بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده: مدیریت و مهندســی صنایع

گروه: مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد

تدوین مدلی ریاضی جهت تأمین مالی بهینه(مطالعه موردی:شرکت سیمان شاهرود)

حسن بیرانوند

استاد راهنما:

دکتر سید محمد موسوی شاهرودی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن۱۳۹۳

تشکر و قدردانی

اکنون که با لطف و عنایت الهی، کار نگارش و تدوین این تحقیق به اتمام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم تا در ابتدا از زحمات و محبت‌های بی‌دریغ خانواده‌ام که در نهایت صبر و بردباری، همواره پشتیبان من بوده اند، سپاسگذاری نمایم و از زحمات بی شائبه استاد راهنمای بزرگوارم، جناب آقای دکترموسوی شاهرودی که در تهیه و تکمیل این پژوهش همواره از مساعدت‌ها و راهنمایی‌های سودمندشان بهره برده‌ام، کمال تقدیر و تشکر را داشته باشم.

همچنین از زحمات تمامی اساتید دلسوز و محترم گروه مدیریت دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع که در طول مدت انجام این پایان نامه از راهنمایی‌ها و همکاری‌های بی دریغشان بهره برده‌ام، نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان از همگی دوستان و همکلاسی‌های گرامی‌ام که در تمامی مراحل انجام این پایان‌نامه و نیز در طی مدت تحصیلاتم با ایشان، نهایت کمک و همیاری را در حق این جانب نمودند، کمال تشکر و سپاسگذاری را می‌نمایم.

حسن بیرانوند

تعهد نامه

اینجانب **حسن بیرانوند** دانشجوی دوره **کارشناسی ارشد** رشته MBA دانشکده **مدیریت ومهندسی صنایع** دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان نامه با عنوان « **تدوین مدلی ریاضی جهت تأمین مالی بهینه(مطالعه موردی:شرکت سیمان شاهرود)**» تحت راهنمائی **دکتر سید محمد موسوی شاهرودی** 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 پایان‌نامه 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 می باشد 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 بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه 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

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) 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 پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

هدف این تحقیق، ارائه راهکاری جهت پیش بینی روند تأمین مالی مناسب یک شرکت، طی چند دوره با استفاده از مدل بندی ریاضی می باشد.بدین منظور،با در نظر گرفتن اهداف چند گانه شرکتها که به طور متقابل با مسئله تأمین مالی در ارتباط هستند ،مسئله را مدل بندی وضمن بیان اهداف به صورت فازی، با استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی فازی به حل آن می پردازیم.برنامه ریزی آرمانی بکارگرفته شده در این تحقیق از نوع وزنی میباشد که جهت تعیین اوزان مربوط به اهداف،از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده می گردد.تکنیک بکار گرفته شده در این تحقیق می تواند برای هر شرکتی مخصوصاً شرکت های سهامی استفاده شود،با این حال به منظور تشریح مدل مذکور،طی یک مطالعه موردی، چگونگی تأمین مالی بهینه شرکت سیمان شاهرود را طی یک مدل سه دوره ای، با توجه به سالهای مالی قبل بررسی می کنیم.عمده داده ها از صورت های مالی ۵ سال گذشته شرکت و سایر یادداشتهای توضیحی مرتبط استخراج شده اند. از نرم افزارSPSS 22 برای محاسبه رگرسیون خطی، جهت پیش بینی برخی از پارامتر ها استفاده نموده ایم و نرم افزارLINGO 14 رابرای حل وتحلیل مدل بکار گرفته ایم و در پایان نیز به ارائه نتایج و پیشنهاداتی برای پژوهش های آتی پرداخته ایم.

کلمات کلیدی:مدل ریاضی،تأمین مالی،بهینه سازی،تئوری فازی، برنامه ریزی آرمانی فازی،فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی.

