





دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

گروه مدیریت

رشته : MBA

تحلیل مدیریت دارایی و بدهی با رویکرد تصمیم‌گیری گروهی چندهدفه

فازی

دانشجو: بهناز عامری راد قیصری

استاد راهنما:

دکتر رضا شیخ

استاد مشاور:

دکتر سید مجتبی میرلوحی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۹۳



مدیریت تحصیلات تکمیلی
فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

شماره :
تاریخ :
ویرایش :

فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خدوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم بهناز عامری راد فیضی رشته مدیریت MBA گرایش عمومی تحت عنوان تحلیل مدیریت دارایی و بدهی با رویکرد تصمیم گیری گروهی چندهدفه فازی که در تاریخ ۹۳/۰۶/۲۳ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه : عالی) امتیاز (۱۷) دفاع مجدد مردود

۱- عالی (۲۰ - ۱۹)

۲- بسیار خوب (۱۸ - ۱۸/۹۹)

۳- خوب (۱۶ - ۱۷/۹۹)

۴- قابل قبول (۱۴ - ۱۵/۹۹)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

امضاء	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران
		دکتر رضا شیخ	۱- استاد ارشد
		دکتر سید مجتبی میرلوحی	۲- استاد مشاور
		آقای مجید عامری	۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی
		دکتر محمد علی مولایی	۴- استاد منتحن
		دکتر سید محمد موسوی شاهرودی	۵- استاد منتحن

رئیس دانشکده

تقدیم به پدر و مادرم

که از نگاهشان صلابت

از رفتارشان محبت

و از صبرشان ایستادگی را آموختم

تقدیرنامه

منت خدای را...

از جناب آقای دکتر رضا شیخ بخاطر راهنمایی‌های سخاوتمندانه و زحمات بی دریغشان تشکر و قدردانی ویژه دارم. همچنین از جناب آقای دکتر میرلوحی، استاد مشاور برای همکاری‌های صمیمانه‌ی ایشان سپاسگزارم. در آخر از تمامی کسانی که مراد در انجام این پایانه‌یاری کردند تشکر و قدردانی می‌نمایم

تعهد نامه

اینجانب **بهناز عامری راد قیصری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مدیریت MBA** دانشکده **مهندسی صنایع و مدیریت** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تحلیل مدیریت دارایی و بدهی با رویکرد تصمیم‌گیری گروهی چندهدفه فازی** تحت راهنمایی **دکتر رضا شیخ** متعهد می‌شوم

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .

در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .

مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .

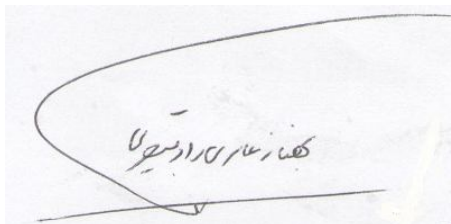
حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ: ۹۳/۰۶/۲۳

امضای دانشجو



مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنام‌های رایانه ای ، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

مدیریت دارایی و بدهی مهم‌ترین بخش امور مالی هر سازمان را تشکیل می‌دهد چراکه از طریق برآورد وجوه نقد آتی؛ می‌توان سرمایه مورد نیاز برای سرمایه‌گذاری را پیش‌بینی کرد. مدیریت دارایی و بدهی کارآمد قصد دارد تا به طور همزمان سود را حداکثر کرده و ریسک‌های مختلف را کاهش دهد. این تصمیم‌گیری در فضای مسائل چندهدفه قرار می‌گیرد که به دنبال تامین آرمان‌های همانند حداکثر نقدینگی، درآمد و کفایت سرمایه تحت محدودیت‌های مدیریت مالی، الزامات قانونی و سیاست سازمانی می‌باشد.

می‌توان گفت که در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک بلندمدت؛ مدیریت دارایی و بدهی اولین گام محسوب می‌شود؛ چرا که به طور همزمان به برنامه‌ریزی، کنترل و همچنین جهت‌دهی سطوح مختلف دارایی، بدهی و سرمایه توجه داشته و ابعاد مختلف مدیریت ترانزنامه را مدنظر قرار می‌دهد.

لذا در این مطالعه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی در فضای تصمیم‌گیری گروهی فازی مدیریت دارایی و بدهی بررسی می‌شود؛ بدین صورت که با استفاده از آرمان‌های فازی مدنظر خبرگان در قالب ماتریس مقایسات زوجی و تبدیل آن‌ها به مقادیر قطعی، مدلی تحت محدودیت‌ها طراحی شده که طی آن، علاوه بر مشخص کردن سالانه‌ی میزان انحرافات از سیاست‌گذاری‌های بانک مورد مطالعه (بانک پاسارگاد)، مقدار این انحرافات به صورت عبارات کلامی-فازی بیان می‌شود. در این شرایط استراتژی‌های تدوین شده برای بانک با توجه به عبارات توصیفی؛ مورد ارزیابی قرار گرفته و از طریق نتایج این پژوهش مدیران می‌توانند رویه درستی را برای سودآوری و بقای موسسه اتخاذ کنند.

کلید واژگان:

مدیریت دارایی و بدهی، اصطلاحات کلامی-فازی، برنامه‌ریزی آرمانی، ماتریس مقایسات زوجی

مقالات منتشر شده:

✓ «اولویت بندی و انتخاب پروژه با استفاده از رویکرد ترکیبی فازی مورا و وزن دهی آنتروپی بسط

داده شده» پذیرفته شده در مجله علمی، پژوهشی مدیریت صنایع و مدیریت شریف

✓ «تحلیل مدیریت دارایی و بدهی با رویکرد تصمیم‌گیری گروهی چندهدفه فازی مطالعه موردی

بانک پاسارگاد» ارسال شده به مجله دانشگاه اصفهان

فهرست مطالب

فصل اول: طرح تحقیق:.....	۱م
۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ تشریح و بیان موضوع تحقیق.....	۳
۳-۱ ضرورت انجام تحقیق.....	۳
۴-۱ پرسش تحقیق.....	۴
۵-۱ اهداف اساسی از انجام تحقیق.....	۵
۶-۱ روش تحقیق و مراحل انجام تحقیق.....	۵
۷-۱ نهاد و یا موسساتی که می‌توانند از این یافته‌ها استفاده کنند.....	۶
۸-۱ نوآوری تحقیق.....	۷
۹-۱ توصیف اصطلاحات و واژگان کلیدی.....	۷
فصل دوم مبانی نظری و ادبیات تحقیق:.....	۹
۱-۲ بخش اول: مدیریت دارایی و بدهی.....	۱۰
۱-۱-۲ مقدمه.....	۱۰
۲-۱-۲ مدیریت دارایی و بدهی.....	۱۰
۱-۲-۱-۲ تعیین اهداف مدیریت دارایی و بدهی.....	۱۳
۲-۲-۱-۲ ساختار مدل مدیریت دارایی و بدهی.....	۱۳
۳-۲-۱-۲ مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی.....	۱۷
۳-۱-۲ مدیریت بانک‌های تجاری.....	۲۱
۴-۱-۲ سیاست‌های اساسی بانک‌های تجاری.....	۲۲
۵-۱-۲ تکنیک‌های مدیریت دارایی و بدهی.....	۲۴
۱-۵-۱-۲ مدل‌های قطعی.....	۲۴
۲-۵-۱-۲ مدل‌های احتمالی.....	۲۷
۱-۲-۵-۱-۲ مدل‌های برنامه‌ریزی محدودیت تصادفی.....	۲۷
۲-۲ بخش دوم؛ برنامه‌ریزی آرمانی و روش تحلیل سلسله مراتبی.....	۳۵

۳۵	..... ۱-۲-۲ مقدمه
۳۶	..... ۲-۲-۲ فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره
۳۹	..... ۱-۲-۲-۲ پیشینه‌ی ادبیات تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای
۴۳	..... ۲-۲-۲-۲ پیشینه‌ی ادبیات تصمیم‌گیری چندهدفه
۴۶	..... ۳-۲-۲ تاریخچه و فلسفه‌ی برنامه‌ریزی آرمانی
۴۷	..... ۱-۳-۲-۲ اصطلاحات
۵۳	..... ۲-۳-۲-۲ فلسفه اساسی برنامه‌ریزی آرمانی
۵۶	..... ۳-۳-۲-۲ برنامه‌ریزی آرمانی عمومی
۵۹	..... ۳-۲ تحقیقاتی که تاکنون در ایران صورت گرفته است
۶۱	..... فصل سوم: متدلوژی تحقیق:
۶۲	..... ۱-۳ مقدمه
۶۲	..... ۱-۲-۳ انواع برنامه‌ریزی آرمانی
۶۳	..... ۱-۱-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک
۶۵	..... ۲-۱-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی موزون
۶۶	..... ۳-۱-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی چیشف
۶۷	..... ۲-۲-۳ متغیرهای تصمیم و انواع دیگر برنامه‌ریزی آرمانی
۶۷	..... ۱-۲-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی فازی
۷۱	..... ۳-۳ اولویت‌بندی و وزن‌دهی آرمان‌ها
۷۲	..... ۱-۳-۳ نظریه‌ی مجموعه‌ی فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی
۷۳	..... ۱-۱-۳-۳ نظریه‌ی مجموعه‌ی فازی
۷۴	..... ۲-۱-۳-۳ فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی
۷۵	..... ۲-۳-۳ مقایسات زوجی
۷۸	..... ۳-۳-۳ تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی
۷۹	..... ۱-۳-۳-۳ روش‌های دی‌فازی‌سازی
۸۵	..... ۴-۳-۳ تبدیل اعداد قطعی به اعداد فازی

۸۶	..... بسط مقیاس ۱۱ نقطه‌ای فازی..... ۱-۴-۳-۳
۸۸	..... محدودیت‌های مدل..... ۲-۶-۳
۸۸	..... محدودیت‌های آرمانی..... ۱-۲-۶-۳
۹۰	..... محدودیت‌های ساختاری..... ۲-۲-۶-۳
۹۵	..... فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده‌ها:.....
۹۶	..... مقدمه..... ۱-۴
۹۶	..... جامعه آماری..... ۲-۴
۹۶	..... مطالعه موردی: بانک پاسارگاد..... ۱-۲-۴
۹۷	..... متغیرهای تصمیم..... ۳-۴
۹۸	..... تعریف آرمان‌ها..... ۴-۴
۹۹	..... وزن‌دهی آرمان‌ها..... ۱-۴-۴
۹۹	..... ماتریس مقایسات زوجی..... ۱-۱-۴-۴
۱۰۰	..... دی‌فازی‌سازی ماتریس مقایسات زوجی..... ۲-۱-۴-۴
۱۰۱	..... محدودیت‌ها..... ۵-۴
۱۰۲	..... محدودیت‌های آرمانی..... ۱-۵-۴
۱۰۳	..... متغیرهای انحراف از آرمان‌ها..... ۲-۵-۴
۱۰۳	..... محدودیت‌های ساختاری..... ۳-۵-۴
۱۰۶	..... حل مدل و نتایج آن..... ۷-۴
۱۰۶	..... حل مدل سال ۹۰..... ۱-۷-۴
۱۰۸	..... حل مدل سال ۹۱..... ۲-۷-۴
۱۱۰	..... حل مدل سال ۹۲..... ۳-۷-۴
۱۱۳	..... فصل پنجم: نتیجه‌گیری:.....
۱۱۴	..... مقدمه..... ۱-۵
۱۱۴	..... نتیجه‌گیری..... ۲-۵
۱۱۷	..... محدودیت‌های تحقیق..... ۳-۵

۴-۵ پیشنهادات کاربردی..... ۱۱۸

۵-۵ پیشنهادات برای سایر محققین..... ۱۱۸

منابع..... ۱۲۰

فهرست اشکال و جداول

- شکل ۱-۱ مراحل انجام تحقیق..... ۶
- شکل ۱-۲ مزایای مدل دارایی و بدهی..... ۲۱
- شکل ۲-۲ تقسیم بندی تصمیم گیری های چندمعیاره ای..... ۴۱
- شکل ۳-۲ تقسیم بندی تصمیم گیری های چندخصیصه ای..... ۴۳
- شکل ۴-۲ تقسیم بندی تصمیم گیری های چندهدفه..... ۴۶
- شکل ۵-۲ گرافی از فضای تصمیم گیری..... ۴۷
- شکل ۶-۲ نمونه ای از فضای عینی برای مسئله ی تصمیم گیری دوهدفه..... ۴۹
- جدول ۱-۲ انواع آرمان ها در مدل برنامه ریزی آرمانی..... ۵۰
- جدول ۲-۲ اهمیت جبری انواع آرمان ها..... ۵۷
- شکل ۱-۳ تابع عضویت فازی سمت راست..... ۶۸
- شکل ۲-۳ تابع عضویت فازی سمت چپ..... ۶۸
- شکل ۴-۳ تابع عضویت فازی ذوزنقه ای..... ۶۹
- شکل ۳-۳ تابع عضویت فازی مثلثی..... ۶۹
- شکل ۵-۳ عدد فازی مثلثی M..... ۷۳
- شکل ۶-۳ اصطلاحات زبانی متناسب با درجه اهمیت هر معیار..... ۷۵
- جدول ۱-۳ اصطلاحات زبانی برای بیان وزن معیارها..... ۷۵
- ماتریس ۱-۳ ماتریس مقایسات زوجی..... ۷۶
- جدول ۲-۳ مقادیر برای ابعاد مختلف ماتریس شاخص تصادفی..... ۷۷
- شکل ۷-۳ هسته، پشتیبان و محدودیت مجموعه ی فازی..... ۷۸
- شکل ۸-۳ روش دی فازی سازی ماکزیمم بودن عضویت..... ۷۹
- شکل ۹-۳ روش دی فازی سازی مرکز ناحیه..... ۸۰
- شکل ۱۰-۳ روش دی فازی سازی میانگین وزنی..... ۸۰
- شکل ۱۱-۳ روش دی فازی سازی متوسط مقدار ماکزیمم عضویت..... ۸۱

- شکل ۳-۱۲ روش دی‌فازی سازی مرکز مجموع ۸۲
- شکل ۳-۱۲ ب تابع عضویت دوم ۸۲
- شکل ۳-۱۲ الف تابع عضویت اول ۸۲
- شکل ۳-۱۲ ج فرآیند دی‌فازی ۸۲
- شکل ۳-۱۳ روش دی‌فازی سازی مرکز بزرگ‌ترین ناحیه برای \tilde{C}_k نامحدب ۸۳
- جدول ۳-۳ تبدیل اعداد فازی مثلثی به اعداد قطعی ۸۴
- جدول ۳-۴ تبدیل معکوس اعداد فازی مثلثی به اعداد قطعی ۸۵
- شکل ۳-۱۴: تبدیل اصطلاحات زبانی به اعداد فازی (مقیاس ۱۱ نقطه ای) ۸۷
- جدول ۳-۵: تبدیل مقیاس ۱۱ نقطه ای اصطلاحات زبانی به اعداد قطعی، توابع و بازه‌ی تخصیص داده شده ۸۸
- جدول ۳-۶ قواعد متوازن کردن دارایی‌ها ۹۰
- جدول ۳-۷ جدول متغیرهای نامطلوب انحراف از معیارها ۹۰
- جدول ۴-۱ متغیرهای تصمیم (ترازنامه بانک پاسارگاد) ۹۸
- جدول ۴-۲ تعریف آرمان‌ها ۹۸
- جدول ۴-۳ ماتریس مقایسات زوجی فازی آرمان‌ها بر اساس اصطلاحات زبانی ۹۹
- جدول ۴-۱ ماتریس تبدیل اصطلاحات زبانی به اعداد فازی مثلثی ۱۰۰
- جدول ۴-۵ دی‌فازی‌سازی ماتریس مقایسات زوجی آرمان‌ها ۱۰۰
- جدول ۴-۶ جدول ارزیابی درستی ماتریس مقادیر وزن‌ها ۱۰۰
- جدول ۴-۷ مقادیر نرمالایز شده وزن‌های آرمان‌ها ۱۰۱
- جدول ۴-۸ وزن هر یک از آرمان‌ها ۱۰۱
- جدول ۴-۹ جدول متغیرهای انحراف از معیارها ۱۰۳
- جدول ۴-۱۰ حل مدل برای سال ۹۰ ۱۰۶
- جدول ۴-۱۱ حل مدل برای سال ۹۱ ۱۰۹
- جدول ۴-۱۲ حل مدل برای سال ۹۲ ۱۱۱
- جدول ۵-۱ جدول نتایج مدل برای سال ۹۰ ۱۱۵

جدول ۲-۵ جدول نتایج مدل برای سال ۹۱..... ۱۱۵

جدول ۳-۵ جدول نتایج مدل برای سال ۹۲..... ۱۱۶

فصل اول:

طرح تحقیق

۱-۱ مقدمه

مدیریت دارایی و بدهی با سرمایه‌گذاری بهینه‌ی دارایی‌ها سروکار دارد به طوری که آرمان‌های فعلی و بدهی‌های آینده را در نظر می‌گیرد. در واقع کلمه کلیدی مدیریت دارایی و بدهی در ارزیابی همزمان ریسک و تخصیص بهینه دارایی‌ها و بدهی خلاصه می‌شود. در میان انواع مختلف ریسک (بازار، اعتباری، نقدینگی، عملیاتی و کسب و کار) که ممکن است یک موسسه با آن مواجه شود؛ بر طبق تعریف انجمن SOA^۱ (۲۰۰۳) [۴] مدیریت دارایی و بدهی بر ریسک مالی تمرکز می‌کند:

"مدیریت دارایی و بدهی فرآیند مستمری از تدوین، اجرا، نظارت و اصلاح استراتژی‌های مربوط به دارایی‌ها و بدهی‌هاست که با توجه به ریسک و محدودیت‌های موجود برای رسیدن به اهداف مالی سازمان تلاش می‌کند."

مدیریت دارایی و بدهی در صنایع مختلف همانند بانک، بیمه، صندوق‌های مالی کاربرد دارد که به طور کلی دارایی به عنوان جریان نقد ورودی و بدهی به عنوان جریان نقد خروجی در نظر گرفته می‌شود. درک همه‌جانبه‌ی موقعیت موسسه، مدیریت سرمایه‌گذاری جامع و کامل، آمادگی بهتر برای مقابله با عدم قطعیت‌های آتی و از همه مهم‌تر بهبود عملکرد از جمله امکاناتی است که مدیریت دارایی و بدهی، آن‌ها را به مدیران عرضه می‌کند.

باید گفت که با توجه به محیط اقتصادی ایران، طراحی و بکارگیری مدلی نو برای مدیریت بهتر بانک‌ها ضروری به نظر می‌رسد؛ از آن جهت که بتوان از این طریق حجم انبوهی از سپرده، وجوه نقد مازاد؛ همچنین ریسک‌های ناشی از تغییرات نرخ‌های بهره را کنترل و هدایت کرد. بنابراین در این تحقیق سعی می‌شود که با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی این مسئله را که در فضای تصمیم‌گیری چندهدفه قرار دارد؛ سازماندهی کرد.

^۱ Society of Actuaries

۲-۱ تشریح و بیان موضوع تحقیق

امروزه ادغام بازارهای مالی و پیشرفت سریع تکنولوژی باعث ایجاد فضایی مملو از ریسک و رقابت شدید تحت شرایط عدم قطعیت شده است. در این راستا؛ اغلب سرمایه‌گذاران و موسسات مالی برای سرمایه‌گذاری دارایی‌های خود در طول زمان و رسیدن به بازده مطلوب با مشکل مواجه‌اند. علاوه بر این، چگونگی تدوین استراتژی‌های بلندمدت برای پوشش ریسک ناشی از عدم قطعیت، همچنین نحوه اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری در مورد میزان دارایی و بدهی به منظور ماکزیمم کردن ثروت خود؛ آن‌ها را با مشکلات زیادی روبرو کرده است.

مدیریت دارایی- بدهی برای پاسخگویی به این مسائل به بازسازی مجدد ساختار دو سمت ترازنامه‌ی بانک‌ها و موسسات مالی اقدام می‌کند که این تلاش برای رسیدن به سودآوری معقول، حداقل کردن ریسک نرخ بهره و تامین نقدینگی کافی می‌باشد. به عبارت دیگر؛ بانک‌ها و موسسات مالی برای افزایش سودآوری خود و با نظارت بر ریسک؛ به منظور حداقل نمودن ضرر و زیان ناشی از معاملات خود از تکنیک‌های مدیریت ترازنامه استفاده می‌نمایند. از این روست، که به واسطه‌ی مدیریت دارایی و بدهی به آن مدیریت ترازنامه نیز می‌گویند.

بنابراین در این پژوهش سعی می‌شود با استفاده از روش‌های فازی یا روش‌های فازی گروهی به اصلاح ترازنامه فعلی بر اساس شرایط و محدودیت‌های اعمال شده پرداخت، پس از آن با مدل‌سازی و مقایسه میزان انحرافات آن با حالت واقعی رویکردی جدیدی نسبت به مسئله مدیریت ترازنامه داشت. چرا که انحرافات پس از حل مدل با زبان ساده و به صورت اصطلاحات فازی گروهی بیان شده است.

۳-۱ ضرورت انجام تحقیق

در واقع مدیریت دارایی و بدهی فرآیند برنامه‌ریزی و کنترل حجم، سررسید، نرخ و بازده دارایی‌ها و بدهی‌ها به منظور به حداقل رساندن ریسک نرخ بهره و حفظ سطح قابل قبول از سودآوری می‌باشد. به طور ساده‌تر مدیریت دارایی و بدهی از طریق برنامه‌ریزی منسجم و تحلیل جامع به مدیران این اختیار را می‌دهد که به جای روبرو شدن با تغییرات غیر منتظره خود را برای این تغییرات آماده کرده و در

صورت لزوم در همان شرایط تصمیم‌گیری کنند. در واقع مدیریت دارایی و بدهی به موسسات مالی و بانک‌ها کمک می‌کند که در مقابل چالش‌های احتمالی تدابیر لازم را بیندیشند و بر این اساس مسیر حرکت خود را معین کنند.

باید اذعان داشت که تاکنون تحقیقات انجام شده صرفاً در فضای کمی و بدون نظر متخصصین فن بوده است. لذا در این تحقیق تلاش می‌شود تا در فضای تصمیم‌گیری فازی و استفاده از نظرات گروهی از کارشناسان خبره، اولویت‌بندی آرمان صورت پذیرد. باید گفت که در این پژوهش و در حوزه‌ی تصمیم‌گیری گروهی فازی بر خلاف مطالعات قبلی که تأکید آن‌ها صرفاً بر روی داده‌های قطعی و کمی بوده است، بیشتر بر اصطلاحات کلامی-فازی تأکید شده است. مزیت بکارگیری اطلاعات کلامی این است که نظرات و ترجیحات تصمیم‌گیرندگان فارغ از هر گونه ابهامی به صورت مستقیم اعمال می‌شود و در نهایت تغییرات پیشنهادی حاصل از نتایج مدل نیز به صورت اصطلاحات زبانی بیان می‌شود.

۴-۱ پرسش تحقیق

در این تحقیق فرضیه خاصی پیش بینی نشده است؛ اما مهم‌ترین سوالاتی که قرار است پس از انجام تحقیق پاسخ داده شود، به شرح زیر است:

۱. مهم‌ترین شاخص کمی در مدیریت دارایی و بدهی از دید خبرگان کدام است؟
۲. با توجه به تحلیل مدیریت دارایی و بدهی برای هر سال چه تغییراتی در ارقام ترازنامه باید اعمال شود؟
۳. انحرافات از آرمان‌های مدنظر بانک برای هر سال در چارچوب مدیریت دارایی و بدهی به چه میزان است؟
۴. مدیریت دارایی و بدهی بنا شده بر سیاست‌گذاری بانک برای هر سال تا چه حدی درست عمل کرده است؟

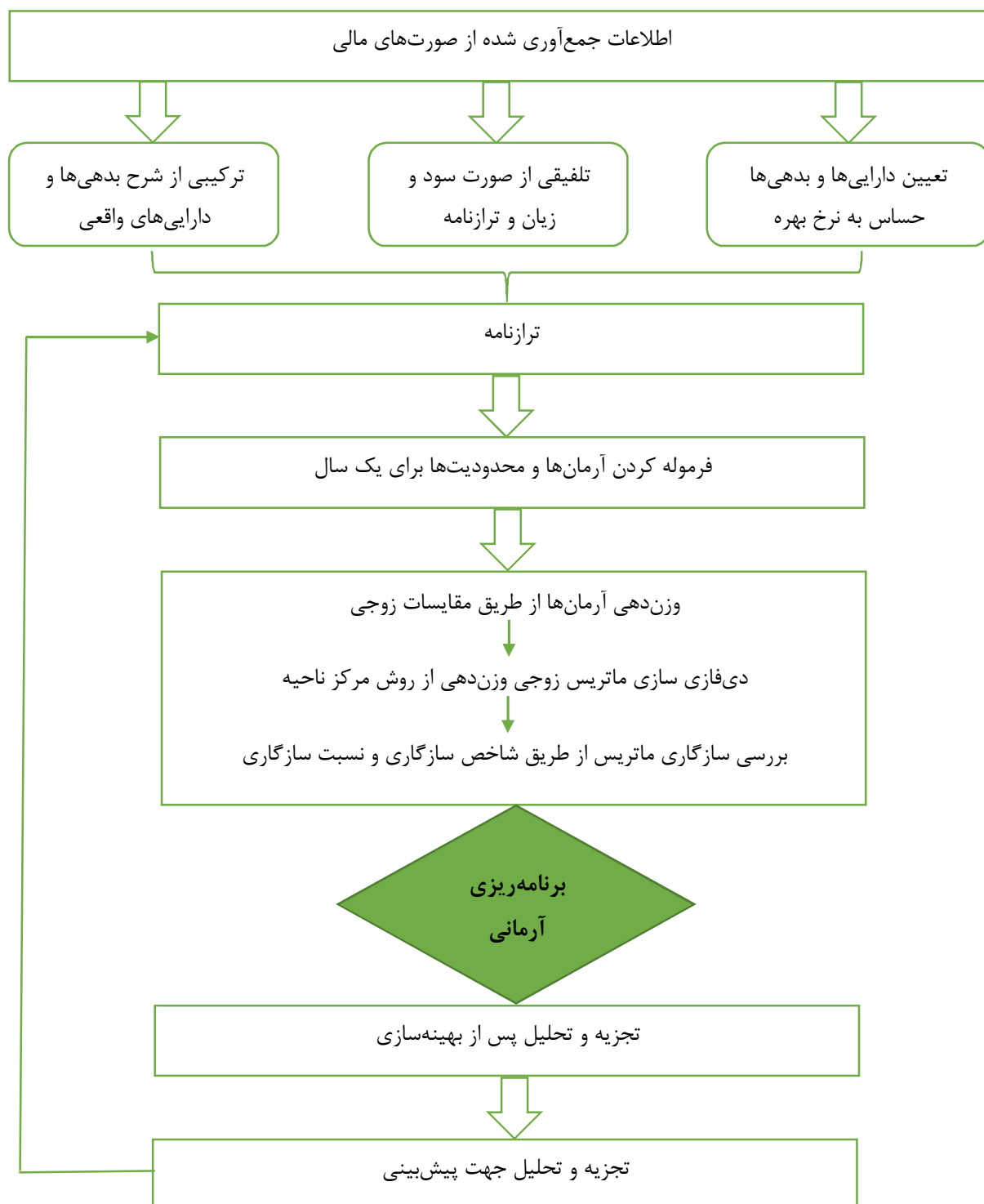
۱-۵ اهداف اساسی از انجام تحقیق

مدیریت دارایی و بدهی دارای سه هدف عمده می باشد که میزان اهمیت آنها بر اساس تکنیک‌های بکار رفته در آن متفاوت است. این اهداف شامل تحلیل ریسک‌های اقتصادی، انتخاب راهکارهای مناسب مصون‌سازی و نظارت بر اجرای این راهکارها است. در مورد شرکت‌ها از نظر تئوری، مهم‌ترین هدف بکارگیری این تکنیک به حداکثر رساندن ثروت سهامداران است. در عمل این امر بر اساس دیدگاه سهامداران، بستنکاران و مدیریت نسبت به فرایند به حداکثر رساندن ثروت متفاوت می باشد. علاوه بر این، نکته بسیار مهم در یک تیم مدیریت دارایی و بدهی کیفیت اطلاعات آنهاست که می‌باید اطلاعات جهت مدل‌سازی فراگیر و دسترس باشد. در واقع، مدیریت دارایی و بدهی واحدی برای کنترل ریسک نرخ بهره و نقدینگی در بانک‌ها می باشد که به بیان ساختار مناسب ترازنامه و برنامه‌های مصون‌سازی ریسک نرخ بهره و نقدینگی می‌پردازد.

هدف از این تحقیق تحلیل کمی مدیریت دارایی و بدهی از طریق اطلاعات کیفی می‌باشد. در این راستا باید عواملی که در حداقل نمودن ضرر و حداکثر نمودن سود موثرند، معین شده و سپس از میزان نقدینگی و ریسک ساختار فعلی مدیریت و دارایی و بدهی برآورد درستی انجام شود، نهایتاً به منظور بهبود عملکرد موسسه و یا بانک، مقایسه‌ای میان ترازنامه فعلی بانک و اعداد حاصل از مدل صورت پذیرد. پس از آن با توجه به میزان انحرافات فازی شده استراتژی‌های بانک تدوین شود.

۱-۶ روش تحقیق و مراحل انجام تحقیق

همانطور که از شکل زیر مشخص است بایستی اجزای صورت‌های مالی موسسه شناسایی و با اجزای دیگر صورت‌های مالی مقایسه شود. سپس با رجوع به ترازنامه و یافتن محدودیت‌ها و آرمان‌های مورد نظر برای یک سال اولویت‌بندی هر یک از آنها انجام شود. لازم به ذکر است که وزن‌دهی آرمان‌ها از طریق مقایسات زوجی و زیر نظر خبرگان صورت می‌پذیرد. پس از آن با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مقادیر انحراف هر یک از آرمان‌ها معین شده و از طریق تجزیه و تحلیل نتایج راهبردهای برای سال آینده پیشنهاد می‌شود.



شکل ۱-۱ مراحل انجام تحقیق

۷-۱ نهاد و یا موسساتی که می‌توانند از این یافته‌ها استفاده کنند

موسسات مالی، بانک‌ها، بنگاه‌های اقتصادی، موسسات بیمه و دیگر مراکزی که مکانیزم مشابه‌ای دارند از این تحقیق می‌توانند استفاده کنند.

البته قابل ذکر است که مدیریت دارایی و بدهی در بانک برای استفاده مدیران، خزانه‌داران، روسای شعب، کارشناسان متخصص مدیریت دارایی و بدهی و نیز برنامه‌ریزان استراتژیک بانک طراحی شده است تا جریان ورود و خروج منابع را مدیریت کند.

۸-۱ نوآوری تحقیق

از مهم‌ترین نوآوری این تحقیق استفاده از اصطلاحات کلامی-فازی در فضای تصمیم‌گیری کمی می‌باشد. در واقع در این تحقیق نظر متخصصین فن مستقیماً بر روی آرمان‌ها اعمال شده است که به موجب آن مفاهیم مرتبط با مدیریت دارایی و بدهی بسیار ملموس و قابل درک شده است. با توجه به مروری بر ادبیات تحقیق که در فصل دو ارائه شده است، این نوآوری در حوزه‌ی مدیریت مالی کاملاً نو و بدیع می‌باشد. علاوه بر این پژوهش رویکرد جدیدی نسبت به مدیریت دارایی و بدهی داشته است؛ از آن جهت که مدیران به راحتی می‌توانند آرمان‌های مدنظر خود را به صورت اصطلاحات زبانی بیان کرده و مطابق ترجیحات خویش اعمال کنند. علاوه بر این، پس از مدل؛ انحرافات حاصله و استراتژی‌های ملموس برای برطرف کردن این انحرافات به زبانی ساده و قابل فهم برای همه بیان می‌شود.

۹-۱ توصیف اصطلاحات و واژگان کلیدی

مدیریت دارایی و بدهی: مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها به فرایندهای ارزیابی و کنترل ریسک‌های شرکت جهت نیل به اهداف مالی طرح ریزی شده اطلاق می‌گردد و به عبارتی دیگر؛ مدیریت دارایی و بدهی شامل مجموعه‌ای از ابزارها و روش‌های فنی است که خلق ارزش برای سهام‌داران و تحت کنترل بودن ریسک‌ها را تضمین می‌کند [۱]

اصطلاحات کلامی- فازی: از طریق این اصطلاحات می‌توان ارزش یک متغیر در قالب کلمات یا جملات بیان کرد. [۶]

برنامه‌ریزی آرمانی: یکی از انواع برنامه‌ریزی خطی است که در عین داشتن انعطاف‌پذیری، اهداف متضادی را شامل می‌شود که با توجه اولویت‌های مدنظر تصمیم‌گیرندگان، پاسخ بهینه را ارائه می‌دهد.

ماتریس مقایسات زوجی: برای نشان دادن میزان اهمیت نسبی یک عنصر به دیگری از ماتریسی استفاده می‌شود که ماتریس مقایسات زوجی نامیده می‌شود. در این ماتریس اهمیت نسبی معیارها دوبه‌دو از دید خبرگان سنجیده می‌شود. [۷]

فصل دوم:

مبانی نظری و ادبیات تحقیق

۲-۱ بخش اول: مدیریت دارایی و بدهی

۲-۱-۱ مقدمه

امروزه پیشرفت تکنولوژی و عدم قطعیت ناشی از بازارهای مالی باعث شده است که اکثر سرمایه‌گذاران در تصمیمات سرمایه‌گذاری خود جهت دستیابی به بازده رضایت بخش با مشکلاتی روبرو باشند که این مشکلات تحت شرایط عدم قطعیت و محدودیت‌های مختلف با دشواری‌های زیادی همراه است. علاوه بر این، توسعه استراتژی‌های بلندمدت به منظور پوشش ریسک و همچنین نحوه‌ی مدیریت دارایی و بدهی در تصمیمات سرمایه‌گذاری برای به حداکثر رساندن ثروت از دغدغه‌های اصلی سرمایه‌گذاران می‌باشد. لذا مدیریت دارایی و بدهی بستری را فراهم می‌کند تا از طریق ترکیب مناسب دارایی‌ها و بدهی‌ها ریسک را حداقل و آرمان‌ها را تامین نماید و تمامی مسائل مرتبط به این حوزه را سازماندهی کند. برای پیاده‌سازی بهینه مدل مدیریت دارایی و بدهی نیاز است تا مفاهیم اولیه، اهداف، ساختار و توابع هدف این مدل بیان شود لذا بخش حاضر به توضیح این مسائل می‌پردازد. پس از آن مدیریت بانک‌های تجاری و سیاست‌های آن تشریح شده و در آخرین سرفصل این بخش تکنیک‌های مدل دارایی و بدهی در دو گروه قطعی و تصادفی بیان شده است.

۲-۱-۲ مدیریت دارایی و بدهی

مدیریت دارایی و بدهی شامل مجموعه‌ای از ابزار و روش‌های فنی است که خلق ارزش برای سهام‌داران و تحت کنترل بودن ریسک را تضمین می‌کند. امروزه، روند رو به رشد تغییر گرایش بانکداری دنیا از بسط ارقام ترازنامه به سمت تمرکز بر نرخ‌های بازده سرمایه و کنترل ریسک سبب شده است که مدیران بانک‌ها برای پاسخگویی به نتایج سود، به دانش مدیریت دارایی و بدهی به صورت یک ضرورت نگاه کنند. [۱]

تا دهه ۱۹۶۰، در اکثر موسسات بانکی مدیریت دارایی بدون هدف دنبال می‌شد و فقط به عنوان عوامل خارجی برای کمک به تشکیل محدودیت‌های مدیریت دارایی مورد استفاده قرار می‌گرفت. در واقع، برای

مدت طولانی سپرده‌های پس انداز و سپرده‌ها با سررسید معین، بخشی عظیمی از سرمایه را تشکیل می‌دادند.

پس از آن سیستم مالی اساساً تغییر کرد به طوری که بانک‌ها برای به دست آوردن سرمایه شروع به رقابت کردند. بنابراین، مدیریت بدهی جزء اصلی استراتژی بانک محسوب می‌شد چرا که ارزان‌ترین راه تامین مالی را به موسسه پیشنهاد می‌داد.

در همان زمان، تصمیم‌گیری مبتنی بر کفایت سرمایه مطرح شد. در حقیقت، کفایت سرمایه برای بانک‌ها به صورت یک زنگ خطر عمل کرده و خطر ورشکستگی را تا حد زیادی از بین می‌برد. در واقع نسبت کفایت سرمایه وضعیت ناتوانی بانک در بازپرداخت سپرده و همچنین وام‌دهی به مشتریان را معین می‌کند. این نسبت توسط بانک مرکزی و به دلایل نظارتی تعیین می‌شود. شاخص کفایت سرمایه بالاتر، نشان دهنده بهبود حاشیه سودآوری است که نهایتاً باعث بروز ریسک سیستماتیک می‌شود.

مدیریت دارایی در بانک‌های کنونی سوای مدیریت بدهی نیست. مدیریت دارایی و بدهی به طور همزمان سود را حداکثر، ریسک را حداقل و برخی دیگر از مفاهیم را بشرح زیر تجزیه و تحلیل می‌نماید. در واقع با اجرای مدل‌های مدیریت دارایی و بدهی می‌توان به آنالیزهای زیر نیز دست یافت: [۸]

یک - مسئله اساسی در این حوزه برنامه‌ریزی توسعه‌ای و استراتژیکی است. به عبارت دیگر؛ حجم کل سپرده‌هایی که بانک تمایل به جذب آن دارد و نیز میزان وامی که بانک قصد دارد عرضه کند، در این حوزه ارزیابی می‌شود.

دو - با اجرای مدل‌های مدیریت دارایی و بدهی علاوه بر حداکثرسازی سود و تحکیم ساختار بانک می‌توان به "بهترین ساختار زمانی" دارایی و بدهی نیز دست یافت. همانطور که دارایی‌ها و وام‌ها نمی‌توانند به یک میزان نقد شوند باشند، سپرده‌ها نیز نمی‌توانند به یک میزان قابل وصول باشند لذا هر کدام از آن‌ها با سررسیدهای متفاوت عرضه می‌شوند. از مهم‌ترین مزایای مدیریت دارایی و بدهی هماهنگی ساختار زمانی است بدین معنا که از کاهش نقدینگی مقطعی جلوگیری می‌کند.

سه - مدیریت ریسک موضوع سومی است که حین بهینه کردن مدیریت دارایی و بدهی مورد توجه قرار می‌گیرد. در این حوزه تمرکز اصلی بر روی دارایی‌ها قرار دارد. در واقع با استفاده مدیریت دارایی و بدهی کیفیت پرتفولیوی وام‌ها (ریسک اعتباری) و پرتفولیوی اوراق بهادار (ریسک بازار) ارزیابی می‌شود.

چهار - به واسطه تشکیل مدل مدیریت دارایی و بدهی، صورت حساب کلی از دارایی‌ها و بدهی‌ها تهیه می‌شود که طیف وسیعی از تمام عملیات بانکی را مورد مطالعه قرار می‌دهد. به طور عمده از طریق این صورت حساب برای انواع عملیات واسطه‌گری، وام‌ها و سپرده‌های بانکی، نرخ بهره لازم تعیین می‌شود. از آنجایی که فضای رقابت بین بانک‌ها دارای ویژگی بازارهای رقابت انحصاری می‌باشد؛ بدیهی است که مسئله قیمت‌گذاری مطرح نمی‌باشد. باید گفت که قبل از آزاد سازی سیستم بانکی؛ تمامی نرخ‌های بهره و کارمزدهای دریافتی توسط قوانین پولی تعیین می‌شد که اکنون بدین صورت نیست و سیستم قیمت‌گذاری به صورت مجزا و با تبعیت از تنوع محصولات شکل می‌گیرد. قیمت‌گذاری به صورت مجزا، تا آنجا که به دارایی مربوط می‌شود، به موضوع مدیریت ریسک برمی‌گردد که از حوزه‌ی این پژوهش خارج است.

