقیق‌تر و منطقی‌تر می‌شود، چرا که ریاضیات، زبان دقیق بیان پدیده‌های هستی است و با تعیین دقیق روابط بین متغیرهای ریاضی، روابط بین پدیده‌های مالی را آشکار می‌سازد.

همچنین با توجه به طرح مساله کلامی این پژوهش در زمینه جبر و حل این مساله مشاهده می‌شود: بیان مسائل کلامی و حل آن مسائل به زبان دقیق ریاضی، در ارزیابی واحدهای مالی و تحلیل روابط بین شاخص‌های مالی، تاثیر قابل توجهی داشته و احتمال خطای ارزیابی را به دلیل خطای انسانی کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر، مدلسازی ریاضی برای حل مسائل کلامی جبری در نقد و ارزیابی دقیق‌تر پدیده‌های واقعی مالی، تاثیر قابل توجهی دارد و خطای هاله‌ای ناشی از نگرش افراد را نسبت به ارزیابی مالی واحدهای بانکی کاهش می‌دهد.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

در این پژوهش، مساله کلامی در زمینه حسابداری (ساختار ترازنامه، نسبت‌های مالی) و جبری (تعیین کارایی شعب) بر اساس ارقام ترازنامه یک بانک توسعه‌ای مطرح و بررسی گردید و سپس، نتایج حاصل با توجه به مدل‌سازی ریاضی تفسیر و ارزیابی شد. نتایج این پژوهش، نشان داد برای حل مسائل کلامی در زمینه مالی، دانش مالی و کاربرد آن در تحلیل‌های مالی، از یک سو و دانش ریاضیات برای محاسبات مربوط به امور مالی و کاربرد آن برای تحلیل و ارزیابی داده‌ها از سوی دیگر موردنیاز خواهد بود. از این رو، درک دانش ریاضی برای استفاده‌کنندگان مالی به‌ویژه مدیریت ترازنامه، ضروری به نظر می‌رسد، در غیر این صورت، حتی باوجود دانش آن، (به دلیل عدم آموزش کافی کارکنان مالی در این زمینه) در دنیای واقعی بدون استفاده باقی می‌ماند. پژوهش‌های دیگری (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ابوالحسنی کومله و همکار، ۱۳۹۳؛ پورزرندی و همکاران، ۱۳۹۲؛ مهرگان و همکاران، ۱۳۹۰؛ گنجی، ۱۳۸۸؛ ثابتی، ۱۳۸۵ و پورزرندی و منصوره، ۱۳۸۵) نیز نشان داده که برای اندازه‌گیری و انتخاب بهترین راه‌حل برای مدیریت ترازنامه، نیاز به محاسبات و مدل‌سازی ریاضی دارد.

با توجه به بررسی مبانی نظری و پژوهش انجام‌شده، مطرح‌شدن مسائل کلامی-که برای حل آن، نیاز به مدل‌سازی مساله هست- برای مدیریت ترازنامه در سایر زمینه‌ها (مانند مدیریت ریسک، سرمایه، دوره انتظار و موارد مشابه) ضروری به نظر می‌رسد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود حل این دو مساله کلامی، اهمیت کاربست ریاضی با رویکرد مسائل کلامی در امور مالی (مدیریت ترازنامه) را به خوبی، نمایان می‌سازد و به بیانی دیگر، کاربردهایی از ریاضیات در امور مالی (مدیریت ترازنامه) را از منظر حل مساله کلامی ریاضی در سطوح بالای شناخت (تحلیل و ارزیابی) بیان می‌کند تا به واسطه‌ی آن، تحلیل و ارزیابی امور مالی (مدیریت ترازنامه) با دقت و صحت بیشتری انجام شود. این پژوهش، اهمیت به‌کارگیری ریاضیات را در مسائل مالی از منظر حل مسائل کلامی ریاضی خاطر نشان می‌کند. با گسترش طرح این نوع

مسائل، جذابیت و سودمند بودن دانش ریاضی برای انجام دقیق امور مالی، آشکار می‌گردد و پرتوی هرچند باریک برای گسترش مرزهای بین رشته‌ای ریاضی و مالی تابیده می‌شود تا به دلیل نظام‌مند بودن و دقت ریاضی، مدیریت ترازنامه با دقت و صحت بیشتری انجام شود.

بنابراین این پژوهش، دریچه‌ای برای انجام پژوهش‌های بیشتر در زمینه تلفیق دانش ریاضی با امور مالی خواهد بود تا از رهگذر خلاقیت ریاضی - که برای حل مسائل کلامی ریاضی در امور مالی (به ویژه ترازنامه) ضروری است -، خلاقیت در امور مالی متبلور گردد و در نتیجه‌ی آن، مرزهای دانش، به اندازه‌ی ذره‌ای (هرچند اندک) جابجا گردد.