فهرست مطالب

چکیده ج

۱- فصل اول: ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ بیان مسئله ۳

۱-۳ ضرورت واهمیت تحقیق ۴

۱-۴ تبیین سؤال تحقیق ۵

۱-۵ هدف تحقیق ۵

۱-۶ قلمرو موضوعی تحقیق ۶

۱-۷ نوآوری و جنبه های جدید پژوهش ۶

۱-۸ تعریف واژگان واصطلاحات اختصاصی ۶

۲- فصل دوم: ۹

۲-۱ مقدمه ۱۰

۲-۲ منابع تأمین مالی شرکت های بازرگانی ۱۰

۲-۳ منابع وجوه و بازارهای سرمایه ۱۱

۲-۴ تأمین مالی شرکت ها در حالت کلی ۱۲

۲-٤-۱ تأمین مالی از طریق بدهی ۱۲

۲-۴-۲ تأمین مالی از طریق سهام ۱۳

۲-۵ انواع منابع تأمین مالی در ایران ۱۴

۲-۶ سیکل حیات شرکت ها و تأمین مالی ۱۴

۲-۷ تئوری سلسله مراتبی روشهای تأمین مالی ۱۵

۲-۸ اهداف سازمان ۱۶

۲-۹ خط مشی تقسیم سود ۱۷

۲-۹-۱ تصمیمات تأمین مالی و سود سهام ۱۷

۲-۱۰ ساختار مالی شرکت ۱۹

۲-۱۱ ساختارسرمایه ۱۹

۲-۱۲ پیش بینی های مالی،عدم اطمینان ومدلها ۲۱

۲-۱۳ تغییرات نرخهای بهره و تصمیمات مالی ۲۲

۲-۱۴ منابع تأمین مالی بلند مدت ۲۲

۲-۱۵ تعامل بین فرآیند تأمین مالی و تصمیمات سرمایه گذاری ۲۳

۲-۱۶ بهینه سازی ۲۴

۲-۱۶-۱ مقدمه ۲۴

۲-۱۶-۲ انواع مسائل بهینه سازی و طبقه بندی آنها ۲۴

۲-۱۶-۳ انواع روشهای بهینه سازی ۲۶

۲-۱۷ برنامه ریزی آرمانی ۲۷
۲-۱۷-۱ برنامه ریزی آرمانی Lexicographic ۲۸
۲-۱۷-۲ برنامه ریزی آرمانی وزنی ۲۹
۲-۱۷-۳ برنامه ریزی آرمانیChebyshev..... ۳۰
۲-۱۷-۴ نحوه انتخاب اوزان مربوط به اهداف در برنامه ریزی آرمانی ۳۱
۲-۱۷-۵ برنامه ریزی آرمانی غیر خطی ۳۱
۲-۱۸ مروری برپیشینه تحقیق ۳۲
۲-۱۸-۱ کاربردهای برنامه ریزی آرمانی در مدیریت مالی..... ۳۲
۲-۱۸-۲ کارهای انجام شده در زمینه های مالی به روشهای MCDM..... ۳۵
۲-۱۸-۳ مدلهای برنامه ریزی مالی ۴۰
۳- فصل سوم: ۴۹
۳-۱ مقدمه..... ۵۰
۳-۲ منطق فازی ۵۰
۳-۲-۱ مجموعه های فازی..... ۵۱
۳-۲-۲ اعداد فازی..... ۵۱
۳-۲-۳ اعداد فازی مثلثی ۵۱
۳-۲-۴ اعداد فازی ذوزنقه ای..... ۵۲
۳-۲-۵ اعداد فازی ذوزنقه ای چپ و ذوزنقه ای راست..... ۵۳

۳-۲-۶ متغیر های کلامی ۵۴
۳-۲-۷ استفاده از میانگین فازی برای پیش بینی ۵۶
۳-۲-۸ میانگین فازی ۵۷
۳-۲-۹ روشهای دی فازی سازی ۵۸
۳-۲-۱۰ روش دلفی فازی برای پیش بینی ۶۰
۳-۳ برنامه ریزی آرمانی فازی (FGP) ۶۲
۳-۳-۱ تابع عضویت فازی راست- کنار ۶۲
۳-۳-۲ تابع عضویت فازی چپ-کنار ۶۳
۳-۳-۳ تابع عضویت فازی مثلثی ۶۴
۳-۳-۴ تابع عضویت فازی ذوزنقه ای ۶۵
۳-۳-۵ برخی از مدلهای برنامه ریزی آرمانی فازی(FGP) ۶۶
۳-۴ فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (F-AHP) ۷۲
۳-۴-۱ محاسبه نرخ سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۷۴
۳-۵ روش تحقیق و فنون انجام کار ۷۶
۳-۶ قلمرومکانی وزمانی تحقیق ۷۶
۳-۷ مدل تحقیق(مدل چند دوره ای و چند هدفه) ۷۶
۳-۷-۱ اهداف تأمین مالی ۸۰
۳-۷-۲ مفروضات مدل ۸۰