در حقیقت نرخ بهره‌ی وام‌های عرضه شده، از سوی هر بانک تعیین می‌شود و این نرخ متناسب با ریسک ارزیابی شده در هر مورد افزایش می‌یابد. (هرچه ریسک متحمل شده بیشتر باشد، بازده دریافتی نیز افزایش می‌یابد). سیاست تنوع محصول شامل وام‌ها و سپرده‌هایی است که براساس تحقیقات کامل از شرایط بازار عرضه می‌شود.

پنج - آخرین مطلبی که همزمان با مطالعه‌ی مدیریت دارایی و بدهی مورد بازبینی قرار می‌گیرد؛ مسئله مهم مدیریت هزینه‌های عملیاتی و تکنولوژیکی است. کارمندان ماهری که به خوبی انتخاب شده باشند و همچنین سیستم‌های کامپیوتری پیشرفته و دیگر برنامه‌های کاربردی، نقش بسزایی در کم کردن هزینه‌ها دارند. تحت این شرایط بانک دارای مزیت رقابتی چشمگیری است که در نهایت می‌تواند از طریق یک سیاست تهاجمی‌تر؛ وام‌هایی عرضه کند که نرخ بهره‌ی پایین‌تری دارند و سپرده‌هایی جذب کند که دارای نرخ بهره‌ی بالاتری هستند. در نتیجه این سیاست، سهم بازار برای این بانک افزایش یافته

و باعث می‌شود که بانک در شرایط مطلوبی قرار گیرد. با این وجود، توانایی بانک برای جذب بهترین فناوری‌های استراتژیکی بستگی به مدیر منابع انسانی دارد.

۱-۲-۱-۲ تعیین اهداف مدیریت دارایی و بدهی

مدیریت دارایی - بدهی را می‌توان به عنوان بازسازی مجدد ساختار دو سمت ترازنامه بانک به منظور تلاش برای رسیدن به سودآوری معقول، به حداقل رساندن ریسک نرخ بهره و تامین نقدینگی کافی تعریف کرد. راهبردها و تکنیک‌های مدیریت دارایی و بدهی، به طور گسترده‌ای به ساختار سرمایه، محصولات و خدماتی که ارائه می‌شود، مدت وام‌ها و سپرده‌ها و سطح درک مدیریت و کارکنان واحد مورد نظر بستگی دارد. [۱]

مدیریت دارایی و بدهی در نظام بانکی با چهار هدف در سطح کلان و دو هدف در سطح خرد است. چهار هدف کلان مدیریت دارایی و بدهی در نظام بانکی عبارت‌اند از:

۱. مدیریت ریسک نرخ بهره

۲. مدیریت ریسک نقدینگی

۳. مدیریت سرمایه

۴. مدیریت سرمایه‌گذاری

عملیاتی کردن سیستم مدیریت دارایی و بدهی در سطح خرد، مستلزم مدیریت ریسک نرخ بهره و مدیریت ریسک نقدینگی است که در واقع از وظایف اصلی کمیته‌ی مدیریت دارایی و بدهی می‌باشد.

انواع مدل‌های مدیریت دارایی و بدهی از دیدگاه زیمبا و مولوی^۲ (۱۹۹۸) در زیر خلاصه شده است. [۹]

۱-۲-۲ ساختار مدل مدیریت دارایی و بدهی

یک فرآیند سرمایه‌گذاری شامل دوره‌ی زمانی $t = \{1, 2, 3, \dots, T\}$ در نظر بگیرید که در آن $t = 1$ تاریخ جاری و $t = T$ افق برنامه‌ریزی است.

² Ziemba and Mulvey

سرمایه‌گذار در آغاز هر دوره با توجه به ترکیب دارایی‌ها، بدهی‌ها و آرمان‌های مالی مد نظرش تصمیم می‌گیرد. طی هر دوره عدم قطعیت‌های زیادی وجود دارد. متغیرهای تصمیم اولیه نسبت دارایی‌ها و بدهی‌ها مرتبط به تصمیمات مالی و آرمان‌ها را معین می‌کند.

$x_{j,t}^s$: سرمایه‌گذاری در دارایی j و در زمان t و سناریوی s ، که در آن $s \in \mathcal{S}$ و \mathcal{S} مجموعه‌ای از سناریوهای مدنظر است.

$y_{k,t}^s$: سرمایه‌گذاری در بدهی k و در زمان t و سناریوی s ، که در آن $s \in \mathcal{S}$

$u_{l,t}^s$: دستیابی به آرمان l و در زمان t و سناریوی s ، که در آن $s \in \mathcal{S}$

مدل طرح شده در هر دوره‌ی زمانی t ، از طریق ترکیب بهینه‌ی دارایی - بدهی و تامین آرمان‌ها؛ تابع هدف $f(x)$ را حداکثر می‌نماید. علاوه بر این، محدودیت‌هایی وجود دارند که فرآیند وام‌دهی، هزینه تراکنشات انجام شده و یا فرصت‌های سرمایه‌گذاری را تا حد معینی مجاز می‌دانند.

دو معادله اساسی برای جریان وجوه وجود دارد:

برای دارایی j ، زمان t ، و سناریوی s معادله زیر مفروض است:

$$x_{j,t+1}^s = \left(\frac{x_{j,t}^s + r_{j,t}^s}{100} \right) - p_{j,t}^s (1+t_j) + q_{j,t}^s (1-t_j^+) \quad (1-2)$$

که در آن

$r_{j,t}^s$: بازده دارایی j ، در زمان t و سناریوی s ، $s \in \mathcal{S}$

$p_{j,t}^s$: فروش دارایی j ، در زمان t و سناریوی s ، $s \in \mathcal{S}$

$q_{j,t}^s$: خرید دارایی j ، در زمان t و سناریوی s ، $s \in \mathcal{S}$

$t_{j,t}^s$: هزینه‌های تراکنش دارایی j ، در زمان t و سناریوی s ، $s \in \mathcal{S}$

برای جریان‌های نقدی:

$$x_{l,t+1}^s = (x_{l,t}^s + r_{l,t}^s) - \sum_j q_{j,t}^s + \sum_j p_{j,t}^s (1-t_j^-) + w_t^s - \sum_k y_{k,t}^s - \sum_l u_{l,t}^s \quad (2-2)$$

که در آن w_t^s جریان‌های نقدی در زمان t ، سناریوی $s \in \mathcal{S}$ و پول نقد در کلاس دارایی l است.

که در آن $u(w^s)$ تابع اولویت فون نویمان-مورگنسترن برای سناریوی $s \in S$ ، w^s ثروت سرمایه گذار تحت سناریوی $s \in S$ و f_s احتمال وقوع سناریو است.

هنگامی که راه حل w^* فون نویمان-مورگنسترن یافته شود، ارزش قطعی معادل آن با استفاده از تابع معکوس $CE = u^{-1}(w^*)$ محاسبه می شود که بیانگر میزان پول نقدی است که از طریق آن می توان متغیر تصادفی w را خرید یا فروخت.

از لحاظ فنی، بهتر است u را در بسیاری از موارد نمایی و مقعر در نظر گرفت چرا که برای سناریوهای با توزیع نرمال ماکزیمم تابع اولویت $u(w)$ معادل ماکزیمم مدل واریانس متوسط است: $\bar{\mu} - R_A \mu \sigma^2$ که در آن R_A شاخص ریسک گریزی آرو-پرات⁵ برای سرمایه گذار می باشد که به صورت $-\frac{u''}{u'}$ نیز نمایش داده می شود.

اگرچه نظریه فون نویمان-مورگنسترن برای تصمیم گیری سازگار اساس منظمی فراهم می کند، اما جنبه های زمانی در تصمیم گیری های بیش از یک افق برنامه ریزی شده را سازماندهی نمی کند.

۲-۱-۲-۲-۱-۲ تابع مطلوبیت کلاسیک

اکثر توابع مطلوبیت ارتباط چندانی با پاداش ریسک و معادل قطعی نظریه فون نویمان ندارد. در عوض، تابع مطلوبیت تشکیل شده متناسب با مقادیر عددی مرتبط با اهمیت نسبی برخی از ویژگی های عملکردی است. از آنجایی که مدل سرمایه گذاری در طول دوره برنامه ریزی متشکل از مسیرهای مجزا با متغیرهای متعدد بهره ای همراه است، رفتار این مدل باید توسط گروه های کوچکی از عوامل آماری بررسی شود.

دامنه ی توابع مطلوبیت قابل قبول وسیع است. به عنوان مثال، انحراف از آرمان ثروت تعیین شده می تواند در دوره های زمانی انتخاب شده از مقدار معین تجاوز کند. در غیر این صورت، ریسک ایجاد شده منجر به عدم تقارن در محاسبه تابع ثروت می شود.

⁵ Arrow-Pratt

برای آنکه درجه اهمیت جریمه‌ها معین شود باید به آن‌ها وزن داد: آرمان‌ها و تعهداتی که حساس به زمان هستند؛ در قیاس با آن‌هایی که حساسیتی نسبت به زمان ندارند، اولویت بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند.

$$\max \varphi(x) = \lambda_1 g_1(x) + \lambda_2 g_2(x) + \dots + \lambda_k g_k(x) \quad (5-2)$$

که در آن $\varphi(x)$ تابع مطلوبیت، $g_i(x), i = 1, 2, \dots, k$ آرمان i ام و $\lambda_i, i = 1, 2, \dots, k$ اهمیت نسبی آرمان i ام است.

۳-۲-۱-۲ مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی

مدل مدیریت دارایی و بدهی از آن جهت حائز اهمیت است که مقادیر موجود در ترازنامه را تعیین می‌نماید و عملکرد آینده‌ی این مقادیر را به موقع پیش بینی می‌نماید. به عبارت دیگر این مدل‌ها به طور مستقیم از طریق تصمیم‌گیری‌های مالی بهتر و به طور غیرمستقیم از طریق کاهش مداخلات معمول بدان جهت که مقادیر کمی رعایت می‌شود، سبب شده عملکردها بهبود یابد. مدل مدیریت دارایی و بدهی همانند یک سرعت سنج در خودرو عمل می‌کند، بدین صورت که یک سنجش کمی از عملکرد عناصر را نمایش می‌دهد. هنگامی که با یک مدل مدیریت دارایی و بدهی ریسک تحت کنترل قرار می‌گیرد، ترازنامه به وضعیت "محدود کردن سرعت" (با حداکثر کارایی) تشبیه می‌شود. به علاوه داشتن یک مدل مدیریت دارایی و بدهی از رشد کند (در نتیجه از دست دادن فرصت‌ها) و یا از مواجهه شدن با منابع ریسک غیرمنتظره جلوگیری می‌کند.

۱-۳-۲-۱-۲ مزایای اصلی مدل مدیریت دارایی و بدهی

برای یک موسسه که مدل مناسبی در اختیار ندارد، افزایش مقدار کمی در بازگشت دارایی^۶ و در نتیجه بازده حقوق صاحبان سهام^۷ بزرگ‌تر؛ به عنوان نتایج بسیار مطلوب از اتخاذ یک مدل دارایی و بدهی مناسب یاد می‌شود. با مطالعه‌ی دقیق عوامل اصلی ترازنامه، سرمایه، نقدینگی و نرخ مربوط به موقعیت‌های متفاوت ریسکی روزبه‌روز مزیت یک مدل مدیریت دارایی و بدهی موثر؛ نمایان تر می‌شود.

⁶ Return On Asset

⁷ Return On Equity

این دانش به همراه مدیریت کارا، از محدود کردن محافظه کارانه‌ی منابع ترازنامه که منجر به کاهش عملکرد می‌شود، جلوگیری می‌کند. هزینه‌های نظارتی پایین‌تر و انعطاف‌پذیری بیشتر نیز از مزایای این مدل‌سازی محسوب می‌شود. با استفاده از مدل مدیریت دارایی و بدهی مناسب در درازمدت، مدیریت از افت و خیزهای عوامل ترازنامه درک بهتری پیدا می‌کند و باعث می‌شود که فرصت‌های عملکردی افزایش یافته و ریسک حاصل از آن‌ها کم می‌شود. این امر در طول زمان به تصمیم‌گیری‌های مالی بهتر، در نتیجه افزایش درآمد منتج می‌شود.

شش عامل اساسی به توصیف مزایای مورد انتظار مدل مدیریت دارایی و بدهی می‌پردازد که هر یک در زیر بررسی می‌شود. [۱۱]

۱. **نسبت سرمایه**^۸ (کل سرمایه به کل دارایی): این نسبت یکی از عوامل اساسی است که از طریق مدل مدیریت دارایی و بدهی مشخص می‌شود. پایین بودن این نسبت عملکرد درآمدی را افزایش می‌دهد، اما از آنجا که سرمایه اندک است؛ پاداش ریسک و پاداش مضاعفی برای مدیریت دقیق ترازنامه به هزینه‌ها می‌افزاید. مدل مدیریت دارایی و بدهی امکان مدیریت با سرمایه‌ی کمتری را فراهم می‌آورد؛ زیرا سطح سرمایه و درآمدهای آینده را به درستی طرح‌ریزی می‌کند. بدون وجود یک مدل مدیریت دارایی و بدهی آینده مبهم است اما از طریق این مدل، مدیریت به طور کمی می‌داند که در آینده موسسه در چه مسیری گام بر می‌دارد و با چه ریسک‌های مواجهه است. مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی هنگامی که نسبت سرمایه بالا باشد، افزایش می‌یابد.

۲. **حاشیه کل**^۹ (درآمد با کسر هزینه): حاشیه کل از عوامل مهمی است از یک مدل مدیریت دارایی و بدهی ناشی می‌شود. ترازنامه باید طوری مدیریت می‌شود که بتواند در طول یک روند ثابت در آمد بالایی تولید کند. به طور کلی زمانی که حاشیه کل مقدار کمی را به خود اختصاص می‌دهد، ترازنامه به

8 Degree of capital leverage

9 Overall margin

تغییرات اساسی نیاز دارد. بنابراین مدیریت و کنترل دقیق نتایج حاصل از ترازنامه باعث می‌شود مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی افزایش یابد.

۳. درجه ریسک نرخ بهره^{۱۰}: این عامل تاثیر بسزایی بر سطح مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی دارد. از طریق مدل مدیریت دارایی و بدهی می‌توان تغییرات درآمدی را با توجه به تغییر یک نرخ بهره و یا چندین نرخ بهره بررسی کرد. بدون یک مدل کارآمد مدیریت دارایی و بدهی، نوسانات مربوط به نرخ بهره که از قبل پیش بینی نشده است به راحتی می‌تواند به ریسک غیرمنتظره‌ای مبدل شود. از طریق تدوین یک مدل مدیریت دارایی و بدهی موثر، موسسه می‌داند که به طور کمی از لحاظ ریسک نرخ بهره در چه جایگاهی قرار دارد و برای کنترل نوسانات ناشی از تغییر نرخ بهره چه تمهیداتی اتخاذ کند. این توانایی، سطح وسیع تری از مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی را بیان می‌کند.

۴. روش مدیریت نقدینگی^{۱۱}: یکی دیگر از عواملی است که مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی را به خوبی نمایان می‌کند، مدیریت نقدینگی است. هنگامی که میزان نقدینگی ذخیره شده، کم باشد؛ رفتار جریان نقدی آتی باید به خوبی پیش‌بینی شود. از آنجا که مدل مدیریت دارایی و بدهی منابع موجود و آینده را شناسایی کرده و در بهینه‌ترین حالت به مصرف می‌رساند، آن را به عنوان یک راه‌حل ایده‌آل برای نظارت و کنترل ریسک نقدینگی بشمار می‌آورند. مدل مدیریت دارایی و بدهی هنگامی که نقدینگی در حداقل و کنترل شدیدتری نیاز است، ضروری‌تر به نظر می‌آید.

۵. سبک تصمیم‌گیری موسسه^{۱۲}: این عامل نیز مدل مدیریت دارایی و بدهی اثر می‌گذارد. زمانی که فرهنگ مدیریت مالی یک موسسه "باثبات" باشد، به ابزارهای کمی برای پیش‌بینی نتایج ترازنامه نیاز است. با این حال، سبک مدیریت مالی فعال‌تر، نیاز به ارزیابی به موقع استراتژی‌ها دارد. مزایای مدل مدیریت دارایی و بدهی در محیط‌های فعال افزایش می‌یابد زیرا این مدل می‌تواند ورودی‌های تصمیم‌گیری کمی را که آن‌ا توسط مدیریت و انجمن وارد سامانه می‌شود، مورد حمایت قرار دهد.

¹⁰ Degree of interest rate risk (IRR)

¹¹ Liquidity management style

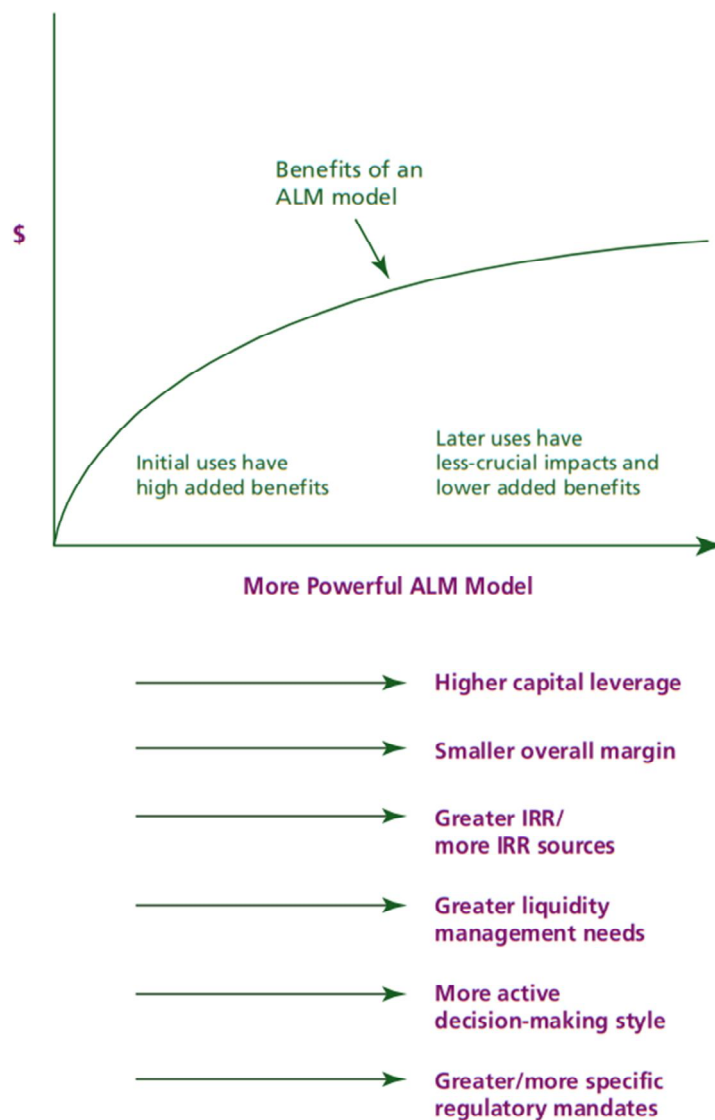
¹² The institution's decision-making style

۶. الزامات قانونی^{۱۳} به واسطه‌ی الزامات قانونی منافع مدل مدیریت دارایی و بدهی قابل لمس‌تر می‌شود. به عنوان یک قانون، مدل مدیریت دارایی و بدهی منطبق بر خواسته‌های موسسه، یک نیاز بسیار ساده و ابتدایی برای بقای موسسه بشمار می‌رود. محققین به دنبال مدل مدیریت دارایی و بدهی مناسبی هستند که در سایه‌ی ترازنامه، سرمایه، نقدینگی، موقعیت ریسک نرخ بهره و سبک مدیریت موسسه تنظیم شده باشد، تا زمانی که موسسه در معرض ریسک و یا در فشار نظارتی باشد، به خوبی بتواند عمل کند.

شکل ۱-۲ خلاصه موضوعات مفهومی را که در بالا بحث شد، به اختصار نشان می‌دهد. اصل بر این است که مزایای حاصل از مدل مدیریت دارایی و بدهی زمانی بیشتر خواهد شد که درک دقیق و به موقع از ارزش ترازنامه موجود و آینده، عملکرد سود و ریسک در آن برای کاربر صورت گیرد.

¹³ Regulatory requirements

شکل ۱-۲ مزایای مدل دارایی و بدهی



۳-۱-۲ مدیریت بانک‌های تجاری

بانک‌های تجاری نقش مهمی در اقتصاد یک کشور دارند، چرا که تاثیر آن‌ها بر حجم پول کمتر از سایر فرآیندها نیست؛ به خصوص در کشورهای در حال توسعه بانک‌های تجاری اغلب از مکانیزم‌های منحصر بفردی برای صرفه‌جویی در منابع مالی استفاده می‌کنند.

این توانایی بانک‌ها، باعث می‌شود که موسسات مالی با قوانین مشخص به آرمان‌های اقتصادی مطلوب خود دست یابند. این قوانین شامل تقاضا برای نقد نگه داشتن ذخایر سرمایه‌ای در بانک‌ها، نقدینگی،

نرخ بهره وام‌ها و سپرده‌ها، وام‌دهی برای فعالیت‌های خاص و سایر تراکنشات می‌باشد. این محدودیت بر تصمیم‌گیری‌ها و همچنین ساختار و حجم فعالیت بانک اثر می‌گذارد.

از آنجایی که در ترازنامه سپرده‌ها در قسمت بدهی و وام‌ها در قسمت دارایی قرار دارد؛ بانک‌های تجاری به صورت مختلفی می‌توانند سازماندهی شوند. ترازنامه یکی از اصلی‌ترین ساختار بانک‌های تجاری است چرا که درآمد آن‌ها تحت تاثیر این ساختار می‌باشد. بعلاوه بانک‌ها برای غلبه به عدم اطمینان حاصل از نوسانات بازارهای مالی لازم است که تصمیمات سرمایه‌گذاری مهمی مبتنی بر این ساختار اتخاذ کنند. در واقع مهم‌ترین هدف بانک‌های تجاری، به حداکثر رساندن ثروت سهام‌داران با در نظر گرفتن محدودیت‌های اعمال از سوی مقامات می‌باشد.

۲-۱-۴ سیاست‌های اساسی بانک‌های تجاری

سیاست‌های اساسی بانک‌های تجاری مربوط به مجموعه‌ی متشکل از منابع مالی، وام‌دهی، نقدینگی و سرمایه می‌باشد. [۸]

جذب منابع مالی برای مدیریت بانک مهم تلقی می‌شود، چرا که هر بانک برای اجرای فعالیت‌های خود نیاز به منابع مالی دارد. محدودیت‌های اجرایی مختلف و سایر محدودیت‌ها بر روی سیاست جذب سرمایه بانک تاثیر می‌گذارد. مدیر از طریق جذب سپرده، اخذ وام از بانک مرکزی و خرید اوراق بهادار می‌تواند کسب سرمایه کند که البته باید هزینه‌های هریک از این طرق از قبل ارزیابی شود. در این برآورد، باید عوامل موثر در جذب سرمایه و فضای رقابتی میان بانک‌ها را نیز در نظر گرفت.

وام گرفتن از بانک‌های تجاری یکی از فعالیت‌های اصلی هر بانک است که حین اجرای آن باید به سیاست‌های اعتباری منوط به کسب بازده بالا و مینیمم بودن ریسک توجه خاص مبذول داشت. بانک باید پرتفولیوی اخذ وام خود را براساس ظرفیت و نیاز اقتصادی طبقه بندی کند.

باید گفت که در فرآیند اخذ وام باید به عواملی همانند ریسک ناشی از آن، زمان بازپرداخت، محدودیت‌های محیطی و زمان سررسید سپرده‌ها توجه کرد. هر یک از بانک باید به طور کامل و از هر حیث، بازار را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند چرا برای اکثر تراکنشات از سوی بانک بازار ثانویه‌ای وجود

ندارد. برای این کار، باید از تجربه‌ی مشتریان جهت آگاهی از عیوب بازار و ریسک‌های نهفته در آن کمک گرفت. اگر چه بانک در تعیین نرخ بهره نمی‌تواند نقش مهمی ایفا کند، با این حال می‌تواند از طریق سیاست‌های منعطفی که در تعیین این نرخ موثر است، نقش داشته باشد.

هزینه‌ی استقراض به صورت یک اصل کلی، باید مینیمم نرخ بهره‌ی وام را پوشش دهد؛ با این حال مشکلات زیادی برای تعیین نرخ بهره‌ی وام وجود دارد. مطالعات نشان می‌دهد که نرخ بهره از نرخ تنزیل بانک مرکزی و همچنین نرخ بهره وامی که به بهترین مشتریان عرضه می‌شود، تبعیت می‌کند. بخش اعظمی از هزینه‌های وام بانکی تحت تاثیر میزان نرخ بهره می‌باشد، لذا قوانینی برای نوسانات نرخ بهره به تصویب رسیده است.

یکی دیگر از سیاست‌های اصلی بانک‌های تجاری مدیریت نقدینگی و تعیین وجوه نقد لازم برای انجام عملیات مرتبط با سپرده‌ها و وام‌هاست. برای اجرای موفق این سیاست، بانک‌های بزرگ به مدیریت بدهی توجه دارند. اما بانک‌های کوچک به مدیریت دارایی می‌پردازند چرا که ممکن است برای بازه‌ای هرچند کوچک در ایجاد درآمد خود دچار مشکل شوند. در این بانک‌ها اوراق بهادار حجم وسیعی از دارایی‌ها را تشکیل می‌دهد که برای این نوع دارایی باید به کمیت، کیفیت، زمان سررسید و بازده آن توجه کرد. بانک مرکزی برای بانک‌های تجاری به عنوان "آخرین بانک‌دار" ایفای نقش می‌کند و در نتیجه نقدینگی لازم را پوشش می‌دهد.

عامل ریسک در سرمایه‌گذاری و سطح کیفی پرتفولیوی بانک تاثیر بسزایی دارد. با توجه به ظرفیت یک بانک، کیفیت اوراق بهادار استفاده شده باید ارزیابی شود چرا که بر عملکرد بانک می‌گذارد. همانطور که قبلاً نیز بیان شد اوراق بهادار مختلف از لحاظ ریسک، بازده، کیفیت و عدم قطعیت متفاوت است. همچنین بانک باید حین تصمیم‌گیری نرخ بهره، سیاست‌های اقتصادی و وضعیت کنونی اقتصاد را در نظر بگیرد. تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیتی که در بالا بحث شد؛ بر اساس انعطاف پذیری در کسب درآمد و سود انجام می‌شود.

سرمایه برای بانک‌های تجاری به خصوص برای گسترش اعتبارات بانکی، جذب منابع مالی، ایجاد امنیت برای حفاظت سپرده‌ها و ارتقاء عملیات بانکی بسیار حیاتی و مهم به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، حجم زیاد سرمایه باعث می‌شود بازده بانک کاهش بیابد. سیاست‌های منطقی به حفظ تعادل در حالتی که سرمایه اندک، ریسک بالا و حالتی که سرمایه بالا و بازده اندک باشد؛ مربوط می‌شود.

۲-۱-۵ تکنیک‌های مدیریت دارایی و بدهی

با توجه به پژوهش کاسمیدو و زوپونیدس^{۱۴} (۲۰۰۱) مدل‌های مدیریت دارایی و بدهی می‌تواند قطعی^{۱۵} و یا تصادفی^{۱۶} باشد [۱۲]. مدل‌های قطعی با مفروضات بدیهی برای رویدادهای تصادفی از برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌کنند که حتی برای مسائل در مقیاس بزرگ محاسبات به راحتی صورت می‌گیرد. این مدل در صنعت بانکداری به عنوان ابزار نظارتی مفید شناخته می‌شود (کوهن و هم‌ر^{۱۷}، ۱۹۶۷) [۱۳]. مدل‌های تصادفی شامل برنامه‌ریزی محدودیت تصادفی^{۱۸}، برنامه‌ریزی پویا^{۱۹}، تئوری تصمیم‌گیری متوالی^{۲۰}، و برنامه‌ریزی خطی احتمالی^{۲۱} می‌باشد. روش‌های مدل‌های شبیه‌سازی^{۲۲} و شبکه‌های فراگیر پویا^{۲۳} در این تقسیم‌بندی قرار نمی‌گیرند؛ لذا در این مطالعه به آن‌ها پرداخته نمی‌شود.

۲-۱-۵-۱ مدل‌های قطعی

از اولین مدل‌های ریاضی در زمینه مدیریت بانک در اوایل دهه ۶۰ ارائه شد. پیشگامان مدل قطعی مدیریت دارایی و بدهی چمبرز و چارنز^{۲۴} (۱۹۶۱) بودند [۱۴]. این دو محقق با بهره‌گیری از مدل

¹⁴ Kosmidou and Zopounidis

¹⁵ Deterministic

¹⁶ Stochastic

¹⁷ Cohen and Hammer

¹⁸ Chance-Constrained Programming

¹⁹ Dynamic Programming

²⁰ Sequential Decision Theory

²¹ Linear Programming Under Uncertainty

²² Simulation models

²³ Dynamic generalized networks

²⁴ Chambers and Charnes

برنامه‌ریزی ریاضی و روش‌های درون‌یابی و برون‌یابی سعی کردند که مدل پیشنهادی را به واقعیت نزدیک‌تر کنند.

پس از آن‌ها، کوهن و هم (۱۹۶۷) [۱۳]، کومر^{۲۵} (۱۹۷۱) [۱۵]، رابرتسون^{۲۶} (۱۹۷۲) [۱۶]، لایفسون و بلکمن^{۲۷} (۱۹۷۳) [۱۷]، فیلیتز و لوفلر^{۲۸} (۱۹۷۹) [۱۸] از مدل ارائه شده توسط چارنز و چمبر استفاده کرده‌اند. اگر چه در این پژوهش‌ها مفروضات پویا مبتنی بر شرایط عدم قطعیت مشابه است؛ ولی در همه‌ی آن‌ها بهینه‌سازی تابع تک‌هدفه تحت محدودیت‌های خطی قرار گرفته‌اند.

کوهن و هم (۱۹۶۷) برای اولین بار از اصطلاح "محدودیت‌های ساختاری" در چارچوب مدل برنامه‌ریزی بانک‌های تجاری استفاده کرد که این اصطلاح به طور گسترده در ادبیات مدیریت دارایی و بدهی استفاده می‌شود. [۱۳]

فیلیتز و لوفلر (۱۹۷۹) مدل برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته‌ای برای مدیریت نقدینگی در بانک‌های تجاری بزرگ ارائه کردند [۱۸]. با این‌که مدل پیشنهادی تغییرات چشمگیری با مدل‌های قبلی داشت اما ایده‌ی اصلی برای این مدل از مدل کومر (۱۹۷۱) استخراج شده بود [۱۵]. این مدل خود را با تغییرات در ماهیت بازارهای مالی تطبیق داده بود. همچنین مدیریت نقدینگی به عنوان پارامتری جهت حمایت از دیگر بانک‌ها معرفی شده بود. مدیریت نقدینگی با نیاز برای رسیدن به یک هدف رسمی در یک محیط محدود مشخص می‌شود.

۲-۱-۵-۱-۱ مدل‌های برنامه‌ریزی خطی چندهدفه

ایتمن و سالی^{۲۹} (۱۹۷۹) یک مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه برای مدیریت ترانزنامه‌ی بانک‌های تجاری ارائه دادند [۱۹]. آرمان این مدل سودآوری و توان پرداخت بدهی بانک بود که سودآوری بانک توسط تابع سود اندازه‌گیری می‌شد. از آنجا که اهداف مدیران بانک، به غیر از سودآوری، نقدینگی و ریسک نیز

²⁵ Komar

²⁶ Robertson

²⁷ Lifson and Blackman

²⁸ Fielitz and Loeffler

²⁹ Eatman and Sealey

بود؛ این دو عامل در توان پرداخت بدهی بانک گنجانده شده بود. این دو محقق نقدینگی و ریسک را به ترتیب با استفاده از نسبت کفایت سرمایه و نسبت ریسک دارایی به سرمایه محاسبه کردند. نسبت کفایت سرمایه، شاخص جامعی است که نقدینگی را بررسی می‌کند چرا که ترکیب هر دو پارامتر دارایی و بدهی حین محاسبه این نسبت در نظر گرفته می‌شود. کاهش نقدینگی و افزایش ریسک این نسبت را افزایش می‌دهد، در نتیجه بانک‌ها از طریق مینیمم کردن نسبت کفایت سرمایه؛ نقدینگی را حداکثر و ریسک را حداقل می‌نمایند. نسبت ریسک دارایی به سرمایه منعکس‌کننده توان پرداخت بدهی بانک است که اگر این نسبت به عنوان عاملی برای نشان دادن ریسک در نظر گرفته شود؛ با افزایش این نسبت، ریسک نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، برای به حداقل رساندن ریسک، این نسبت باید کوچک شود. محدودیت در نظر گرفته شده در مدل ایتمن و سالی راهبردی و مدیریتی هستند. در واقع این دو محقق یک مدل برنامه ریزی خطی چندهدفه بسط دادند که این مدل به عنوان ابزاری برای مدیریت ترازنامه بانک‌های تجاری کارا به نظر می‌رسد. باید گفت که برنامه‌ریزی خطی چندهدفه برای رسیدن به یک راه‌حل با مطلوبیت حداکثر، تمامی اطلاعات مورد نیاز را در نظر می‌گیرد و فرصت‌های ارائه می‌دهد که انتخاب به سهولت صورت گیرد. این مهم علت برتری این تکنیک به سایر تکنیک‌های سنتی می‌باشد. پس از ایتمن و سالی، جیاکوزا و وازولوگلو³⁰ نیز برای مدیریت دارایی و بدهی بانک از برنامه‌ریزی خطی استفاده کردند [۲۰]. مدیریت علاوه بر ماکزیمم سازی درآمد، حداقل سازی ریسک مربوط به تخصیص سرمایه بانک، حفظ سهام بازار و همچنین افزایش حجم سپرده و وام را به عنوان آرمان در نظر می‌گیرد. از آنجایی که برنامه‌ریزی خطی سنتی به بررسی تنها یک هدف می‌پردازد نمی‌تواند به طور همزمان چندین آرمان را مورد بررسی قرار دهد اما در فضای زمینه‌ی تصمیم‌گیری چندمعیاره، برنامه‌ریزی آرمانی یکی از بهترین روش‌هاست که تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا به راحتی ترکیب متعددی از محدودیت‌ها و آرمان‌ها را مورد مطالعه قرار دهد.

³⁰Giokas and Vassiloglou

۲-۱-۵-۲ مدل‌های احتمالی

در مقابل مدل‌های قطعی، چند مدل تصادفی وجود دارد که از سال ۱۹۷۰ توسعه داده شد. اکثر مدل‌های تصادفی همانند مدل پایل^{۳۱} (۱۹۷۱) [۲۱] و مدل بروت^{۳۲} (۱۹۷۸) [۲۲] از نظریه انتخاب پرتوفولیوی مارکوویتز^{۳۳} (۱۹۵۲) [۲۳] سرچشمه می‌گیرد. مارکوویتز نخستین کسی بود که معیار خاصی برای ریسک سبد سهام تدوین نمود و دو هدف اصلی یعنی حداکثرسازی بازده و حداقل‌سازی ریسک را بیان کرد. با توجه به این رویکرد، سرمایه‌گذار از توابع مطلوبیت ریسک‌گریزی پیروی کرده و ریسک و بازده را به ترتیب با استفاده از واریانس و میانگین بازده مورد انتظار در یک دوره از افق برنامه‌ریزی اندازه‌گیری می‌کند لذا این روش با نام میانگین-واریانس نیز یاد می‌شود. از برجسته‌ترین مفاهیم در این روش این است که سرمایه‌گذاران در یک سطح معینی از ریسک، بازده بالاتری را ترجیح می‌دهند و برای یک سطح معینی از بازده، خواهان کمترین ریسک می‌باشند.

۲-۱-۵-۱ مدل‌های برنامه‌ریزی محدودیت تصادفی

مدل برنامه‌ریزی محدودیت تصادفی برای نخستین توسط چارنز و تور^{۳۴} (۱۹۶۶) [۲۴]، چارنز و لیتل‌چایلد^{۳۵} (۱۹۶۸) [۲۵] مورد مطالعه قرار گرفت. در این مدل سپرده‌گذاری‌های آتی و بازپرداخت‌های وام متغیرهای تصادفی با توزیع نرمال هستند که به عنوان گلوگاه در نظر گرفته می‌شوند. همچنین در برخورد با ادعاهای خروجی به جای فرمول کفایت سرمایه از محدودیت تصادفی استفاده می‌شود که این روش برای راه‌حل‌های واقع‌بینانه یک طرح محاسباتی عملی ارائه می‌کند.

درحقیقت مدل برنامه‌ریزی محدودیت تصادفی از مسائل بودجه‌بندی مالی همانند عدم قطعیت و محدودیت‌های شخصی و سازمانی حمایت می‌کند: مدل چارنز و تور مسئله‌ی شرکت‌های پس‌انداز و وام را در زمینه برنامه‌ریزی مالی مطرح کردند و برای مدل‌سازی، مدل تصمیم‌گیری خطی را مورد

³¹ Pyle's model

³² Brodt's model

³³ Portfolio Selection Theory Of Markowitz

³⁴ Thore

³⁵ Littlechild

استفاده و تجزیه و تحلیل قرار دادند. باید گفت که این پژوهش یکی از مطلوب‌ترین حالات را تحت شرایط خاص برگزید به طوری که نمونه‌ی حل شده به صراحت شرایطی را نشان داد که تحت آن محدودیت‌ها نقض شده‌اند.

پس از آن در سال ۱۹۷۲، پوگیو و بوسارد^{۳۶} مدل محدودیت تصادفی را برای ۱۲ بازه‌ی زمانی مشخص ارائه کردند که تنها متغیر نامعین آن وجوه نقد آتی مورد نیاز بود [۲۶]. در واقع این دو محقق از پیشگامان بهینه‌سازی مسائل برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت مالی در شرایط عدم قطعیت می‌باشند. به طور کلی، مدل پوگیو و بوسارد برای توسعه برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت مالی می‌تواند برای هر شرکت و طی دوره‌های متفاوت زمانی یک ابزار مفید باشد؛ به طوری که برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت در آن شامل مزاد و یا کسری وجه نقد دوره‌های زمانی متفاوت، گزینه‌ها و محدودیت‌های تامین مالی مختلف و راهبردهای برای محافظت در برابر عدم قطعیت‌های ناشی از وجوه نقد آتی می‌شود.

شاید یکی از عمده‌ترین ضعف مدل برنامه‌ریزی محدودیت تصادفی این است که برای مقادیر متفاوت محدودیت‌ها و یا انواع مختلف محدودیت‌ها نمی‌تواند جریمه‌ی متناسب تعیین کند.

۲-۱-۵-۲ برنامه‌ریزی پویا

رویکرد دیگر برای مدل‌سازی تصادفی، برنامه‌ریزی پویا است که به ساموئلسون^{۳۷} (۱۹۶۹) [۲۷]، مرتون^{۳۸} (۱۹۶۹) [۲۸]، [۲۹] ۱۹۹۰) نسبت داده شده است. هدف اصلی برنامه‌ریزی پویا این است که برای متغیرهای محرک در هر دوره فضای مناسبی ایجاد کند.

مرتون (۱۹۶۹) در مقاله خود به بررسی تفاوت میان سیاست هزینه و سیاست سرمایه‌گذاری مطلوب در دانشگاه‌های مختلف پرداخت که این عمل را با استفاده ارزش فعلی پرداخت بدهی و متغیرهای اقتصادی محرک انجام داد [۲۸]. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که مدیران و دیگر افرادی که عمل قضاوت در مورد

³⁶ Pogue and Bussard

³⁷ Samuelson

³⁸ Merton

سیاست‌های عملکردی را از طریق مقایسه با سایر موسسات انجام می‌دهند؛ باید ترکیبی از فعالیت‌های موسسات و ارزش سرمایه‌ای جریان‌ات نقدی را مد نظر قرار بدهند.