بنابراین در راستای پژوهش فوق و نتایج حاصل، پیشنهادهای زیر ارائه شد:

- درک مفهومی دانش ریاضی استفاده‌کنندگان در حل مسائل کلامی مانند مدیریت ترازنامه، در پژوهش‌های آینده مورد بررسی و آزمون قرار گیرد و مشکلات مربوط به حل این مسائل شناسایی شده و راهکارهایی برای بهبود درک و کاربرد این مفاهیم توسط استفاده‌کنندگان برای حل مساله کلامی ارائه شود.
- بانکها با شناسایی افراد کلیدی و برنامه‌ریزی به منظور یادگیری مستمر کارکنان، گامی مؤثر در جهت بهبود مدیریت دارایی و بدهی با دانش محتوایی ریاضی بردارد.
- مسائل کلامی در سایر زمینه‌های بیان‌شده در مدیریت ترازنامه در این پژوهش، مطرح شده و نتایج حاصل، با توجه به مدل‌سازی ریاضی تحلیل و ارزیابی شود.

فهرست منابع

- * ابوالحسنی کومله، سیده زهرا و ابوالحسنی کومله، سیده مریم. (۱۳۹۳). رتبه‌بندی شعب بانک صنعت و معدن با مدل اندرسون - پترسون و ارائه پیشنهاد در راستای رتبه‌بندی دقیق‌تر، ششمین کنفرانس بین‌المللی تحلیل پوششی داده‌ها (https://www.civilica.com/Paper-(DEA06-DEA06_266.html).
- * ابوالحسنی کومله، سیده زهرا، شنایی، سید نجیب‌الله، ابوالحسنی کومله، سیده مریم و داودی فرخد. (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد مالی در یک بانک توسعه‌ای با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی)، دومین همایش بانک‌های توسعه‌ای، (۱)، ۴۷۴-۴۴۹.
- * بانک صنعت و معدن. (۱۳۹۰). «برنامه راهبردی سوم ۹۴-۱۳۹۰ بانک صنعت و معدن». (https://www.dbim.com)
- * بیدار، هادی. (۱۳۸۲). ارزیابی مدیریت وجه نقد در بانک ملت، پایان نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد، مدیریت بازرگانی (گرایش مالی)، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- * پورزرنندی، محمدابراهیم، منصوره، غلامرضا. (۱۳۸۵). طراحی و تدوین الگوی ارزیابی آثار اعمال مدیریت دارایی و بدهی در بانکها با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی. مجله ریاضیات کاربردی واحد لاهیجان، ۳(۴)، ۳۳-۵۰.
- * پورزرنندی، محمدابراهیم، البرزی، محمود، حسین‌زاده لطفی، فرهاد و شهریاری، مجید. (۱۳۹۲). طراحی مدل ریاضی به‌منظور پیش‌بینی و بهینه‌سازی ساختار دارایی‌ها و بدهی‌ها در سیستم بانکی. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۴(۳)، ۷۸-۵۱.
- * ثابتی، معصومه. (۱۳۸۵). طراحی و تدوین مدل بهینه مدیریت نقدینگی در بانک صنعت و معدن، پایان نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد، مدیریت بازرگانی (گرایش مالی)، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.
- * جهانشاهلو، غلامرضا، حسین‌زاده لطفی، فرهاد و نیکو مرام، هاشم. (۱۳۸۷). تحلیل پوششی داده‌ها و کاربردهای آن، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- * کوپر، ویلیام، تون، کورا، سیفورد، لارنس. (۲۰۰۰). مترجم میرحسینی، سید علی. (۱۳۹۲). ترجمه کتاب تحلیل پوششی داده‌ها - مدل‌ها و کاربردها به نگارش کوپر، سیفورد و کوراتن، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران).
- * گروه مطالعات و مدیریت ریسک بانک اقتصاد نوین. (۱۳۸۷). مدیریت دارایی و بدهی و ریسک نقدینگی در مؤسسات مالی، تهران، انتشارات فراسخن.