۳-۷-۳ حل مدل با استفاده ازبرنامه ریزی آرمانی فازی ۸۱

۴- فصل چهارم: ۸۳

۴-۱ مقدمه ۸۴

۴-۲ داده های مربوط به شرکت ۸۴

۴-۲-۱ منابع تأمین مالی شرکت ۸۴

۴-۲-۲ متوسط هزینه تأمین مالی از هر منبع(C_{ij}) ۸۵

۴-۲-۳ نرخ مالیات بر درآمد(T_j) ۸۵

۴-۲-۴ ذخیره مالیات درابتدای دوره(s_j) ۸۶

۴-۲-۵ سود عملیاتی (a_j) ۸۶

۴-۲-۶ جریان خالص وجه نقد ورودی(خروجی)ناشی از فعالیت های عملیاتی(N_j) ۸۶

۴-۲-۷ سود سهام پرداختی ثابت به هرسهم(d_j) ۸۷

۴-۲-۸ تعداد سهام عادی در ابتدای دوره برنامه ریزی(f_j) ۸۷

۴-۲-۹ وجه نقد شرکت در ابتدای دوره برنامه ریزی(gj) ۸۸

۴-۲-۱۰ خالص سایر درآمدها و هزینه های غیرعملیاتی(L_j). ۸۸

۴-۲-۱۱ یک تقسیم بر قیمت اسمی سهم طی دوره(e_j) ۸۸

۴-۲-۱۲ حصه بدهیها در ابتدای دوره(I'_{j-1}) ۸۸

۴-۲-۱۳ میزان پرداخت استقراض در هر دوره برنامه ریزی (I_j). ۸۹

۱۴-۲-۴ حداکثر ظرفیت هر منبع تأمین مالی(m_{ij})..... ۸۹

۱۵-۲-۴ کل بدهیها در دوره j (TL_j)..... ۸۹

۱۶-۲-۴ ارزش کل داراییها در دوره j(TA_j)..... ۹۰

۱۷-۲-۴ مبلغ مورد نیاز که باید تأمین مالی شود(Wj)..... ۹۰

۱۸-۲-۴ جریان خروجی(ورودی)ناشی از فعالیت های سرمایه گذاری(k_j) ۹۰

۱۹-۲-۴ ارزیابی سرمایه گذاریهای شرکت..... ۹۱

۲۰-۲-٤ وارد نمودن پارامترها در معادلات مربوط به اهداف چندگانه ۹۱

۳-۴ مدل برنامه ریزی آرمانی فازی ۹۳

۱-۳-٤ تعیین کران هر یک ازاهداف..... ۹۳

۲-۳-٤ بیان اهداف به صورت فازی ۹۴

4-3-3 تعیین کرانهای بالایی و پایینی اهداف..... ۹۵

۴-۳-۴ استفاده از F-AHP جهت تعیین اوزان اهداف..... ۹۶

٥-۳-٤ مدل برنامه ریزی آرمانی فازی..... ۹۸

۵- فصل پنجم: ۹۹

۱-۵ مقدمه..... ۱۰۰

۲-۵ خلاصه ای از یافته های تحقیق ۱۰۰

۱-۲-۵ مقایسه نتایج تحقیق با نتایج سایر تحقیقات ۱۰۲

۳-۵ محدودیت های تحقیق..... ۱۰۴

۴-۵ کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتایج پژوهش ۱۰۴
۵-۵ پیشنهائات کاربردی ۱۰۴
۶-۵ پیشنهاداتی برای سایر محققین ۱۰۵
منابع: ۱۱۲
ضمائم: ۱۱۱۴

فهرست نمودارها

نمودار ۳- ۱عدد فازی مثلثی ۵۲
نمودار ۳- ۲عدد فازی ذوزنقه ای ۵۳
نمودار ۳- ۳ اعداد فازی ذوزنقه ای چپ ۵۳
نمودار ۳- ۴اعداد فازی ذوزنقه ای راست ۵۴
نمودار ۳- ۵بیان سن به صورت فازی ۵۵
نمودار ۳- ۶مفهوم مجموع اعداد فازی ۵۶
نمودار ۳- ۷دفازی سازی با روش بیشترین مقدار عضویت ۵۹
نمودار ۳- ۸دفازی سازی باروش مرکزی..... ۵۹
نمودار ۳- ۹روش دفازی سازی با میانگین عناصر دارای بیشترین درجه عضویت..... ۶۰
نمودار ۳- ۱۰تابع خطی راست- کنار ۶۳
نمودار ۳- ۱۱تابع خطی چپ- کنار. ۶۳
نمودار ۳-۱۲تابع عضویت فازی مثلثی..... ۶۴

نمودار ۳-۱۳تابع عضویت فازی ذوزنقه ای ۶۵

فهرست جداول

جدول ۳- ۱اصطلاحات کلامی و اعداد فازی مربوطه. ۷۲

جدول ۳- ۲شاخص تصادفی.....۷۵

جدول ۴- ۱پیش بینی متوسط هزینه مالی از هر منبع برای سه دوره ۸۵

جدول ۴- ۲نرخ مالیات بر درآمد در ۵ سال گذشته ۸۵

جدول ۴- ۳ سود عملیاتی شرکت در ۵ سال گذشته ۸۶

جدول ۴- ۴سود سهام پرداختی ثابت به هرسهم شرکت طی ۵ سال گذشته ۸۷

جدول ۴- ۵تعداد سهام عادی در ابتدای سال ۸۷

جدول ۴- ۶خالص سایر درآمدها و هزینه های غیرعملیاتی شرکت ۸۸

جدول ۴- ۷حصه بدهیها در ۵ سال گذشته.....۸۹

جدول ۴- ۸میزان کل بدهی ها.....۸۹

جدول ۴- ۹میزان کل داراییها ۹۰

جدول ۴- ۱۰مبلغ مورد نیاز که باید تأمین مالی شود.....۹۰

جدول ۴- ۱۱ارزیابی سرمایه گذاریهای شرکت ۹۱

جدول ۴- ۱۲مقادیر ماکزیمم ومینیمم اهداف ۹۳

جدول ۴- ۱۳بیان اهداف به صورت فازی.....۹۴

جدول ۴- ۱۴تعیین کرانهای بالایی و پایینی اهداف ۹۵

جدول ۴- ۱۵تشکیل ماتریس مقایسه جفتی اهداف ۹۶

جدول ۵- ۱نتایج حاصل از مدل برنامه ریزی آرمانی فازی ۱۰۱

جدول ۵- ۲نتایج حاصل از مدل برنامه ریزی آرمانی معمولی ۱۰۲

۱ - فصل اول:

طرح تحقیق

۱-۱ مقدمه

تصمیم گیری جزء اصلی مدیریت است. علم مدیریت تکنیکها و روشهایی را برای کمک به مدیران در فرآیند تصمیم گیری ارائه می دهد. یکی از تصمیماتی که مدیران واحد اقتصادی به منظور حداکثر ساختن ثروت سهامدارن اتخاذ می نمایند، به تصمیمات در رابطه با تأمین مالی مربوط می باشد. این نوع تصمیم گیری ها مربوط به ساختار سرمایه و همچنین تعیین و انتخاب بهترین شیوه تأمین مالی و ترکیب آن می باشد.منابع مالی هر واحد اقتصادی از منابع داخلی و خارجی تشکیل شده، منابع داخلی شامل جریان های نقدی حاصل از عملیات، وجوه حاصل از فروش دارایی ها و منابع خارجی شامل استقراض از بازارهای مالی و انتشار سهام می باشد.با این حال تصمیم گیری در خصوص تأمین مالی ،ماهیتاً شامل اهداف متعدد و متضاداست.به همین دلیل تصمیم گیری در این زمینه برای شرکت امری ضروری می باشدو همیشه مدیران مالی با این سوال مواجه اند که بهترین راه تأمین مالی شرکت کدام است؟ ادبیات کلاسیک مالی توجه خود را بر حداکثر سازی قیمت بازاری سهام شرکت و تحلیل اثرات متغیرهای موثر بر قیمت سهام قرار می دهند.بنابرتئوریهای مالی، مدیران مالی در پی پاسخگوئی به سه سوال مهم می باشند: ۱) چه داراییهای را باید تحصیل نمود؟ ۲) کل وجوهی که شرکت باید تهیه و تعهد نماید چه مقدار است؟ و ۳) وجوه مورد نیاز را چگونه باید تأمین مالی نمود؟ دو سوال اول به تصمیمات سرمایه گذاری و سوال سوم به تصمیمات تأمین مالی شرکتها مرتبط می باشند(Anvary Rostamy,A.A et al,2003).

در این تحقیق به دنبال پاسخ این سوالات هستیم که میزان و بهترین ترکیب منابع تأمین مالی

شرکت چگونه است؟وآیا مدل برنامه ریزی آرمانی فازی جهت تأمین مالی آن مناسب است؟تصمیم بهینه تأمین مالی به بهترین تصمیمی اطلاق می شود که با توجه به وجود اهداف متعدد و متضاد مالی و فرصتهای سرمایه گذاری آتی پیش روی شرکت، حداکثر رضایتمندی در نیل به اهداف را برای شرکت به ارمغان بیاورد.به عبارت دیگر،شرکت به چه روشی تأمین مالی نماید تا به اهداف چند گانه خود دست یابد؟ بدلیل تعدد تصمیم گیرندگان ، عدم آگاهی از ترجیحات واقعی آنان و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان،از مفهوم فازی جهت توصیف اهداف و تعیین اوزان مربوطه بهره گرفته شده است. در تأمین مالی شرکت، هم منابع داخلی و هم منابع خارجی مورد توجه قرار گرفته است.

۱-۲ بیان مسئله

این تحقیق بر آن است تا با استفاده از تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاره و همچنین مفهوم فازی،مدلی ریاضی برای تأمین مالی شرکت تدوین و به تشریح آن طی یک مطالعه موردی بپردازد.

با توجه به جهانی شدن اقتصاد و نیازهای رقابتی،سیستم های تصمیم گیری به طور مدام به چالش طلبیده می شوند.جهانی شدن فعالیت های اقتصادی، شرکت را در معرض گروهی از سیستم های سیاسی،اقتصادی و اجتماعی قرار می دهد که در سراسر جهان واقع شده است.دموکراتیزه شدن فعالیت های جمعی، بیشتر افراد و گروه ها را در فرایند تصمیم گیری درگیر می کند.نیازمندیهای رقابتی و منطق گرایی منجر به استراتژی های تأمین از منابع خارجی می شود.سرانجام ،ایجاد شبکه ها و شرکت های مجازی به مقدار زیادی تعداد شرکا را افزایش می دهد که هر کدام ارزشهای خودشان را دارند و هر کدام اهداف خاصی را دنبال می کنند و نیز محدودیت های خاص خود را دارند.ترکیب این عوامل متفاوت، از یک طرف به افزایش تعداد مراکز تصمیم گیری منجرمی شود، که شرکت باید روابطش را با آنها حفظ کند و

از طرف دیگـر در ماهیـت روابـط نیـز تغییـرات عمـده ای ایجـاد مـی شـود.تعدد مراکـز تصـمیم گیـری فرآینـد مـذاکره را پیچیـده تـر میکند.شـرکت هـا بـه طـور کارآمـدی آمـاده مواجهـه بـا ایـن موقعیـت نیستند و تمایل به پذیرش اسـتراتژیهای پرهیـز مـی یابنـد، کـه در حقیقـت بـه آنهـا اجـازه نمـی دهـد از فرصـتهای ارائـه شـده بوسـیله جهـانی شـدن فعالیتهـا وشـبکه هـای کسـب و کـار اسـتفاده کنند.پیچیدگی فرآیند های تصـمیم گیـری بوضـوح مـدیران ومحققـان را بـه چـالش مـی طلبـد تـا بـر مـدلها و ابزارهـایی تمرکـز کننـد کـه آنهـا را در گـرفتن تصـمیمات در شـبکه ای از شـرکت هـا یـاری دهند و اینکه به روشهای اجماع اهمیت دهند(Belaid A. &Ossama K.,2001).