اپن و فاما^{۳۹} (۱۹۷۱) [۳۰] دو و سه مسئله مرتبط به دارایی را مدل کردند که ایده‌ی اصلی آن از مسئله بهینه‌سازی نشئت می‌گیرد که با مدل کنترل تصادفی و با استفاده از سیاست‌های کنترلی تحت شرایط عدم قطعیت بیان می‌شود. این مدل در پایان هر دوره بطور مثال هنگامی که نسبت دارایی به اهداف مشخص دست یافته شد، پروتفولیو را مجدد تخصیص می‌دهد. فضای نمونه پیوسته از طریق یک تقریب گسسته نمایش داده شود. تقریب گسسته طیف وسیع تری از کاربردها را ارائه می‌دهد که پیاده‌سازی آن آسان است. این مدل‌ها پویا هستند و عدم قطعیت مسئله را به طور ذاتی مد نظر قرار می‌دهند.

سامونلسون (۱۹۶۹) تصمیم‌گیری‌های مربوط به طول عمر سرمایه‌گذاری مطابق با چندین دوره‌ی برنامه‌ریزی فرموله کرده است که در این مقاله یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی پویا را ارائه داد [۲۷]. مدل سامونلسون مفروضات زیادی همانند اینکه فرد از ابتدا تا آخر عمرش از تابع ریسک پذیری خاصی تبعیت می‌کند؛ در نظر می‌گیرد. همچنین عدم وجود جایگزین برای سرمایه‌گذاری فعلی در آینده، امری نسبی است.

۲-۱-۵-۲-۳ رویکرد تئوری تصمیم متوالی

در سال ۱۹۶۹، ولف^{۴۰} تئوری تصمیم‌گیری متوالی را برای تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پی‌درپی و رسیدن به یک راه‌حل بهینه با استفاده از شمارش ضمنی ارائه داد [۳۱]. این تکنیک نمی‌تواند راه‌حل مطلوبی برای مشکلات با افق زمانی فراتر از یک دوره ارائه کند، چرا که در آن باید تمام استراتژی‌های ممکن برای یک پروتفولیو در مدت زمان قبل از تصمیم‌گیری فعلی به منظور تضمین بهینگی بررسی شود. ولف برای توضیح این نقص در مدل، تاکید کرد که راه‌حل‌های ارائه شده برای یک دوره‌ی زمانی،

^{۳۹} Eppen and Fama

^{۴۰} Wolf

معادل راه‌حل‌های تعبیه شده برای n دوره‌ی زمانی است. این رویکرد تطابق زمانی سررسید دارایی‌ها و بدهی‌ها را نادیده می‌گیرد.

مدل پورتر^{۴۱} (۱۹۶۲) انتخاب دارایی بانک را انتخاب عدم اطمینان معرفی می‌کند که از طریق جریانات نقد آتی و قیمت اوراق بهادار طی یک دوره که متغیرهای تصادفی هستند؛ معین می‌شود [۳۲]. علاوه بر این، ترجیحات تصمیم‌گیرنده را در نظر نمی‌گیرد. از آنجا که تابع هدف خطی است، این مدل پرتفولیویی تعبیه می‌کند که با وام و اوراق بهاداری که از طریق تابع توزیع متغیرهای تصادفی انتخاب شده‌اند، متنوع شده است. در مدل چنگ^{۴۲} (۱۹۶۲) نیز انتخاب پرتفولیوی اوراق بهادار بانک تنها برای یک دوره مد نظر است [۳۳]. این مدل با استفاده از مفهوم پرتفولیوی کارای مارکوویتز، از عدم اطمینان و ترجیحات تصمیم‌گیرنده پیروی می‌کند. پرتفولیوی کارا حداکثر کردن بازدهی مورد انتظار برای واریانس بازده‌های معین تعریف می‌شود. همانطور که توبین^{۴۳} (۱۹۵۸) [۳۴] ثابت می‌کند، این معیار یا به صورت بازده متغیری که به صورت نرمال توزیع شده است فرض می‌شود؛ و یا به صورت یک تابع مطلوبیت درجه دوم در نظر گرفته می‌شود.

برادلی و کرین^{۴۴} در سال (۱۹۷۲) مدل درخت تصمیم‌گیری تصادفی را توسعه داده‌اند که بسیاری از ویژگی‌های مطلوب و ضروری یک مدل پرتفولیوی عملیاتی بانکی را داراست [۳۵]. مدل برادلی - کرین تمامی سناریوهای اقتصادی را که تمامی نتایج ممکن را در بر می‌گیرد؛ بررسی می‌کند. تمام سناریوهای ممکن به عنوان یک نمودار درختی است که هر عنصر (وضعیت اقتصادی) در هر مسیر، مجموعه‌ی جریانات نقدی و نرخ بهره متفاوتی را شامل می‌شود. مسئله به صورت یک برنامه خطی مدل می‌شود که آرمان حداکثرسازی ثروت نهایی مورد انتظار شرکت می‌باشد و محدودیت‌ها به جریان نقدی، تعادل موجودی، کاهش سرمایه و ترکیب طبقاتی مربوط می‌شود. برای غلبه بر مشکلات محاسباتی، دارایی‌ها

⁴¹ Porter model

⁴² Cheng

⁴³ Tobin

⁴⁴ Bradley And Crane

و بدهی‌ها مجدداً فرمول بندی می‌شوند و یک الگوریتم برنامه‌ریزی کلی طرح می‌شود که مشکلات محاسباتی را به حداقل می‌رساند.

مزیت عمده روش برادلی و کرین این است که در این مدل‌سازی مسائل در مقیاس بزرگ با محدودیت‌های زیادی در شرایط عدم قطعیت روبروست که به صورت برنامه‌ریزی خطی مدل می‌شود. تحقیقات بیشتری برای بهبود توانایی مدیریت پرتفولیو برای ارزیابی مدل‌های بزرگ‌تر و مطالعه حساسیت مدل‌ها در دوره‌های زمانی متفاوت نیاز است.

۲-۱-۵-۲ برنامه‌ریزی خطی احتمالی

یک روش دیگری که در مدل تصادفی مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ برنامه‌ریزی خطی تصادفی با مرجع ساده^{۴۵} می‌باشد. این روش متغیرهای تصادفی را با محدودیت‌های خروجی و دوره‌های زمانی مشخص تعریف می‌کند.

مدل تک‌دوره‌ای کوهن و تور^{۴۶} (۱۹۷۰) به عنوان یک ابزار برای تجزیه و تحلیل حساسیت بکار برده می‌شود تا اینکه به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری اصولی تلقی شود [۳۶]. بدیهی است که برنامه‌ریزی خطی یک رویکرد قدرتمند اصولی برای تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری‌های مرتبط با پرتفولیوی بانک است. طرح‌ها و تصمیم‌گیری‌ها بر روی اندازه و ساختار دارایی، بدهی و سرمایه بانک موثر است. علاوه بر این باید گفت که هر کدام از این سه عوامل در سودآوری، ریسک و نقدینگی تاثیر بسزایی دارد. ماهیت مدیریت ترانزنامه پویای بانکی برنامه‌ریزی انکارناپذیری است که در طول زمان و تحت شرایط عدم اطمینان رخ می‌دهد. دو نوع عمده‌ی توازن وجود دارد که باید در فرایند برنامه‌ریزی مورد بررسی قرار گیرد. اول، ماهیت و میزان توازنی که باید بین بازده، نقدینگی و ریسک ارزیابی شود. دوم، عواقب گزینه‌های تصمیم‌گیری مختلف در کوتاه‌مدت و بلندمدت برآورد شود. موفق‌ترین روشی که تا به حال در بانک‌های تجاری آمریکا برای کمک به مدیران ارشد و درک روابط تجاری کردن ذاتی در مدیریت

⁴⁵ Stochastic Linear Programming with Simple Recourse (SLPSR)

⁴⁶ Cohen and Thore

ترازنامه پویا اتخاذ شده است؛ مدل برنامه‌ریزی موقتی خطی در مقیاس بزرگ است. این مدل نتایج دوره به دوره‌ی ترازنامه را معین می‌کند که در آن ماکزیمم ساختن بازده خالص تحت شرایط حداکثر شدن ریسک، حداقل نقدینگی و سایر ملاحظات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کوهن و تور یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای مدیریت ترازنامه پویا بانک در یک بانک بزرگ تجاری آمریکایی طرح کردند که از پیش‌فرض‌های این مدل پیش‌بینی سطح دقیق تقاضای وام، سپرده، نرخ بهره و بازده برای بیش از یک افق برنامه‌ریزی می‌باشد.

مزیت عمده برنامه‌ریزی عدم قطعیت؛ حق درخواست تجدید نظر در محاسبات است. در واقع مدل برنامه‌ریزی خطی برای مدیریت پویا ترازنامه‌ی بانک این امکان را فراهم می‌آورد که عدم قطعیت‌های همانند نوسانات آتی در سپرده و تقاضای وام را مورد بررسی مجدد قرار دهد.

مدل بوت^{۴۷} (۱۹۷۲) [۳۷] با محدود کردن تعدادی متغیر فرمول بندی شده است تا بتواند دو دوره‌ی زمانی را شامل شود. پژوهش بوت با کمی اصلاحات مشابه مطالعه‌ی کوهن و تور می‌باشد.

مطالعه بوت از سه بخش ساختار نظری، متغیرهای خاص و تابع هدف (و یا محدودیت) تشکیل شده است. موارد زیر تفاوت‌های مدل بوت و مدل کوهن و تور را به خوبی نشان می‌دهد. یک- مدل کوهن- تور تنها سطح سپرده را تصادفی فرض می‌کند اما مدل بوت نرخ بهره، تقاضای وام و سطوح غیر سپرده و سپرده را تصادفی در نظر می‌گیرد. دو- مدل کوهن و تور مختص یک دوره است، در حالی که بوت دو دوره‌ی زمانی را مورد ملاحظه قرار می‌دهد. سه- مدل بوت پدیده‌های مهم اقتصادی را که مدل کوهن - تور مهم تلقی نمی‌کند، در نظر می‌گیرد.

مدل کرین^{۴۸} (۱۹۷۱) یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی گسسته می‌باشد که برای مدیریت پرتوفولیوی اوراق قرضه بانک‌های تجاری عرضه شد [۳۸]. این مدل با مدل‌های قبلی که اوراق قرضه را بهینه‌سازی میکرد؛

^{۴۷} Booth

^{۴۸} Crane

متفاوت است. از این لحاظ که ماهیت مسئله پویاست. همچنین جریانات نقد آتی و نرخ بهره به عنوان متغیرهای تصادفی گسسته در نظر گرفته می‌شود.

مطالعه کرین به مسئله‌ی انتخاب پرتفولیو به عنوان یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای تحت شرایط ریسکی نگاه می‌کند. تمرکز اصلی این مطالعه مربوط به انتخاب استراتژی پرتفولیوی سرمایه‌گذاری می‌باشد که این مهم یک جنبه اساسی در مدیریت دارایی و بدهی را تشکیل می‌دهد. این مدل‌سازی اطلاعات مربوط به دارایی و اوراق قرضه را طبقه‌بندی می‌کند. طبقه‌بندی مسئله سرمایه‌گذاری دو فرض عمده را در نظر می‌گیرد. نخست این‌که حداکثر اندازه‌ی پرتفولیو خارج از چارچوب مدل استخراج می‌گردد. دوم، تا زمانی که انتخاب پرتفولیو محدودیت‌های جریان نقدی اعمال شده توسط سایر بانک‌ها را تامین کند؛ استراتژی‌های پرتفولیو بدون توجه به بازده و یا ریسک مرتبط با دارایی‌های سایر بانک انتخاب می‌شود.

مدل کالبرگ، وایت و زیمبا^{۴۹}(۱۹۸۲) مسئله برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت مالی شرکت را با استفاده از برنامه‌ریزی خطی تصادفی و مدل منبع ساده بیان کردند که در آن وجه نقد موردنیاز به صورت متغیرهای تصادفی گسسته تعریف شده‌اند [۳۹]. هدف اصلی مقاله به حداقل رساندن هزینه‌های منابع مالی مختلف و هزینه‌ی جریمه‌ی تخطی از محدودیت برای چهار دوره بود.

چارچوب مطالعه کالبرگ و همکاران نسبت به پژوهش‌های قبلی دیدگاه واقعی‌تر نسبت به مسائل در شرایط عدم قطعیت فراهم می‌کند. باید گفت که پیچیدگی الگوریتم و^{۵۰}(۱۹۸۳) [۴۰] در محاسبات مسائل با مرجع ساده به اندازه‌ی پیچیدگی روش تقریب میانگین است. با استفاده از این فرمول، اثرات متفاوت از توزیع و هزینه‌ی جریمه‌ی بررسی می‌شود. آن‌ها نتیجه گرفتند که حتی با هزینه‌ی جریمه و توزیع متقارن؛ نتایج مدل میانگین، به طور چشمگیری پایین‌تر از مدل برنامه‌ریزی خطی تصادفی است.

⁴⁹ Kallberg, White and Ziemba

⁵⁰ Wet

بنابراین، در این پژوهش اثبات شد که نادیده گرفتن اجزای تصادفی در فرمول برنامه‌ریزی خطی بدون در نظر گرفتن پس‌انداز محاسباتی می‌تواند پر هزینه باشد.

کوزی و زیمبا^{۵۱} (۱۹۸۶) برای مدیریت دارایی و بدهی بانک با حفظ امکان‌سنجی محاسباتی مدل برنامه‌ریزی خطی تصادفی چنددوره‌ای را با منبع ساده ارائه دادند [۴۱]. هدف این پژوهش به حداکثر رساندن ارزش خالص فعلی سود بانکی منهای هزینه‌ی جریمه‌ی مورد انتظار شامل عدم امکان‌سنجی نهادی، قانونی، عدم قطعیت و ملاحظات سیاسی و مالی مربوط به بانک می‌باشد. به عبارت دیگر، هدف حداکثرسازی سود بانکی در پنج سال آینده بر اساس محدودیت‌های زیر است:

جریان سپرده که در آن جریان نقدی خالص در طول دوره حسابداری مدنظر است؛ چون سپرده‌ها متناسب با تغییرات نرخ بهره متنوع شده است.

نقدینگی و قدرت پرداخت بدهی، که بر طبق آن و به صورت پیش فرض ارزش بازار دارایی‌ها بانک باید به اندازه‌ی کافی باشد تا سپرده‌ها را پوشش دهد و کمتر از ذخایر نقدینگی و بدهی نباشد.

محدودیت‌های سیاسی شامل رابطه بین هزینه‌ی جریمه‌ی و میزان نقض سیاست است که به طور مثال برای اولین بار وام‌های شخصی نباید ۲۰ درصد از وام‌های رهنی در هر دوره تجاوز کند و در مرحله دوم وام مسکن نباید بیش از ۱۲/۵ درصد از وام‌های مسکن برای اولین بار باشد.

محدودیت‌های قانونی که به عنوان مقررات دولتی شناخته می‌شود که به طور مثال دارایی‌های جاری نمی‌تواند کمتر از ۱۰ درصد بدهی‌ها باشد. (بر اساس اتحادیه‌ی اعتباری برتیش - کلمبیا) محدودیت بودجه، که بر طبق مقررات دولت منابع بودجه برای هر دوره برابر هستند.

مدل راسل - کسای^{۵۲} (کارینو و همکاران^{۵۳}، ۱۹۹۴ [۴۲]) یکی دیگر از انواع برنامه‌ریزی تصادفی چندمرحله‌ای می‌باشد که هدف آن به حداکثر رساندن ثروت بلندمدت شرکت با فرض بالا بودن درآمد است. کارینو و همکاران یک برنامه تصادفی چندمرحله‌ای خطی را ارائه دادند که دارایی و بدهی

⁵¹ Kusy and Ziembra

⁵² Russell-Yasuda Kasai model

⁵³ Carino et al

موسسه‌ی سرمایه‌گذاری "راسل-کسای" را برای افق پنج ساله مورد بررسی قرار دادند. هدف از این پژوهش حداکثرسازی سود مورد انتظار بلندمدت که جریمه‌ی برآورد شده از تخطی محدودیت‌ها برای افق بی‌نهایت از آن کسر شده است. محدودیت‌های موسسات، جریان‌ات نقدی، حقوقی، مالیاتی و سایر محدودیت‌ها در طول زمان از جمله شرایط بود که طی مدل‌سازی باید تامین می‌شد.

برای بهینه‌سازی مجموعه‌ای از قواعد تصمیم‌گیری و یا حتی برای تجزیه و تحلیل سناریو می‌توان یک مدل دارایی و بدهی ایجاد کرد. این مشکلات بهینه‌سازی اغلب کوچک هستند اما مدل معینی برای شناسایی راه‌حل وجود ندارد. مدیریت دارایی و بدهی فالکن^{۵۴} (مولوی، کورنتی و لومیس^{۵۵}؛ [۴۳]۱۹۹۷) نمونه‌ای از بهینه‌سازی مجموعه‌ی قواعد تصمیم‌گیری می‌باشد. به طور کلی، تجزیه و تحلیل سناریو به روشی شناخته می‌شود که همه عدم قطعیت‌ها را در بیش از یک افق برنامه‌ریزی بررسی می‌کند. به طور عمده، فرآیند به صورتی است که سناریوها نشان‌دهنده تمامی نتایج ممکن می‌باشند. (گلین و ایگلهارت^{۵۶}؛ [۴۴]۱۹۸۹؛ دانتیزه و اینفاینر^{۵۷}؛ [۴۵]۱۹۹۳). ایده اصلی این روش، ایجاد مجموعه‌ای از سناریوهای خوش بینانه و بدبینانه در یک چارچوب معینی از ریسک می‌باشد.

۲-۲ بخش دوم؛ برنامه‌ریزی آرمانی و روش تحلیل سلسله مراتبی

۲-۲-۱ مقدمه

مسائل مدیریتی به ندرت با یک هدف ساده و واحد مانند حداکثر ساختن سود مواجه است. امروزه بیشتر سیستم‌های مدیریتی بسیار پیچیده‌اند به طوری که مدیران تمایل دارند تا به طور همزمان به اهدافی که حتی در مواردی با هم متناقضند، دست پیدا کنند. بنابراین اغلب لازم است تک‌تک گزینه‌ها را در خلال چندین هدف تجزیه و تحلیل کرد. برای یک شرکت با هدف سودآوری، علاوه بر کسب درآمد، اهداف دیگری از جمله توسعه محصولات جدید، ارائه‌ی امنیت شغلی برای کارکنان و خدمت به جامعه مهم تلقی می‌شود. مدیران علاوه بر اینکه به دنبال افزایش حقوق و مزایای خود هستند و به طور همزمان

⁵⁴ Falcon

⁵⁵ Mulvey, Correnti and Lummis

⁵⁶ Glynn and Iglehart

⁵⁷ Dantzig and Infanger

خواهان تامین خواسته‌ی سهام‌داران نیز می‌باشند. این خواسته‌ها برای کارمندان نیز به صورت افزایش مزایا و حقوق بروز می‌کند. لذا اکثر مسائلی که مدیر با آن مواجه است در حضور معیارهای متعدد و متضاد که همان فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره است، رخ می‌دهد.

لذا برای حل بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری، باید مدلی را در نظر گرفت که شامل اهداف و یا ویژگی چندگانه متناقض باشد. بر همین مبنا در بخش حاضر پیشینه‌ی ادبیات تصمیم‌گیری چندمعیاره در دو بخش تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای و تصمیم‌گیری چندهدفه مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجایی که شالوده‌ی مدل ریاضی این تحقیق برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد؛ مفاهیم عمومی و اصطلاحات این نوع برنامه‌ریزی به عنوان زیرشاخه‌ی تصمیم‌گیری چندهدفه آورده شده است.

۲-۲-۲ فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره^{۵۸}

فرآیندهای تصمیم‌گیری شامل چندین گام است:

گام اول- شناخت مسئله

گام دوم- بررسی ترجیحات

گام سوم- تعیین گزینه‌ها

گام چهارم- انتخاب "بهترین گزینه" (سایمون^{۵۹} ۱۹۷۷ [۴۶]؛ کیندی و ریفا^{۶۰} ۱۹۷۶ [۴۷]؛ کلایندورفا، کانریفا و شومیکر^{۶۱} ۱۹۹۳ [۴۸])

به طور کلی، سه نوع از تجزیه و تحلیل رایج برای حل مسائل در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده

می‌شود: (بل، ریفا، و تیوسکی^{۶۲} ۱۹۸۸ [۴۹]؛ کلایندورفا و همکاران ۱۹۹۳ [۴۸])

تجزیه و تحلیل توصیفی^{۶۳} در رابطه با مسائلی است که تصمیم‌گیرندگان قادر به حل آن هستند.

⁵⁸ Multiple Criteria Decision-Making (MCDM)

⁵⁹ Simon

⁶⁰ Keendy and Raiffa

⁶¹ Kleindorfer, Kunreuther and Schoemaker

⁶² Bell, Raiffa, and Tversky

⁶³ Descriptive Analysis

تجزیه و تحلیل قطعی^{۶۴} بیشتر با مسائلی سروکار دارد که تصمیم‌گیرندگان برای بهبود تصمیم‌گیری به روش‌های دیگر نیز نیاز دارند.

تجزیه و تحلیل اصولی^{۶۵} بر مسائلی تمرکز دارد که باید به صورت ایده‌آل بررسی شوند. تجزیه و تحلیل توصیفی (یا تصمیم‌گیری‌های رفتاری) بیشتر در رشته‌های روانشناسی، بازاریابی و تحقیقات بازار مورد استفاده قرار می‌گیرد (کانمن و تورسکی، ۲۰۰۰ [۵۰]). در حالی که، تجزیه و تحلیل اصولی و قطعی در زمینه‌های تصمیم‌گیری، علوم اقتصاد و تحقیق در عملیات^{۶۶} بکار گرفته می‌شود. در مسائل تک‌معیاره، تصمیم‌گیری بسیار بصری و راحت است؛ از آن جهت که تنها یک گزینه بالاترین اولویت را از آن خود می‌کند. در حالی که، در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، ارزیابی گزینه‌ها با ترجیحات شخصی، تعارض میان معیارها و اولویت متفاوت هر معیار مواجهه است. لذا برای حل این مسائل باید از روش‌های پیچیده‌تری کمک گرفت.

به منظور حل مسائل در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره، اولین گام این است که ویژگی‌ها یا معیارها مورد استفاده در مسئله را تشخیص داده و درک جامعی نسبت به مسئله کسب شود (شناخت مسئله). در گام دوم ترجیحات تصمیم‌گیرنده در قالب اطلاعات و داده‌های دقیق منعکس می‌شود (بررسی ترجیحات). تصمیم‌گیرنده در گام سوم مجموعه‌ای از گزینه‌ها و یا استراتژی‌های را تدوین می‌کند که رسیدن به راه‌حل را تضمین کند (تعیین گزینه‌ها). نهایتاً، در آخرین گام روش مناسبی اتخاذ می‌شود که به کمک آن گزینه‌ها ارزیابی و بهترین گزینه و یا استراتژی انتخاب شود (انتخاب "بهترین گزینه"). با وجود آن که مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره طیف وسیع و متنوعی از مشکلات را در برمی‌گیرند، در خصوص ویژگی‌های زیر مشترکند. (هوانگ و یون^{۶۷}، ۱۹۸۱ [۵۱]):

۱. معیارهای چندگانه: هر مساله می‌تواند چندین معیار مرتبط با اهداف یا خصیصه‌ها داشته باشد.

⁶⁴ Prescriptive Analysis

⁶⁵ Normative Analysis

⁶⁶ Operations Research

⁶⁷ Hwang and Yoon

۲. تناقض در معیارها: ممکن است میان معیارهای چندگانه تناقض نیز وجود داشته باشد.

۳. واحد ناسازگار: معیارها ممکن است با واحدهای مختلف اندازه‌گیری شده باشند.

۴. طراحی و یا انتخاب: اگر گزینه‌ها برای حل یک مسئله در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره از قبل تعیین شده باشد که تصمیم‌گیرنده به ناچار یکی از میان آن‌ها را برمی‌گزیند؛ در غیر اینصورت تصمیم‌گیرنده ابتدا ملزم به طراحی و سپس انتخاب میان آن‌هاست

به منظور آن‌که پژوهش‌ها در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره نظام‌مند شود، مسائل در این حوزه به دو بخش اصلی تصمیم‌گیری‌های چندخصیصه‌ای^{۶۸} (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه^{۶۹}

(MODM) تقسیم شد. (هوانگ و یون، ۱۹۸۱ [۵۱]). باید گفت که اساس این طبقه‌بندی؛ تفاوت در

اهداف و داده‌هاست. در تصمیم‌گیری‌های چندخصیصه‌ای که بیشتر جنبه ارزیابی مطرح است؛ معمولا

تصمیم‌گیرنده با گزینه‌های از پیش تعیین شده و ترجیحات مستقلی روبروست. اما در فضای

تصمیم‌گیری چندهدفه، جنبه طراحی و یا برنامه‌ریزی اهمیت دارد؛ در این نوع مسائل هدف دستیابی

به آرمان و یا مطلوبی است که تحت شرایط و یا محدودیت گوناگونی قرار دارد. در حالت کلی، مسائل

تصمیم‌گیری چندمعیاره با تصمیم‌گیری‌های قطعی و یقینی سروکار دارد و برای مسائل در دنیای واقعی

که شرایط عدم قطعیت حکم فرماست همانند تصمیم‌گیری گروهی الگوی خاصی طراحی نشده است.

در نتیجه اکثر مشکلات در دنیای واقعی، باید از طریق مسائل فازی در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره

بیان شود که بتواند به طور همزمان آرمان‌ها، ابعاد، ویژگی‌ها (معیارها) و گزینه‌ها (استراتژی‌ها) را در

نظر بگیرد (زاده ۱۹۶۵ [۵۲]؛ بلمن و زاده ۱۹۷۰ [۵۳]).

به طور تخصصی‌تر تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره‌ی فازی براساس مفروضات استفاده شده در

تصمیم‌گیری‌های چندخصیصه‌ای و چندهدفه به ترتیب به تصمیم‌گیری‌های چندخصیصه‌ای فازی^{۷۰}

⁶⁸ Multiple Attribute Decision Making

⁶⁹ Multiple Objective Decision Making

⁷⁰ Fuzzy Multiple Attribute Decision Making

(FMADM) و تصمیم‌گیری‌های چندهدفه‌ی فازی^{۷۱} (FMODEM) طبقه‌بندی می‌شوند.

تقسیم‌بندی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره‌ی در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.

۲-۲-۲-۱ پیشینه‌ی ادبیات تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای

ریشه‌ی تاریخی تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای به مکاتبات بین نیکولاس برنولی^{۷۲} (۱۶۸۷-۱۷۵۹) و

پیردیمونتمورت^{۷۳} (۱۶۷۸-۱۷۱۹) در مورد پارادوکس در بازی سنت‌پترزبورگ برمی‌گردد. این بازی

بدین صورت طرح شده است:

"در این بازی یک سکه نارایب را تا زمانی که پشت بیاید پرتاب می‌کنید، در نتیجه تعداد کل پرتاب‌ها،

n و جایزه این بازی معادل $\$ 2 \times n$ است. اگر این سکه در اولین پرتاب رو بیاید، پرتاب مرتباً تکرار

می‌شود. مشکل اینجا مطرح می‌شود که افراد مختلف برای این بازی چقدر مایلند هزینه کنند؟

(برنشتاین ۱۹۹۶ [۵۴]) "

با توجه به تئوری ارزش مورد انتظار، این مقدار برای این بازی به صورت $EV = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n$ محاسبه

می‌شود و 2^n ارزش مورد انتظار است که به بی‌نهایت میل می‌کند. با این حال، با توجه به رفتار انسان

این نتیجه بدیهی است که هیچ‌کس حاضر به پرداخت بیش از ۱۰۰۰ دلار برای این بازی نبود و پاسخ

به تناقض بازی سنت‌پترزبورگ بی‌نتیجه ماند تا زمانی که دانیل برنولی (۱۷۰۰-۱۷۸۲) در سال

۱۷۳۸ [۵۵] پژوهش جالب خود را در مورد تئوری مطلوبیت منتشر کرد. در این بخش به شرح پارادوکس

سنت‌پترزبورگ پرداخته نمی‌شود بلکه تمرکز اصلی بر این نتیجه‌گیری می‌باشد که مبنای تصمیم‌گیری

افراد تئوری مطلوبیت است نه ارزش مورد انتظار. به عبارت دیگر انسان در انتخاب گزینه جهت حل

مسائل تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای به دنبال کسب حداکثر مطلوبیت می‌باشد.

⁷¹ Fuzzy Multiple Objective Decision Making

⁷² Nicolas Bernoulli

⁷³ Pierre Rémond de Montmort

در سال ۱۹۴۷، فون نویمان و مورگنسترن کتاب معروف خودشان را، تحت عنوان "نظریه بازی‌ها و رفتار اقتصادی"، به پشتوانه‌ی یک نظریه مطرح ریاضی در اقتصاد و بر اساس تئوری بازی‌ها منتشر کردند [۱۰]. کار بزرگ این دو محقق باعث شد پیشرفت‌های چشمگیری در حوزه‌ی تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای رخ دهد. به طور کلی، تصمیم‌گیری در فضای چندخصیصه‌ای به دو دسته‌ی مهم **تئوری مطلوبیت چندخصیصه‌ای**^{۷۴} (MAUT) و **روش‌های طبقه‌بندی**^{۷۵} تقسیم می‌شود. (در این روش‌ها الگورitm^{۷۶} که توسط بنیون، روی، ساسمن^{۷۷} (۱۹۶۶) [۵۶] و پرامتی^{۷۸} که توسط برنز، مریشل، وینکل^{۷۹} (۱۹۸۴b [۵۷]، ۱۹۸۴a [۵۸]) ارائه شد؛ از اهمیت خاصی برخوردار است.)

⁷⁴ Multiple Attribute Utility Theory

⁷⁵ Outranking

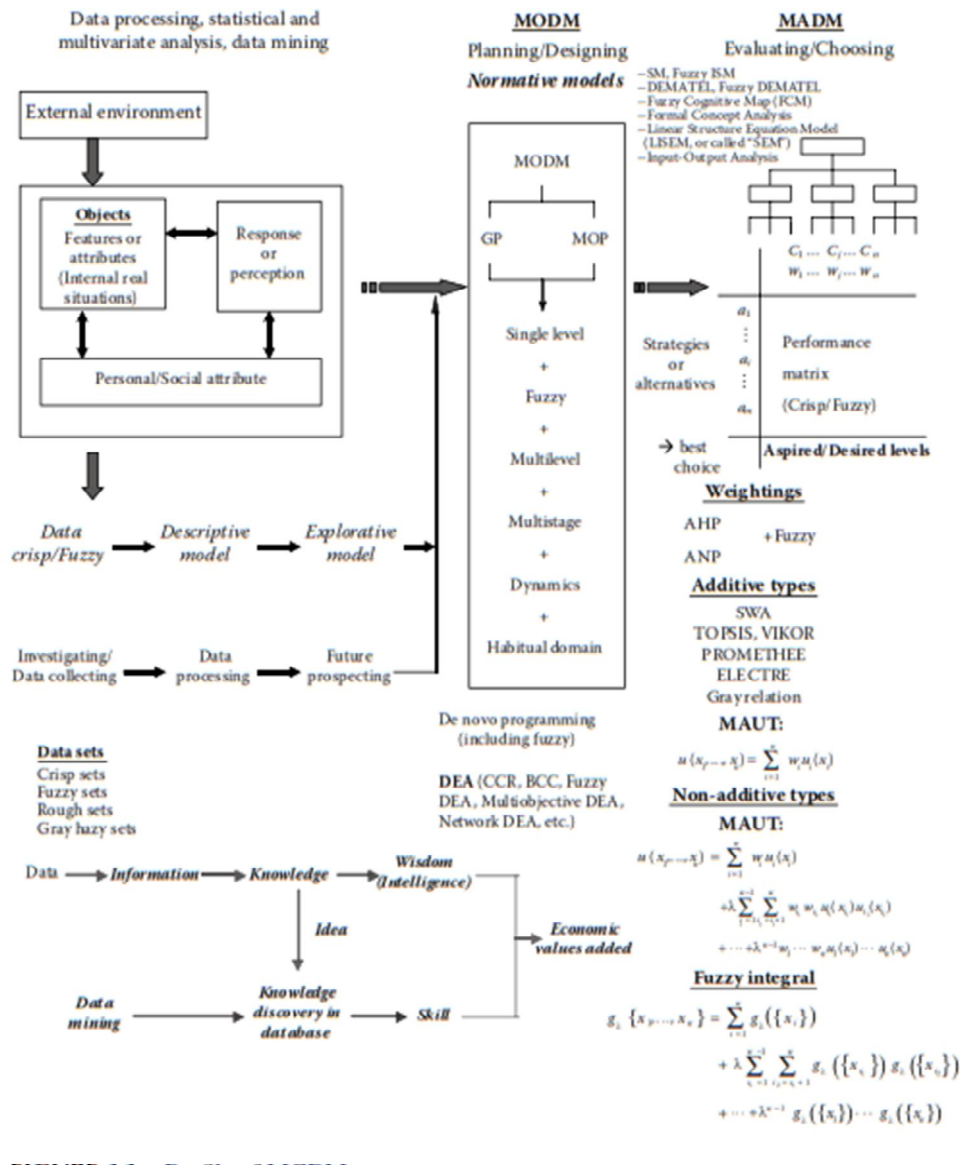
⁷⁶ ELECTRE

⁷⁷ Benayoun, Roy, and Sussman

⁷⁸ PROMETHEE

⁷⁹ Brans, Mareschal, and Vincke

شکل ۲-۲ تقسیم بندی تصمیم گیری های چندمعیاره‌ی



بر اساس مفاهیم تئوری مطلوبیت برنولی و تئوری مطلوبیت چندخصیصه‌ای، ترجیحات تصمیم‌گیرنده به عنوان یک ساختار سلسله مراتبی و به صورت یک تابع مطلوبیت مناسب نمایش داده می‌شود. تصمیم‌گیرنده با بررسی این تابع، بهترین گزینه را با بالاترین میزان مطلوبیت اتخاذ می‌کند. اگر چه بسیاری از پژوهش‌ها، انتخاب بهترین تئوری مطلوبیت چندخصیصه‌ای را مورد بررسی قرار دادند،

(فیشبرن ۱۹۷۰^{۸۰} [۵۹]) اما انتقاد اصلی بر این پژوهش‌ها، غیر واقعی بودن فرضیات مبتنی بر ترجیحات مستقل است. (گریش^{۸۱} ۱۹۹۵ [۶۰]؛ هیلیر^{۸۲} ۲۰۰۱ [۶۱])

ترجیحات مستقل را می‌توان به صورت زیر شرح داد: ارجحیت یک معیار به معیار دیگری تحت تاثیر سایر معیارها نیست. با این حال، پر واضح است که در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره عملی، معیارها بر روی یکدیگر تاثیرات متقابل دارند. به منظور غلبه بر این مشکل، انتگرال چوکت^{۸۳} ارائه شده است (چوکت ۱۹۵۳ [۶۲]؛ سوجینو^{۸۴} ۱۹۷۴ [۶۳]) که این انتگرال اثرات متقابل میان معیارها را مشخص می‌کند. با این حال، یکی دیگر از مشکلات مهم انتگرال چوکت، انتخاب اعداد فازی مناسب است.

در روش‌های طبقه‌بندی به جای ساخت توابع مطلوبیت پیچیده، برتری هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها سنجیده شده و بهترین گزینه انتخاب می‌شود. اگر چه روش‌های طبقه‌بندی زیادی برای غلبه بر مشکلات حاصل از توابع مطلوبیت در مسائل کاربردی مطرح شدند، با این حال این انتقاد وجود دارد که این روش‌ها، مفاهیم بنیادی چندان قوی‌ای ندارند. لذا برای مسائل پیچیده‌ی کلاسیک، مسائل ساختاری و حساس؛ مناسب به نظر نمی‌رسند. (بوی‌سو و ون‌اسنیک^{۸۵}، ۱۹۸۶ [۶۴])

برای مقابله با مسائل مطرح در فضای اصطلاحات زبانی^{۸۶} و اطلاعات ناقص حاصل از تئوری‌های سنتی مجموعه‌های فازی (زاده ۱۹۶۵ [۵۲]؛ بلمن و زاده ۱۹۷۰ [۵۳]) تعمیم داده شد. این دو محقق با طرح برنامه‌های کاربردی در زمینه کنترل اتوماتیک، ترکیبی از مجموعه‌های فازی و مسائل تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای را برای شرایط عدم اطمینان ذهنی بیان کردند. شکل ۲-۳ توسعه همه جانبه مسائل تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای را نمایش می‌دهد.

⁸⁰ Fishburn

⁸¹ Grabisch

⁸² Hillier

⁸³ Choquet integral

⁸⁴ Sugeno

⁸⁵ Bouyssou and Vansnick

⁸⁶ Linguistic term

شکل ۲-۳ تقسیم بندی تصمیم‌گیری‌های چندخصیصه‌ای

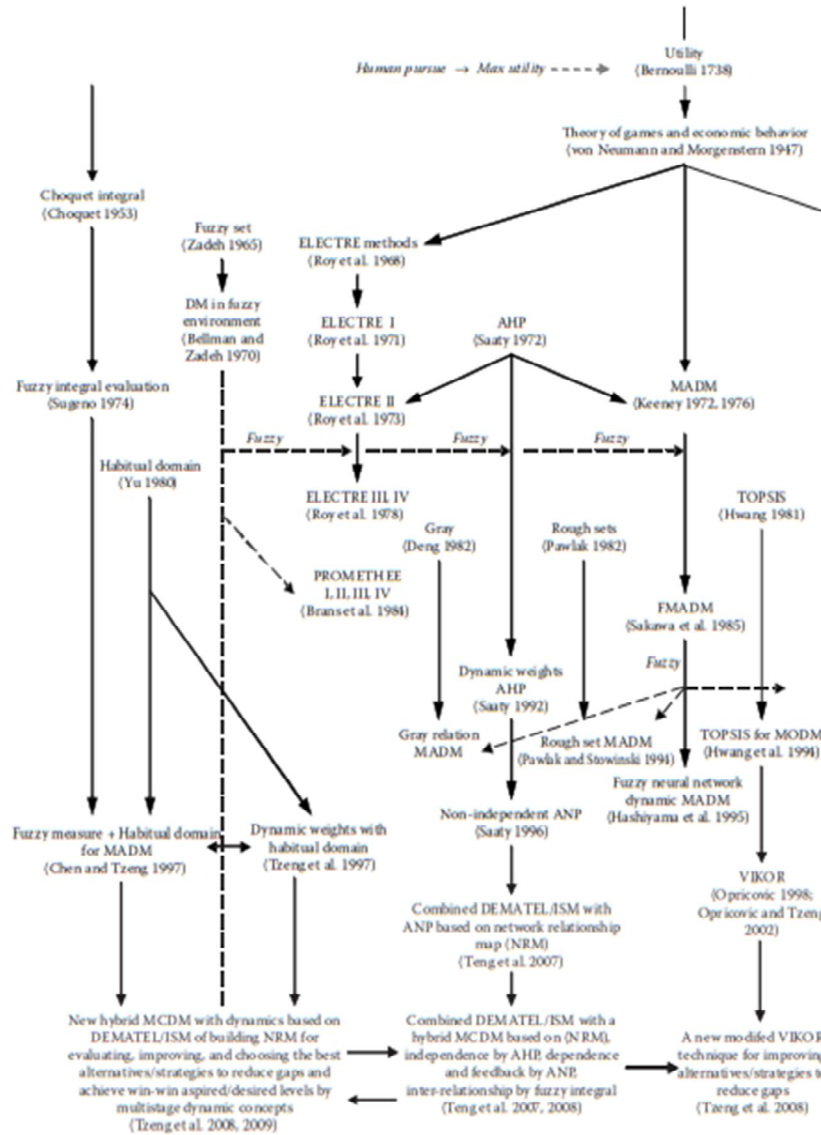


FIGURE 1.2 Development of MADM.