- * گنجی باباخانی، فاطمه. (۱۳۸۸). تعیین ترکیب بهینه سپرده های بانک رفاه بر اساس برنامه ریزی آرمانی، پایان نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- * شایان آرانی، شاهین. (۱۳۷۵). مهندسی مالی در بانکداری اسلامی، مدیریت ترازنامه در بانک های ایران، نهمین سمینار بانکداری اسلامی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
- * رسول اف، جلال. (۱۳۷۸). بررسی جایگاه بانک های تخصصی - توسعه ای در بازار مالی (مطالعه موردی: بانک کشاورزی). مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس پولی، ارزی بانک مرکزی ج. ا. ا، ۳۳۳-۳۳۸.
- * رهنمای رودپشتی، فریدون، صابر، ابراهیم و بشیرپور، علی. (۱۳۹۴). مدیریت دارایی و بدهی، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
- * رهنمای رودپشتی، فریدون. (۱۳۹۱). داده کاوی و کشف تقلب های مالی. فصلنامه علمی- پژوهشی دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، (۳)، ۱-۱۷.
- * غلامرضا، منصوره. (۱۳۸۷). ارزیابی مدیریت دارایی و بدهی در بانک ملت با استفاده از برنامه ریزی آرمانی، پایان نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد، مدیریت بازرگانی (گرایش مالی)، دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تهران.
- * محرابی، لیلا. (۱۳۹۲). مدیریت دارایی و بدهی در بانک های اسلامی: گزارش سومین روز مدرسه زمستانه بانکداری اسلامی، مقاله کاری شماره ۴، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی ج.ا.ا.
- * مهرگان، محمدرضا، دقیقی اصلی، رضا، قالیباف اصل، حسن و ملکیان، لعیا. (۱۳۹۰). طراحی مدل ریاضی مدیریت دارایی و بدهی با استفاده از برنامه ریزی آرمانی در شرکت های بیمه ایرانی، پژوهشنامه بیمه، (۱)، ۲۷، ۱۰۱-۱۲۲.
- * معصومی، میر مظفر، شاهورانی، احمد و حسین زاده لطفی، فرهاد. (۱۳۸۶). مدل ریاضی و مدل سازی ریاضی، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- * Amenc, N., Martellini, L., & Ziemann, V. (2007). Asset-liability management decisions in private banking. February, EDHEC Risk and Asset Management Research Centre.
- * Giokas, D., & Vassiloglou, M. (1991). A goal programming model for bank assets and liabilities management. European Journal of Operational Research, 50(1), 48-60.
- * Ginsburg, L., Manly, M., & Schmitt, M. J. (2006). The Components of Numeracy. NCSALL Occasional Paper. Boston, MA: National Center for the Study of Adult Learning and Literacy (NCSALL).

- * Høyland, K., & Wallace, S. W. (2001). Analyzing legal regulations in the Norwegian life insurance business using a multistage asset–liability management model. *European Journal of Operational Research*, 134(2), 293-308.
- * <http://aimcfo.com>.
- * <http://www.cbi.ir>.
- * Kosmidou, K., & Zopounidis, C. (2002). An optimization scenario methodology for bank asset liability management. *Operational Research*, 2(2), 279-287.
- * Kieran, C. (2007). Learning and teaching of algebra at the middle school through college level: Building meaning for symbols and their manipulation. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 707).
- * Koedinger, K. R., & Nathan, M. J. (2004). The real story behind story problems: Effects of representations on quantitative reasoning. *The journal of the learning sciences*, 13(2), 129-164.
- * Kosmidou, K., & Zopounidis, C. (2004). Goal programming techniques for bank asset liability management (Vol. 90). Springer Science & Business Media.
- * Kosmidou, K., & Zopounidis, C. (2004). Combining goal programming model with simulation analysis for bank asset liability management. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 42(3), 175-187.
- * Lave, J. (1992). Word problems: A microcosm of theories of learning. *Context and cognition: Ways of learning and knowing*, 74-92.
- * Mayer, R. E., & Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematical problems. *The nature of mathematical thinking*, 12, 24-59.
- * Pricewaterhousecoopers. (2009). Balance sheet management benchmark survey, Status of balance sheet management practices among international banks.
- * Ranjan, R., & Nallari, R. (2005). Study of Asset Liability Management in Indian Banks Canonical Correlation Analysis Period-1992-2004. *Spandan*, Nov.
- * Banker, R. D., Bardhan, I., & Cooper, W. W. (1996). A note on returns to scale in DEA. *European Journal of Operational Research*, 88(3), 583-585.
- * Sodhi, M. S. (2005). LP modeling for asset-liability management: A survey of choices and simplifications. *Operations Research*, 53(2), 181-196.
- * Taktas, Arzu and Ozkan Gunay, E.Nur. (2005). Asset and Liability Management in Financial Crises. *Journal of Risk Finance*, 6(2), 135-149.
- * Vaidyanathan, R. (1999). Asset-Liability Management: Issues and Trends in the Indian Context. *ASCI journal of Management*, 29(1), 39-48.

یادداشت‌ها

¹. Treasury desk

². Sodhi

^۳. برگرفته از <http://aimcfo.com>

⁴. Historical cost book value

⁵. Current cost

⁶. Market value

⁷. Asset-Liability Management (ALM)

⁸. Asset-Liability Committee (ALCO)

⁹. interest rate risk management

¹⁰. liquidity risk management

¹¹. capital management

¹². management of discretionary investment portfolios

¹³. Pricewaterhousecoopers

¹⁴. Ranjan & Nallari

¹⁵. Lave

¹⁶. De Cort and et al

¹⁷. Mayer, Hegarty

¹⁸. Deterministic

¹⁹. Stochastic

²⁰. Kosmidou & Zopounidis

²¹. Taktas and Etal

²². Forston and Dince

²³. Korhonen

²⁴. Giokas and Vassiloglou

²⁵. Hoyland & Wallace

²⁶. Duration

²⁷. convexity

²⁸. Duration Matching

²⁹. Vaidyanathan

³⁰. Data Envelopment Analysis

³¹. Kosmidou and Zopounidis

³². Data Mining

³³. Numeracy

³⁴. Evans

³⁵. Schmitt & Manly

³⁶. Charnes Cooper Rhodes

³⁷. Data Envelopment Analysis

³⁸. modeling for the real world