۱-۳ ضرورت واهمیت تحقیق

علیرغم عصر کامپیوتر،مدلهای برنامه ریزی برخلاف آنچه که تصور می شد،نقش چندانی در تصمیم های مدیریتی ندارند.یکی از دلایل آن میتواند در نظر نگرفتن عدم اطمینان در این مدلها باشد و دلیل دیگر میتواند عدم پویایی و جامعیت اینگونه مدلها باشد.بنابراین یک مدل کاربردی برنامه ریزی مالی باید عدم اطمینان را نیز در نظر بگیرد.(Tarrazo M.&Zoran B., 2000).

با پیچیده تر شدن محیط درونی و بیرونی سازمانها،تعارضات بین افراد درون یک سازمان و نیز بین سازمانهای مختلف افزایش یافته است.در چنین محیطی که با تغییر و تحولات شگرفی همراه است،مدیر باید تصمیم گیری نماید.اصولا بیشتر تصمیم های مدیریتی در شرایط عدم اطمینان گرفته خواهند شد.بیشترمدلهای بکارگرفته شده در زمینه مالی،برنامه ریزی آرمانی سنتی را مورد استفاده قرار می دهند.در اینگونه از مدلها لازم است که تصمیم گیرنده مقدار دقیقی از آرمان را برای هر هدف بیان نماید.به طور کلی این وظیفه برای تصمیم گیرنده دشوار است، مخصوصاً هنگامی که تعداد اهداف زیاد باشند.بکارگیری تئوری مجموعه فازی به همراه برنامه ریزی آرمانی میتواند به تصمیم گیرنده کمک نماید

عدم اطمینان را نیز در مدل وارد نماید و معیاری برای سنجش سطح رضایت او بحساب می آید. همیشه مدیران مالی با این سوال مواجه اند که بهترین راه تأمین مالی شرکت کدام است؟ تصمیم بهینه تأمین مالی به بهترین تصمیمی اطلاق می شود که با توجه به وجود اهداف متعدد و متضاد مالی و فرصتهای سرمایه گذاری آتی پیش روی شرکت، حداکثر رضایتمندی در نیل به اهداف را برای شرکت به ارمغان بیاورد.به عبارت دیگر،شرکت به چه روشی تأمین مالی نماید تا به اهداف چند گانه خود دست یابد؟مدل ریاضی پیشنهادی این تحقیق ،مدیران مالی را در امر تأمین مالی بهینه یاری می نماید و نشان می دهد که چگونه می توان به اهداف متعدد و متضاد سهامداران تا حداکثر ممکن دست یافت.

۱-۴ تبیین سؤالات تحقیق

همانطور که اشاره شد این تحقیق در صدد تحلیل و شناسایی اهداف تأمین مالی شرکت و تشریح این فرآیند طی یک تحقیق موردی وارائه ساختار ریاضی مناسب برای آن می باشد.لذا می توان سؤالات اصلی تحقیق را بدین شکل مطرح نمود:

۱) میزان مناسب تأمین مالی شرکت در هر دوره برنامه ریزی چقدر است؟
۲) ترکیب مناسب منابع تأمین مالی آن، طی دوره مذکورچگونه می باشد؟
۳) آیا مدل برنامه ریزی آرمانی فازی جهت تأمین مالی آن مناسب است؟ .

۱-۵ هدف تحقیق

هدف این تحقیق طراحی و ارائه مدلی ریاضی است که فرآیند تصمیم گیری را برای مدیران شرکت تسهیل نماید.این مدل به مدیران شرکت اجازه می دهد تا تعیین کنند چه وقت،چه مبلغی را و از کدام منبع تأمین مالی کنند.

۱-۶ قلمرو موضوعی تحقیق

این تحقیق در حوزه مدیریت مالی و تحقیق در عملیات می باشد.پژوهش حاضر،راه کار بهینه تأمین مالی شرکت را با در نظر گرفتن اهداف چندگانه،با کمک راه کارهای تحقیق در عملیات بررسی می نماید.

۱-۷ نوآوری و جنبه های جدید پژوهش

اولین جنبه نوآوری تحقیق، بکارگیری مجموعه های فازی در توصیف اهداف تأمین مالی از طریق برنامه ریزی آرمانی فازی میباشد.بکارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی[۱](F-AHP)،در تعیین اوزان،جنبه دیگری از نوآوری تحقیق بشمار می آید که در نهایت با ترکیب این دو روش،فرآیند تأمین مالی بهتر، ساده ترو مبتنی بر واقعیات صورت میگردد.

۱-۸ تعریف واژگان واصطلاحات اختصاصی

تأمین مالی:وجوه مورد نیاز برای انجام وظایف و دارایی های شرکتها باید از منابع مختلفی اخذ شوند که به این امر تأمین مالی گویند.منابع تأمین مالی معمولا منابع زیر می باشند:

منابع داخلی تأمین مالی،منابع خارجی و بلند مدت و منابع خارجی کوتاه مدت (http://en.wikipedia.org/wiki/Financial_capital).

مدل ریاضی: عبارت است از توصیف یک سامانه(سیستم) به کمک زبان ریاضی و قضیه‌ها و نمادهایش(http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_model) .