۲-۲-۲-۲ پیشینه‌ی ادبیات تصمیم‌گیری چندهدفه

تصمیم‌گیری چندهدفه اغلب مسائلی را بهینه می‌کند که به طور همزمان چند هدف متناقض مدنظر است. همانطور که قبلا نیز بیان شد؛ از ویژگی‌های تصمیم‌گیری چندهدفه مجموعه‌ای از اهداف (متناقض) و مجموعه‌ای از محدودیت‌هاست. لذا بدیهی است که برای حل اینگونه مسائل از برنامه ریزی ریاضی برای بهینه‌سازی پاسخ کمک گرفت. بزرگی مقیاس و اولویت گذاری اهداف از جمله مشکلاتی است که ممکن است حین پیاده‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی با آن مواجه شد.

مشکل اولویت گذاری اهداف بدین صورت تعریف می شود که معمولاً بهترین راه حل از طریق برنامه ریزی ریاضی بدست می آید، اما مهم این است که از طریق اهداف چندگانه بتوان طوری آن ها را اولویت بندی کرد که در قالب یک هدف وزن دار بیان شوند. بنابراین، باید از قبل الگوریتمی برای ارزیابی این اهداف در نظر گرفته شود و چنانچه چنین الگوریتمی در دسترس نباشد، از راه حل های پارتو باید کمک گرفت. از سوی دیگر مشکل بزرگی مقیاس این است که تعداد پارامترهای محاسباتی بیش از حد ظرفیت می شود و در نتیجه هزینه محاسباتی بالا می رود. برای حل این مشکل الگوریتم های محاسباتی همانند الگوریتم ژنتیک (هلند^{۸۷} ۱۹۷۵ [۶۵])، برنامه ریزی ژنتیک (کوزا^{۸۸}، ۱۹۹۲ [۶۶])، و استراتژی تکامل (ریچنبرگ^{۸۹}، ۱۹۷۳ [۶۷]) ارائه شده است.

پس از آن که کوهن و تاگر (۱۹۵۱) مسائل تصمیم گیری چندهدفه را با استفاده از مفهوم بهینه سازی بردار ارائه کردند [۶۸]؛ یو (۱۹۷۳) الگوریتم سازش را برای تصمیم گیری در زمینه های همانند سرمایه گذاری، حمل و نقل، اقتصاد، برنامه ریزی مالی، انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری و بسیاری از زمینه های دیگر بکار گرفت [۶۹]. پژوهش های تئوری برای شبیه سازی مشکلات پیچیده در دنیای واقعی؛ طیف وسیعی از برنامه ریزی های چندهدفه ساده^{۹۰} تا برنامه ریزی های چند هدفه چندسطحی^{۹۱} را شامل می شوند.

از سوی دیگر، تصمیم گیری چند هدفه سنتی پاسخگوی مسائل عدم قطعیت ذهنی نیست. لذا اهداف و محدودیت ها ممکن است به صورت اصطلاحات زبانی و اعداد فازی در تصمیم گیری چندهدفه گنجانده شود. پس از آن که بلمن و زاده (۱۹۷۰) [۵۳] مفاهیم تصمیم گیری فازی را بیان کردند، آثار برجسته ای بسیاری توسط هوانگ و یون (۱۹۸۱) [۵۱]، زیمرمن^{۹۲} (۱۹۷۸)، ساکاو^{۹۳} [۷۰]، ۱۹۸۳، ۱۹۸۴ [۷۱].

⁸⁷ Holland

⁸⁸ Koza

⁸⁹ Rechenberg

⁹⁰ Simple Multiple Objective Programming

⁹¹ Multistage Multi Objective Programming

⁹² Zimmermann

⁹³ Sakawa

b1984 [72]، لی و لی^{۹۴} (۱۹۹۳) [۷۳] در حوزه‌ی برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی^{۹۵} (FMOLP) ارائه شد.

برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی اهداف و محدودیت‌ها را به با توجه توابع عضویت خطی مرتبط به صورت مجموعه‌ی فازی تنظیم می‌کند. مجموعه‌ی تصمیم با استفاده از تقاطع تمام مجموعه‌های فازی و محدودیت‌های سخت مربوطه، تعریف می‌شود. راه‌حل بهینه، بالاترین درجه عضویت را در مجموعه‌ی تصمیم به خود اختصاص می‌دهد که از این طریق می‌توان راه‌حل قطعی را تولید کرد. تحقیقات بیشتر در این خصوص مربوط به پژوهش‌های زیمرمن (۱۹۷۸) [۷۴]، وارنز^{۹۶} (۱۹۸۷) [۵] و مارتینسن^{۹۷} (۱۹۹۳) [۷۵] می‌باشد.

در شکل ۲-۴ توسعه‌ی مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه آورده شده است.

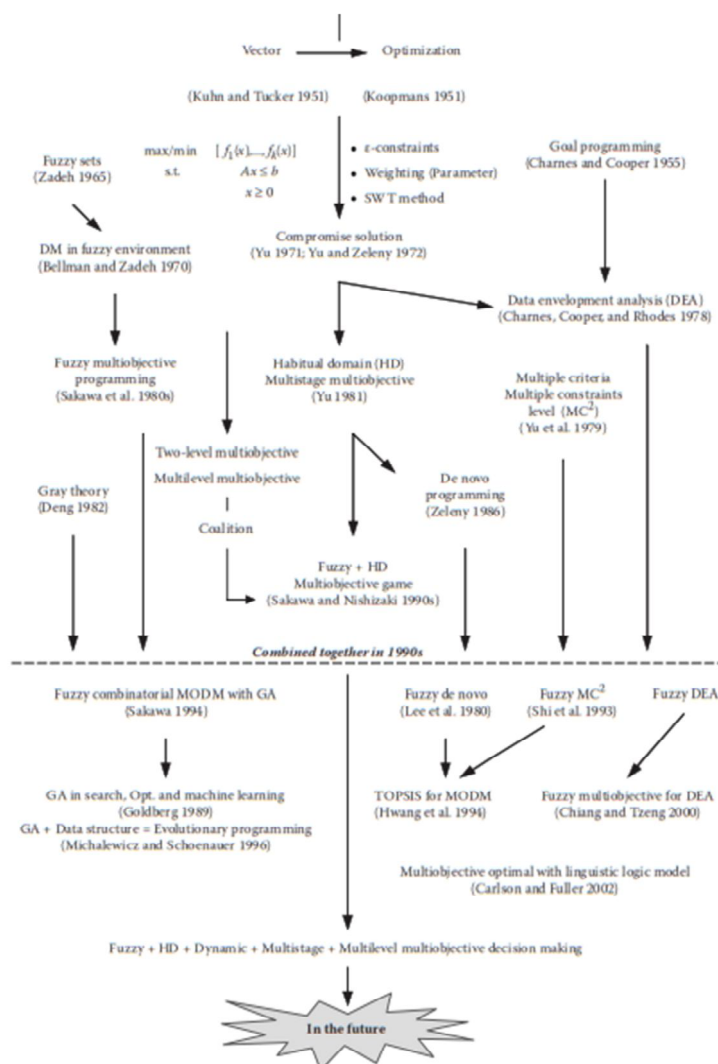
⁹⁴ Lee and Li

⁹⁵ Fuzzy Multiple Objective Linear Programming

⁹⁶ Werners

⁹⁷ Martinson

شکل ۲-۴ تقسیم بندی تصمیم‌گیری‌های چندهدفه



۳-۲-۲ تاریخچه و فلسفه برنامه‌ریزی آرمانی

برنامه‌ریزی آرمانی شاید یکی از اساسی‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره باشد که هدف کلی آن بهینه‌سازی همزمان چندین آرمان مشروط بر حداقل ساختن انحرافات می‌باشد. لذا در این بخش مفاهیم، تعاریف و انواع مختلف برنامه‌ریزی آرمانی شرح داده می‌شود.

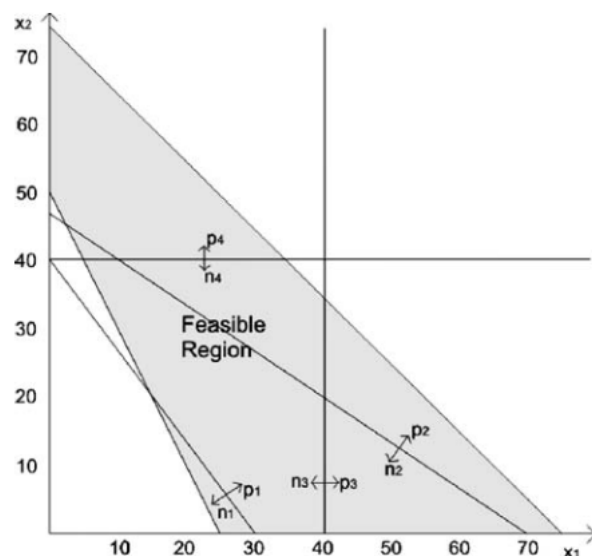
۲-۳-۱ اصطلاحات

مجموعه‌ی اصطلاحات مورد استفاده در زمینه تصمیم‌گیری چندمعیاره بسیار وسیع و بعضاً گیج‌کننده است. در این بخش سعی شده است که فهرست کاملی از اصطلاحات تعریف شده توسط ارگوت (۲۰۰۵) [۷۶]، مسعود و هوانگ (۱۹۷۹) [۷۷] و یون (۱۹۸۱) [۵۱] آورده شود.

تعریف ۱-۲، تصمیم‌گیرنده: تصمیم‌گیرنده به شخص، سازمان و یا ذینفعان گفته می‌شود که فرآیند تصمیم‌گیری با صلاح دید آن‌ها انجام می‌شود. فرنچ و همکاران (۲۰۰۹) توضیحات بیشتری در زمینه فرآیند تصمیم‌گیری گروهی و سازمانی برای چند تصمیم‌گیرنده ارائه کرده‌اند. [۷۸]

تعریف ۲-۲، متغیرهای تصمیم: متغیر تصمیم عاملی است که تصمیم‌گیرنده بر روی آن کنترل دارد. به عنوان مثال یک شرکت تولیدی باید تصمیم بگیرد که در ماه آینده به چه میزان از یک محصول خاص را تولید کند. مجموعه‌ی متغیرهای تصمیم، مسئله را مشخص کرده و به صورت یک تصمیم‌گیری بیان می‌کند. هدف از مدل برنامه‌ریزی آرمانی تعیین تمام ترکیبات ممکن از متغیرهای تصمیم (تحت عنوان فضای تصمیم‌گیری) و یافتن "بهترین نقطه" می‌باشد. منظور از بهترین نقطه مکانی است که اهداف و محدودیت‌های تصمیم‌گیرنده تامین شود. در شکل ۲-۵ گرافی از فضای تصمیم‌گیری نمایش داده شده است.

شکل ۲-۵ گرافی از فضای تصمیم‌گیری



تعریف ۲-۳ ، معیار: معیارها قضاوت و یا قوانینی هستند که برای ارزیابی مقبولیت متغیرها بکار برده می‌شوند. در ادبیات تصمیم‌گیری چندمعیاره، نشان دهنده ویژگی‌ها و یا اهداف می‌باشند. در حقیقت معیار واحد اندازه‌گیری است که میزان مطلوب بودن هر راه‌حلی را که توسط تصمیم‌گیرنده اتخاذ شود، معین می‌کند. برنامه‌ریزی‌های متنوع، معیارهای مختلفی را می‌طلبد اما برخی از رایج‌ترین معیارها به شرح زیر است:

- هزینه
- سود
- زمان
- فاصله
- عملکرد یک سیستم
- استراتژی شرکت و یا سازمانی
- ترجیحات شخصی تصمیم‌گیرنده (ها)
- ملاحظات ایمنی

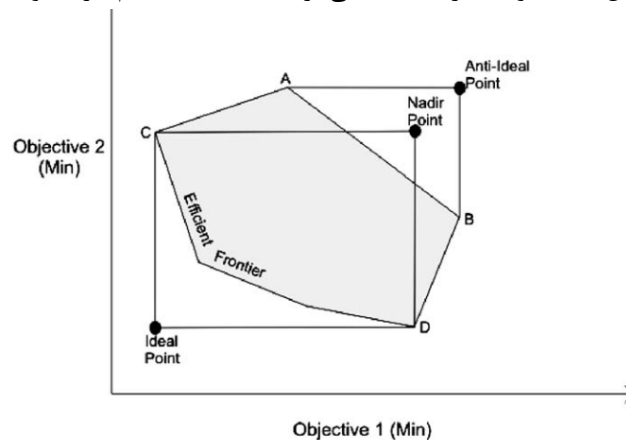
همانطور که گفته شد مسائلی که تصمیم‌گیری در آن بیش از یک معیار دخیل باشد، به زمینه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مربوط می‌شود. فضای متشکل از معیارها به عنوان فضای معیارهای شناخته شده است.

تعریف ۲-۴ ، هدف: اهداف انعکاسی از خواسته‌های تصمیم‌گیرندگان می‌باشد و نشان دهنده سمت و سویی است که تصمیم‌گیرندگان مایلند در آن محیط دست به انجام کار بزنند. در مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه، گزینه‌ها به منظور بهینه‌سازی و یا تامین هرچه بیشتر اهداف تصمیم‌گیرندگان طراحی می‌شوند.

اما از نظر ارگوت [۷۶] هدف به عنوان یک معیار یاد می‌شود با این تفاوت که جهت‌گیری آن (ماکزیمم و یا مینیمم کردن) در اختیار تصمیم‌گیرنده است که حین تصمیم‌گیری این مقیاس از معیار ترجیح داده می‌شود، به عنوان مثال می‌توان گفت که مینیمم کردن هزینه و یا ماکزیمم ساختن عملکرد سیستم

اهدافی است که تصمیم‌گیرنده آن را دنبال می‌کند. تصمیم‌گیری‌ای در آن که ماکزیمم و یا مینیمم کردن متغیرها مطرح است به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه معرفی می‌شود. در عمل، اگر این اهداف متناقض باشند نمی‌توان به طور همزمان همه‌ی آن‌ها را به مقادیر مطلوب خود رساند. اگر همه‌ی اهداف به مقادیر مطلوب خود رسیدند، در نتیجه آن مدل می‌تواند به عنوان یک مسئله تک‌هدفه یاد می‌شود. فضای هدف؛ فضای تشکیل شده توسط مجموعه‌ی مقادیر از اهداف است. شکل ۶-۲ نمونه‌ای از فضای عینی برای مسئله‌ی تصمیم‌گیری دوهدفه را نشان می‌دهد.

شکل ۶-۲ نمونه‌ای از فضای عینی برای مسئله‌ی تصمیم‌گیری دوهدفه



تعریف ۲-۵، خصیصه: خصیصه‌ها، ویژگی، کیفیت و یا عملکرد پارامترها را نشان می‌دهند. در واقع گزینه‌ها براساس خصایص تعریف می‌شوند؛ سپس فرآیند انتخاب "بهترین" گزینه از میان مجموعه‌ی گزینه‌ها، صورت می‌پذیرد.

تعریف ۲-۶، گزینه: تقریباً در مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه، گزینه به صورت خودکار توسط مدل تولید می‌شود. با این حال اغلب در تصمیم‌گیری چندخصیصه‌ای، گزینه‌ها به صورت دستی ایجاد می‌شوند. مسائل در مورد خلق گزینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. خلق گزینه به شدت به حضور متخصصین در حین طرح مسئله، هزینه و در دسترس بودن اطلاعات وابسته می‌باشد.

گزینه را می‌توان با فرآیندهای فراابتکاری جمعی تولید کرد. فرآیند خلق گزینه معمولاً قبل از تعیین معیار صورت می‌گیرد سپس گزینه برتر انتخاب می‌شود.

تعریف ۲-۷، آرمان: هاوانگ (۱۹۸۱) [۵۱] آرمان‌ها را اهدافی تعریف می‌کنند که تصمیم‌گیرندگان تمایل دارند آن‌ها را در قالب معینی از زمان و مکان بیان کنند. لذا هدف مسیر مورد نظر را نمایش می‌دهد، درحالی‌که آرمان مراحل رسیدن به آن را بیان می‌کند.

اما ارگوت (۲۰۰۵) [۷۶] آرمان را به عنوان یک معیار و سطح عددی مشخصی (**سطح آرمان**) تعریف می‌کند، که تصمیم‌گیرنده (ها) تمایل دارند به آن سطح آرمان دست یابند. همانطور که در جدول ۲-۱ مشاهده می‌شود؛ سه نوع اصلی از آرمان وجود دارد در یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی می‌تواند رخ می‌دهد. رابطه بین این آرمان‌ها و جریمه‌ی انحراف از میزان هریک از سطوح آرمانی در جدول ۲-۱ نمایش داده شده است.

انواع آرمان	درجه اهمیت	مثال
۱	دستیابی به حداکثر میزان هدف	آرمان بودجه حداکثر ۱ دلاری
۲	دستیابی به حداقل میزان هدف	آرمان تولید حداقل ۲۰ کالا
۳	دستیابی دقیق به میزان هدف	آرمان تولید دقیقا ۲۰ کالا

جدول ۲-۱ انواع آرمان‌ها در مدل برنامه‌ریزی آرمانی

تعریف ۲-۸، متغیر انحراف: متغیر انحراف به صورت تفاوت بین سطح آرمانی یک معیار و مقداری که از طریق راه‌حل بدست می‌آید، تعریف می‌شود. اگر مقدار به دست آمده از طریق راه‌حل بیشتر از سطح آرمان باشد، متغیر انحراف مثبت خواهد بود. چنانچه مقدار به دست آمده از طریق راه‌حل کمتر از سطح آرمانی باشد، متغیر انحراف منفی است.

ماهیت برنامه‌ریزی آرمانی به حداقل رساندن متغیرهای انحراف است. برای آرمان نوع ۱ یا "مقدار کمتر مطلوب تر است" متغیر انحراف ناخواسته، متغیر انحرافی مثبت می‌باشد. برای آرمان نوع ۲ یا "مقدار بیشتر مطلوب تر است" است، متغیر انحراف ناخواسته، متغیر انحراف منفی گفته می‌شود. برای آرمان نوع ۳، متغیرهای انحراف ناخواسته از دو نوع متغیرهای انحرافی مثبت و منفی وجود دارد. نمونه‌های جبری متغیرهای انحراف و به حداقل رساندن مقادیر آن‌ها در بخش‌های بعدی بیان شده است.

تعریف ۲-۹، محدودیت: محدودیت‌ها منعی برای متغیرهای تصمیم محسوب می‌شوند که برای یافتن راه‌حل عملی باید آن‌ها را در نظر گرفت. محدودیت معمولاً تابعی از متغیرهای تصمیم‌گیری هستند که به صورت تساوی و یا نامساوی بیان می‌شوند.

تعریف ۲-۱۰، محدودیت علامتی: محدودیت علامتی باعث می‌شود که یک متغیر تصمیم یا یک متغیر انحراف تنها در یک محدوده‌ی خاص قادر به اتخاذ مقادیر باشند. رایج‌ترین محدودیت علامتی برای متغیرها نامنفی بودن آن‌ها می‌باشد.

تعریف ۲-۱۱، محدوده موجه: در فضای تصمیم‌گیری مجموعه‌ای از راه‌حل‌ها که تمامی محدودیت‌ها را برآورده کند، در محدوده موجه قرار می‌گیرد. فرض بر این است که راه‌حل‌های واقع در محدوده‌ی موجه، در عمل قابل اجراست.

تعریف ۲-۱۲، راه‌حل کارآمد پارتو (یا بهینه‌ی پارتو): اگر در مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه تنها و تنها یک راه‌حل وجود داشته باشد، آن راه‌حل، پارتوی کارآمد نامیده می‌شود. باید گفت که راه‌حل مذکور با توجه به تمامی اهداف مناسب و با توجه به حداقل یک هدف عالی بنظر می‌رسد.

تعریف ۲-۱۳، راه‌حل پارتو-ناکارآمد (یا پارتوی کمتر از حد مطلوب): پارتوی ناکارآمد برای مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه بدین صورت تعریف می‌شود که مسئله حداقل یک راه‌حل عملی دیگر نیز داشته باشد؛ این راه‌حل عملی با توجه به تمامی اهداف مناسب و با توجه به حداقل یک هدف عالی است.

در قانون اساسی تصمیم‌گیری‌ها بیان شده است که چنانچه تصمیم‌گیرنده دانش کافی و دید عقلایی نسبت به راه‌حل کارآمد پارتو داشته باشد، هیچ‌گاه آگاهانه یک راه‌حل پارتو-ناکارآمد را انتخاب نمی‌کند.

تعریف ۲-۱۴، نقطه‌ی ایده‌آل: در مسائل بهینه‌سازی چندهدفه، هر هدف هنگامی که به صورت جداگانه بهینه‌سازی شود، مقدار مطلوب خود را اتخاذ می‌کند. چنانچه مقدار مطلوب در محدوده‌ی موجه فضای هدف واقع شود، نقطه‌ی ایده‌آل نامیده می‌شود. اگر اهداف متناقض باشند، این نقطه خارج

از منطقه موجه ی فضای هدف واقع می‌شود. از این رو یک نقطه غیرعملی به شمار می‌رود که البته برای اندازه‌گیری مطلوب بودن راه‌حل‌ها به عنوان مرجع از آن استفاده می‌شود. در برنامه‌ریزی آرمانی، نقطه ایده‌آل برای محاسبه ی مقادیر ثابت نرمال در حالتی که نرمال‌سازی صفر و یکی انجام می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مثالی از یک نقطه ایده‌آل در شکل ۲-۶ نشان داده شده است.

تعریف ۲-۱۵، نقطه‌ی نایده‌آل: جهت ارائه ی دقیق محاسبات، مشابه یک راه‌حل ایده‌آل برای هر هدف، یک راه‌حل نایده‌آل ضروری به نظر می‌رسد. نقطه‌ی نایده‌آل برای اندازه‌گیری صحت گزینه ایده‌ی خوبی می‌باشد. این نقطه در فضای هدف به سبب بهینه نبودن هر یک از اهداف به صورت جداگانه در محدوده موجه تعیین شده است. (به این معنی که تصمیم‌گیرنده تمایل دارد که مقدار آن متغیر را ماکزیمم کند اما این نقطه در مینیمم مقدارش می‌باشد و بر عکس). در برنامه‌ریزی آرمانی، نقطه نایده‌آل اغلب برای محاسبه‌ی مقادیر ثابت نرمال در حالتی که نرمال‌سازی صفر و یکی انجام می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مثالی از یک نقطه نایده‌آل در شکل ۲-۶ نشان داده شده است.

تعریف ۲-۱۶، نقطه‌ی نادر: ضعف عمده‌ی نقطه نایده‌آل این است که از طریق راه‌حل ناکارآمد پارتو محاسبه می‌شود (به عنوان مثال نقاط A و B در شکل ۲-۶). این به این معنی است که اصل تصمیم‌گیری شناخته شده به عنوان "استقلال از گزینه‌های بی‌ربط" نقض شده است. راه‌حل بهتر در تئوری می‌تواند به استفاده از نقطه‌ی نادر منجر شود، بدین صورت که کمترین مقدار از میان مرز پارتو برای هر هدف به صورت جداگانه تعریف شود. در شکل ۲-۶ نقطه‌ی نادر را می‌توان مشاهده کرد که از راه‌حل‌های C و D منتج شده است و هر دو پارتوی کارآمد می‌باشند. مشکل این است که هیچ ابزار محاسباتی کارآمدی برای محاسبه‌ی نقطه‌ی نادر وجود ندارد. کروهنون و همکاران^{۹۸} (۱۹۹۷) یک روش تقریبی فراابتکاری برای برآورد این نقطه ارائه کردند [۷۹].

تعریف ۲-۱۷، پارتو مرزی (یا جبهه پارتو، مجموعه‌ی پارتو): مجموعه‌ای از تمام راه‌حل‌های کارآمد پارتو برای یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری به عنوان مرز پارتو شناخته می‌شود. نمونه‌ای از یک مرز پارتو در شکل ۲-۶ نشان داده شده است.

۲-۳-۲-۲ فلسفه اساسی برنامه‌ریزی آرمانی

به منظور فهم کامل برنامه‌ریزی آرمانی، باید فلسفه و مفاهیمی که اساس ریاضیات آن را تشکیل می‌دهد، درک کرد. این مهم باعث خواهد شد که نوع برنامه‌ریزی آرمانی انتخاب شده و پارامترهای متناسب با آن تعیین شود. در این بخش، جزئیات فلسفه اصلی برنامه‌ریزی آرمانی بیان می‌شود.

۲-۳-۲-۱ الگوریتم رضایت‌مندی

برنامه‌ریزی آرمانی اغلب به عنوان تکنیک مبتنی بر رضایت‌مندی در نظر گرفته می‌شود. کلمه رضایت‌مندی توسط اقتصاددان آمریکایی هربرت سایمون^{۹۹} (سایمون، ۱۹۵۷) معرفی شد [۸۰]. کلمه رضایت‌مندی به صورت رفتاری تعریف می‌شود که در آن هدف تصمیم‌گیرندگان رسیدن به مجموعه‌ای از آرمان‌ها می‌باشد. در صورتی که به این آرمان‌ها نایل شوند؛ موقعیت تصمیم‌گیری آن‌ها راضی کرده است. فلسفه‌ی دیگر از بهینه‌سازی به نام استدلال سایمون مطرح شده است؛ بدین صورت که افراد بیشتر علاقه‌مند به آرمان‌ها دست پیدا کنند تا اینکه بخواهند به مفهوم انتزاعی از خروجی یک مسئله بهینه‌سازی بسنده کنند.

ارتباط بین الگوریتم رضایت‌مندی و برنامه‌ریزی آرمانی روشن است. تمام مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی شامل مجموعه‌ای از آرمان‌هایی می‌باشد که قرار است به آن دست یافت. دست یافتن میزان بیشتری از مقادیر آرمان‌ها، هدف اصلی برنامه‌ریزی آرمانی است. بنابراین الگوریتم رضایت‌مندی به درستی مطابق با فلسفه اساسی برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد.

⁹⁹ Simon

۲-۲-۳-۲-۲ بهینه‌سازی

بهینه‌سازی در مبحث تصمیم‌گیری بدین معناست که از میان مجموعه‌ای از تصمیمات ممکن، تصمیمی که بیشترین ارزش را به همراه دارد، برگزیده شود. تئوری بهینه‌سازی در حضور اهداف چندگانه از مفهوم کار اقتصاددان ایتالیایی ویلفردو پارتو در زمینه تصمیم‌گیری اقتباس شده است. پارتو^{۱۰۰} (۱۸۹۶) جامعه را در حالت مطلوب بدین صورت تعریف کرد که هیچ فردی غنی تر نمی‌شود مگر اینکه فرد دیگری فقیرتر شود [۸۱]. این مهم منجر به تعریف بهینه‌ی پارتو در مدل‌های چندهدفه شد.

برنامه‌ریزی آرمانی شامل عناصری از بهینه‌سازی است. سه موقعیت وجود دارد که در آن فلسفه بهینه‌سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است:

اگر سطح آرمان‌های مورد نظر بسیار خوش‌بینانه تعریف شده باشد، به عنوان مثال در برنامه‌ریزی آرمانی مقادیر ایده‌آل آرمان‌ها بیان شده باشد، پس فلسفه اساسی غالب از حالت رضایت‌مندی به حالت بهینه‌سازی تغییر کرده است.

اگر ترکیب بهینگی پارتو و ترمیم آن اتفاق افتاد؛ بنابراین برنامه‌ریزی آرمانی ترکیبی از فلسفه‌ی رضایت‌مندی و بهینه‌سازی خواهد بود.

اگر اهداف دو طرفه بود (یعنی هدف؛ رسیدن به یک مقدار مطلوب باشد، به جای اینکه هدف " هر چه بیشتر بهتر" و یا هر چه کمتر بهتر "تعریف شود) در نتیجه به طور همزمان فلسفه‌ی رضایت‌مندی و بهینه‌سازی را باید در نظر گرفت.

۳-۲-۳-۲-۲ مرتب‌سازی و یا رتبه‌بندی

این فلسفه اساسی در مدل برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک حائز اهمیت است. در این نوع از برنامه‌ریزی، به حداقل رساندن انحرافات ناخواسته از آرمان‌ها با توجه به اولویت‌های آن‌ها صورت می‌گیرد. در برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک، رتبه‌بندی آرمان‌ها توسط تصمیم‌گیرنده بر اساس

¹⁰⁰ Pareto

درجه‌ی اهمیت آن‌ها تخمین زده می‌شود. رومرو (۱۹۹۱) [۸۲] نمونه‌های عملی از حالتی که رتبه‌بندی آرمان‌های ضعیف وجود دارد، ارائه داد.

باید توجه داشت که ترتیب اولویت‌ها در بسیاری از شرایط واقعی زندگی وجود ندارد و در این موارد تصمیم‌گیرنده است که تعادل را بین آرمان‌ها برقرار می‌کند. در این موارد نباید برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک مورد استفاده قرار گیرد و به جای آن یکی دیگر از گونه‌های مختلف برنامه‌ریزی آرمانی باید انتخاب شود. رومرو و همکاران (۱۹۹۸) [۸۳] نشان دادند که هیچگونه ناسازگاری اساسی بین فلسفه مرتب‌سازی و دیگر فلسفه‌های مورد استفاده در برنامه‌ریزی آرمانی وجود ندارد.

۲-۲-۳-۴ تعادل

در بسیاری از مسائل برنامه‌ریزی آرمانی در نظر گرفتن سطح متوسط دستیابی به آرمان‌ها به تنهایی کافی نیست؛ بلکه باید میان دستیابی به آرمان‌ها تعادل را نیز رعایت کرد. در یک برنامه‌ریزی آرمانی، حذف تعادل در دستیابی به اهداف، یکی از مهم‌ترین عواملی است که گاهی به تولید و انتخاب گزینه‌ای بدون تعادل، بدون جذابیت و غیر قابل پیاده‌سازی منجر می‌شود. این گزینه حاصل یک مدل‌سازی ضعیف برنامه‌ریزی آرمانی است.

فلسفه تعادل به تابع مطلوبیت رولزین^{۱۰۱} بر می‌گردد که پس از معرفی اصول عدالت اجتماعی توسط راولز^{۱۰۲} (۱۹۷۳) مطرح شد [۸۴]. این تابع مطلوبیت با استفاده از فاصله‌ی متری L_∞ و تنظیم $\rho = \infty$ در معادله عمومی زیر، بدست می‌آید.

$$\text{Min } L_\rho = \left[\sum_{q=1}^Q \left(\frac{|f_q(x) - b_q|}{k_q} \right)^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (۶-۲)$$

فاصله‌ی متری L_∞ گاهی اوقات به عنوان فاصله مینماکس یا چبیشف شناخته می‌شود. این مفهوم در زمینه برنامه‌ریزی آرمانی بدین صورت تعبیر می‌شود که ابتدا انحرافات از مجموعه‌ی آرمان‌ها مینیمم شده و پس از آن، تعادل در سطح دستیابی به مجموعه‌ی آرمان‌ها حفظ می‌شود. این مهم اساس

¹⁰¹ Rawlsian

¹⁰² Rawls

برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف را تشکیل می‌دهد که جزئیات آن در بخش‌های بعدی آمده است. تعادل میان مینیمم کردن متوسط انحرافات و مینیمم کردن بدترین انحراف از میان مجموعه ی آرمان‌ها است که گاهی اوقات به عنوان توازن کارایی - برابری یاد می‌شود. انواع پیشرفته برنامه‌ریزی آرمانی مانند برنامه‌ریزی آرمانی بسط داده شده^{۱۰۳} به طور موثر این توازن را بررسی می‌کند.

۲-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی عمومی^{۱۰۴}

برنامه‌ریزی آرمانی عمومی، از لحاظ جبری Q آرمان دارد که با شاخص $q = 1, \dots, Q$ نشان داده می‌شود. همچنین در آن n متغیر تصمیم به صورت $\underline{x} = x_1, x_2, \dots, x_n$ تعریف می‌شود. در واقع تصمیم‌گیرنده (ها) بر روی متغیرهای تصمیم کنترل دارد و بر اساس آن‌ها تصمیم‌گیری می‌کند. با توجه معیارها، هر آرمان مقدار $f_q(\underline{x})$ را می‌پذیرد که این مقدار تابعی از متغیرهای تصمیم است. در حالت عمومی هنوز هیچ فرضی در مورد ماهیت متغیرهای تصمیم‌گیری آرمان‌ها در نظر گرفته نشده است. تصمیم‌گیرنده (ها) مجموعه‌ای از سطح مورد نظر عددی برای هر آرمان به صورت b_q در نظر می‌گیرد که این کار موجب فرمول‌بندی اولیه آرمان q_{th} می‌شود: $f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q$ که در آن n_q متغیر انحراف منفی آرمان q_{th} است. این متغیر در واقع نشان می‌دهد که مقدار دست یافته شده به چه میزان زیر سطح آرمانی می‌باشد. برای مثال اگر $b_q = 40$ و $f_q(\underline{x}) = 25$ باشد در نتیجه $n_q = 15$ است. p_q نیز متغیر انحراف مثبت آرمان q_{th} می‌باشد که این متغیر بیان می‌کند که مقدار دست یافته شده به چه میزان بالای سطح آرمانی قرار دارد. برای مثال اگر $b_q = 40$ و $f_q(\underline{x}) = 50$ باشد در نتیجه $p_q = 10$ است. هر دو متغیر انحراف مقادیر غیرمنفی می‌پذیرند و هر دو نمی‌توانند به طور همزمان مقدار غیر صفر اتخاذ کنند. در اینجا انتخاب با تصمیم‌گیرنده که کدام متغیر انحراف را ناخواسته اعلام کند؛ بدین معنا که مقدار این متغیر از مقدار خواسته شده بیشتر است و شامل جریمه می‌شود. همانطور که در

¹⁰³ Extended Goal Programming

¹⁰⁴ Generic Goal Programming

پیش‌تر بیان شد؛ سه نوع جریمه وجود دارد که در جدول ۲-۲ ارتباط آن‌ها با متغیرهای انحراف بررسی شده است.

نوع	متغیرهایی که جریمه می‌شوند
۱	p_q
۲	n_q
۳	$n_q + p_q$

جدول ۲-۲ اهمیت جبری انواع آرمان‌ها

آرمان نمونه نوع ۱ را می‌توان هزینه فرض کرد که هر گونه انحراف مثبت از سطح آرمان جریمه خواهد داشت. مثال آرمان نوع ۲ می‌تواند سود باشد که هر گونه انحراف منفی در زیر سطح آرمان جریمه می‌شود. برای آرمان نوع ۳ می‌توان آرمان سطح نیروی کار را مثال زد که در آن هر گونه انحراف منفی یا مثبت از سطح مورد نظر با جریمه همراه است. گاهی اوقات مجموعه‌ی آرمان‌ها محدودیت نرم نامیده می‌شود. به این معنا که تصمیم‌گیرنده قصد دارد که به آرمان‌ها دست یابد و چنانچه به هر علتی به آن‌ها نرسید بدان معنا نیست که راه‌حل ارائه شده غیر عملی است. برنامه‌ریزی آرمانی علاوه بر مجموعه‌ی محدودیت‌های نرم، مجموعه‌ی محدودیت‌های سخت را نیز شامل می‌شود که به سبک برنامه‌ریزی خطی است و هرگونه نقض محدودیت‌ها به راه‌حل غیر عملی منجر خواهد شد. این محدودیت با اضافه کردن شرایط مدل می‌شود. $\bar{x} \in f$. محدوده موجه تعریف می‌شود و شامل نقاطی است که در منطقه‌ی تصمیم قرار دارند و تمام محدودیت‌ها را تامین می‌کنند.

در نهایت، متغیرهای انحراف ناخواسته باید با هم در قالب یک تابع مقادیر دست یافته شده ترکیب شوند که هدف تابع به حداقل رساندن مقادیر انحراف باشد و این اطمینان را بدهد که راه‌حل ارائه شده "تا آنجاییکه ممکن است به آرمان‌های تعریف شده نزدیک است." ماهیت دقیق تابع مقادیر دست یافته شده"، به نوع برنامه‌ریزی آرمانی انتخاب شده وابسته است. بنابراین تابع برنامه‌ریزی آرمانی در حالت عمومی با متغیرهای انحراف به صورت زیر نمایش داده می‌شوند:

$$\text{Min } a = h(\underline{n}, \underline{p}) \quad (7-2)$$

که در آن n بردار متغیرهای انحراف منفی q و p بردار متغیرهای انحراف مثبت q است. اگر چه این تابع، در واقعیت تابع مقادیر دست یافته شده، نامیده می‌شود؛ اما "کمبود" دستیابی به آرمان‌ها را اندازه‌گیری می‌کند.

با توجه به ملاحظات فوق، شکل جبری برنامه‌ریزی آرمانی عمومی به صورت معادله (۷-۲) است.

در حالی که

$$f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q \quad q = 1, \dots, Q \quad (۸-۲)$$

$$\underline{x} \in f \quad (۹-۲)$$

$$n_q, p_q \geq 0 \quad q = 1, \dots, Q \quad (۱۰-۲)$$

شرط $n_q \times p_q = 0$ نیز باید برآورده شود؛ اما با توجه به ماهیت برنامه‌ریزی آرمانی و مینیمم ساختن انحرافات؛ این شرط خود به خود تامین می‌شود.

در فصل ۳ مفاهیم راجع به طبقه‌بندی برنامه‌ریزی آرمانی آورده شده است ولی به صورت مختصر می‌توان گفت که در برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک فرآیند حداقل‌سازی را با نسبت دادن وزن‌های نسبی و یا مطلق به مجموعه‌ای از آرمان‌ها با اولویت‌های متفاوت انجام می‌دهند؛ که در این راستا آرمان‌ها با درجه اولویت یکسان نسبت به دیگر آرمان‌ها با اولویت پایین‌تر ارجحیت دارند. از این رو در برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک در ابتدای امر آرمان‌ها با اولویت بالاتر تامین می‌شوند سپس آرمان‌ها با اولویت‌های پایین‌تر در نظر گرفته می‌شوند. در سوی دیگر، برنامه‌ریزی آرمانی موزون، همه‌ی اهداف را به طور همزمان در یک تابع هدف ترکیبی بررسی می‌کنند. این تابع هدف مجموع تمام انحرافات است که با توجه به اهمیت نسبی هر آرمان وزن دهی شده‌اند. به طور خلاصه، در برنامه‌ریزی آرمانی موزون، اهمیت نسبی آرمان‌ها با استفاده از وزن نسبی آن‌ها سنجیده می‌شود، درحالی‌که در برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک آرمان‌ها کاملاً بر اساس رتبه‌بندی آنها در نظر گرفته می‌شود. [۸۵]

۲-۳ تحقیقاتی که تاکنون در ایران صورت گرفته است

انواری و حبیبی (۱۳۸۱) با ارائه مدل ریاضی دارایی‌ها و بدهی‌ها در شرکت‌های بیمه ایران با بکارگیری برنامه‌ریزی پویای احتمالی نشان دادند که مدل برنامه‌ریزی پویای احتمالی ثروت بلندمدت شرکت را با توجه به انواع محدودیت‌های قانونی، عملیاتی و ... حداکثر می‌نماید. نتایج مدل برنامه‌ریزی احتمالی با مدل قطعی و وضعیت کنونی تصمیمات سرمایه‌گذاری مقایسه و نتایج حاکی از آن است که تصمیمات سرمایه‌گذاری پیشنهادی مدل برنامه‌ریزی پویای احتمالی و قطعی بسیار متفاوت از سیاست کنونی سرمایه‌گذاری در شرکت بیمه است و مدل احتمالی نتایج بهتری نسبت به مدل قطعی تولید کرده است [۲].

مشیری و کریمی با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی مدلی ارائه نمودند که ضمن تامین همه‌ی اولویت‌ها و اهداف بیان شده، میانگین بازده‌های حاصل از مدل بهینه‌سازی ترکیب دارایی و بدهی را مورد بررسی قرار دادند که در نتیجه بازده سود سهام پیشنهادی حاصل از مدل بزرگتر از ارقام مشابه در ترازنامه واقعی بود. آن‌ها در مدل خود از ۲۱ محدودیت استفاده نمودند که ۱۵ محدودیت ساختاری و ۶ محدودیت آرمانی می‌باشد [۳].

تاکنون تحقیقات انجام شده صرفاً در فضای کمی و بدون نظر متخصصین فن بوده است. لذا در این تحقیق تلاش می‌شود تا در فضای تصمیم‌گیری فازی و بکارگیری گروهی از کارشناسان خبره، نظرخواهی راجع به وزن‌های آرمان صورت پذیرد. باید گفت که در این پژوهش و در حوزه‌ی تصمیم‌گیری گروهی فازی بر خلاف مطالعات قبلی که تاکید آن‌ها صرفاً بر روی داده‌های قطعی و کمی بوده است، بیشتر بر اصطلاحات کلامی-فازی تاکید شده است. مزیت بکارگیری اطلاعات کلامی این است که نظرات و ترجیحات تصمیم‌گیرندگان فارغ از هر گونه ابهامی به صورت مستقیم اعمال می‌شود.

فصل سوم:

متدلوژی تحقیق

۳-۱ مقدمه

تصمیم‌گیری چندمعیاره یک چارچوب نویدبخش برای ارزیابی مسائل چندبعدی، متناقض و ناسازگار است. این روش به مجموعه‌ای از تکنیک‌های تصمیم‌گیری اطلاق می‌شود که در برگزیده‌ی همزمان عوامل کمی و کیفی است. در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره، نظرات و اهداف مختلف تصمیم‌گیرندگان متعدد بطور واضح ترکیب شده و به آن‌ها اجازه داده می‌شود تا مشاهدات خود را در قالب معیارها و میزان اهمیت هر یک از این اهداف بیان نموده و با وجود نظرات ناسازگار و مخالف، دست به حل مسائل بزنند.

باید گفت که در دنیای واقعی و در حال حاضر سازمان‌ها به تصمیم‌گیری گروهی توجه زیادی دارند. چرا که سازمان‌ها اغلب در محیط پیچیده‌ای فعالیت می‌کنند؛ به طوری که در اغلب موارد، یک گروه بهتر از یک فرد می‌تواند تصمیم‌گیری کند.

در این راستا؛ برای تشریح متدلوژی این پژوهش که در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره و برنامه‌ریزی آرمانی قرار دارد؛ می‌بایست هدف و فلسفه اساسی انواع اصلی برنامه‌ریزی آرمانی مورد بازبینی قرار گیرد. سپس مفاهیم تصمیم‌گیری گروهی و نظر خبرگان با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی بیان و سازگاری این نوع ماتریس‌ها سنجیده شود. طراحی مدل برنامه‌ریزی آرمانی از آنجایی که با اهداف متناقض سروکار دارد با محدودیت‌های روبروست. در انتهای این فصل محدودیت‌های مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای پیاده‌سازی مدیریت دارایی و بدهی آورده شده است.

۳-۲-۱ انواع برنامه‌ریزی آرمانی

برنامه‌ریزی آرمانی را می‌توان با توجه به فاصله تا آرمان یا نوع متغیرها تقسیم‌بندی نمود. در این بخش تقسیم‌بندی بر اساس فاصله تا آرمان مد نظر است که سه نوع از متداول‌ترین آن‌ها، به شرح زیر است:

برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک^{۱۰۵} (LGP)

¹⁰⁵ Lexicographic Goal Programming

برنامه‌ریزی آرمانی موزون^{۱۰۶} (WGP)

برنامه‌ریزی آرمانی چیبیشف^{۱۰۷}

در هر سه نوع فوق متغیرهای تصمیم به لحاظ ماهیت ریاضی به صورت فازی، عدد صحیح، دودویی و کسری تعریف می‌شوند.

۳-۲-۱- برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرفیک

این رویکرد برای اولین بار توسط چارنز و کوپر (۱۹۶۱) معرفی شد. [۸۶] بعد از آن توسط ایجیری (۱۹۶۵) [۸۷]، لی (۱۹۷۲) [۸۵]، همکاری دوباره‌ی چارنز و کوپر در سال (۱۹۷۷) [۸۸] و ایگنیزیو (۱۹۷۶) [۸۹] و [۹۰] مورد توجه قرار گرفت.

در برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرفیک، آرمان با اولویت بالاتر در مرحله اول مورد بررسی قرار می‌گیرد و پس از آن سایر آرمان‌ها فقط به صورت کلی در نظر گرفته می‌شوند، از این رو، این روش با نام ترتیب لغت‌نویسی یاد شده است.

گاهی در ادبیات برنامه‌ریزی آرمانی این نوع برنامه‌ریزی را "پیشگیرانه" نیز می‌نامند. از ویژگی‌های بارز برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرفیک وجود تعداد سطوح اولویت است. هر سطح اولویت شامل تعدادی متغیر انحراف ناخواسته است که باید حداقل شود.

برای تدوین و فرموله کردن جبری برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرفیک در حالت عمومی باید در نخستین گام تعداد سطوح اولویت L را با توجه به شاخص مربوطه $l = 1, \dots, L$ تعریف کرد. در حال حاضر هر سطح اولویت، تابعی از متغیرهای انحراف ناخواسته است که به صورت $h_l(\underline{n}, \underline{p})$ نمایش داده می‌شود که نتیجه‌ی آن در فرمول (۱-۳) نشان داده می‌شود:

$$\text{Lex Min } a = [h_1(\underline{n}, \underline{p}), h_2(\underline{n}, \underline{p}), \dots, h_L(\underline{n}, \underline{p})] \quad (1-3)$$

که باید شروط (۲-۳) تا (۴-۳) را تامین کند.

$$f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q \quad q = 1, \dots, Q \quad (2-3)$$

¹⁰⁶ Weighted Goal Programming

¹⁰⁷ Chebyshev Goal Programming

$$\underline{x} \in f \quad (3-3)$$

$$n_q, p_q \geq 0 \quad q = 1, \dots, Q \quad (4-3)$$

هر یک از $h_l(\underline{n}, \underline{p})$ شامل تعدادی از متغیرهای انحراف ناخواسته می‌باشد. ماهیت دقیق $h_l(\underline{n}, \underline{p})$ به ماهیت نوع برنامه‌ریزی آرمانی انتخاب شده بستگی دارد، اما اگر آن‌ها خطی و قابل تفکیک فرض شوند؛ به صورت زیر نشان داده می‌شوند:

$$h_l(\underline{n}, \underline{p}) = \sum_{q=1}^Q \left(\frac{u_q^l n_q}{k_q} + \frac{v_q^l p_q}{k_q} \right) \quad (5-3)$$

که در آن u_q^l وزن ترجیحی در ارتباط با مینیمم کردن n_q در سطح اولویت l_{th} و v_q^l وزن ترجیحی در ارتباط با مینیمم کردن p_q در سطح اولویت l_{th} است. وزن ترجیحی اهمیت نسبی مینیمم کردن متغیرهای انحراف را نشان می‌دهد که توسط تصمیم‌گیرنده مدل می‌شود. توجه داشته باشید که اگر یک متغیر انحراف در یک سطح اولویت خاص قرار نگیرد، بنابراین وزن ترجیحی برای آن سطح اولویت صفر در نظر گرفته می‌شود. متغیرهای انحرافی که برای تصمیم‌گیرنده(ها) حداقل‌سازی آن بی‌اهمیت است (به عنوان مثال انحراف مثبت از آرمان سود) وزن ترجیحی آن‌ها در هر سطح اولویت برابر صفر است. k_q ضریب ثابت نرمال سای مرتبط با هدف q_{th} می‌باشد. این ضرایب ثابت به منظور تبدیل تمام آرمان‌ها به یک واحد اندازه‌گیری، ضروری بنظر می‌رسد.

به حداقل رساندن تابع مقادیر دست یافته شده لکسیکوگرافیک بدین معنا می‌باشد که مینیمم کردن متغیرهای انحراف با سطح اولویت بالاتر از مینیمم ساختن متغیرهای انحراف در سطوح اولویت پایین‌تر بسیار مهم‌تر است. در این نوع برنامه‌ریزی فرض بر این است که یک تصمیم‌گیرنده^{۱۰۸} به صراحت می‌تواند تمامی آرمان‌های مربوط به یک برنامه‌ریزی خاص را تعریف نماید. علاوه بر این، فرض می‌شود که تصمیم‌گیرنده، اوزان را به صورت انحصاری به آرمان‌ها اختصاص می‌دهد. به عبارت دیگر، تحقق آرمان با اولویت، Q_i نسبت به تحقق آرمان با اولویت پایین‌تر، Q_j ، ارجحیت دارد. این قاعده به تولید یک سری از بهینه‌سازی‌های پی‌درپی منتج می‌شود که هر یک از آن‌ها باعث می‌شود محدوده‌ی موجه

کاهش یابد؛ به طوری که مقادیر عددی حاصل شده از بهینه‌سازی اولویت‌های بالاتر حفظ شود. به دلیل ناسازگاری ساختار لکسیکوگرفیک با تئوری تابع مطلوبیت، مین و استوربک^{۱۰۹} (۱۹۹۱)، این موضوع را مورد انتقاد قرار داده‌اند [۹۱]. با این حال، رومرو (۱۹۹۱) پژوهشی مبتنی بر وضعیت کاربردی این ساختار حین مدل‌سازی و پیش فرضی برای مرتب‌سازی این آرمان‌ها ارائه داد [۸۲]. علاوه بر این، تمیز و همکاران^{۱۱۰} (۱۹۹۸) رابطه بین مرتب‌سازی لکسیکوگرفیک و توابع مطلوبیت را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که مدل‌سازی لکسیکوگرفیک زمانی می‌تواند مناسب باشد که تصمیمات مربوط به دنیای واقعی مدل شود. بنابراین، برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرفیک برای همه‌ی مسائل چندهدفه مناسب نمی‌باشد [۸۳].

همچنین باید توجه داشت که برخی از نویسندگان محدودیت $x \in f$ در مجموعه‌ای فرمول‌بندی عمومی برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرفیک در نظر نمی‌گیرند. دلیل این است که هر یک از محدودیت‌های سخت را می‌توان به یک آرمان تبدیل کرد و سطح اولویت اول را می‌توان به مینیمم کردن متغیرهای انحراف محدودیت‌های سخت اختصاص داد. این تعبیر از لحاظ ریاضی درست است هرچند که در این پژوهش به آن پرداخته نشده است.

۳-۲-۱-۲ برنامه‌ریزی آرمانی موزون

این نوع از برنامه‌ریزی آرمانی همه اهداف به طور همزمان در یک تابع هدف ترکیبی در نظر می‌گیرد پس از آن مجموع همه انحرافات از سطح آرمان‌های خود را حداقل می‌کند. انحرافات با توجه به اهمیت نسبی‌ای که تصمیم‌گیرنده به آن آرمان اختصاص می‌دهد، سنجیده می‌شود. برنامه‌ریزی آرمانی موزون با تشکیل تابع هدف موزون و نرمالایز شده؛ تمامی متغیرهای انحراف را متوازن می‌کند. گاهی اوقات در ادبیات برنامه‌ریزی آرمانی، به این روش غیرپیشگیرانه نیز می‌گویند. اگر تابع مقادیر دست یافته خطی باشد، برنامه‌ریزی آرمانی موزون خطی به صورت زیر فرموله می‌شود:

¹⁰⁹ Min and Storbeck

¹¹⁰ Tamiz

$$\text{Min } a = \sum_{q=1}^Q \left(\frac{u_q n_q}{k_q} + \frac{v_q p_q}{k_q} \right) \quad (6-3)$$

منوط بر تامین شروط (۲-۳) تا (۴-۳).

همانطور که تمیز و همکاران (۱۹۹۵) بیان کردند [۹۲]؛ از برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک کم‌تر استفاده شده و روند به سمت برنامه‌ریزی آرمانی موزون در حرکت است. علت تمایل به استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی موزون این است که با استفاده از تخصیص وزن‌های مختلف انعطاف‌پذیری بیشتری فراهم می‌شود. همچنین تصمیم‌گیرندگان از طریق مقایسه‌ی مستقیم آرمان‌ها با یکدیگر به اهداف خود جامه‌ی عمل می‌پوشانند. افزایش قدرت محاسباتی و در نتیجه کاهش زمان محاسبه، نیز به این دلایل کمک کرده است تا با تخصیص اوزان مختلف، وضعیت‌های متفاوت به سهولت بررسی شده و توازن بین آرمان‌ها حتی در مقیاس بزرگ برنامه‌ریزی آرمانی به راحتی صورت پذیرد.

۳-۱-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف

سومین نوع اصلی برنامه‌ریزی آرمانی تحت عنوان برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف توسط فلوول^{۱۱۱} (۱۹۷۶) معرفی شد [۹۳]. علت این نامگذاری این است که از مفهوم اندازه‌گیری فاصله‌ی چبیشف (L_∞) استفاده کرده است. به همین دلیل است که گاهی به برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف، برنامه‌ریزی آرمانی مینماکس نیز نامیده می‌شوند. همانطور که قبلاً نیز بحث شد فلسفه اساسی استفاده از فاصله متری L_∞ ، تعادل می‌باشد. به این معنا که تصمیم‌گیرنده برای رسیدن به یک تعادل مناسب برای دستیابی به آرمان‌ها تلاش می‌کند. این تلاش برخلاف برنامه‌ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک است و همه‌ی آرمان‌ها به یک میزان اهمیت دارند

با توجه به موارد فوق، می‌توان گفت که وقتی تعادل بین سطوح مختلف رضایت‌مندی میان آرمان‌ها نیاز است، برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف این پتانسیل را دارد که به مناسب‌ترین راه‌حل دست یابد. این قضیه منجر می‌شود کاربرد این نوع برنامه‌ریزی بسیار متنوع باشد، به ویژه زمانی که هر یک از تصمیم‌گیرندگان

¹¹¹ Flavell

مجموعه‌ی آرمان‌ها را به نحوه خاصی اولویت‌گذاری کرده باشد. با این حال، بر طبق نظرسنجی (جونز و تمیز، ۲۰۰۲ [۸۳]) استفاده عملی کمی از این نوع برنامه‌ریزی مشاهده شده است.

اگر λ را به عنوان بیشترین میزان انحراف از میان مجموعه‌ی آرمان‌ها در نظر بگیرید در نتیجه برنامه‌ریزی آرمانی چبیشف قالب جبری زیر دارا است:

$$\text{Min } a = \lambda \quad (7-3)$$

که علاوه بر تامین شروط (۲-۸) تا (۲-۱۰)؛ باید شرط (۲-۱۵) نیز برآورده شود.

$$\frac{u_q n_q}{k_q} + \frac{v_q n_q}{k_q} \leq \lambda \quad q = 1, \dots, Q \quad (8-3)$$

تمام توابع هدف ارائه شده‌ی $f_q(x)$ خطی می‌باشد که از طریق این مزیت دو نوع دیگر برنامه‌ریزی آرمانی از طریق راه‌حل‌های برنامه‌ریزی خطی قابل حل می‌باشند.

۲-۲-۳ متغیرهای تصمیم و انواع دیگر برنامه‌ریزی آرمانی

همان‌طور که قبلاً ذکر شد؛ در این بخش انواع برنامه‌ریزی آرمانی که عامل تفکیک آن‌ها، ماهیت ریاضی متغیرهای تصمیم است، بررسی می‌شود. لذا بر این اساس برنامه‌ریزی آرمانی به برنامه‌ریزی آرمانی

فازی^{۱۱۲}، برنامه‌ریزی آرمانی عدد صحیح و دودویی^{۱۱۳}، برنامه‌ریزی آرمانی کسری^{۱۱۴}

طبقه‌بندی می‌شود که البته برای کاربردهای مختلف می‌توان برنامه‌ریزی آرمانی همانند برنامه‌ریزی

آرمانی لکسیکوگرافیک با سطح اولویت فازی (آکوز و پتروویچ^{۱۱۵}، ۲۰۰۷ [۹۴]) طرح کرد که هر دو بخش

را پوشش می‌دهد. در بخش بعدی به مفاهیم برنامه‌ریزی فازی پرداخته می‌شود اما انواع دیگر برنامه‌ریزی

در سرفصل این پژوهش نمی‌گنجد.

۱-۲-۲-۳ برنامه‌ریزی آرمانی فازی

برنامه‌ریزی آرمانی فازی از مجموعه نظریه‌های فازی (زاده؛ ۱۹۶۵ [۵۲]) کمک می‌گیرد تا با یک سطح

از عدم اطمینان در مدل برنامه‌ریزی آرمانی مقابله می‌کند. این عدم اطمینان به طور معمول به مقادیر

¹¹² Fuzzy Goal Programming

¹¹³ Integer and Binary Goal Programming

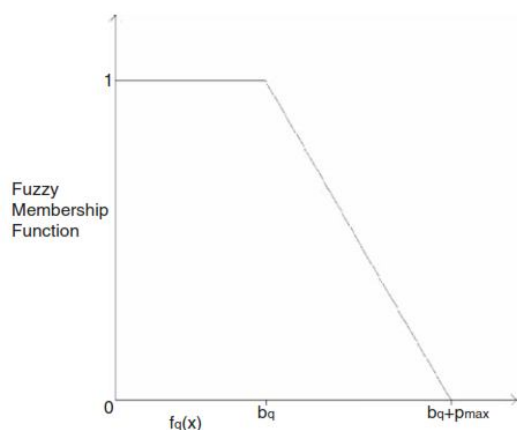
¹¹⁴ Fractional Goal Programming

¹¹⁵ Akoz and Petrovic

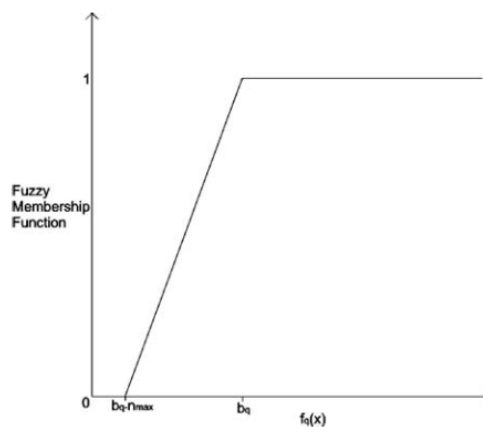
هدف (b_q) مربوط می‌شود، البته می‌تواند به جنبه‌های دیگر برنامه‌ریزی آرمانی همانند ساختار اولویت‌ها هم مرتبط شود. ترکیب مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی و چبیشف برای اولین بار توسط ناراسیمهان^{۱۱۶} (۱۹۸۰) [۹۵] و پس از آن توسط هنان^{۱۱۷} (۱۹۸۱) [۹۶] ارائه شده است. همچنین مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی و آرمانی موزون نخست توسط هنان و پس از آن توسط تیواری و همکاران^{۱۱۸}، (۱۹۸۷) [۹۷] مورد توجه قرار گرفت.

روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری مقادیر فازی آرمان مورد نظر وجود دارد، که هر کدام از آن‌ها به یک تابع با اعضای فازی متفاوت منجر می‌شوند. مدل‌سازی این توابع با کاهش نارضایتی همراه است. وضعیت رضایت کامل با ارزش ۱ و حالت نارضایتی کامل ارزش صفر را به خود می‌گیرد. توابع بسیاری با اعضای متفاوت فازی وجود دارند، ساختار جبری چهار تابع خطی رایج با اعضای فازی در زیر فهرست شده‌اند:

شکل ۱-۳ تابع عضویت فازی سمت راست



شکل ۲-۳ تابع عضویت فازی سمت چپ



۱. تابع خطی سمت راست (انحراف مثبت با جریمه همراه است) - در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

$$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 1 & f_q(x) \leq b_q \\ 1 - \frac{f_q(x) - b_q}{p_{\max}} & b_q \leq f_q(x) \leq b_q + p_{\max} \\ 0 & f_q(x) \geq b_q + p_{\max} \end{cases} \quad (9-3)$$

¹¹⁶ Narasimhan

¹¹⁷ Hannan

¹¹⁸ Tiwari et al

۲. تابع خطی سمت چپ (انحراف منفی با جریمه همراه است) - در شکل ۳-۲ نشان داده شده است.

$$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 1 & f_q(x) \geq b_q \\ 1 - \frac{b_q - f_q(x)}{n_{\max}} & b_q - n_{\max} \leq f_q(x) \leq b_q \\ 0 & f_q(x) \leq b_q - n_{\max} \end{cases} \quad (10-3)$$

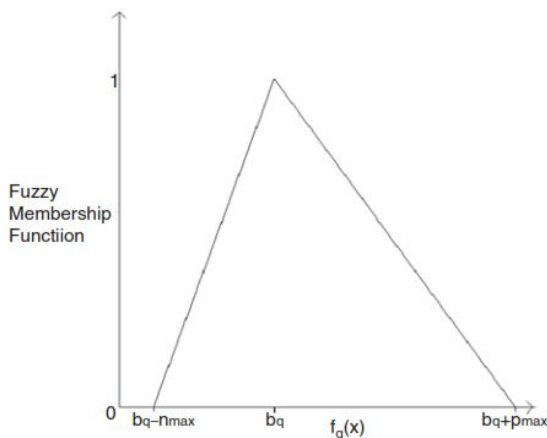
۳. تابع خطی مثلثی (هر دو انحراف منفی و مثبت با جریمه همراه است) - در شکل ۳-۳ نشان داده شده است.

$$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 0 & f_q(x) \leq b_q - n_{\max} \text{ or } f_q(x) \geq b_q + p_{\max} \\ 1 - \frac{b_q - f_q(x)}{n_{\max}} & b_q - n_{\max} \leq f_q(x) \leq b_q \\ 1 - \frac{f_q(x) - b_q}{p_{\max}} & b_q \leq f_q(x) \leq b_q + p_{\max} \end{cases} \quad (11-3)$$

۴. تابع خطی دوزنقه‌ای (هر دو انحراف منفی و مثبت با جریمه همراه است البته یک فاصله با رضایت‌مندی کامل وجود دارد) - در شکل ۳-۴ نشان داده شده است.

$$\mu[f_q(x)] = \begin{cases} 0 & f_q(x) \leq b_q^l - n_{\max} \text{ or } f_q(x) \geq b_q + p_{\max} \\ 1 - \frac{b_q^l - f_q(x)}{n_{\max}} & b_q^l - n_{\max} \leq f_q(x) \leq b_q^l \\ 1 & b_q \leq f_q(x) \leq b_q^u \\ 1 - \frac{f_q(x) - b_q^u}{p_{\max}} & b_q \leq f_q(x) \leq b_q^u + p_{\max} \end{cases} \quad (12-3)$$

شکل ۳-۳ تابع عضویت فازی مثلثی



شکل ۳-۴ تابع عضویت فازی دوزنقه‌ای

که در آن $\mu[f_q(x)]$ نشان دهنده تابع با اعضای فازی مرتبط با آرمان q_{th} می باشد. P_{max} بیانگر سطح انحراف مثبت فراتر از آرمان که در آن نارضایتی کل رخ می دهد. n_{max} بیانگر سطح انحراف منفی کمتر از آرمان که در آن نارضایتی کل رخ می دهد. b_q^l مرز پایین و b_q^u مرز بالای بازه ی رضایت کل را برای تابع با اعضای ذوزنقه ای تشکیل می دهند.

یعقوبی و همکاران (۲۰۰۸) جدیدترین و جامع ترین چارچوب مدل سازی برنامه ریزی آرمانی موزون را ارائه دادند [۹۸]. بدین صورت که ساختار آرمان Q را به تابع q_1 با اعضای سمت راست، تابع q_2 با اعضای سمت چپ، تابع q_3 با اعضای مثلثی و تابع q_4 با اعضای ذوزنقه ای تقسیم می کند. فرمول جبری ارائه شده به صورت زیر است:

$$Min a = \sum_{q=1}^{q_1} \frac{v_q p_q}{p_{max}} + \sum_{q=q_1+1}^{q_1+q_2} \frac{u_q n_q}{n_{max}} + \sum_{q=q_1+q_2+1}^Q \left(\frac{v_q p_q}{p_{max}} + \frac{u_q n_q}{n_{max}} \right) \quad (۳-۱۳)$$

در حالی که شروط زیر و معادله (۳-۳) نیز باید اعمال شود.

$$f_q(x) - p_q \leq b_q \quad q = 1, \dots, q_1 \quad (۳-۱۴)$$

$$\mu_q + \frac{p_q}{p_{max}} = 1 \quad q = 1, \dots, q_1 \quad (۳-۱۵)$$

$$f_q(x) + n_q \geq b_q \quad q = q_1 + 1, \dots, q_1 + q_2 \quad (۳-۱۶)$$

$$\mu_q + \frac{n_q}{n_{max}} = 1 \quad q = q_1 + 1, \dots, q_1 + q_2 \quad (۳-۱۷)$$

$$f_q(x) + n_q - p_q = b_q \quad q = q_1 + q_2 + 1, \dots, q_1 + q_2 + q_3 \quad (۳-۱۸)$$

$$\mu_q + \frac{n_q}{n_{max}} + \frac{p_q}{p_{max}} = 1 \quad q = q_1 + q_2 + 1, \dots, Q \quad (۳-۱۹)$$

$$f_q(x) - p_q \leq b_q \quad q = q_1 + q_2 + q_3 + 1, \dots, Q \quad (۳-۲۰)$$

$$f_q(x) + n_q \leq b_q \quad q = q_1 + q_2 + q_3 + 1, \dots, Q \quad (۳-۲۱)$$

$$n_q, p_q, \mu_q \geq 0 \quad q = 1, \dots, Q \quad (۳-۲۲)$$

که μ_q در آن نشان دهنده سطح دست یافته شده برای تابع با اعضای فازی مرتبط با آرمان q_{th} می باشد. این فرمول اجازه می دهد تا راه حل های مدل خطی تک هدفه برنامه ریزی آرمانی موزون از طریق هر نرم افزار استاندارد برنامه ریزی خطی ارائه می شود.

۳-۳ اولویت‌بندی و وزن‌دهی آرمان‌ها

باید گفت که تصمیم‌گیرندگان جهت وزن‌دهی معیارها می‌توانند بر اساس نوع مساله از سه روش پیشنهادی زیر استفاده نمایند:

۱. براساس ماتریس تصمیم و مشخصه‌ی گزینه‌های مختلف

۲. براساس ترجیحات ذهنی معیارها (ماتریس مقایسات زوجی)

۳. براساس ترکیبی از این دو، که به این حالت تخصیص یکپارچه اوزان می‌گویند.

حالت اول- زمانی است که تصمیم‌گیرنده با توجه به ماتریس تصمیم و مشخصه‌ی گزینه‌های مختلف از تکنیک‌های متفاوتی به عنوان مثال اعمال فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، فازی AHP، روش آنتروپی و

... دست به محاسبه وزن‌ها می‌زند. برای محاسبه وزن‌ها باید در نظر داشت که $\sum_{j=1}^m w_j = 1$.

حالت دوم- زمانی است که دقیقاً تصمیم‌گیرنده می‌داند چه وزنی را به معیارها اختصاص دهد که این شناخت یا از شواهد و اطلاعات پیرامون مسئله به دست آمده و یا اعمال نظر شخص تصمیم‌گیرنده (ها) است.

حالت سوم- به دو بخش تفکیک می‌شود:

الف) زمانی است که تصمیم‌گیرنده از درجه اهمیت معیارها دقیقاً مطلع است و تمایل دارد که آن‌ها را به شیوه‌ی خاصی اعمال نماید. در این صورت w_j^O و w_j^S به ترتیب وزن عینی (علمی) و وزن ذهنی برای زامین معیار می‌باشد و w_j^I را به صورت تعریف می‌شود:

$$w_j^I = W^O w_j^O + W^S w_j^S \quad (۲۳-۳)$$

$$W^O + W^S = 1 \quad (۲۴-۳)$$

که W^O و W^S به ترتیب تخصیص وزن‌های عینی و ذهنی به معیارها می‌باشد. به این صورت است که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد برای زامین معیار نسبت مد نظر خود را و یا هر آنچه که از محاسبات به دست می‌آید، اعمال کند.

به طور مثال اگر $(W^O, W^S) = (0/2, 0/8)$ باشد به این معناست که تصمیم‌گیرنده تمایل دارد؛ وزنی که خودش تخصیص داده با ضریبی معادل $0/8$ اعمال کند و وزنی را که از روش فرموله بدست می‌آید؛ با ضریبی معادل $0/2$ لحاظ کند. همچنین w_j^S تخصیصی است که فرد تصمیم‌گیرنده به علت مقایسه به معیارها اختصاص داده است. در حالی که برای محاسبه w_j^O از روش آنتروپی استفاده شده است.

ب) زمانی است که تصمیم‌گیرنده از درجه اهمیت معیارها مطلع نباشد، در این صورت برای وزن‌دهی از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کند که در آن w_j^O و w_j^S به ترتیب وزن عینی (علمی) و وزن ذهنی برای J امین معیار می‌باشد و w_j^{I*} به صورت تعریف می‌شود:

$$w_j^{I*} = \frac{w_j^O * w_j^S}{\sum_{k=1}^m w_k^O * w_k^S} \quad (25-3)$$

w_j^S تخصیصی است که فرد تصمیم‌گیرنده به علت مقایسه به معیارها اختصاص داده است. در حالی که برای محاسبه w_j^O از روش‌های وزن‌دهی استفاده شده است.

باید گفت که برای اولویت‌بندی آرمان‌ها این پژوهش از روش اصطلاحات فازی و در قالب ماتریس مقایسات زوجی (روش ۲) کمک گرفته شده است که پس از دی‌فازی‌سازی آرمان‌ها و حل مدل، نهایتاً مفاهیم انحرافات حاصل از مدل برنامه‌ریزی آرمانی مجدداً به صورت اصطلاحات فازی بیان شده است. لذا در ادامه به تبیین مفاهیم فازی، ماتریس مقایسات زوجی، روش‌های دی‌فازی‌سازی و بیان اصطلاحات فازی به صورت بازه‌های عددی پرداخته می‌شود.

۳-۱-۳ نظریه‌ی مجموعه‌ی فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی

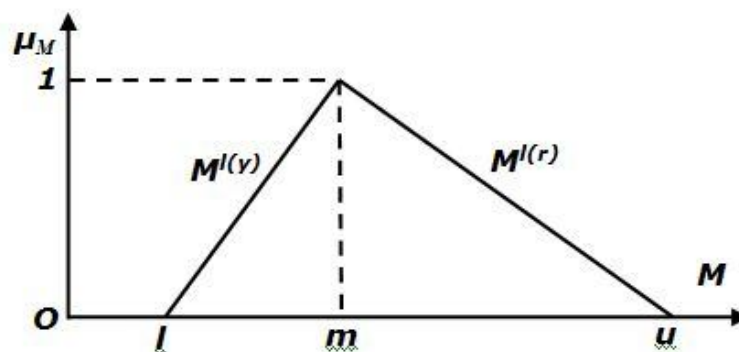
امروزه مسائل مطرح در دنیای واقعی پیشینه‌ی گسترده‌ای را از آن خود کرده است، با این حال قضاوت‌های نادرستی راجع به نسبت‌های مقایسه‌ی صورت می‌گیرد. در AHP سنتی، مقایسات زوجی با استفاده از مقیاس نه نقطه و با توجه به آرمان انتخاب بهترین گزینه در سطوح مختلف انجام می‌شود.

بنابراین، استفاده از AHP ساتی^{۱۱۹} برخی از نقاط ضعف زیر را به همراه دارد (ساتی، ۱۹۹۸ [۹۹]؛ (۱) روش AHP به طور عمده در کاربردهای مربوط به تصمیم‌گیری‌های قطعی استفاده می‌شود، (۲) در قضاوت‌های مرتبط با روش AHP، مقیاس‌های بسیار نامتعادل بکار گرفته می‌شود، (۳) روش AHP عدم قطعیت مربوط به قضاوت تصمیم‌گیرنده‌های متفاوت را در نظر نمی‌گیرد، (۴) رتبه‌بندی با روش AHP تا حدی غیردقیق است، (۵) انتخاب، اولویت‌بندی و قضاوت ذهنی تصمیم‌گیرندگان تاثیر بسزایی بر روی نتایج AHP دارد. علاوه بر این، الزامات تصمیم‌گیرنده در سنجش گزینه‌ها همیشه با ابهامات و تعدد معنا روبرو می‌باشد؛ چرا که ارزیابی افراد در مورد صفات کیفی همیشه ذهنی و در نتیجه مبهم است. بنابراین، AHP سنتی الزامات تصمیم‌گیری صریح را برآورده نمی‌سازد. لذا به منظور مدل‌سازی عدم قطعیت مطرح در سلايق افراد، می‌توان از مجموعه‌ی فازی با مقایسه زوجی تحت عنوان بسط AHP استفاده کرد. رویکرد AHP فازی یک توصیف دقیق‌تری از روند تصمیم‌گیری را بیان می‌کند.

۳-۱-۱-۳-۳ نظریه‌ی مجموعه‌های فازی

پروفسور زاده (۱۹۶۵) نظریه‌ی مجموعه‌ی فازی را برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت، همچنین به منظور افزایش دقت در تصمیم‌گیری‌ها ارائه داد [۵۲]. بنابراین داده‌های مبهم را می‌توان با استفاده از اعداد فازی نمایش داده و از طریق عملیات ریاضی در حوزه‌ی فازی محاسبات صورت پذیرد. بنابراین اعداد فازی را می‌توان با درجه عضویت آن در محدوده‌ی بین ۰ و ۱ نمایش داد. شکل ۳-۵ یک عدد فازی مثلثی (TFN)، M نشان می‌دهد.

شکل ۳-۵ عدد فازی مثلثی M



^{۱۱۹} Saaty's AHP

عدد فازی مثلثی به صورت $(l/m, m/u)$ یا (l, m, u) نمایش داده می‌شود که به ترتیب بیانگر کوچک‌ترین ارزش ممکن، ارزش امیدوار کننده و بزرگ‌ترین ارزش ممکن می‌باشد: تابع عضویت عدد فازی مثلثی که به صورت تابع خطی در سمت چپ و راست آن عدد می‌باشد؛ به صورت زیر تعریف شده است.

$$\mu(x \setminus M) = \begin{cases} 0, & x < l \\ (x-l)/m-l, & l \leq x \leq m \\ (u-x)/u-m, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (26-3)$$

۳-۱-۲ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی

در این پژوهش از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای وزن‌دهی به آرمان‌های یک بانک استفاده شده است. در واقع فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، صورت اصلاح شده‌ی AHP است. لذا در این رویکرد به طور موثر از محاسن هر دو روش برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره کمک گرفته است.

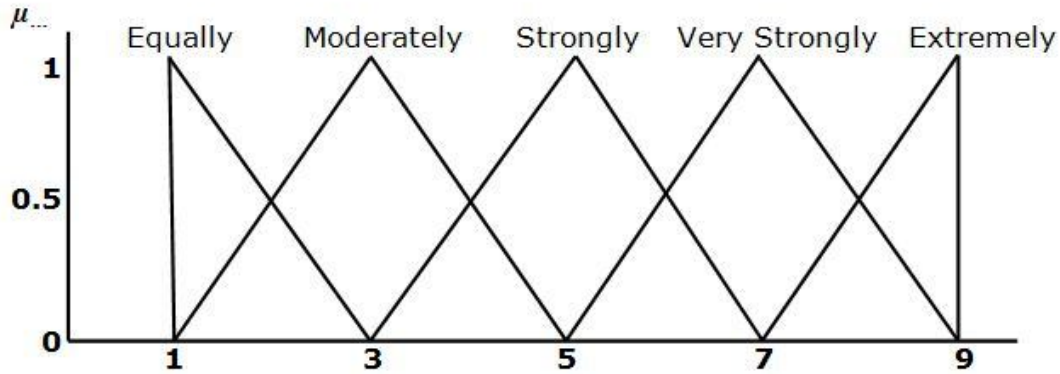
همانطور که چانگ^{۱۲۰} ([۱۰۰]۱۹۹۲، [۱۰۱]۱۹۹۶) مجموعه‌ی $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ ، مجموعه‌ی اهداف و مجموعه‌ی $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ مجموعه‌ای آرمان تعریف کرد؛ برای هر هدف m مقدار تجزیه و تحلیل حدی وجود دارد که قابل دستیابی می‌باشد:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (27-3)$$

که در آن تمام $M_{g_i}^m$ (اعداد فازی مثلثی هستند که حداقل، حداکثر و بزرگ‌ترین مقدار ممکن را نمایش می‌دهد و به صورت (l, m, u) نشان داده می‌شود. شکل ۳-۶ و جدول ۳-۱، مقیاس فازی مثلثی به همراه اصطلاحات زبانی متناظر آن را نمایش می‌دهند.

^{۱۲۰} Chang

شکل ۳-۶ اصطلاحات زبانی متناسب با درجه اهمیت هر معیار



مقیاس فازی مثلی	دامنه تغییرات	تابع عضویت	اعداد فازی	اصطلاحات زبانی برای بیان درجه اهمیت
(1, 1, 1)			1̃	اهمیت دقیقاً یکسان
(1, 1, 3)	$1 \leq x \leq 3$	$\mu_A(x) = \frac{3-x}{3-1}$		اهمیت تقریباً یکسان
(1, 3, 5)	$1 \leq x \leq 3$	$\mu_A(x) = \frac{x-1}{3-1}$	3̃	نسبتاً مهم‌تر
	$3 \leq x \leq 5$	$\mu_A(x) = \frac{5-x}{5-3}$		
(3, 5, 7)	$3 \leq x \leq 5$	$\mu_A(x) = \frac{x-3}{5-3}$	5̃	مهم‌تر
	$5 \leq x \leq 7$	$\mu_A(x) = \frac{7-x}{7-5}$		
(5, 7, 9)	$5 \leq x \leq 7$	$\mu_A(x) = \frac{x-5}{7-5}$	7̃	خیلی مهم‌تر
	$7 \leq x \leq 9$	$\mu_A(x) = \frac{9-x}{9-7}$		
(7, 9, 9)	$7 \leq x \leq 9$	$\mu_A(x) = \frac{x-7}{9-7}$	9̃	بی‌نهایت مهم‌تر
مقادیر متقابل $M_i^{-1} = (\frac{1}{u_i}, \frac{1}{m_i}, \frac{1}{l_i})$		وقتی پارامتر i در قیاس با پارامتر j یکی از مقادیر فوق را اتخاذ می‌کند؛ در نتیجه j نسبت به i مقدار متقابلش را اخذ می‌کند.		