[۱] Fuzzy Analitic Hierarchy Process

بهینه سازی: در ریاضیات، علوم کامپیوتر و اقتصاد، بهینه سازی یا برنامه‌ریزی ریاضی، به انتخاب عناصر بهینه از یک مجموعه از آلترناتیوهای قابل‌دستیابی می‌پردازد. به عبارت بهتر، به دنبال یافتن بهترین مقدار قابل دستیابی از یک تابع هدف تعریف شده بر یک دامنه معین از مقادیر است. در ساده‌ترین حالت، هدف، حداقل یا حداکثرسازی یک تابع حقیقی، با انتخاب نظام‌مند مقادیر حقیقی یا اعداد صحیح از یک مجموعه از مقادیر ممکن است. ساده‌ترین مثال، استفاده از یک تابع هدف حقیقی مقدار است.تعمیم تئوری بهینه‌سازی و تکنیک‌های فرمول‌بندی، بخش بزرگی از ریاضیات کاربردی را شکل می‌دهد. تحقیق در عملیات، برنامه ریزی با اعداد صحیح و مختلط، مدل‌های شبکه‌ای، تئوری کنترل، برنامه‌ریزی غیرخطی، نظریه صف و برنامه ریزی پویا برخی شاخه‌های ریاضیات کاربردی مرتبط با بهینه‌سازی هستند که امروزه در مدیریت و اقتصاد کاربرد وسیعی دارند (http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_optimization).

منطق فازی: واژه منطق فازی نخستین بار توسط پروفسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ در پی نظریه مجموعه های فازی معرفی گردید.این منطق در واقع شکلی از منطق چند ارزشی است که با مقادیر تقریبی به جای مقادیر دقیق و ثابت سروکار دارد.در مقایسه با نظریه مجموعه های سنتی که متغیر ها تنها مقادیر صفر و یک اختیار میکنند،در این منطق ارزش درستی متغیرها عددی بین صفر و یک میباشد.این منطق، کاربردهای وسیعی در علوم مختلف از جمله نظریه کنترل و هوش مصنوعی پیدا کرده است(http://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logic) .

۲ - فصل دوم:

ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

۲-۱ مقدمه

مؤسسات و بنگاه های اقتصادی به ویژه فعالان در بخش صنعت، برای ادامه حیات و فعالیت های تولیدی خود و همچنین توسعه فعالیت ها، به سرمایه های کلان نیاز دارند .همچنین، این مؤسسات و بنگاه های اقتصادی برای تأمین سرمایه مورد نیاز خود وابستگی شدیدی به بازارهای مالی دارند .نقش این بازارها در اختیار گذاشتن سرمایه های لازم برای مؤسسات و شرکتها است .یکی ازنکات اساسی مورد توجه مدیران مالی بنگاههای اقتصادی، روشها و میزان تأمین مالی است. وظایف اصلی مدیریت مالی، تصمیم گیری در ارتباط با تأمین مالی،سرمایه گذاری و تقسیم سود است .هر یک از این تصمیمات در رابطه با هدف شرکت است و تصمیم گیری در زمینه ترکیب مطلوب این سه مورد، حداکثرکننده ارزش شرکت برای سهامداران است (قلی پورع. و همکاران ۱۳۸۶).

۲-۲ منابع تأمین مالی شرکت های بازرگانی

در تصمیم گیری تعیین منابع تأمین مالی، شرکتها به سه منبع زیر توجه می نمایند:

- منابع داخلی و بلند مدت تأمین مالی(سود تقسیم نشده و انباشته و استهلاک)
- منابع خارجی بلند مدت
- منابع خارجی کوتاه مدت

نکته حائز اهمیت در تصمیم گیری تأمین مالی این است که آیا وجوه به طور خصوصی تأمین می شوند یا عمومی.تأمین مالی خصوصی ،مستقیماً از افراد،نهادهای مالی ویا از شرکت های غیر مالی بعمل می آید.به این روش تأمین مالی مستقیم نیزمی گویند.سرعت،انعطاف پذیر بودن و هزینه های صدورابزار بدهی کم و پایین از مزایای این نوع روش تأمین مالی است.تأمین مالی عمومی مستقیماًاز افراد،نهادهای مالی و یا از شرکت های غیر مالی آنهم از طریق بکارگیری متخصصین و بانکهای سرمایه گذاری بعمل می آید.شرکتها می توانند با استفاده از اعتبار تجاری خود از تخفیفات

نقدی بهره مند شوند یا با استفاده از فروش اوراق تجاری شامل سفته های بزرگ یا وام گرفتن با وثیقه یا بدون وثیقه تأمین مالی نمایند.شرکت همچنین می تواند با فروش سهام عادی و ممتاز و کمک گرفتن از بدهی های بلند مدت نیازمندیهای مالی خود را تأمین کند.قراردادهای اجاره و اوراق بهادار قابل تبدیل، از دیگر منابع تأمین مالی شرکتهاست(طغیانی ع.،۱۳۸۲).

۲-۳ منابع وجوه و بازارهای سرمایه

نیازهای مالی شرکت جهت فعالیت های جاری و آتی آن باید تأمین مالی گردند.نیازهای جدید مالی یا از داخل شرکت تأمین می شوند(از طریق سودهای تقسیم نشده)و یا از خارج شرکت.منابع تهیه شده از خارج یا کوتاه مدتند که غالباً در کمتر از یکسال باید پرداخت شوند و یا بلند مدتند که باید پس از مدتی طولانی بازپرداخت شوند و یا اصلاً بازپرداختی در قبال آنها صورت نمی گیرد(مانند فروش سهام).منابع خارجی یا بر سهام و حقوق صاحبان سهام متکی است و یا بر سرمایه های حاصله از طریق بدهی.سرمایه حاصله ازطریق بدهی را می توان از طریق اعتبارات تجاری ،اضافه برداشت بانکی،وام بانکی و یا صدور ابزارها و اوراق بدهی جمع آوری نمود.بازارهای سرمایه بازارهایی جهت تبادلات تأمین مالی بلند مدت به فرم ابزارها و اوراق مالی میباشند.شرکت ها غالباً از بانکها جهت تأمین مالی میان مدت بهره میگیرند.هم شرکت های خصوصی و هم شرکتهای دولتی منابع خود را از بازارهای سرمایه ای تأمین می کنند.شرکتها سرمایه های میان و بلند مدت خود را به یکی از روشهای زیر تأمین می نمایند:

- از طریق صدور سهام جدید عادی و عرضه آن به سرمایه گذاران در بازار.
- از طریق وام سرمایه ای:

در این روش که از رهن یا اوراق قرضه بهره گرفته میشود،وام دهنده معمولاًتضمینی را جهت وام اعطایی اش مطالبه میکند.اکثر وامها از دوره ثابتی برخوردارند و تفاوت وامهای میان مدت و بلند مدت در سررسیدشان میباشد.سهام قرضه ممکن ست در بازار دست بدست به فروش

برسد و تا سررسید آن به آن بهره تعلق میگیرد و اصل وام در سررسید پرداخت می شود(طغیانی ع.،۱۳۸۲).

۲-۴ تأمین مالی شرکت ها در حالت کلی

تأمین مالی خارجی در شرکت ها به دو صورت انجام می شود:تأمین مالی از طریق بدهی و تأمین مالی ازطریق سهام(شیخ م.ج. و همکاران،۱۳۹۲). در زیر به معرفی این دو روش تأمین مالی وبیان مزایا و معایب آنها می پردازیم.

۲-٤-۱ تأمین مالی از طریق بدهی

بدهی پولی است که معمولاً در مقابل یک وثیقه به مالک کسب و کار داده می شود؛مشروط بر این که اصل بدهی به همراه بهره ای ثابت یا متغیر در زمانی خاص باز پرداخت شود.

نقاط قوت:

- مالک کسب و کار مالکیت کامل خود را حفظ می کند.
- هزینه بدهی پایین است.
- پرداخت های وام قابل پیش بینی است.
- دوره ۵ تا ۷ ساله برای باز پرداخت آن وجود دارد.
- بدهی می تواند شامل ارزش افزوده وام دهندگان باشد.
- بدهی یک سری مزایای مالیاتی ایجاد میکند.

نقاط ضعف:

- ضمانت شخصی مورد نیاز است.
- وام دهنده می تواند باعث ورشکستگی کسب و کار شود.
- مقدار وام ممکن است محدود به میزان دارایی شرکت شود.

- پرداختها باید بدون توجه به سود شرکت انجام پذیرد.

۲-۴-۱-۱ *منابع تأمین مالی از طریق بدهی*

منابع اصلی این نوع تأمین مالی، پس اندازهای شخصی، خانواده و دوستان، فرشتگان کسب و کار،مؤسسات خیریه، دولت، بانکها، حق العمل کارها،تأمین مالی از طریق مشتری، تأمین مالی از طریق عرضه کنندگان، تأمین مالی از طریق سفارش خرید و کارت های اعتباری است.

۲-۴-۲ تأمین مالی از طریق سهام

سرمایه سهام پولی است که از طریق انتقال مالکیت شرکت، تهیه میشود .سرمایه گذار سهام، درصدی ازمالکیت شرکت را به دست میآورد که به طور ایده آل متناسب با رشد شرکت، قیمت گذاری میشود.همچنین، سرمایه گذار ممکن است بخشی از سود سالانه شرکت را دریافت نماید که سود تقسیمی نام دارد که بر مبنای درصد مالکیت تعیین میگردد .

مزایا و معایب این نوع تأمین مالی عبارتند از:

مزایا:

- هیچ ضمانت شخصی مورد نیاز نیست.
- هیچ وثیقه ای مورد نیاز نیست.
- پرداخت های وجه نقد منظم مورد نیاز نیست.
- چنین سرمایه گذارانی ممکن ا ست سرمایه گذاران با ارزش افزوده ای باشند.
- سرمایه گذاران سهام نمیتوانند شرکت را به ورشکستگی مجبور کنند.
- به طور میانگین، شرکتهایی که از طریق سهام سرمایه گذاری میکنند، رشد سریعتری دارند.

معایب:

- سودهای تقسیمی قابل کاهش نیست.

- مالک شریک جدیدی پیدا میکند.
- این روش خیلی گران است.
- کارآفرین ممکن است قدرت خود را از دست بدهد.

۲-۵ انواع منابع تأمین مالی در ایران

انواع منابع تأمین مالی در کشور به دو دسته منابع مالی بدون هزینه ومنابع مالی با هزینه تقسیم بندی میشود. منابع مالی بدون هزینه شامل پیش دریافت از مشتریان، بستانکاران تجاری، سود سهام پرداختنی و هزینه های پرداختنی است. منابع مالی با هزینه به دو دسته منابع داخلی (سود انباشته) ومنابع خارجی (تسهیلات کوتاه مدت و بلندمدت و انتشار سهام جدید) تقسیم می شود(قلی پور ع. و همکاران،۱۳۸۶).