جدول ۳-۱ اصطلاحات زبانی برای بیان وزن معیارها از دید بوزبورا و بوسکییز (۲۰۰۷) [۱۰۲]

۳-۳-۲ مقایسات زوجی

وزن دهی به طور اساسی توسط تصمیم‌گیرندگانی که مقایسات زوجی را به صورت دوجه دو بین شاخص‌ها

انجام می‌دهند، تعیین می‌شود. اگر n شاخص وجود داشته باشد، $C(n, 2) = \frac{n(n-1)}{2}$ مقایسه زوجی

صورت می‌گیرد. (تسوار^{۱۲۱} و همکاران، ۲۰۰۲ [۱۰۳])

اگر C_1, C_2, \dots, C_n نشان‌دهنده‌ی مجموعه‌ای از شاخص‌ها باشد، a_{ij} مقدار حاصل از مقایسه زوجی دو

شاخص C_i و C_j است. برای نشان دادن میزان اهمیت نسبی یک عنصر به دیگری از مقیاسهای فازی

مثلی مطابق جدول ۳-۲ استفاده می‌شود. پس از آن که مقایسات دوجه دو انجام شد؛ کلیه‌ی نتایج

مقایسات زوجی درون ماتریسی موسوم به "ماتریس مقایسات زوجی" که ماتریسی $n \times n$ است، قرار

می‌گیرد. ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر قابل مشاهده است. [۷]

$$A = [a_{ij}] = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \sqrt{a_{21}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sqrt{a_{n1}} & \sqrt{a_{n2}} & \dots & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

ماتریس ۱-۳ مقایسات زوجی

رویه محاسباتی مختصری توسط ولبلیکلس^{۱۲۲} در سال ۱۹۷۸ [۱۰۴]، چنگ و لی در سال ۲۰۰۱ به

منظور محاسبات وزن‌ها شرح داده شده است. جهت به دست آوردن اوزان شاخص‌ها هر عنصر از جدول

مقایسات زوجی بر جمع عناصر ستون مربوطه تقسیم می‌شود. در نهایت، میانگین هریک از سطرهای

ماتریس نرمال شده برابر وزن نسبی هر یک از شاخص‌هاست. الگوریتم به دست آوردن اوزان نسبی به

صورت ذیل است:

گام یک- مقایسه دوجه دوی شاخص‌ها

گام دو- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی

¹²¹ Tsaar

¹²² Wabalickis

گام سه- نرمال سازی ماتریس مقایسات زوجی، هر مقدار ماتریس بر مجموع مقادیر آن ستون تقسیم می شود.

گام چهار- به دست آوردن میانگین حسابی هر سطر ماتریس نرمالایز شده مقایسات زوجی؛ که به آن وزن های نسبی گفته می شود.

پس از دی فازی سازی ماتریس مقایسات زوجی به روش های که در ادامه بررسی می شود؛ به منظور جلوگیری از بروز خطا در وزن دهی آرمان ها از دو روش **حداقل مربعات لگاریتمی**^{۱۲۳} و **روش مقادیر ویژه ساتی**^{۱۲۴} می توان استفاده کرد. روش مقادیر ویژه ساتی از طریق الگوریتم زیر پیاده سازی می شود:

گام یک- لاندای ماکزیمم λ_{max} ؛ بزرگ ترین مقدار ویژه ماتریس (ریشه پرون^{۱۲۵})

گام دو- محاسبه شاخص سازگاری^{۱۲۶} (CI) ؛ $CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$ که n ، بعد ماتریس است.

گام سه- شاخص تصادفی^{۱۲۷} (RI) که توسط ساتی برای هر بعد از ماتریس بیان شد. جدول ۲-۳ این مقادیر را نمایش می دهد.

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹

جدول ۲-۳ مقادیر برای ابعاد مختلف ماتریس شاخص تصادفی

گام چهار- محاسبه نسبت سازگاری^{۱۲۸} (CR) ؛ $CR = \frac{CI}{RI}$. چنانچه این مقدار کوچک تر و یا مساوی

۰/۱ باشد؛ مقادیر محاسبه شده مقبولیت دارد. در غیر این صورت تصمیم گیرنده باید در مقادیر خود

تجدید نظر کند.

¹²³ Logarithmic Least Squares

¹²⁴ Saaty's Eigenvector Method

¹²⁵ Perron Root

¹²⁶ Consistency Index

¹²⁷ Random Index

¹²⁸ Consistency Ratio

۳-۳-۳ تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی

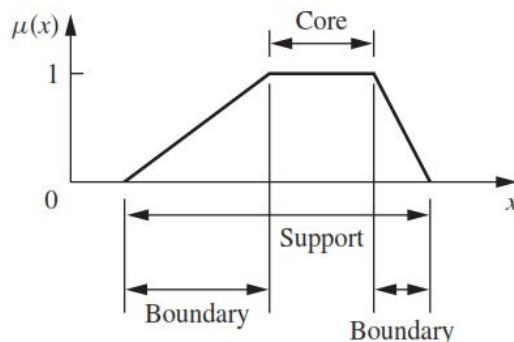
یک مجموعه فازی A و یک لاندای A_λ (برش $0 \leq \lambda \leq 1$) تعریف می‌شود. مجموعه A_λ مجموعه قطعی است که با توجه لاندای برش (یا آلفا برش) از مجموعه فازی A تشکیل شده است به طوری که $A = \{x \mid \mu_A(x) \geq \lambda\}$. توجه کنید که مجموعه A_λ مجموعه قطعی مشتق شده از مجموعه فازی A می‌باشد. هر مجموعه فازی A می‌تواند به تعداد نامحدودی مجموعه قطعی A_λ تبدیل شود؛ زیرا این تبدیل از طریق لاندای برش صورت می‌گیرد که این لاندای بین بازه $[0, 1]$ قرار دارد که اعداد نامحدودی را شامل می‌شود.

هر عضو $x \in A_\lambda$ متعلق به مجموعه A دارای درجه عضویتی برابر و یا بزرگ‌تر از مقدار لاندای می‌باشد.

از آنجایی که مجموعه لاندای برش‌های متفاوتی ممکن است تعریف شود؛ لذا تابع عضویت‌های بسیار زیادی به وجود می‌آید. تعریفی از تابع فازی محدب A بدین صورت می‌باشد:

هسته A با مقداردهی $\lambda = 1$ معین می‌شود " A_1 ". مجموعه پشتیبان " A_+ " زمانی است که $\lambda = 0^+$ باشد یا به طور نمادین $A_+ = \{x \mid \mu_A(x) > 0\}$ بازه $[A_+, A_1]$ محدودیتی برای مجموعه فازی A ایجاد می‌کند که در آن ارزش عضویت بین 0 و 1 (منحصراً 0 و 1) قرار می‌گیرد چراکه $0 \leq \lambda \leq 1$ است.

شکل ۳-۷ هسته، پشتیبان و محدودیت مجموعه فازی



۳-۳-۱ روش‌های دی‌فازی سازی^{۱۲۹}

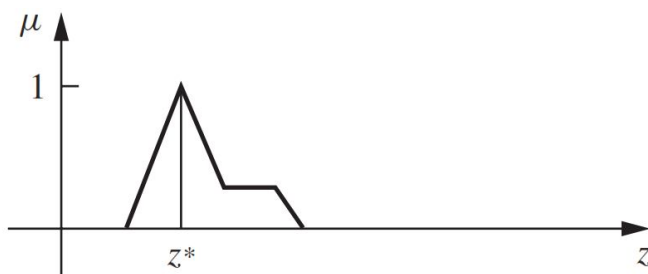
در بسیاری از کاربردهای عملی به دلیل حجم وسیعی از داده‌ها و محاسبات گسترده‌ی اعداد فازی، نیاز است که فرآیند تصمیم‌گیری بر روی یک عدد قطعی انجام می‌شود. بنابراین برای استفاده از استنتاج‌های فازی نیاز به فرآیند دی‌فازی است. "دی‌فازی سازی" فرآیند کنترل اعداد غیر فازی و تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی است. در سال‌های اخیر، روش‌های مختلفی برای دی‌فازی سازی، خروجی توابع فازی (توابع عضویت) ارائه شده است. (هلندورن و توماس^{۱۳۰}، ۱۹۹۳ [۱۰۵]). خلاصه‌ای از هفت روش در زیر آمده است.

۱. اصل ماکزیمم بودن عضویت (روش ارتفاع): در این روش مقدار ماکزیمم تابع به عنوان خروجی انتخاب می‌شود. معادله ۲۸-۳ عبارت جبری و شکل ۸-۳ صورت گرافیکی این روش را نمایش می‌دهد.

$$\mu_C(z^*) \geq \mu_C(z) \quad \text{برای تمامی } z \in Z \quad (28-3)$$

در معادله فوق z^* ماکزیمم مقدار دی‌فازی شده است.

شکل ۸-۳ روش دی‌فازی سازی ماکزیمم بودن عضویت



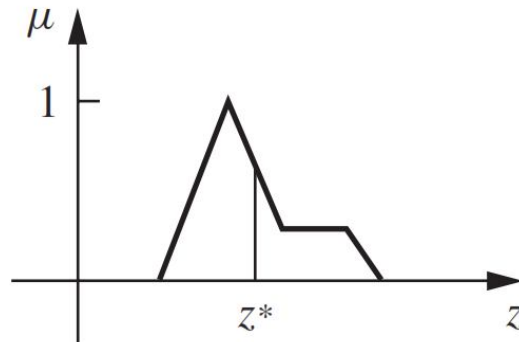
۲. روش مرکز: این روش (مرکز ناحیه یا مرکز ثقل نیز نامیده می‌شود) متداول‌ترین و جذاب‌ترین روش دی‌فازی سازی است. (لی^{۱۳۱}، ۱۹۹۰ [۱۰۶]؛ سوجینو^{۱۳۲}، ۱۹۸۵ [۱۰۷]) است. عبارت جبری این روش به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$z^* = \frac{\int \mu_C(z) \cdot z \, dz}{\int \mu_C(z) \, dz} \quad (29-3)$$

¹²⁹ Defuzzification Methods
¹³⁰ Hellendoorn And Thomas
¹³¹ Lee
¹³² Sugeno

که در آن \int انتگرال جبری می‌باشد. شکل ۹-۳ نمایش گرافیکی این روش را نشان می‌دهد.

شکل ۹-۳ روش دی‌فازی سازی مرکز ناحیه

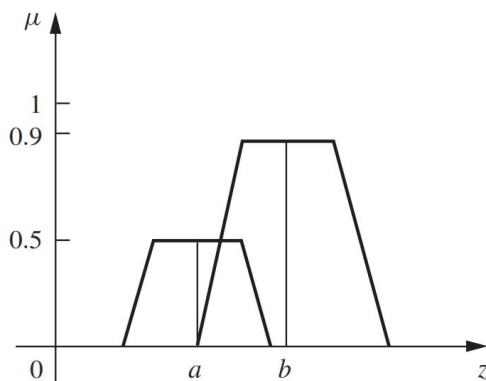


۳. روش میانگین وزنی: این روش اغلب در برنامه‌های کاربردی فازی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ چراکه از لحاظ روش‌های محاسباتی کارآمد می‌باشد. اما از آنجایی که روش میانگین وزنی دارای توابع عضویت خروجی متقارن است؛ گاهی با محدودیت‌های مواجه می‌شود. شکل (۳-۱۰) نمایش گرافیکی و معادله (۳-۳۰) نمایش ریاضی این روش است.

$$z^* = \frac{\sum \mu_C(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu_C(\bar{z})} \quad (3-30)$$

که در این معادله \sum نشان‌دهنده جمع جبری و \bar{z} مرکز ثقل هر تابع عضویت متقارن می‌باشد.

شکل ۱۰-۳ روش دی‌فازی سازی میانگین وزنی



روش میانگین وزنی، به هر تابع عضویت خروجی به تناسب ماکزیمم مقدار عضویت مربوطه وزن تخصیص می‌دهد. مقادیر a و b به ترتیب مقادیر ثقل نمودارهای خود هستند. گاهی می‌توان این روش را برای

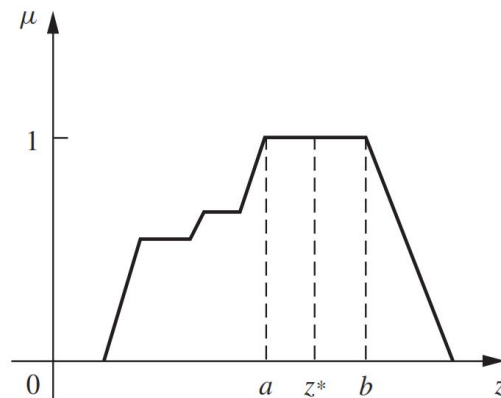
توابع خروجی نامتقارن و با مقیاس‌های متفاوت نیز بکار گرفت. (سوجینو، ۱۹۸۵) [۱۰۷]

۴. متوسط مقدار ماکزیمم عضویت: این روش (همچنین متوسط از حداکثر نامیده می‌شود) تقریباً مشابه به روش اول است؛ با این تفاوت که در این روش محل وقوع حداکثر عضویت می‌تواند منحصر به فرد نباشد. به عبارت دیگر حداکثر عضویت می‌تواند بیش از یک نقطه را شامل شود. لی (۱۹۹۰) [۱۰۶] و سوجینو (۱۹۸۵) [۱۰۷] عبارت جبری زیر را برای این روش بیان کردند.

$$z^* = \frac{a+b}{2} \quad (3-31)$$

در شکل ۱۱-۳ مقادیر a و b نیز نمایش داده شده است.

شکل ۱۱-۳ روش دی‌فازی سازی متوسط مقدار ماکزیمم عضویت



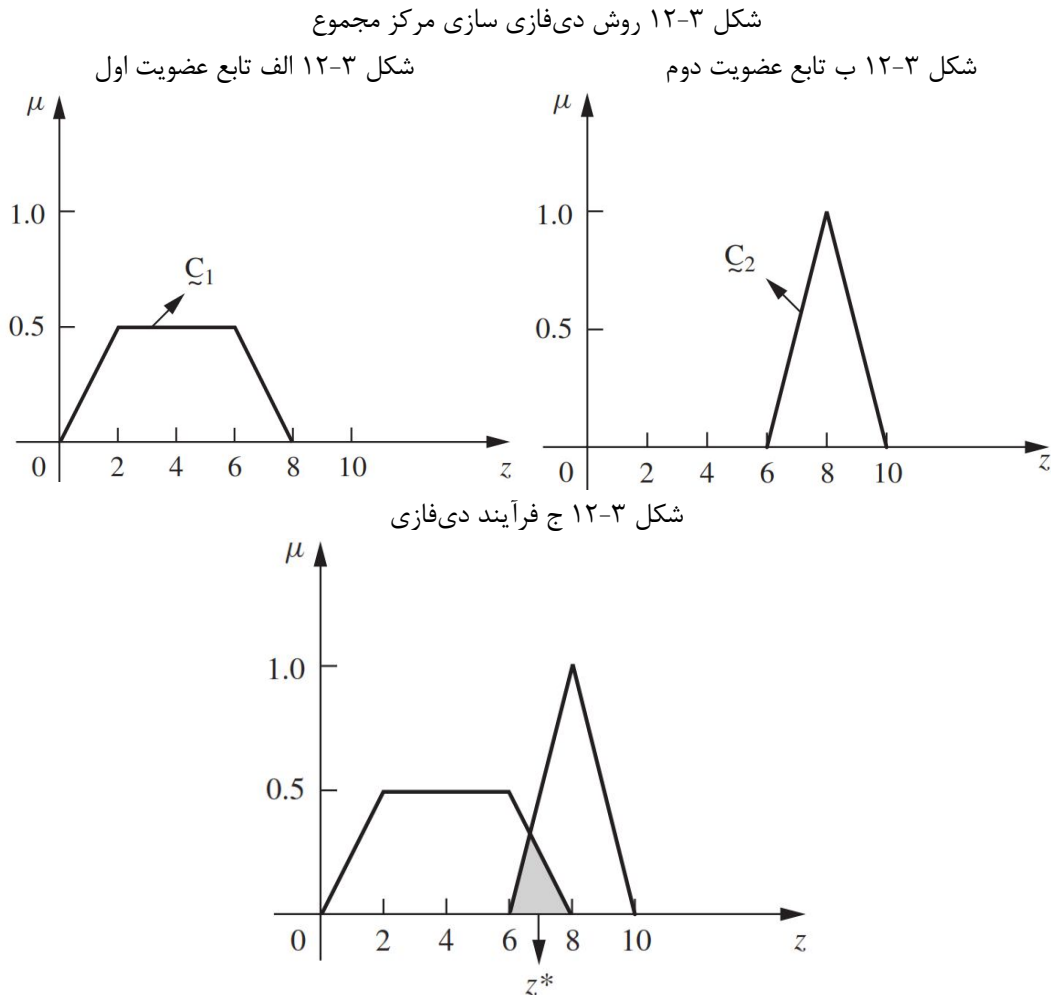
۵. مرکز مجموع: این روش شاید یکی از سریع‌ترین روش‌های حال حاضر دی‌فازی سازی است که استفاده از آن مختص توابع عضویت متقارن نیست. این فرآیند شامل جمع جبری خروجی دو مجموعه فازی مجزا بنام C_1 و C_2 می‌باشد. اشکال عمده‌ی روش مرکز مجموع این است که ناحیه‌ی متقاطع دو بار حساب می‌شود. مقدار دی‌فازی شده از معادله‌ی زیر بدست می‌آید:

$$z^* = \frac{\sum_{k=1}^n \mu_{C_k}(z) \int_z \bar{z} dz}{\sum_{k=1}^n \mu_{C_k}(z) \int_z dz} \quad (3-32)$$

که در آن \bar{z} نماد فاصله تا مرکز ثقل هر یک از توابع عضویت مربوطه می‌باشد.

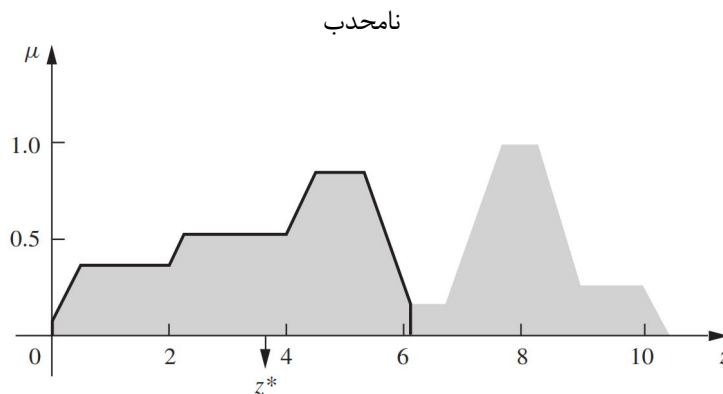
این روش مشابه روش میانگین وزنی بسط داده شده در معادله (۳-۳۰) می‌باشد؛ با این تفاوت که وزن‌ها در روش مرکز مجموع، ناحیه‌های مربوط به توابع عضویت می‌باشد اما در روش میانگین وزنی

ارزش مقادیر مجزای هر عضو وزن‌ها را معین می‌کند. شکل ۱۲-۳ این روش را به طور مبسوط نشان می‌دهد.



۶. مرکز بزرگترین ناحیه: اگر مجموعه فازی خروجی حداقل دو ناحیه محدب داشته باشد، در نتیجه مرکز ثقل ناحیه فازی محدب با بزرگترین ناحیه استفاده می‌شود تا ارزش دی‌فازی شده‌ی خروجی z^* معین شود. صورت گرافیکی و صورت جبری این روش به ترتیب در شکل ۱۳-۳ و معادله (۲۹-۳) آمده است. در معادله‌ی (۲۹-۳)، \tilde{C}_m بزرگ‌ترین زیر ناحیه‌ی محدب است که ناحیه‌ی \tilde{C}_k را تشکیل می‌دهد. این شرایط زمانی که خروجی \tilde{C}_k محدب نباشد؛ رخ می‌دهد. وقتی \tilde{C}_k محدب باشد، z^* همان مقدار بدست آمده از روش مرکز ثقل یا روش بزرگ‌ترین ناحیه می‌باشد. (چراکه تنها یک ناحیه‌ی محدب وجود دارد.)

شکل ۳-۱۳ روش دی‌فازی سازی مرکز بزرگ‌ترین ناحیه (مناطق مشخص شده با خطوط پررنگ)، برای \tilde{C}_k



۷. اولین (یا آخرین) عضو حداکثری: این روش از خروجی کلی و یا اجتماع همه‌ی مجموعه‌های

فازی خروجی \tilde{C}_k استفاده می‌کند تا کوچک‌ترین ارزش با ماکزیمم کردن درجه‌ی عضویت \tilde{C}_k معین شود. معادلات برای z^* به شرح زیر است.

نخست، بیشترین ارتفاع (با نماد $hgt(\tilde{C}_k)$) تعیین می‌شود،

$$hgt(\tilde{C}_k) = \sup_{z \in Z} \mu_{\tilde{C}_k}(z) \quad (۳۳-۳)$$

سپس، اولین مقدار حداکثری معین می‌شود،

$$z^* = \inf_{z \in Z} \{z \in Z \mid \mu_{\tilde{C}_k}(z) = hgt(\tilde{C}_k)\} \quad (۳۴-۳)$$

یک جایگزین برای این روش به نام "آخرین عضو حداکثری" نیز وجود دارد که به صورت زیر مشخص می‌شود.

$$z^* = \sup_{z \in Z} \{z \in Z \mid \mu_{\tilde{C}_k}(z) = hgt(\tilde{C}_k)\} \quad (۳۵-۳)$$

در معادلات (۳۳-۳) تا (۳۵-۳) سوپریمم به معنای کوچک‌ترین کران بالا و اینفیمم؛ بزرگ‌ترین کران پایین است. این روش در شکل ۳-۱۱ نشان داده شده است.

در این پژوهش برای دی‌فازی سازی اصطلاحات زبانی از روش مرکز ناحیه استفاده شده است، بدین صورت که از طریق معادله (۲۹-۳) اعداد دی‌فازی متناظر معین می‌شود.

مقیاس فازی مثلثی	اعداد فازی	تابع عضویت	اعداد دی فازی شده
(1, 1, 1)	$\tilde{1}$	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{3-x}{2}, & 1 \leq x \leq 3 \\ 0, & OW \end{cases}$	1
(1, 1, 3)			1/67
(1, 3, 5)	$\tilde{3}$	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{2}, & 1 \leq x \leq 3 \\ \frac{5-x}{2}, & 3 \leq x \leq 5 \\ 0, & OW \end{cases}$	3
(3, 5, 7)	$\tilde{5}$	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x-3}{2}, & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{2}, & 5 \leq x \leq 7 \\ 0, & OW \end{cases}$	5
(5, 7, 9)	$\tilde{7}$	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x-5}{2}, & 5 \leq x \leq 7 \\ \frac{9-x}{2}, & 7 \leq x \leq 9 \\ 0, & OW \end{cases}$	7
(7, 9, 9)	$\tilde{9}$	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{9-x}{2}, & 7 \leq x \leq 9 \\ 0, & OW \end{cases}$	8/34

جدول ۳-۳ تبدیل اعداد فازی مثلثی به اعداد قطعی

اعداد دی فازی شده	تابع عضویت	معکوس اعداد فازی	معکوس مقیاس فازی مثلثی
۱			(۱, ۱, ۱)
۰/۵۶	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{1-x}{0.66} & , 0.34 \leq x \leq 1 \\ 0 & , OW \end{cases}$	$\tilde{\tau}^{-1}$	($\frac{1}{3}$, ۱, ۱)
۰/۵۱	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x-0.2}{0.14} & , 0.2 \leq x \leq 0.34 \\ \frac{1-x}{0.66} & , 0.34 \leq x \leq 1 \\ 0 & , OW \end{cases}$	$\tilde{\tau}^{-1}$	($\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$, ۱)
۰/۲۳	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x-0.14}{0.6} & , 0.14 \leq x \leq 0.2 \\ \frac{0.34-x}{0.14} & , 0.2 \leq x \leq 0.34 \\ 0 & , OW \end{cases}$	$\tilde{\delta}^{-1}$	($\frac{1}{7}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$)
۰/۱۵	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x-0.11}{0.3} & , 0.11 \leq x \leq 0.14 \\ \frac{0.2-x}{0.6} & , 0.14 \leq x \leq 0.2 \\ 0 & , OW \end{cases}$	$\tilde{\nu}^{-1}$	($\frac{1}{9}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{5}$)
۰/۱۲	$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{0.14-x}{0.3} & , 0.11 \leq x \leq 0.14 \\ 0 & , OW \end{cases}$	$\tilde{\eta}^{-1}$	($\frac{1}{9}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{7}$)

جدول ۳-۴ تبدیل معکوس اعداد فازی مثلثی به اعداد قطعی

۳-۳-۴ تبدیل اعداد قطعی به اعداد فازی

منطق فازی در واقع با استفاده از مجموعه‌ای از معلومات نادقیق که با الفظ و جملات زبانی تعریف شده اند؛ به دنبال استخراج نتایج دقیق است. این منطق با استفاده از مقادیر و شرایط زبانی و یا به عبارتی دانش فرد خبره و با هدف ساده‌سازی و کارآمدتر شدن طراحی سیستم به مدل‌سازی سیستمی می‌پردازد که به ریاضیات پیشرفته و نسبتاً پیچیده نیاز دارد.

علیرغم اینکه منطق فازی بر پایه ریاضیات پیشرفته و پیچیده قرار دارد؛ یادگیری آن بسیار آسان است. از نظر تئوری هر سیستمی که توسط منطق فازی طراحی شده باشد، توسط سایر تکنیک‌های پیاده‌سازی

مرسوم؛ قابلیت اجرا دارد. اما ممکن است این شیوه‌ها نسبت به منطق فازی پیچیده و مشکل‌تر باشند. در ادامه تبدیل اعداد فازی ۱۱ نقطه‌ای به اصطلاحات زبانی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۳-۱ بسط مقیاس ۱۱ نقطه‌ای فازی

روش تبدیل اعداد فازی ۱۱ نقطه‌ای به عنوان اصلاحی به رویکرد رتبه بندی فازی پیشین توسط چنگ و هاوانگ (۱۹۹۲) ارائه شد [۱۰۸]. تابع فازی نمره اختصاص داده شده به متغیرهای کلامی همانند M به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\mu_{max}(x) = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (36-3)$$

$$\mu_{min}(x) = \begin{cases} 1-x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (37-3)$$

حداکثر و حداقل اعداد فازی به شیوه‌ای تعریف می‌شود که مکان مطلق اعداد فازی به طور خودکار در موارد مقایسه ای بین فاصله گنجانده شود. مقدار عددی سمت چپ هر عدد فازی M_i به صورت زیر برآورد می‌شود:

$$\mu_L(M_i) = Sup_X [\mu_{min}(x) \wedge \mu_{M_i}(x)] \quad (38-3)$$

$\mu_L(M_i)$ عددی منحصر به فرد و واقعی بین بازه (۰,۱) می‌باشد که ماکزیمم مقدار محل تقاطع عدد فازی M_i و عدد فازی کمینه است. به طور مشابه مقدار عددی سمت راست به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\mu_R(M_i) = Sup_X [\mu_{max}(x) \wedge \mu_{M_i}(x)] \quad (39-3)$$

نیز، عددی منحصر به فرد و واقعی بین بازه (۰,۱) است. با در اختیار داشتن مقدار سمت چپ و سمت راست هر عدد فازی M_i مقدار زیر مفروض است:

$$\mu_T(M_i) = \frac{\mu_R(M_i) + 1 - \mu_L(M_i)}{2} \quad (40-3)$$

این مقادیر برای عدد فازی M_i به شرح زیر است:

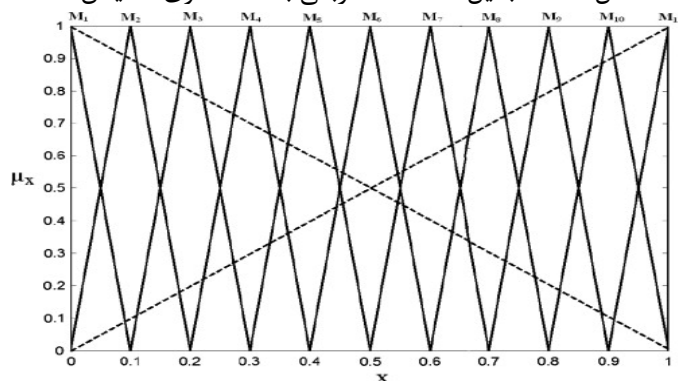
$$\mu_L(M_i) = Sup_X [\mu_{min}(x) \wedge \mu_{M_i}(x)] = 0/0909 \quad (41-3)$$

$$\mu_R(M_i) = Sup_X [\mu_{max}(x) \wedge \mu_{M_i}(x)] = 1 \quad (42-3)$$

$$\mu_T(M_i) = \frac{\mu_R(M_i) + 1 - \mu_L(M_i)}{2} = 0.455 \quad (43-3)$$

در شکل ۳-۱۴ و جدول ۳-۵ تبدیل مقیاس ۱۱ نقطه‌ای اصطلاحات زبانی به اعداد قطعی، توابع تخصیص داده شده و همچنین مقادیر محاسبه شده‌ی سمت چپ و راست هر عدد فازی نشان داده می‌شود. در این پژوهش با استفاده از بازه‌های تعریف شده مقادیر عددی به اصطلاحات فازی تبدیل می‌شود.

شکل ۳-۱۴: تبدیل اصطلاحات زبانی به اعداد فازی (مقیاس ۱۱ نقطه‌ای)



اندازه کمی مقادیر منتخب	اعداد فازی	اختصاص اعداد قطعی	بازه‌ی تعریفی	توابع تخصیص داده شده به اعداد فازی	$\mu_L(M_i)$	$\mu_R(M_i)$
فوق‌العاده کم	M_1	0.455	0.0000 - 0.909	$M_1(x) = \begin{cases} 1, & x=0 \\ \frac{(1-x)}{0.1}, & 0 \leq x \leq 0.1 \\ 0, & x > 0.1 \end{cases}$	1/0000	0.909
به شدت کم	M_2	0.1364	0.909 - 0.1818	$M_2(x) = \begin{cases} \frac{(x-0)}{0.1}, & 0 \leq x \leq 0.1 \\ \frac{(0.2-x)}{0.1}, & 0.1 \leq x \leq 0.2 \\ 0, & x > 0.2 \end{cases}$	0.9091	0.1818
خیلی کم	M_3	0.2273	0.1818 - 0.2727	$M_3(x) = \begin{cases} \frac{(x-0.1)}{0.1}, & 0.1 \leq x \leq 0.2 \\ \frac{(0.3-x)}{0.1}, & 0.2 \leq x \leq 0.3 \\ 0, & x > 0.3 \end{cases}$	0.18182	0.2727
کم	M_4	0.3182	0.2727 - 0.3636	$M_4(x) = \begin{cases} \frac{(x-0.2)}{0.1}, & 0.2 \leq x \leq 0.3 \\ \frac{(0.4-x)}{0.1}, & 0.3 \leq x \leq 0.4 \\ 0, & x > 0.4 \end{cases}$	0.27273	0.3636
زیر متوسط	M_5	0.4091	0.3636 - 0.4545	$M_5(x) = \begin{cases} \frac{(x-0.3)}{0.1}, & 0.3 \leq x \leq 0.4 \\ \frac{(0.5-x)}{0.1}, & 0.4 \leq x \leq 0.5 \\ 0, & x > 0.5 \end{cases}$	0.36364	0.4545
متوسط	M_6	0.5000	0.4545 - 0.5455	$M_6(x) = \begin{cases} \frac{(x-0.4)}{0.1}, & 0.4 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{(0.6-x)}{0.1}, & 0.5 \leq x \leq 0.6 \\ 0, & x > 0.6 \end{cases}$	0.5455	0.5455

متوسط بالای	M_v	۰/۵۹۰۹	۰/۵۴۵۵ - ۰/۶۳۶۴	$M_v(x) = \begin{cases} \frac{(x-0/5)}{0/1}, & 0/5 \leq x \leq 0/6 \\ \frac{(0/7-x)}{0/1}, & 0/6 \leq x \leq 0/7 \end{cases}$	۰/۴۵۴۵	۰/۶۳۶۴
زیاد	M_8	۰/۶۸۱۸	۰/۶۳۶۴ - ۰/۷۲۷۳	$M_8(x) = \begin{cases} \frac{(x-0/6)}{0/1}, & 0/6 \leq x \leq 0/7 \\ \frac{(0/8-x)}{0/1}, & 0/7 \leq x \leq 0/8 \end{cases}$	۰/۳۶۳۶	۰/۷۲۷۳
خیلی زیاد	M_9	۰/۷۷۲۷	۰/۷۲۷۳ - ۰/۸۱۸۲	$M_9(x) = \begin{cases} \frac{(x-0/7)}{0/1}, & 0/7 \leq x \leq 0/8 \\ \frac{(0/9-x)}{0/1}, & 0/8 \leq x \leq 0/9 \end{cases}$	۰/۲۷۲۷	۰/۸۱۸۲
به شدت زیاد	M_{10}	۰/۸۶۳۶	۰/۸۱۸۲ - ۰/۹۰۹۱	$M_{10}(x) = \begin{cases} \frac{(x-0/8)}{0/1}, & 0/8 \leq x \leq 0/9 \\ \frac{(1-x)}{0/1}, & 0/9 \leq x \leq 1 \end{cases}$	۰/۱۸۱۸	۰/۹۰۹۱
فوق العاده زیاد	M_{11}	۰/۹۵۴۵	۰/۹۰۹۱ - ۱/۰۰۰۰	$M_{11}(x) = \begin{cases} \frac{(x-0/9)}{0/1}, & 0/9 \leq x \leq 1 \\ 1, & x = 1 \end{cases}$	۰/۰۹۰۹	۱/۰۰۰۰

جدول ۳-۵: تبدیل مقیاس ۱۱ نقطه ای اصطلاحات زبانی به اعداد قطعی، توابع و بازه‌ی تخصیص داده شده در بخش‌های بعدی محدودیت‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد، بدین ترتیب که ابتدا محدودیت‌های آرمانی و سپس محدودیت ساختاری آورده شده است.

۳-۶-۲ محدودیت‌های مدل

برای مدل‌سازی مفهوم در فضای برنامه‌ریزی آرمانی مدیر با دو نوع محدودیت روبروست. محدودیت‌های آرمانی و محدودیت‌های ساختاری. محدودیت آرمانی مربوط به سیاست‌گذاری‌های مدیران بانک است ولی محدودیت ساختاری به تک‌تک اقلام ترانزنامه و ساختار کلی آن توجه دارد.

۳-۶-۲-۱ محدودیت‌های آرمانی

۱. آرمان دارایی‌های ثابت: نسبت دارایی ثابت به حقوق صاحبان سهام از جمله نسبت‌های سرمایه‌گذاری است؛ این نسبت‌ها بر دو نوعند: یکی نسبتی که به وسیله آن میزان سرمایه‌گذاری در دارایی ثابت سنجیده می‌شود و دیگری نسبت‌هایی که رابطه منابع مالی مورد استفاده‌ی واحد تجاری از لحاظ بدهی‌های جاری و بلندمدت با حقوق صاحبان سهام تعیین و ارزیابی می‌شود که این نسبت‌ها را نسبت‌های اهرمی می‌نامند.

۲. **آرمان تسهیلات به سپرده:** از مهم‌ترین شاخص‌های که می‌تواند مدیریت منابع و مصارف بانک‌ها را نشان دهد؛ نسبت تسهیلات اعطایی به بخش غیردولتی به سپرده‌ها است که این نسبت میزان اتکا بر منابع سپرده‌ای بانک برای اعطای تسهیلات به بخش غیردولتی را ارزیابی می‌کند.

۳. **آرمان مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها:** این آرمان به صورت نسبت مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها به سپرده بیان می‌شود.

۴. **آرمان نقدینگی:** ریسک نقدینگی عبارت است از ریسک ناشی از فقدان نقدینگی لازم به منظور پوشش تعهدات کوتاه‌مدت و خروجی‌های غیرمنتظره وجوه. از روش‌های محاسبه‌ی شاخص نقدینگی در بانک؛ ابتدا منابع و مصارف نقدینگی تعیین شده و سپس خالص وضعیت نقدینگی محاسبه می‌شود که ممکن است به صورت سپرده‌های اصلی به کل دارایی‌ها ارزیابی شود. [۱]

۵. **آرمان نرخ رشد دارایی:** رشد کل دارایی به طور متوسط میزان افزایش کل دارایی‌ها طی یک‌سال به میزان اولیه این مقدار تعریف می‌شود.

۶. **آرمان نسبت کفایت سرمایه:** نسبت کفایت سرمایه عبارت است از نسبت سرمایه بانک به دارایی‌های توام با ریسک آن که نباید از ۸ درصد کمتر باشد. نسبت مورد نظر موقعیت اعتباری بانک‌ها را نشان داده و مبنای تصمیم‌گیری جهت انجام معامله با بانک یا کشور مورد نظر از نظر بین‌المللی محسوب می‌شود. کارکرد اصلی این نسبت حمایت بانک در برابر زیان‌های غیرمنتظره و نیز حمایت از سپرده‌گذاران و اعتباردهندگان است. به لحاظ حفاظتی این نسبت، سرمایه کافی را که منبع اصلی اعتماد عمومی به بانک‌ها است، نگهداری می‌کند. برای محاسبه نسبت کفایت سرمایه از معادله (۳-۴۴) استفاده می‌شود.

$$CAR = \frac{\text{سرمایه‌ی پایه‌ی بانک}}{\text{دارایی‌های موزون شده برحسب ریسک}} \quad (۳-۴۴)$$

همچنین برای متوازن کردن دارایی‌ها برحسب ریسک از آیین‌نامه کفایت سرمایه کمک گرفته می‌شود که در آن اقلام ترازنامه و وزن ریسک هر یک مطابق جدول ۳-۶ آورده شده است.

وزن ریسک	اقلام ترازنامه
۰	وجوه نقد، مطالبات از بانک مرکزی اوراق مشارکت و سایر اوراق مشابه
۰ / ۲	مطالبات از سایر بانکها و موسسات اعتباری اقلام در راه
۰ / ۵	وامهای رهنی تسهیلات اعطایی از بخش غیر دولتی
۱	سرمایه‌گذاریها و مشارکتها دارایی‌های ثابت سایر داراییها

جدول ۳-۶ قواعد متوازن کردن داراییها

۷. آرمان سرمایه‌گذاری: نسبت سرمایه‌گذاری به حقوق صاحبان سهم برای محاسبه‌ی این آرمان بکار گرفته می‌شود.

۳-۶-۲-۱ متغیرهای نامطلوب انحراف از آرمانها

انحراف مثبت ^{۱۳۳} ایجاد شده از هدف	انحراف منفی ^{۱۳۴} ایجاد شده از هدف	
d_1^+	d_1^-	دارایی‌های ثابت
d_2^+	d_2^-	نسبت تسهیلات به سپرده
d_3^+	d_3^-	مطالبات از موسسات اعتباری و بانکها
d_4^+	d_4^-	نقدینگی
d_5^+	d_5^-	نرخ رشد داراییها
d_6^+	d_6^-	نسبت کفایت سرمایه
d_7^+	d_7^-	سرمایه‌گذاری

جدول ۳-۷ جدول متغیرهای نامطلوب انحراف از معیارها

۳-۶-۲-۲ محدودیت‌های ساختاری

این دسته از محدودیت شامل محدودیت‌های می‌شود که به ساختار ترازنامه و به خصوص به عملکرد معادله دارایی‌ها = بدهی‌ها + خالص سرمایه توجه دارد. در واقع مدیریت بانک حدود حداقلی و

^{۱۳۳} Over Achievement

^{۱۳۴} Under Achievement

حداکثری برای هریک از محدودیت‌ها را با توجه به سیاست‌های کلی بانک مشخص می‌کند و برای هر موسسه مالی اهداف خاصی را در نظر می‌گیرد؛ که به موجب آن ساختار مطلوب دارایی‌ها و بدهی‌ها برای واحدهای مازاد و کسری بودجه تعیین شده و یا تعادلی میان هزینه کم و بازده بالا ایجاد می‌شود. ساختار دارایی‌ها و بدهی از آنجا حائز اهمیت است که به سرعت بر درآمد و سود بانک تاثیر می‌گذارد. این بخش یکی از مهم‌ترین قسمت‌های تصمیم‌گیری مدیران بانک را تشکیل داده و با محدودیت‌های به شرح زیر روبرو است.

۱. وجه نقد: میزان ورود و خروج وجوه نقد، گردش آن، تعیین وجه هر دوره مالی و مازاد آن جهت سرمایه‌گذاری از مهمترین عملیات مالی و حسابداری بشمار می‌رود. لذا بانک مرکزی برای جلوگیری از رخداد هر گونه مشکلی میزان وجه نقد را با توجه به ترازنامه معین می‌کند.

۲. سپرده قانونی: بانک‌ها موظفند همواره نسبتی از بدهی‌های ایجاد شده و بطور اخص سپرده‌های اشخاص نزد خود را در بانک مرکزی نگهداری کنند. نسبت سپرده قانونی از جمله ابزارهای سیاست پولی بانک مرکزی می‌باشد. بانک مرکزی از طریق افزایش نسبت سپرده قانونی حجم تسهیلات اعطایی بانک‌ها را منقبض و از طریق کاهش آن، اعتبارات بانک‌ها را منبسط می‌نماید.

۳. مطالبات از بانک‌ها و سایر موسسات اعتباری: بانک‌ها و سایر موسسات مالی می‌توانند به جای مراجعه به بانک مرکزی، در صورت کسری منابع، مشکل نقدینگی خود را از طریق یکدیگر و در قالب قراردادهای بازار بین بانکی ریالی حل کنند که این مهم باعث کاهش وابستگی بانک‌ها به بانک مرکزی؛ همچنین توزیع کاراتر نقدینگی می‌شود. باید گفت که میزان این مطالبات برای هر بانک در چارچوب خاصی قرار می‌گیرد.

۴. اوراق مشارکت و سایر اوراق مشابه: در واقع اوراق مشارکت، اوراق بهاداری است که دارنده‌ی آن سود تضمین شده و مشخصی را تحت عنوان سود علی‌الحساب در فواصل زمانی معین دریافت می‌کند.

شرایط انتشار اوراق مشارکت از قبیل نرخ سود علی الحساب، سررسید، جریمه‌ی بازخرید قبل از سررسید و سایر شرایط مربوطه از سوی رئیس کل بانک مرکزی تعیین می‌گردد.

۵. تسهیلات اعطایی: تسهیلات بانکی در نظر گرفته شده در چارچوب قانون پولی و بانکی، قانون عملیات بانکی بدون ربا، مقررات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و ضوابط در قالب عقود اسلامی به شرح ذیل می‌باشند:

مشارکت مدنی: مشارکت مدنی عبارت است از درآمیختن سهم شرکت نقدی و یا غیر نقدی متعلق به اشخاص حقیقی یا حقوقی متعدد به نحو مشاع به منظور انتفاع طبق قرار داد

مضاربه: مضاربه عقدی است که به موجب آن یکی از متعاملین سرمایه (نقدی) را تامین می‌نماید، با قید اینکه طرف دیگر (عامل) با آن تجارت کرده و در سود آن هر دو طرف شریک باشند

جعاله: جعاله عبارت است از اینکه شخصی (جاعل) مبلغ یا اجرت معلومی (جعل) را درمقابل انجام عمل معین طبق قرارداد به طرف دیگر (عامل) واگذار کند.

ضمانت نامه: عقد ضمان یا ضمانت عبارت است از اینکه شخصی مالی را که بر ذمه دیگری است به عهده بگیرد.

۶. حساب دریافتنی و سایر اسناد دریافتنی: این حساب‌ها شامل انواع مختلف مطالبات همانند وام به مدیران و کارکنان می‌باشد که مانده آن مبلغ هنگفتی است و باید به خالص ارزش بازیافتنی در ترازنامه گزارش شود.

۷. سرمایه‌گذاری‌ها و مشارکت‌ها: شورای پول و اعتبار حدود مشخصی را برای سرمایه‌گذاری در سهام شرکت‌ها توسط بانک‌ها تعیین می‌نماید که بر طبق آن بانک به سرمایه‌گذاری و مشارکت اقدام می‌نماید.

۸. **دارایی‌های ثابت:** دارایی‌های ثابت معمولاً دارایی‌هایی با عمر زیاد هستند که در روال عملیاتی

شرکت استفاده می‌شوند؛ همچنین برای فروش مجدد خریداری نمی‌شوند. این دارایی‌ها عمدتاً

استهلاک‌پذیر بوده و به دو دسته مشهود و نامشهود طبقه‌بندی می‌شوند.

۹. **سایر دارایی‌ها:** هرگاه موسسه‌ای دارایی داشته باشد که نتواند آن را در یکی از گروه‌های دارایی‌های

جاری، ثابت، نامشهود و یا سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت طبقه‌بندی نماید، از عنوان سایر دارایی‌ها استفاده

می‌کند.

۱۰. **اعتبارات اسنادی:** اعتبار اسنادی^{۱۳۵} تعهدی از بانک است که به خریدار و فروشنده داده می‌شود و

تعهد می‌شود که میزان پرداختی خریدار به فروشنده به موقع و با مبلغ صحیح به دست فروشنده خواهد

رسید.

بانک همچنین به نیابت از خریدار که نگهدارنده اعتبارات اسنادی است تا زمان دریافت تائیدیه که

کالاها را خریداری شده حمل شده‌اند وجه را پرداخت نخواهد کرد که این تعهد بانک بابت اعتبارات

اسنادی در مقابل تعهد مشتریان در طرف دیگر ترازنامه باید برابر باشد. این مهم راجع به تعهدات بابت

ضمانت‌نامه‌ها نیز صادق است.

فصل چهارم:

تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱ مقدمه

امروزه مدیران مالی با محیط‌های جدید و غیرقابل پیش‌بینی مواجه هستند و ناگزیرند که در این محیط‌ها دست به رقابت بزنند. از طرفی دهه‌ی اخیر، دهه‌ی عدم قطعیت‌ها نام‌گذاری شده است؛ چرا که تغییرات در نرخ بهره و یا هرگونه نوسانات در محیط اطراف می‌تواند از طریق افزایش هزینه‌های تامین مالی و کاهش بازده؛ سودآوری را تحت تاثیر قرار دهد. لذا بانک‌داران با پشتکار تمام در جست‌وجوی راه‌هایی برای ایمن کردن پرتفولیوی دارایی‌ها و بدهی‌ها و سود خود از اثرات تغییرات نرخ بهره‌اند. در این راستا، بانک پاسارگاد راهبردهای مدیریت دارایی و بدهی خود را تحت رهنمودهای کمیته‌ی دارایی و بدهی تنظیم کرده و اهداف مدیریتی خود را در قالب اصطلاحات فازی و به صلاح دید گروهی از خبرگان بیان نموده است

بنابراین در این فصل پس از معرفی مختصر بانک پاسارگاد، با استناد به ترازنامه‌ی این بانک؛ متغیرها و آرمان‌های فازی مدنظر گروهی از خبرگان تعریف شده است. پس از آن با دی‌فازی‌سازی آرمان‌ها و اولویت‌بندی هریک، تابع هدف تعریف شده است. در نهایت، با حل نرم‌افزاری مدل تحت محدودیت‌های ساختاری و آرمانی، نتایج پردازش شده و راهبردهای مدیریتی در آخر این فصل ارائه شده است.

۴-۲ جامعه آماری

در این تحقیق از داده‌های ترازنامه بانک پاسارگاد طی سه سال متوالی ۹۰، ۹۱ و ۹۲ استفاده شده است که با توجه به آن متغیرها تعریف و به اصلاح مقادیر آن پرداخته شده است. باید گفت که برای تحلیل مدیریت دارایی و بدهی بعضا داده‌های ترازنامه کافی نبوده است؛ لذا از صورت سود و زیان یا همان ترازنامه تلفیقی کمک گرفته شده است.

۴-۲-۱ مطالعه موردی: بانک پاسارگاد

بانک پاسارگاد در مقطع آغازین هزاره‌ی سوم به عنوان پنجمین بانک خصوصی ایرانی با بیشترین سرمایه اولیه‌ی یک بانک، فعالیت‌های عملیاتی خود را از ربع چهارم سال ۱۳۸۴ آغاز نمود. تاسیس و راه‌اندازی این بانک بزرگ یک اتفاق خلق‌الساعه نبوده؛ در واقع، پدیده‌ای است که در ورای خود نزدیک به سه

دهه تجربه علمی و عملی راهبران فکری و برنامه‌ریزان عملیاتی خود را به همراه داشته است. معلول منطقی این مهم، طیفی از علت‌هایی بوده است که طی این مدت نیاز کشور به تاسیس یک بانک بزرگ و فراگیر ملی را با ساختار تشکیلاتی هدفمند در گستره‌ی چشم انداز بلندمدت متبلور می‌ساخت. همچنین بانک پاسارگاد با توجه به مجموعه اقدامات گسترده انجام شده در حوزه بهره‌وری و کیفیت، همواره از ارزیابی‌های برون سازمانی استقبال کرده و برای حفظ جایگاه اول به عنوان برترین بانک کشور در گروه بانک‌ها و موسسات مالی و بیمه‌ها نیاز دارد که ساختار ترازنامه‌ای فعالیت‌هایش زیر نظر خبرگان مورد ارزیابی و بررسی قرار دهد.

۳-۴ متغیرهای تصمیم

بخش حاضر به منظور انتخاب بهترین استراتژی جهت برنامه‌ریزی مالی و بانکی، متدلوژی مدیریت دارایی و بدهی را در فضای عدم قطعیت از طریق داده‌های بانک پاسارگاد مورد بررسی قرار می‌دهد. بطور دقیق‌تر، هدف مدل برنامه‌ریزی آرمانی این پژوهش بسط افق زمانی یک‌ساله است. مدل مورد مطالعه با استفاده از اطلاعات ترازنامه و صورت سود و زیان برای سال قبل به تدوین استراتژی مدیریت دارایی و بدهی برای سال آتی خود می‌پردازد. متغیرهای مدل بگونه‌ای تعریف می‌شود که برای مدیریت ملموس و تعریف محدودیت‌ها و آرمان‌ها نیز با استفاده از آن‌ها آسان باشد. به عبارت دیگر، بیان آرمان‌هایی همانند نقدینگی، کفایت سرمایه و سرمایه‌گذاری باید با استفاده از متغیرهای مدل بیان شود.

متغیرهای مورد استفاده در این مدل خاص به طور مستقیم از صورت‌های مالی بانک پاسارگاد برای سال‌های گذشته اخذ شده است. همان‌طور که در جدول ۴-۱ مشاهده می‌شود؛ ۲۷ متغیر ساختاری تعریف شده است که از این تعداد ۱۳ متغیر مربوط به دارایی‌ها ($X_i, i=1, \dots, 13$) و ۱۴ متغیر مربوط به بدهی‌هاست ($Y_j, j=1, \dots, 14$).

X_i	دارایی ها	Y_j	بدهی و حقوق صاحبان سرمایه
x_1	موجودی نقد	y_1	بدهی به بانک مرکزی
x_2	مطالبات از بانک مرکزی	y_2	سپرده‌های دیداری
x_3	مطالبات از سایر بانک‌ها و موسسات اعتباری	y_3	سپرده‌های پس انداز و مشابه
x_4	اوراق مشارکت و سایر اوراق مشابه	y_4	سپرده سرمایه‌گذاری مدت دار
x_5	تسهیلات اعطایی	y_5	سایر سپرده‌ها
x_6	سایر حساب‌ها و اسناد دریافتنی	y_6	مالیات پرداختنی
x_7	سرمایه‌گذاری‌ها و مشارکت‌ها	y_7	ذخایر و سایر بدهی‌ها
x_8	دارایی‌های ثابت	جمع بدهی‌ها	
x_9	سایر دارایی‌ها	حقوق صاحبان سرمایه	
جمع دارایی‌ها		y_8	سرمایه
x_{10}	تعهدات مشتریان بابت اعتبارات اسنادی	y_9	اندوخته‌ها
x_{11}	تعهدات مشتریان بابت ضمانت‌نامه‌ها	y_{10}	سود (و زیان) انباشته
x_{12}	سایر تعهدات مشتریان	جمع حقوق صاحبان سرمایه	
x_{13}	طرف وجوه اداره شده و موارد مشابه	y_{11}	تعهدات بانک بابت اعتبارات اسنادی
جمع تعهدات مشتریان		y_{12}	تعهدات بانک بابت ضمانت‌نامه‌ها
		y_{13}	طرف سایر تعهدات
		y_{14}	وجوه اداره شده و موارد مشابه
		جمع تعهدات بانک	

جدول ۴-۱ متغیرهای تصمیم (ترازنامه بانک پاسارگاد)

۴-۴ تعریف آرمان‌ها

در فصل ۳ به طور مبسوط آرمان‌های مد نظر خبرگان بیان شده‌اند؛ لذا در این بخش آرمان‌ها به صورت مختصر و در جدول ۴-۲ نمایش داده می‌شود.

نماد	آرمان‌های مورد بررسی
G_1	دارایی‌های ثابت
G_2	نسبت تسهیلات به سپرده
G_3	مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها
G_4	نقدینگی
G_5	نرخ رشد دارایی‌ها
G_6	نسبت کفایت سرمایه
G_7	سرمایه‌گذاری

جدول ۴-۲ تعریف آرمان‌ها

۱-۴-۴ وزن دهی آرمان‌ها

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد؛ روش وزن‌دهی در این پژوهش بر مبنای ماتریس مقایسات زوجی بنا نهاده شده است که در آن تصمیم‌گیرنده ترجیحات نسبی خود را به هر یک از معیارها در قالب یک ماتریس تحت عنوان ماتریس مقایسات زوجی وارد می‌کند.

۱-۱-۴-۴ ماتریس مقایسات زوجی

استفاده از رتبه‌بندی نسبی به تصمیم‌گیرندگان این اجازه را می‌دهد تا به تجزیه و تحلیل هر معیار با توجه به سایر معیارها بپردازند. جدول ۳-۴ ماتریس مقایسات زوجی را نمایش می‌دهد که اهمیت نسبی هر یک از آرمان‌ها به صلاح‌دید گروهی از مدیران شعب بانک پاسارگاد ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ سطر و ستون ماتریس آرمان‌های مدنظر را نمایش می‌دهد؛ لذا این ماتریس دارای ابعاد 7×7 می‌باشد.

	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
G_1	اهمیت دقیقاً یکسان	اهمیت دقیقاً یکسان	مهم‌تر/۱	بی‌نهایت/۱ مهم‌تر	نسبتاً مهم‌تر/۱	بی‌نهایت مهم/۱ تر	مهم‌تر/۱
G_2	اهمیت دقیقاً یکسان	اهمیت دقیقاً یکسان	نسبتاً/۱ مهم‌تر	بی‌نهایت/۱ مهم‌تر	نسبتاً مهم‌تر/۱	بی‌نهایت/۱ مهم‌تر	مهم‌تر/۱
G_3	مهم‌تر	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت دقیقاً یکسان	بی‌نهایت/۱ مهم‌تر	اهمیت/۱ تقریباً یکسان	بی‌نهایت/۱ مهم‌تر	مهم‌تر/۱
G_4	بی‌نهایت مهم‌تر	بی‌نهایت مهم‌تر	بی‌نهایت مهم‌تر	اهمیت دقیقاً یکسان	مهم‌تر	اهمیت تقریباً یکسان	اهمیت دقیقاً یکسان
G_5	نسبتاً مهم‌تر	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت تقریباً یکسان	مهم‌تر/۱	اهمیت دقیقاً یکسان	خیلی مهم‌تر/۱	نسبتاً/۱ مهم‌تر
G_6	بی‌نهایت مهم‌تر	بی‌نهایت مهم‌تر	بی‌نهایت مهم‌تر	اهمیت/۱ تقریباً یکسان	خیلی مهم‌تر	اهمیت دقیقاً یکسان	اهمیت تقریباً یکسان
G_7	مهم‌تر	مهم‌تر	مهم‌تر	اهمیت دقیقاً یکسان	نسبتاً مهم‌تر	اهمیت تقریباً/۱ یکسان	اهمیت دقیقاً یکسان

جدول ۳-۴ ماتریس مقایسات زوجی فازی آرمان‌ها بر اساس اصطلاحات زبانی

با توجه به جدول ۱-۳ ماتریس مقایسات زوجی به مقادیر فازی متناظر تبدیل شده است و نتیجه در

ماتریس ۱-۴ نمایش داده شده است.

$$A = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (1,1,1) & (1/7,1/5,1/3) & (1/9,1/9,1/7) & (1/5,1/3,1) & (1/9,1/9,1/7) & (1/7,1/5,1) \\ (1,1,1) & (1,1,1) & (1/5,1/3,1) & (1/9,1/9,1/7) & (1/5,1/3,1) & (1/9,1/9,1/7) & (1/7,1/5,1) \\ (3,5,7) & (1,3,5) & (1,1,1) & (1/9,1/9,1/7) & (1/3,1,1) & (1/9,1/9,1/7) & (1/7,1/5,1) \\ (7,9,9) & (7,9,9) & (7,9,9) & (1,1,1) & (3,5,7) & (1,1,3) & (1,1,1) \\ (1,3,5) & (1,3,5) & (1,1,3) & (1/7,1/5,1/3) & (1,1,1) & (1/9,1/7,1/5) & (1/5,1/3,1) \\ (7,9,9) & (7,9,9) & (7,9,9) & (1/3,1,1) & (5,7,9) & (1,1,1) & (1,1,3) \\ (3,5,7) & (3,5,7) & (3,5,7) & (1,1,1) & (1,3,5) & (1/3,1,1) & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

جدول ۴-۱ ماتریس تبدیل اصطلاحات زبانی به اعداد فازی مثلثی

۴-۱-۲ دی فازی سازی ماتریس مقایسات زوجی

جدول ۴-۵ بیانگر اهمیت نسبی هر آرمان نسبت به سایر آرمان‌هاست که به کمک جداول ۳-۳ و ۴-۳

به اعداد قطعی تبدیل شده‌اند. جدول ۴-۵ صورت دی فازی شده‌ی این ماتریس را نشان می‌دهد.

$$A = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{1} & \tilde{5}^{-1} & \tilde{9}^{-1} & \tilde{3}^{-1} & \tilde{9}^{-1} & \tilde{5}^{-1} \\ \tilde{1} & \tilde{1} & \tilde{3}^{-1} & \tilde{9}^{-1} & \tilde{3}^{-1} & \tilde{9}^{-1} & \tilde{5}^{-1} \\ \tilde{3} & \tilde{3} & \tilde{1} & \tilde{9}^{-1} & \tilde{1}^{-1} & \tilde{9}^{-1} & \tilde{5}^{-1} \\ \tilde{9} & \tilde{9} & \tilde{9} & \tilde{1} & \tilde{5} & \tilde{1} & \tilde{1} \\ \tilde{3} & \tilde{3} & \tilde{1} & \tilde{5}^{-1} & \tilde{1} & \tilde{3}^{-1} & \tilde{3}^{-1} \\ \tilde{9} & \tilde{9} & \tilde{9} & \tilde{1}^{-1} & \tilde{3} & \tilde{1} & \tilde{1} \\ \tilde{5} & \tilde{5} & \tilde{5} & \tilde{1} & \tilde{3} & \tilde{1}^{-1} & \tilde{1} \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.23 & 0.12 & 0.51 & 0.12 & 0.2 \\ 1 & 1 & 0.51 & 0.12 & 0.51 & 0.12 & 0.2 \\ 3 & 3 & 1 & 0.12 & 0.56 & 0.12 & 0.2 \\ 8/34 & 8/34 & 8/34 & 1 & 5 & 1/67 & 1 \\ 3 & 3 & 1/67 & 0.23 & 1 & 0.15 & 0.5 \\ 8/34 & 8/34 & 8/34 & 0.56 & 7 & 1 & 1/6 \\ 5 & 5 & 5 & 1 & 3 & 0.56 & 1 \end{bmatrix}$$

جدول ۴-۴ مقادیر مقایسه زوجی فازی آرمان‌ها

جدول ۴-۵ دی فازی سازی ماتریس مقایسات زوجی آرمان‌ها

پس از تبدیل ماتریس مقایسات زوجی به اعداد قطعی باید اطمینان حاصل نمود که سازگاری منطقی

بین مقایسات زوجی صورت وجود داشته باشد؛ زیرا کیفیت نتیجه‌ی حاصله از ماتریس اکیدا به سازگاری

مقایسات زوجی صورت گرفته مربوط می‌باشد. بنابراین در این مرحله باید نرخ ناسازگاری محاسبه شود:

$\lambda_{\max} = 7 / 58869$	گام یک - بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس
$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1} = \frac{7 / 58869 - 7}{7 - 1} = 0.09812$	گام دو - محاسبه شاخص سازگاری
$RI = 1 / 32$	گام سه - $n = 7$
$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.09812}{1 / 32} = 0.07434$	گام چهار - محاسبه نسبت سازگاری

جدول ۴-۶ جدول ارزیابی درستی ماتریس مقادیر وزن‌ها

با توجه به جدول ۴-۶، نسبت ناسازگاری ۰/۰۷۴۳۴ محاسبه شد. از آنجایی که مقادیر کمتر از ۰/۱ قابل قبول است؛ لذا ماتریس مقایسات زوجی کاملاً منطقی به نظر می‌رسد.

پس از آن می‌بایست ماتریس مقایسات زوجی نرمال‌سازی شده؛ بر اساس تقسیم درایه‌ها بر مجموع مقادیر آن ستون محاسبه شود. جدول ۴-۷ نتیجه نرمالایز سازی این ماتریس را نمایش می‌دهد.

	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
G_1	۰/۰۳۳۷	۰/۰۳۳۷	۰/۰۰۹۲	۰/۰۳۸۱	۰/۰۲۹۰	۰/۰۳۲۱	۰/۰۴۷۲
G_2	۰/۰۳۳۷	۰/۰۳۳۷	۰/۰۲۰۳	۰/۰۳۸۱	۰/۰۲۹۰	۰/۰۳۲۱	۰/۰۴۷۲
G_3	۰/۱۰۱۱	۰/۱۰۱۱	۰/۰۳۹۹	۰/۰۳۸۱	۰/۰۳۱۹	۰/۰۳۲۱	۰/۰۴۷۲
G_4	۰/۲۸۱۰	۰/۲۸۱۰	۰/۳۳۲۴	۰/۳۱۷۵	۰/۲۸۴۴	۰/۴۴۶۵	۰/۲۰۵۳
G_5	۰/۱۰۱۱	۰/۱۰۱۱	۰/۰۶۶۶	۰/۰۷۳۰	۰/۰۵۶۹	۰/۰۴۰۱	۰/۱۰۴۷
G_6	۰/۲۸۱۰	۰/۲۸۱۰	۰/۳۳۲۴	۰/۱۷۷۸	۰/۳۹۸۲	۰/۲۶۷۴	۰/۳۴۲۹
G_7	۰/۱۶۸۵	۰/۱۶۸۵	۰/۱۹۹۳	۰/۳۱۷۵	۰/۱۷۰۶	۰/۱۴۹۷	۰/۲۰۵۳

جدول ۴-۷ مقادیر نرمالایز شده وزن‌های آرمان‌ها

سپس از طریق به دست آوردن میانگین حسابی هر سطر ماتریس نرمالایز شده؛ اوزان تعیین می‌شود. به طور نمونه وزن آرمان G_1 محاسبه شده است. وزن آرمان‌ها مطابق جدول ۴-۸ می‌باشد.

$$G_1 = \frac{۰/۰۳۳۷ + ۰/۰۳۳۷ + ۰/۰۰۹۲ + ۰/۰۳۸۱ + ۰/۰۲۹۰ + ۰/۰۳۲۱ + ۰/۰۴۷۲}{۷} = ۰/۰۳۸۱$$

نماد	وزن‌ها	آرمان‌های مورد بررسی
G_1	۰/۰۳۱۸	دارایی‌های ثابت
G_2	۰/۰۳۳۴	نسبت تسهیلات به سپرده
G_3	۰/۰۵۶۰	مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها
G_4	۰/۳۰۶۹	نقدینگی
G_5	۰/۰۷۷۶	نرخ رشد دارایی‌ها
G_6	۰/۲۹۷۲	نسبت کفایت سرمایه
G_7	۰/۱۹۷۱	سرمایه‌گذاری

جدول ۴-۸ وزن هر یک از آرمان‌ها

۵-۴ محدودیت‌ها

محدودیت‌های بانک پاسارگاد در دو بخش آورده شده است.

۴-۵-۱ محدودیت‌های آرمانی

۱. آرمان دارایی‌های ثابت: در واقع نسبت دارایی ثابت به حقوق صاحبان سهم نشان می‌دهد که چند درصد از دارایی‌های شرکت را می‌توان به حقوق صاحبان سهام (سرمایه، اندوخته‌ها و سود انباشته) نسبت داد. این آرمان برای بانک پاسارگاد به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$x_8 - 0.3 \sum_{j=8}^{10} y_j + d_1^- - d_1^+ = 0 \quad (1-4)$$

۲. آرمان تسهیلات به سپرده: محدودی ۸۰ درصدی نسبت تسهیلات به سپرده‌ها با توجه به نسبت سپرده قانونی و دیگر ذخیره‌گیری‌ها بیانگر دامنه قابل قبول توازن بین منابع و مصارف بانک است. بدیهی است سطح مناسب برای این نسبت با توجه به شرایط حاکم بر کشورهای مختلف، متفاوت است. این آرمان برای بانک پاسارگاد به صورت زیر تعریف شده است:

$$x_5 - 0.8 \sum_{j=2}^5 y_j + d_7^- - d_7^+ = 0 \quad (2-4)$$

۳. آرمان مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها: نسبت مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها به سپرده برای بانک پاسارگاد به صورت زیر تعریف شده است.

$$x_7 - 0.2 \sum_{j=2}^5 y_j + d_7^- - d_7^+ = 0 \quad (3-4)$$

۴. آرمان نقدینگی: نقدینگی در بانک پاسارگاد به صورت سپرده‌های اصلی به کل دارایی‌ها ارزیابی می‌شود. این نسبت میزان وجوه نقدی را نشان می‌دهد که با پایداری زیاد در جهت تامین مالی دارایی‌ها بکار گرفته شده است.

$$\sum_{j=2}^5 y_j - 0.85 \sum_{i=1}^4 x_i + d_6^- - d_6^+ = 0 \quad (4-4)$$

۵. آرمان نرخ رشد دارایی: رشد کل دارایی به طور متوسط برای این بانک حدود ۲۸ درصد برآورد شده است. عبارت ریاضی این مفهوم به صورت معادله (۳-۲۵) بیان می‌شود.

$$\sum_{i=1}^4 x_i + d_5^- - d_5^+ = 1/28 * \text{مقدار سال گذشته} \quad (5-4)$$

۶. آرمان نسبت کفایت سرمایه: این نسبت برای بانک مورد مطالعه به صورت معادله (۳-۲۶) محاسبه می‌شود.

$$\sum_{j=9}^n y_j - 0.08 \left[0 \times (x_1 + x_2) + 0.2 \times x_3 + 0 \times x_4 + \sum_{i=5}^9 x_i \right] + d_6^- - d_6^+ = 0 \quad (۴-۶)$$

۷. آرمان سرمایه‌گذاری: نسبت سرمایه‌گذاری به حقوق صاحبان سهم برای بانک پاسارگاد ۳۰ درصد تعیین شده است که به صورت زیر نمایش داده شده است.

$$x_7 - 0.3 \sum_{j=8}^n y_j + d_7^- - d_7^+ = 0 \quad (۴-۷)$$

۴-۵-۲ متغیرهای انحراف از آرمان‌ها

با توجه به هر آرمان متغیر انحراف تعریف شده است که در جدول ۴-۸ این متغیرها خلاصه شده‌اند.

انحراف منفی ^{۱۳۷} ایجاد شده از آرمان	انحراف مثبت ^{۱۳۶} ایجاد شده از آرمان	آرمان‌ها
d_1^-	d_1^+	دارایی‌های ثابت
d_2^-	d_2^+	نسبت تسهیلات به سپرده
d_3^-	d_3^+	مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها
d_4^-	d_4^+	نقدینگی
d_5^-	d_5^+	نرخ رشد دارایی‌ها
d_6^-	d_6^+	نسبت کفایت سرمایه
d_7^-	d_7^+	سرمایه‌گذاری

جدول ۴-۹ جدول متغیرهای انحراف از معیارها

۴-۵-۳ محدودیت‌های ساختاری

۱. وجه نقد: مقدار وجوه نقدی لازم برای هر دوره‌ی مالی از سوی بانک مرکزی برای بانک پاسارگاد تعیین شده است. این مقدار باید حداقل ۲ درصد از کل سپرده‌ها و بدهی به بانک مرکزی را پوشش دهد. همچنین وجه نقد برای این بانک نباید از ۳ درصد این مقادیر تجاوز کند.

^{۱۳۶} Over Achievement

^{۱۳۷} Under Achievement

$$x_1 \geq 0.02 \sum_{j=1}^5 y_j \quad (8-4)$$

$$x_1 \leq 0.03 \sum_{j=1}^5 y_j \quad (9-4)$$

۲. سپرده قانونی: نسبت سپرده قانونی به صورت الزام توسط شورای پول و اعتبار برای بانک پاسارگاد ۱۷ درصد تعیین گردیده است.

$$x_2 = 0.17 \sum_{j=2}^5 y_j \quad (10-4)$$

۳. مطالبات از بانک‌ها و سایر موسسات اعتباری: این دارایی برای انجام مبادلات بانکی حداکثر ۳۰ درصد سپرده‌ها را شامل می‌شود.

$$x_3 \leq 0.3 \sum_{j=2}^5 y_j \quad (11-4)$$

۴. اوراق مشارکت و سایر اوراق مشابه: سیاست میزان مشارکت بانک مورد مطالعه به صورت زیر فرموله شده است.

$$x_4 \leq 0.1 \sum_{j=2}^5 y_j \quad (12-4)$$

۵. تسهیلات اعطایی: تسهیلات اعطایی از مهم‌ترین اقلام دارایی است که در بانک پاسارگاد به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$x_5 \geq 0.7 \sum_{j=2}^5 y_j \quad (13-4)$$

$$x_5 \leq 0.9 \sum_{j=2}^5 y_j \quad (14-4)$$

۶. سرمایه‌گذاری‌ها و مشارکت‌ها: سقف سرمایه‌گذاری برای بانک پاسارگاد به سرمایه پایه ۴۰ درصد معین شده است.

$$x_6 \leq 0.4 \sum_{j=8}^{11} y_j \quad (15-4)$$

۷. دارایی‌های ثابت: نسبت دارایی ثابت به حقوق صاحبان سهم برای بانک مورد مطالعه به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$x_7 \geq 0.2 \sum_{j=8}^{11} y_j \quad (16-4)$$

۸. سایر دارایی‌ها: بانک پاسارگاد سایر دارایی‌ها خود را در حدود ۷ درصد برآورد کرده است.

$$x_9 = 0.07 \sum_{j=8}^n y_j \quad (17-4)$$

۹. تعهدات مشتریان بابت اعتبارات اسنادی: با تعهدات بانک بابت اعتبارات اسنادی در طرف دیگر

ترازنامه باید برابر باشد. این برابری برای معادلات (۴-۱۹) تا (۴-۲۱) نیز به همین طریق توجیه می‌شود.

$$x_{10} = y_{11} \quad (18-4)$$

۱۰. تعهدات مشتریان بابت ضمانت‌نامه‌ها.

$$x_{11} = y_{12} \quad (19-4)$$

۱۱. سایر تعهدات مشتریان.

$$x_{12} = y_{13} \quad (20-4)$$

۱۲. طرف وجوه اداره شده و موارد مشابه.

$$x_{13} = y_{14} \quad (21-4)$$

۱۳. سایر محدودیت‌ها: همانطور که ذکر شد دو طرف ترازنامه باید با هم برابر باشد. این تساوی که به

معادله ترازنامه هم مشهور است، حاکی از آن است که دارایی‌های واحد تجاری برابر است با مجموع تعهدات و حقوق صاحبان سهم.

$$\sum_{i=1}^9 X_i = \sum_{j=1}^n Y_j \quad (22-4)$$

۴-۶ تابع هدف

سیاست‌گذاری مدیران و گروهی از خبرگان به گونه‌ای است که تابع هدف را مطابق معادله زیر بیان نموده‌اند. بدین صورت که اوزان هر آرمان در مقادیر نامطلوبی که قرار است مینیمم شود؛ ضرب شده است.

$$z = 0.318d_1^+ + 0.334d_2^- + 0.056d_3^- + 0.3069d_4^+ + 0.0776d_5^- + 0.2972d_6^- + 0.1971d_7^- \quad (23-4)$$

تابع هدف را می‌توان بدین صورت تفسیر کرد که به طور مثال هرگونه مقادیر مازادی که در آرمان اول اتفاق بیفتد، این مازاد باید با وزن ۰/۳۱۸ مینیمم ساخت. سایر آرمان‌ها را نیز می‌توان بدین صورت بسط داد.

۷-۴ حل مدل و نتایج آن

پس از تعیین محدودیت‌ها و آرمان‌ها از طریق نرم‌افزار LINGO 11، مدل طراحی شده حل گردیده و نتایج حاصله در بخش بعدی برای سه سال متوالی مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است که کلیه مقادیر انحرافات از طریق جدول ۳-۵ به اصطلاحات فازی متناظر خود تبدیل شده‌اند.

۴-۷-۱ حل مدل سال ۹۰

با توجه به جدول ۴-۱۰ می‌توان آرمان‌ها را به شرح زیر تفسیر کرد:

اصطلاحات زبانی برای بررسی انحراف	نسبت انحراف منفی	نسبت انحراف مثبت	متغیر انحراف منفی	متغیر انحراف مثبت	آرمان‌ها
فوق‌العاده زیاد	۰/۹۹۱۶۶۳۴	۰	۵,۷۳۸,۳۵۴	۰	۱. دارایی‌های ثابت
فوق‌العاده کم	۰	۰/۰۰۳۱۸۱۴۴۷	۰	۴۳۶,۸۹۸	۲. نسبت تسهیلات به سپرده
فوق‌العاده کم	۰	۰/۰۴۰۱۷۶۱۳	۰	۱,۴۳۲,۴۷۹	۳. مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها
فوق‌العاده کم	۰/۰۷۸۵۵۷۴۴	۰	۱۷,۴۲۴,۷۰۰	۰	۴. نقدینگی
-	-	۰	۷,۶۰۳,۲۴۰	۰	۵. نرخ رشد دارایی‌ها
فوق‌العاده کم	۰/۰۱۲۵۷۵۴	۰	۲,۰۸۱,۱۸۷	۰	۶. نسبت کفایت سرمایه
فوق‌العاده کم	۰/۰۲۳۱۰۸	۰	۲۶۰,۳۰۳	۰	۷. سرمایه‌گذاری

جدول ۴-۱۰ حل مدل برای سال ۹۰

۱. آرمان دارایی ثابت: همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ در صورتی که مدیر قصد داشته باشد به طور کامل این آرمان را تامین نماید، باید میزان دارایی ثابت را افزایش داده و یا از میزان حقوق صاحبان سهم (سرمایه، اندوخته‌ها و سود و زیان انباشته) کم کند؛ به طوری که برآیند این تغییرات به میزان افزایش در آرمان ایجاد کنند. برای بیان نسبت انحراف منفی باید گفت که از آنجایی که مقدار ۰/۹۹۱۶۶۳۴ بین مقادیر ۰/۱۰۰۰۰-۰/۹۰۹۱ قرار دارد، بنابراین وضعیت بحرانی برای تامین این آرمان

وجود دارد و در این راستا مدیریت برای تامین این آرمان که انحراف "فوق العاده زیاد"ی دارد، تمرکز و توجه زیادی را در کاهش آن داشته باشد؛ در غیر این صورت بانک از سیاست گذاری خود در این بازه دور می شود.

۲. آرمان تسهیلات به سپرده: با توجه به مقدار جدول این آرمان به میزان ۴۳۶,۸۹۸ برآورده نشده است. برای آن که این انحراف مثبت به صفر برسد؛ مدیریت باید حجم تسهیلات را کاسته و یا میزان سپرده را افزوده کند، به بیان ساده تر تسهیلات اعطایی را کمتر و سیاست جذب سپرده را اعمال نماید. البته نظر به این که نسبت انحراف مثبت آن به نحوی در بازه $۰/۰۹۰۹ - ۰/۰۰۰۰$ قرار دارد؛ این تغییر استراتژی چندان ضروری به نظر نمی رسد؛ چرا که انحراف از آرمان "فوق العاده کم"ی را به خود اختصاص داده است.

۳. آرمان مطالبات از موسسات اعتباری و بانکها: در جدول ۴-۱۰ این آرمان از حالت مطلوب خود به میزان ۱,۴۳۲,۴۷۹ مازاد مقدار دارد. بدین مفهوم که برای آن که این آرمان به طور کامل تامین شود، باید از میزان مطالبات از موسسات اعتباری و بانکها کم شود و یا میزان جذب سپرده افزوده شود، در نتیجه بانک پاسارگاد باید استراتژی مبتنی بر واخواست مطالبات از موسسات اعتباری و بانکها ارائه دهد و یا استراتژی جذب سپرده را در الگوی کار خود قرار دهد ولی با توجه به نسبت انحرافی که در بازه $۰/۰۹۰۹ - ۰/۰۰۰۰$ قرار دارد؛ انجام این راهبردها در این شرایط زمانی با انحراف "فوق العاده کم"ی که دارد، زیاد جدی به نظر نمی رسد.

۴. آرمان نقدینگی: طبق جدول ۴-۱۰ این آرمان به میزان ۱۷,۴۲۴,۷۰۰ از مطلوب اصلی کم تر است. بدین معنا که با توجه به تعریف نقدینگی باید میزان سپرده افزایش یابد و یا میزان کل دارایی کاسته شود تا به صورت برآیندی کمبود ۱۷,۴۲۴,۷۰۰ را جبران کنند. نسبت انحراف منفی بیان گر آن است که این آرمان استدلالی مشابه دو آرمان قبل دارد. لذا انجام استراتژی های مبنی بر افزایش نقدینگی با انحراف "فوق العاده کم" چندان حیاتی نمی باشد.

۵. آرمان نرخ رشد دارایی‌ها: با توجه به محتوای آرمان، کل دارایی‌های به میزان ۱۲۸ درصد می‌بایست نسبت به سال قبل افزوده شود، ولی با توجه به جدول این آرمان به میزان ۷,۶۰۳,۲۴۰ کسری دارد. برای تامین کامل این آرمان باید دارایی ثابت به این میزان افزایش یابد. با توجه به آرمان یک افزایش دارایی کل شایسته به نظر می‌رسد، اما با توجه به آرمان نقدینگی کل دارایی‌ها باید کم شود. به طور کلی باید گفت که مدیر باید بتواند تعادلی برای این افزایش و یا کاهش پیدا کند.

۶. آرمان نسبت کفایت سرمایه: در جدول ۴-۱۰ مشاهده می‌شود که میزان اختلاف این نسبت با حالت مطلوب خود برای بانک پاسارگاد ۲,۰۸۱,۱۸۷ می‌باشد در نتیجه برای آن که این اختلاف به صفر برسد؛ باید مجموع ارقام دارایی همانند تسهیلات اعطایی، سایر حساب‌ها و اسناد دریافتی، سرمایه‌گذاری و مشارکت‌ها، دارایی‌های ثابت و سایر دارایی‌ها کاهش یافته و یا سرمایه‌ی پایه بانک (اندوخته‌ها و سود و زیان انباشته) افزایش یابد. البته این تغییرات با توجه به نسبت انحراف منفی ۰/۰۱۲۵۷۵۴، انحراف "فوق‌العاده کم" محسوب می‌شود.

۷. آرمان سرمایه‌گذاری: با توجه به آن که نسبت سرمایه‌گذاری به حقوق صاحبان سهم میزان ۲۶۰,۳۰۳ از آرمان تعیین شده کم‌تر است، لذا مدیریت می‌تواند از دو رویکرد کمک بگیرد: بدین صورت که مقدار سرمایه‌گذاری را اضافه کرده و یا از حقوق صاحبان سهم بکاهد. نسبت انحراف منفی بین بازه‌ی ۰/۰۹۰۹-۰/۰۰۰۰ نشان‌دهنده‌ی آن است که مدیریت با انحراف "فوق‌العاده کم" ی روبروست که در شرایط فعلی نیازی به تغییر استراتژی ندارد.

۴-۷-۲ حل مدل سال ۹۱

اصطلاحات زبانی برای بررسی انحراف	نسبت انحراف منفی	نسبت انحراف مثبت	متغیر انحراف منفی	متغیر انحراف مثبت	آرمان‌ها
متوسط	۰/۵۳۴۸۸۱۹	۰	۴,۷۱۴,۶۰۷	۰	۱. دارایی‌های ثابت

فوق العاده کم	۰/۰۸۹۱۱۷۷۳	.	۱۵,۵۷۶,۸۲۰	.	۲. نسبت تسهیلات به سپرده
فوق العاده کم	.	۰/۰۷۵۶۷۲۷۴	.	۳,۸۹۶,۲۱۷	۳. مطالبات از موسسات اعتباری و بانکها
فوق العاده کم	۰/۰۴۹۰۱۶۳۰	.	۱۴,۵۶۱,۸۴۰	.	۴. نقدینگی
-	.	-	.	۶۷,۶۶۹,۹۶۰	۵. نرخ رشد داراییها
فوق العاده کم	۰/۰۰۹۶۹۴۱۸۴	.	۲,۰۸۱,۵۷۳	.	۶. نسبت کفایت سرمایه
خیلی کم	۰/۲۳۵۵۰۴۹	.	۲,۵۷۸,۸۰۲	.	۷. سرمایه گذاری

جدول ۴-۱۱ حل مدل برای سال ۹۱

تحلیل نتایج حاصل از مدل برای سال ۹۱ نیز مشابه سال ۹۰ است با این تفاوت که در مواردی که نسبت‌های عددی حاصل کمی تغییر داشته است؛ به عنوان مثال:

۱. آرمان دارایی ثابت: همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ این آرمان دارای انحراف منفی است اما به نسبت سال قبل این انحراف منفی کاهش یافته است. بدان معنا که مدیر در راستای اعمال این سیاست‌گذاری گام برداشته است چرا که این میزان انحراف را از حالت "فوق‌العاده زیاد" به حالت "متوسط" رسیده است.

۲. آرمان تسهیلات به سپرده: با توجه به مقادیر جدول ۴-۱۰ و ۴-۱۱ می‌توان گفت که این آرمان هنوز به حالت ایده‌آل خود نرسیده است و مدیریت در اعطای تسهیلات و یا سیاست جذب سپرده زیاده‌روی کرده است. بدان معنا که از انحراف از سمت مثبت به سمت انحراف منفی حرکت داشته است. البته نظر به این که نسبت انحراف منفی آن به نحوی در بازه‌ی ۰/۰۹۰۹-۰/۰۰۰۰ قرار دارد؛ همچنان انحراف از آرمان "فوق‌العاده کم"ی را به خود اختصاص داده است.

۳. آرمان مطالبات از موسسات اعتباری و بانکها: با استناد به مقادیر دو سال ۹۰ و ۹۱؛ باید گفت که بانک پاسارگاد استراتژی مبتنی بر واخواست مطالبات از موسسات اعتباری و بانکها و یا جذب سپرده را اعمال کرده است؛ اما همچنان نسبت انحراف در طیف "فوق‌العاده کم" قرار دارد. علاوه بر این؛ مقدار

انحراف نسبت به سال گذشته افزایش داشته است؛ ولی همچنان نیاز به تغییرات برای برطرف نمودن این انحراف زیاد جدی به نظر نمی‌رسد.

۴. آرمان نقدینگی: مدیریت بانک با توجه به روند دوساله برای آرمان نقدینگی موفق عمل کرده است؛ چرا که علاوه بر سعی در حفظ موقعیت سال گذشته؛ این نسبت انحراف را از ۰/۰۷۸۵۵۷۴۴ به ۰/۰۴۹۰۱۶۳۰ کاهش داده است.

۵. آرمان نرخ رشد دارایی‌ها: با توجه به محتوای آرمان، به نظر می‌رسد که مدیر برای توانسته باعث افزایش دارایی‌ها شود، اما وجود انحراف مثبت نشان‌دهنده‌ی تامین نشدن کامل این آرمان است.

۶. آرمان نسبت کفایت سرمایه: در سال ۹۱ بانک مورد مطالعه توانسته کفایت سرمایه را که حداقل ۰/۰۸ است؛ برآورده کند. به بیان ساده‌تر فاصله‌ی ۰/۰۰۹۶۹۴۱۸۴ یا به عبارت دیگر انحراف "فوق‌العاده کم" نشان‌دهنده‌ی آن است که مدیر تا تامین کامل این آرمان راه طولانی را در پیش ندارد.

۷. آرمان سرمایه‌گذاری: وضعیت این آرمان نسبت به سال گذشته حادثر است؛ چرا که نسبت انحراف منفی از حالت "فوق‌العاده کم" به حالت "خیلی کم" تغییر وضعیت داده است.

۴-۷-۳ حل مدل سال ۹۲

اصطلاحات زبانی برای بررسی انحراف	نسبت انحراف منفی	نسبت انحراف مثبت	متغیر انحراف منفی	متغیر انحراف مثبت	آرمان‌ها
فوق‌العاده زیاد	۳ / ۵۶۷۵۷۳	.	۳۴,۸۷۹,۷۳۰	.	۱. دارایی‌های ثابت
به شدت کم	۰ / ۱۱۵۶۹۷۶	.	۲۵,۳۵۹,۹۱۰	.	۲. نسبت تسهیلات به سپرده
به شدت کم	.	۰ / ۱۶۰۹۷۷۴	.	۱۱,۷۳۰,۰۸۰	۳. مطالبات از مؤسسات اعتباری و بانک‌ها
فوق‌العاده کم	۰ / ۰۳۹۷۳۴۶۷	.	۱۴,۹۹۰,۷۱۰	.	۴. نقدینگی
-	.	-	.	۱۴۷,۸۵۸,۵۰۰	۵. نرخ رشد دارایی‌ها

کم	.	۰/۳۵۶۱۱۷۵	.	۹۷,۰۵۲,۹۲۰	۶. نسبت کفایت سرمایه
فوق العاده زیاد	۲/۱۸۸۴۳۴	.	۳۰,۶۵۰,۸۰۰	.	۷. سرمایه گذاری

جدول ۴-۱۲ حل مدل برای سال ۹۲

نتایج حاصل از مدل برای سه سال مورد ارزیابی قرار گرفته است که به طور کلی می توان گفت که:

۱. **آرمان دارایی ثابت:** همان طور که از داده ی سه سال مشخص است؛ آرمان دارایی ثابت طی سال ۹۱ روند خوبی را دنبال کرده است، اما در سال ۹۲ انحراف "فوق العاده زیاد"ی را که حدود سه برابر مقادیر تعریف شده است؛ اخذ کرده است. این مطلب نمایان گر آن است که مدیریت روی این آرمان به درستی تمرکز نداشته و یا سیاست گذاری بانک به نحوی تغییرات چشمگیری دچار تغییر شده است.

۲. **آرمان تسهیلات به سپرده:** این آرمان نیز طی دو سال اول انحراف "فوق العاده کم" را از آن خود کرده بود ولی در سال ۹۳ این انحراف تغییر وضعیت داده و از حالت آرمانی خود دورتر شده است.

۳. **آرمان مطالبات از موسسات اعتباری و بانک ها:** این آرمان، سومین آرمان است که در جهت دور شدن از حالت ایده آل خود گام برمی دارد. این مهم را می توان با تغییر وضعیت فاصله تا آرمان از حالت "فوق العاده کم" به حالت "به شدت کم" اثبات کرد.

۴. **آرمان نقدینگی:** بانک پاسارگاد در روند سه ساله خود برای رسیدن به این آرمان موفق بوده است؛ چرا که از لحاظ عددی سعی بر پیشرفت داشته است.

۵. **آرمان نرخ رشد دارایی ها:** با استناد به جداول نسبت به سال گذشته، مدیریت از تامین کامل این آرمان دور شده است. زیرا انحراف مثبت از ۶۷,۶۶۹,۹۶۰ به ۱۴۷,۸۵۸,۵۰۰ افزایش مقدار را به همراه داشته است.

۶. **آرمان نسبت کفایت سرمایه:** همان طور که مشاهده می شود، میزان انحراف از حالت "فوق العاده کم" به حالت "کم" حاکی از عملکرد ضعیف مدیریت در این حوزه است.

۷. **آرمان سرمایه گذاری:** وضعیت این آرمان طی سه سال رو به بدتر شدن بوده است؛ چرا که نسبت انحراف منفی از حالت "فوق العاده کم" به حالت "خیلی کم" و در نهایت با افزایش دو برابری این مقدار

به نسبت سقف تغییرات؛ حالت "فوق‌العاده زیاد" را اخذ کرده است. این آرمان نیز در جهت سیاست‌گذاری مدیریت گام برنداشته است.

فصل پنجم:

نتیجه گیری

۵-۱ مقدمه

مدیریت دارایی و بدهی اساساً به فرآیندی اشاره دارد که در آن یک نهاد، ترازنامه خود را به منظور کنترل نرخ بهره و سناریوهای مختلف نقدینگی مدیریت می‌کند. لذا بانک‌ها و سایر موسسات مالی برای مقابله با ریسک‌های همانند ریسک اعتباری، ریسک نرخ بهره و ریسک نقدینگی که ممکن است با آن روبرو شوند؛ از این فرآیند استفاده می‌کنند. در واقع، مدیریت دارایی و بدهی رویکردی است که موسسات را برای مقابله با این ریسک‌ها آماده می‌کند. در این راستا؛ مدل‌های مدیریت دارایی و بدهی با پیش‌بینی انواع مختلف ریسک‌ها به مدیریت کمک می‌کند تا استراتژی‌های مناسب را جهت مقابله با آن‌ها تدوین کند.

لذا بانک پاسارگاد با رویکردی متفاوت و بدیع در جهت ایجاد یک بانک ملی در سطح کشور و با فعالیت‌های بین‌المللی در افق بزرگ‌ترین بانک منطقه‌ای و با آرمان دستیابی به جایگاه رفیع یکی از ۵۰۰ شرکت برتر دنیا، با ماموریت‌های اصلی جذب سرمایه و اندوخته‌های پولی مردم و بکارگیری آن در تامین مالی بخش‌های مختلف اقتصادی، فعالیت و مشارکت در رشد و شکوفایی اقتصادی کشور و ارائه خدمات نوین بانکی به مردم با دقت، سرعت، سهولت در سال ۱۳۸۴ آغاز به کار نمود.

بدون تردید دستیابی به این میزان از موفقیت‌های ملی و بین‌المللی در دوران کوتاه‌مدت فعالیت بانک؛ تنها در گرو برنامه‌ریزی و مدیریت همه‌جانبه‌ی پرتفولیوی دارایی‌ها و بدهی‌ها می‌باشد. بنابراین، در این تحقیق سعی شده است که با بررسی فعالیت سه‌ساله‌ی این بانک، وضعیت کنونی و استراتژی‌های بکار گرفته شده مورد ارزیابی واقع شود. این فصل به عنوان بخش پایانی نتایج حاصل از تحقیق بررسی و با استفاده از اصطلاحات کلامی فازی و به زبان ساده وضعیت سه‌ساله‌ی بانک پاسارگاد بیان شده است.

۵-۲ نتیجه‌گیری

همان‌طور که در فصل ۴ نیز اشاره شد؛ بانک پاسارگاد، سیاست‌ها و آرمان‌های مدنظر خود را همانند دارایی‌های ثابت، نسبت تسهیلات به سپرده، مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها، نقدینگی، نرخ رشد دارایی‌ها، نسبت کفایت سرمایه و سرمایه‌گذاری را در قالب هفت آرمان و با استفاده از متغیرهای تصمیم

بیان نموده است. قابل ذکر است که این آرمان‌ها به صورت ماتریس مقایسات زوجی از نظر جمعی از خبرگان و از طریق اصطلاحات کلامی فازی تعریف شده است. پس از آن با استفاده از فرآیند دی‌فازی‌سازی، این ماتریس به اعداد قطعی تبدیل و اهمیت نسبی هریک از این آرمان‌ها معین شده است.

سپس با تعریف تابع هدف و حل آن از طریق نرم‌افزار LINGO 11؛ نتایج سه‌ساله‌ی این ارزیابی به صورت زیر خلاصه می‌شود.

آرمان‌ها	دارایی‌های ثابت	نسبت تسهیلات به سپرده	مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها	نقدینگی	نرخ رشد دارایی‌ها	نسبت کفایت سرمایه	سرمایه‌گذاری
نسبت انحراف	-۰/۹۹۱۷	+۰/۰۰۳۲	+۰/۰۴۰۲	-۰/۰۷۸۶	-	-۰/۰۱۲۶	-۰/۰۲۳۱
اصطلاحات زبانی برای بررسی انحراف	فوق‌العاده زیاد	فوق‌العاده کم	فوق‌العاده کم	فوق‌العاده کم	-	فوق‌العاده کم	فوق‌العاده کم

جدول ۵-۱ جدول نتایج مدل برای سال ۹۰

آرمان‌ها	دارایی‌های ثابت	نسبت تسهیلات به سپرده	مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها	نقدینگی	نرخ رشد دارایی‌ها	نسبت کفایت سرمایه	سرمایه‌گذاری
نسبت انحراف	-۰/۵۳۴۹	-۰/۰۸۹۱	+۰/۰۷۵۷	-۰/۰۴۹۰	-	-۰/۰۰۹۷	-۰/۲۳۵۵
اصطلاحات زبانی برای بررسی انحراف	متوسط	فوق‌العاده کم	فوق‌العاده کم	فوق‌العاده کم	-	فوق‌العاده کم	خیلی کم

جدول ۵-۲ جدول نتایج مدل برای سال ۹۱

آرمان‌ها	دارایی‌های ثابت	نسبت تسهیلات به سپرده	مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها	نقدینگی	نرخ رشد دارایی‌ها	نسبت کفایت سرمایه	سرمایه‌گذاری
نسبت انحراف	-۳ / ۵۶۷۶	-۰ / ۱۱۵۷	+۰ / ۱۶۱۰	-۰ / ۰۳۹۷	-	+۰ / ۳۵۶۱	-۲ / ۱۸۸۴
اصطلاحات زبانی برای بررسی انحراف	فوق‌العاده زیاد	به شدت کم	به شدت کم	فوق‌العاده کم	-	کم	فوق‌العاده زیاد

جدول ۳-۵ جدول نتایج مدل برای سال ۹۲

به طور کلی، برای تحلیل داده‌های حاصل از مدل طی دوره‌ی سه‌ساله برای بانک پاسارگاد می‌توان گفت که آرمان دارایی ثابت با اینکه در سال‌های ۹۰ و ۹۱ فاصله‌ی کمی تا مطلوب خود داشته و روند خوبی را دنبال کرده است، اما در سال ۹۲ انحراف "فوق‌العاده زیاد"ی را که حدود سه برابر مقادیر تعریف شده است؛ اخذ کرده است. این مطلب نمایان‌گر آن است که مدیریت روی این آرمان به درستی تمرکز نداشته و یا سیاست‌گذاری بانک به نحوی تغییرات چشمگیری دچار تغییر شده است. با این حال مدیریت برای بهبود این وضعیت باید بتواند سیاست‌گذاری خود را در این مورد تغییر داده و یا وزن این آرمان را کم کند.

آرمان تسهیلات به سپرده نیز طی دو سال اول انحراف "فوق‌العاده کم" را از آن خود کرده بود ولی در سال ۹۲ این انحراف به حالت "به شدت کم" تغییر وضعیت داده و از حالت آرمانی خود دورتر شده است. بنابراین مدیریت نتوانسته الگوی خود را برای تامین این آرمان حفظ کند و یا قصد داشته برای بازه‌ای از زمان استراتژی خود را تغییر دهد.

با توجه به روند کلی این سه سال آرمان سوم یا آرمان مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها در جهت دور شدن از حالت ایده‌آل خود است. این مهم را می‌توان با تغییر وضعیت فاصله تا آرمان از حالت "فوق‌العاده کم" به حالت "به شدت کم" اثبات کرد. بدین ترتیب مدیر برای آن که این آرمان به طور کامل تامین کند، باید از میزان مطالبات موسسات اعتباری و بانک‌ها را کاهش و یا میزان جذب سپرده

را افزایش دهد، در نتیجه بانک پاسارگاد باید استراتژی مبتنی بر واخواست مطالبات از موسسات اعتباری و بانک‌ها ارائه دهد و یا استراتژی جذب سپرده را در الگوی کار خود قرار دهد. به طور کلی این آرمان تا حالت ایده‌آل خود فاصله‌ی دور و درازی دارد.

بانک پاسارگاد در روند سه‌ساله خود برای رسیدن به آرمان نقدینگی موفق بوده است؛ چرا که از لحاظ عددی سعی بر پیشرفت داشته است و همواره با کاهش این فاصله تا آرمان کوشیده است.

در آرمان نرخ رشد دارایی‌ها، با استناد به جداول مدیریت از تامین کامل این آرمان دور شده است. زیرا انحراف مثبت این آرمان افزایش مقدار را به همراه داشته است.

مدیریت در حوزه‌ی آرمان نسبت کفایت سرمایه همان‌طور که مشاهده می‌شود، عملکرد خوبی نداشته است؛ چرا که میزان انحراف از حالت "فوق‌العاده کم" به حالت "کم" تغییر حالت داده است. لذا مدیر برای بهبود این حالت نیاز دارد که مجموع ارقام دارایی همانند تسهیلات اعطایی، سایر حساب‌ها و اسناد دریافتنی، سرمایه‌گذاری و مشارکت‌ها، دارایی‌های ثابت و سایر دارایی‌ها کاهش و یا سرمایه‌ی پایه بانک (اندوخته‌ها و سود و زیان انباشته) را افزایش دهد.

وضعیت برای آرمان سرمایه‌گذاری طی سه سال رو به بدتر شدن بوده است؛ چرا که نسبت انحراف منفی از حالت "فوق‌العاده کم" به حالت "خیلی کم" و در نهایت با افزایش دو برابری این مقدار به نسبت سقف تغییرات؛ حالت "فوق‌العاده زیاد" را اخذ کرده است. این آرمان نیز در جهت سیاست‌گذاری مدیریت گام برنداشته است. شاید مدیر استراتژی خود را در موارد دیگر اعمال نموده و نتیجه‌ی آن روی این آرمان تاثیر بسزایی داشته است.

۳-۵ محدودیت‌های تحقیق

در اجرای این تحقیق، مشکلات، موانع و محدودیت‌های مختلفی مشاهده گردید که عنوان نمونه عدم همکاری موسسات مالی و بانک‌ها برای افشای اطلاعات به نسبت محرمانه‌ی خود می‌توان نام برد. علاوه بر این، به علت ضعف اطلاعاتی بانک‌های کشور در خصوص استراتژی‌های بکار گرفته شده؛ ممکن است بعضی از قضاوت‌ها شتابزده بنظر برسد.

عدم افشای اطلاعات مربوط به محاسبه انواع مختلف ریسک‌ها همانند ریسک نقدینگی، از موسسات مالی و بانک‌ها از دیگر محدودیت این تحقیق می‌باشد.

به علاوه دسترسی به اطلاعات طبقات مختلف مطالبات و بدهی‌های بانک‌ها برای ارزیابی عدم تطابق سررسیدها ضروری به نظر می‌رسد که متأسفانه این امکان وجود نداشت.

همچنین از آنجایی که آرمان‌ها به صورت اصطلاحات زبانی بوده و از روش‌های دی‌فازی سازی برای تبدیل آن‌ها به اعداد قطعی استفاده شده، برای حل از طریق نرم‌افزار LINGO 11 محدودیت‌های وجود داشت.

۴-۵ پیشنهادات کاربردی

با توجه به نتیجه‌گیری مشخص است که آرمان‌های مدنظر مدیریت به خصوص برای سال ۹۲ به خوبی تامین نشده اند؛ لذا به منظور بهبود وضعیت بانک پاسارگاد پیشنهاد می‌شود که با تغییر استراتژی خود در جهت نیل به آرمان‌ها گام بردارد و یا هدف‌گذاری به نحوی باشد که این روال تغییر مقادیر ترازنامه را توجیه کند.

همچنین بر اساس نتایج و بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که مدیران بانک پاسارگاد باید اقدام به راه‌اندازی کمیته‌های مدیریت ریسک و مدیریت دارایی و بدهی نمایند تا با تعامل یکدیگر، ترکیبی بهینه از دارایی‌ها با کمترین ریسک ممکن بسازند و علاوه بر تهیه گزارشات مالی سالانه، سایر گزارش‌های مدیریتی را به منظور اندازه‌گیری ریسک‌های مرتبط با فعالیت‌های بانکی ارائه نمایند.

۵-۵ پیشنهادات برای سایر محققین

برای پژوهش آتی پیشنهاد می‌شود که مدل مدیریت دارایی و بدهی‌ای طراحی شود که با تدوین استراتژی سالانه به بهبود مستمر وضعیت بانک کمک کند و یا از طریق بهینه‌سازی ترکیب دارایی و بدهی، طی سه سال؛ وضعیت بانک را هر سال نسبت به سال قبل بررسی کند. همچنین می‌توان با پیاده‌سازی مدل مذکور در سایر بانک‌ها و موسسات مالی؛ مقایسه‌ای بین آن‌ها انجام داد تا مهم‌ترین آرمان‌های مدنظر مدیران بانک به همراه وزن آن‌ها تعیین شود. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود که با

استفاده از سایر مدل‌های کمی مفهوم مدنظر این پژوهش پیاده‌سازی شده و نتیجه کلی این دو مدل با هم مقایسه شود. برای سایر محققین می‌توان پیشنهاد کرد که با تغییر در محدودیت‌ها و آرمان‌ها و حل مدل برای سایر بانک‌ها؛ یک روند کلی برای سیاست‌گذاری مدیران بانک ارائه دهند.

همچنین می‌توان آرمان‌های مدل ارائه شده در این تحقیق را با استفاده از وزن دهی آنتروپی بسط داده شده که در فصل ۳ آورده شده است، وزن‌دهی کرد.

منابع

۱. گروه مطالعات و مدیریت ریسک بانک اقتصاد نوین، ۱۳۸۷، مدیریت دارایی و بدهی و ریسک نقدینگی در موسسات مالی، انتشارات فراسخن، تهران.
۲. حبیبی، ح. (۱۳۸۱)، پایان‌نامه ارشد، طراحی مدل ریاضی دارایی‌ها و بدهی‌ها در شرکت‌های بیمه ایران با بکارگیری برنامه ریزی پویای احتمالی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
۳. مشیری، ا. و کریمی، م. (۱۳۸۶)، مدیریت بهینه دارایی‌ها و بدهی‌ها در بانک‌ها با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی و روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی بانک کارآفرین، تحقیقات مالی، دوره ۸، شماره ۲۲، ص ۸۹.
۴. Actuaries, S.o., *Professional Actuarial Specialty Guide: Asset Liability Management*. 2003.
۵. Werners, B., *Interactive multiple objective programming subject to flexible constraints*. European Journal of Operational Research 1987. **31**(2): p. 342–391.
۶. Zadeh, L., *The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning*. Information Sciences, 1975(8): p. 199-249.
۷. Cheng-Ru, W., L. Chin-Tsai, and L. Yu-Fan *Selecting the preferable bancassurance alliance strategic by using expert group decision technique*. Yuanpei University, 2008.
۸. Kosmidou, K. and C. Zopounidis, *Goal Programming Techniques for Bank Asset Liability Management*. 2004, Kluwer Academic Publishers.
۹. Ziemba, W.T. and J.M. Mulvey, *Worldwide Asset and Liability Modeling*. 1998: Cambridge University Press.
۱۰. Von Neumann, J. and O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*. 1944: Princeton University Press.
۱۱. William J. McGuire, P.D., *Choosing the Right Asset/Liability Management Model and Keeping It Verified*. 2009, Financial Managers Society, Inc.
۱۲. Kosmidou, K. and C. Zopounidis *A Multiobjective Methodology for Bank Asset Liability Management*, in *Financial Engineering*. 2002, Kluwer Academic Publishers. p. 139-150.
۱۳. Cohen, K.J. and F.S. Hammer, *Linear Programming and Optimal Bank Asset Management Decisions*. Journal of Finance, 1967: p. 42-61.
۱۴. Chambers, D. and A. Charnes, *Inter-Temporal Analysis and Optimization of Bank Portfolios*. Management Science, 1961. **7**: p. 393-410.
۱۵. Komar, R., *Developing a Liquidity Management Model*. Journal of Bank Research, 1971: p. 38-53.
۱۶. Robertson, M., S. Eilon, and T.R. Fowkes, *A Bank Asset Management Model*. Applications of Management Science in Banking and Finance, 1972: p. 149-158.
۱۷. Lifson, K.A. and B.R. Blackman, *Simulation and Optimization Models for Asset Deployment and Funds Sources Balancing Profit Liquidity and Growth*. Journal of Bank Research, 1973: p. 239-255.
۱۸. Fielitz, D. and A. Loeffler, *A Linear Programming Model for Commercial Bank Liquidity Management*. Financial Management, 1979: p. 44-50.
۱۹. Eatman, L. and J. Sealey *A Multi-objective Linear Programming Model for Commercial bank Balance Sheet Management*. Journal of Bank Research, 1979. **9**: p. 227-236.
۲۰. Giokas, D. and M. Vassiloglou, *A Goal Programming Model for Bank Assets and Liabilities*. European Journal of Operations Research, 1991: p. 48-60.
۲۱. Pyle, D.H., *On the Theory of Financial Intermediation*. Journal of Finance 1971: p. 737-746.
۲۲. Brodt, A.I., *Dynamic Balance Sheet Management Model for a Canadian Chartered Bank*. Journal of Banking and Finance, 1978: p. 221-241.

- .۲۳ Markowitz, H.M., *Portfolio Selection*. Journal of Finance, 1952: p. 77-91.
- .۲۴ Charnes, A. and S. Thore, *Planning for Liquidity in Financial Institution: The Chance Constrained Method*. Journal of Finance, 1966: p. 649-674.
- .۲۵ Charnes, A. and S.C. Littlechild, *Intertemporal Bank Asset Choice with Stochastic Dependence*. Northwestern University, 1968.
- .۲۶ Pogue, G.A. and R.N. Bussard, *A Linear Programming Model for Short Term Financial Planning under Uncertainty*. Sloan Management Review, 1972(13): p. 69-98.
- .۲۷ Samuelson, P., *Lifetime portfolio selection by dynamic stochastic programming*. Review of Economics and Statistics, 1969: p. 239-246.
- .۲۸ Merton, R.C., *Lifetime portfolio selection under certainty: the continuous time case*. Review of Economics and Statistics, 1969(3): p. 373-413.
- .۲۹ Merton, R.C., *Continuous-Time Finance*. 1990: Blackwell Publishers.
- .۳۰ Eppen, G.D. and E.F. Fama, *Three Asset Cash Balance and Dynamic Portfolio Problems*. Management Science., 1971: p. 311-319.
- .۳۱ Wolf, C.R., *A Model for Selecting Commercial Bank Government Security Portfolios*. The Review of Economics and Statistics, 1969(1): p. 40-52.
- .۳۲ Porter, R., *A Model of Bank Portfolio Selection*. Yale Economic Essays., 1962: p. 323-529.
- .۳۳ Cheng, P., *Optimum Bond Portfolio Selection*. Management Science, 1962: p. 490-499.
- .۳۴ Tobin, J., *Liquidity Preference as Behavior Toward Risk*. Review of Economic Studies, 1958: p. 65-85.
- .۳۵ Bradley ,S.P. and D.B. Crane, *A Dynamic Model for Bond Portfolio Management*. Management Science, 1972(19): p. 139-151.
- .۳۶ Cohen, K.J. and S. Thore, "*Programming Bank Portfolios under Uncertainty*. Journal of Bank Research, 1970(2): p. 28-40.
- .۳۷ Booth, G.G., *Programming Bank Portfolios under Uncertainty*. Journal of Bank Research, 1972(2): p. 28-40.
- .۳۸ Crane, B., *A Stochastic Programming Model for Commercial Bank Bond Portfolio Management*. Journal of Financial Quantitative Analysis, 1971(6): p. 955-976.
- .۳۹ Kallberg, J.G., R.W. White, and W.T. Ziemba, *Short Term Financial Planning under Uncertainty*. Management Science, 1982(28): p. 670-682.
- .۴۰ Wets, R.J., *Solving Stochastic Programs with Simple Recourse*. Stochastics. 1983.
- .۴۱ Kusy, I.M. and T.W. Ziemba, *A Bank Asset and Liability Management model*". Operations Research. 1986.
- .۴۲ Carino, D.R., et al., *The Russell-Yasuda Kasai Model: An Asset/Liability Model for a Japanese Insurance Company Using Multistage Stochastic Programming*. 1994: p. 29-49.
- .۴۳ Mulvey, J.M., S. Correnti, and J. Lummis, *Total integrated risk management: insurance elements*. 1997.
- .۴۴ Glynn, P.W. and D.L. Iglehart, *Importance sampling for stochastic simulations*. Management Science, 1989(35): p. 1367-1391.
- .۴۵ Dantzig, B. and G. Infanger, *Multi-stage stochastic linear programs for portfolio optimization*. Annals of Operations Research, 1993(45): p. 59-76.
- .۴۶ Simon, H.A., *The new science of management decision*. 1977, New Jersey: Prentice Hall PTR.
- .۴۷ Keeney, R.L. and H. Raiffa., *Decision with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. 1976, New York: John Wiley and Sons.
- .۴۸ Kleindorfer, P.R., H.C. Kunreuther, and P.J.H. Schoemaker, *Decision sciences: An integrative perspective*. 1993, Cambridge: Cambridge University Press.
- .۴۹ Bell ,D.E., H. Raiffa, and A. Tversky, *Decision making: Descriptive, normative, and prescriptive interactions*. 1988, Cambridge: Cambridge University Press.
- .۵۰ Kahneman, D. and A. Tversky, *Choices, values, and frames*. 2000, Cambridge: Cambridge University Press.

- .51 Hwang, C.L. and K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. 1981, Berlin: Springer-Verlag.
- .52 Zadeh, L., *Fuzzy sets*. Information and Control. 1965.
- .53 Bellman, R.E. and L.A. Zadeh, *Decision-making in a fuzzy environment*. Management Science, 1970: p. 141-164.
- .54 Bernstein, P., *Against the Gods: The Remarkable story of Risk*. 1996, New York: John Wiley & Sons.
- .55 Bernoulli, D., *Specimen Theoriae Novae de Mensura Sortis*. 1738.
- .56 Benayoun, R., B. Roy, and N. Sussman, *Manual de Reference du Program ELECTRE*. 1966, Paris, France.
- .57 Brans, J.P., B. Mareschal, and P. Vincke, *PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi-criteria analysis*. Operational Research. 1984b, North-Holland: Elsevier Science Publishers B.V.
- .58 Brans, J.P., B. Mareschal, and P. Vincke, *PROMETHEE: A new family of outranking methods in MCDM*. Operational Research. 1984a, North Holland.
- .59 Fishburn, P.C., *Utility theory for decision-making*. 1970, New York: Wiley.
- .60 Grabisch, M., *A new algorithm for identifying fuzzy measures and its application to pattern recognition*, in *The 4th IEEE International Conference on Fuzzy Systems and the 2nd International Fuzzy Engineering Symposium*. 1995, Int. Joint Conf. of March 1995: Yokohama, Japan. p. 50.
- .61 Hillier, F.S., *Evaluation and decision models: A critical perspective*. 2001, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- .62 Choquet, G., *Theory of capacities*. Annales de L'Institut Fourier 1953. **5**: p. 131–295.
- .63 Sugeno, M., *Theory of fuzzy integrals and its applications*. 1974, Tokyo Institute of Technology: Tokyo, Japan.
- .64 Bouyssou, D. and J.C. Vansnick, *Noncompensatory and generalized noncompensatory preference structures*. Theory and Decision 1986. **21**(3): p. 251-305.
- .65 Holland, J.M., *Adaptation in natural and artificial systems*. The University of Michigan Press, 1975.
- .66 Koza, J., *Genetic programming: On the programming of computers by means of natural selection*. MIT Press, 1992.
- .67 Rechenberg, I., *Evolution sstrategie*. Optimierung Technischer Systeme und Prinzipien der Biologischen Evolution, 1973.
- .68 Kuhn, H.W. and A.W. Tucker, *Nonlinear programming*. In *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. 1951, Berkeley: University of California Press.
- .69 Yu ,P.L., *A class of solutions for group decision problems*. Management Science 1973. **19**(8): p. 936–978.
- .70 Sakawa, M., *Interactive fuzzy decision making for multi objective linear programming and its application*. Knowledge Representation and Decision Analysis, ed. I.P.o.I.S.o.F. Information. 1983, New York: Pergamon Press.
- .71 Sakawa, M., *Interactive fuzzy decision making for multi objective nonlinear programming problems*. In *Interactive decision analysis*. 1984a, Berlin: Springer-Verlag. 105–117.
- .72 Sakawa ,M., *Interactive fuzzy goal programming for multi objective nonlinear programming problems and its application to water quality management*. Control and Cybernetics, 1984b. **13**(3): p. 217–235.
- .73 Lee, E.S. and R.J. Li, *Fuzzy multiple objective programming and compromise programming with Pareto optimum*. Fuzzy Sets and Systems, 1993. **53**(2): p. 275–363.
- .74 Zimmermann, H.J., *Fuzzy programming and linear programming with several objective functions*. Fuzzy Sets and Systems, 1978. **1**(1): p. 45-55.
- .75 Martinson ,F.K., *Fuzzy vs. Minmax weighted multiobjective linear programming illustrative comparisons*. Decision Sciences, 1993. **24**(5): p. 809–832.

- .٧٦ Ehrgott, M., *MultiCriteria Optimization*. 2005, Berlin: Springer.
- .٧٧ Hwang, C.L. and A.S. Masud, *Multiple Objective Decision Making: Methods and Applications*. 1979, Berlin: Springer-Verlag.
- .٧٨ French, S. and J. Maule, *Decision Behaviour, Analysis, and Support*. 2009, Cambridge: Cambridge University Press.
- .٧٩ Korhonen, P., S. Seppo, and R. Steuer *A heuristic for estimating nadir criterion values in multipleobjective linear programming*. *Operations Research*, 1997. **45**: p. 751–757.
- .٨٠ Simon, H., *Models of Man*. 1957, New York: Wiley & Sons.
- .٨١ Pareto, V., *Course d'Economie Politique*. 1896, Rouge.
- .٨٢ Romero, C., *A Handbook of Critical Issues in Goal Programming*. 1991, Oxford: Pergamon Press.
- .٨٣ Tamiz, M., D. Jones, and C. Romero *Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art*. *European Journal of Operational Research*, 1998(111): (p. 569–581.
- .٨٤ Rawls, J., *A Theory of Justice*. 1973, Oxford: Oxford University Press.
- .٨٥ Lee, S.M., *Goal Programming for Decision Analysis*. 1972, Philadelphia: Auerbach Publishers.
- .٨٦ Charnes, A. and W.W. Cooper, *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*. Vol. 1. 1961, New York: John Wiley and Sons.
- .٨٧ Ijiri, Y., *Management Goals and Accounting for Control*. 1965, North-Holland, Amsterdam.
- .٨٨ Charnes, A. and W.W. Cooper, *Goal programming and multiple objective optimizations*. *European Journal of Operational Research*, 1977(1): p. 39-54.
- .٨٩ Ignizio, J.P., *Goal Programming and Extensions*. 1976, Massachusetts: Lexington Books.
- .٩٠ Ignizio, J.P., *Generalized goal programming: an overview*. *Computer & Operations Research*, 1983(10): (p. 277-289.
- .٩١ Min, H. and J. Storbeck, *On the origin and persistence of misconceptions in goal programming*. *Journal of the Operational Research Society*, 1991(42): p. 301–312.
- .٩٢ Tamiz, M., D. Jones, and E. El-Darzi, *A review of goal programming and its applications*. *Annals of Operations Research*, 1995(58): p. 39–53.
- .٩٣ Flavell, R., *A new goal programming formulation*. 1976(4): p. 731–732.
- .٩٤ Akoz, O. and D. Petrovic, *A fuzzy goal programming method with imprecise goal hierarchy*. *European Journal of Operational Research*, 2007(181): p. 1427–1433.
- .٩٥ Narasimhan, R., *Goal programming in a fuzzy environment*. *Decision Sciences*, 1980(11): p. 325–336.
- .٩٦ Hannan, E., *On fuzzy goal programming*. *Decision Sciences*, 1981(12): p. 522–531.
- .٩٧ Tiwari, R., S. Dhahmar, and J. Rao, *Fuzzy goal programming: An additive model*. *Fuzzy Sets and Systems*, 1987(24): p. 27–34.
- .٩٨ Yaghoobi, M., D. Jones, and M. Tamiz *Weighted additive models for solving fuzzy goal programming problems*. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 2008(25): p. 715–733.
- .٩٩ Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. 1998, Pittsburgh: RWS Publications.
- .١٠٠ Chang, D.Y., *Extent analysis and synthetic decision*. *Optimization Techniques and Applications*, 1992(1): p. 352-355.
- .١٠١ Chang, D.Y., *Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP*. *European Journal of Operational Research*, 1996(95): p. 649-655.
- .١٠٢ Bozbura, F.T. and A. Beskese, *Prioritization of organizational capital measurement indicators using fuzzy AHP*. *International Journal of Approximate Reasoning*, 2007(44): p. 124-147.
- .١٠٣ Tsaour, S.-H., T.-Y. Chang, and C.-H. Yen, *The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM*. *Tourism Management*, 2002. **23**: p. 107-115.

- .104 Wabalickis, R.N., *Justification of FMS With the Analytic Hierarchy Process*. Journal of Manufacturing Systems, 1988. **17**: p. 175-182.
- .105 Hellendoorn, H. and C. Thomas, *Defuzzification in fuzzy controllers*. Fuzzy Syst., 1993. **1**: p. 109–123.
- .106 Lee, C., *Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1990. **20**: p. 404–435.
- .107 Sugeno, M., *An introductory survey of fuzzy control*. Information science 1985. **36**: p. 59–83.
- .108 Cheng, S.J. and C.L. Hwang, *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. 1992, Berlin, Germany: Springer-Verlag.



Shahrood University of Technology
Faculty :Industry & Management Collogue

**Analysis Asset – liability Management with fuzzy multi-objective
group decision-making approach**

Behnaz Ameri Rad Gheysari

Supervisor(s):
DR. Reza Sheikh
Dr. Mojtaba Mirlohi

Date: shahrivar 93

Abstract

ALM is relevant to and critical for the sound management of the finances of any organization that invest to meet its future cash flow needs and capital requirements. An efficient asset liability management requires maximizing firms profit as well as controlling and lowering various risks. This multi-objective decision problem aims at reaching goals such as maximization of liquidity, revenue, capital adequacy, and market subject to strategic financial management, legal requirements and institutional policies in order to progress the profitability of banks.

We can say that in the long-term strategic planning, asset management, and debt is the first step, because it simultaneously to the planning, control and direction of Different levels of assets, liabilities and capital note and takes into account the different aspects of balance sheet management.

Asset-liability management is a first step in the long-term strategic planning process. Therefore, it can be considered as a planning function for an intermediate term. In a sense, the various aspects of balance sheet management deal with planning as well as direction and control of the levels, changes and mixes of assets, liabilities, and capital

So we use goal programming then determines the annual amount of deviation from the policies of the Bank (the Pasargad Bank), after that calculate weight by pair-wise matrix. Finally, the amount of the deviation is expressed in terms of linguistic-term. In these circumstances, developing strategies for banks, according to the terms described, evaluated, and the results reveal the correct procedures for the profitability and viability of the Institute of Directors can take.

Key word: asset and liability management, linguistic term , goal programming, pair-wise matrix