۲-۶ سیکل حیات شرکت ها و تأمین مالی

سیکل حیات شرکتها به طور کلی دارای ۴ مرحله است:

۱)مرحله خیز یا آزمایش

۲)مرحله رشد سریع

۳)مرحله بلوغ

۴)مرحله نزول

در مرحله اول سیکل مالی، شرکت ها کوچک و سنتی بوده و دارای بازارهای محلی،نیاز به سرمایه گذاری نسبتاً پایین و کم و تکنولوژی ساده می باشند.مهمترین منبع مالی اعتبارتجاری می باشد.در صورت وجود یک محصول قابل عرضه،خریدار ممکن است متمایل به پرداخت از پیش باشد.در

کشورهای پیشرفته تر سازمانهای خاص وابسته یا تحت نظارت دولت به این مؤسسات وام اعطا مینمایند.در مرحله رشد، اعتبار تجاری مستمر مهمترین منبع بوده و اخذ وام بانکی ضرورت می یابد.اجاره و خرید اقساطی دارایهای ثابت منابع دیگر تأمین مالی میباشند.در صورت بزرگ بودن بازار بالقوه، عرضه سهام جدید به عموم ممکن است مناسب و عملی باشد.شرکت های تأمین مالی تجاری را نیز نباید فراموش کرد که در ازای حسابهای دریافتنی،موجودی کالا و داراییهای ثابت میتوان از آنها وام گرفت.وامهای فصلی و دوره ای و وامهای مدت دار جهت خرید تجهیزات، عمده ترین منابع مرحله بلوغ به شمار می آیند.در صورت موفق بودن عملیات، شرکت از منابع مرحله رشد نیز می تواند بهره گرفته و تأمین مالی نماید.دراین مرحله وجوه از تبدیل به نقد کردن داراییها تأمین میشوند.جز استقراض از طریق داراییها،بهره گیری از منابع همیشگی ممکن است مشکل باشد و منجر به تأمین مالی از سهامداران گردد(طغیانی ع،۱۳۸۲).

۲-۷ تئوری سلسله مراتبی روشهای تأمین مالی

نظریه سلسله مراتبی الگوهای تأمین مالی، برای اولین بار توسط مایرزدر سال ۱۹۸۴به صورت زیر عنوان شده است(قلی پور ع. و همکاران،۱۳۸۶):

- شرکتها منابع تأمین مالی داخلی را ترجیح میدهند.
- یک نسبت تقسیم سود هدف با توجه به موقعیتهای سرمایه گذاری انتخاب شده و از تغییرات یکباره در سود تقسیمی اجتناب میشود.
- برقراری سیاست تقسیم سود ثابت همراه با تغییرات غیر منتظره در سودآوری و موقعیت های سرمایه گذاری، یعنی گاهی اوقات جریانات نقدی ایجاد شده داخلی بیشتر و گاهی اوقات کمتر از هزینه های سرمایه ای است .اگرجریانات نقدی بیشتر از هزینه های سرمایه ای باشد، شرکت بدهیهای خود را بازپرداخت میکند .اگر جریانات نقدی کمتر از هزینه های سرمایه ای

باشد، شرکت ازمانده حسابهای بانکی خود استفاده میکند و یا به فروش اوراق بهادار قابل فروش کوتاه مدت خود مبادرت می ورزد.

- در صورت نیاز منابع تأمین مالی خارجی، شرکتها ابتدا مطمئن ترین اوراق بهادار را انتشار میدهند .بر این اساس شرکتها ابتدا از بدهی، سپس در صورت امکان از اوراق قابل تبدیل و یا از سهام عادی برای تأمین مالی استفاده میکنند.

۲-۸ اهداف سازمان

هدف اصلی و کلی یک سازمان را می توان حد اکثر کردن ثروت سهام داران آن دانست که توسط قیمت سهام در بلند مدت مورد سنجش قرار می گیرد.حد اکثر سازی ثروت بر حد اکثر سازی سود ارجح تر است چرا که حد اکثر سازی سود،تبادل ریسک و بازده،میزان و نحوه مشارکت سود سهام در ثروت سهام داران ومسئله اندازه گیری سود را پاسخ گو نخواهد بود. با این دیدگاه، بجای تمرکز مستقیم بر روی سود، ارزش جاری بنگاه مورد تاکید قرار می گیرد. طبیعتا بین ارزش فعلی بنگاه و ارزش آن در بلند مدت ارتباط وجود دارد. اگر پیش بینی شود که ارزش آینده بنگاه بالاست، ارزش جاری آن نیز بالا خواهد بود زیرا در مدیریت مالی ارزش هر دارائی سرمایه ای برابر ارزش فعلی وجوهی است که آن دارائی نصیب صاحبش خواهد کرد(طغیانی ع،۱۳۸۲).یکی از روشهای ارزشیابی شرکتها که در تحلیل اوراق بهادار نیز بسیار متداول است روش ضریب تبدیل می باشد. این ضریب از حاصل تقسیم قیمت هر سهم به درآمدآن بدست می آید. با در دست داشتن درآمد هرسهم شرکت و برآورد ضریبی مناسب با توجه به ریسک شرکت، می توان قیمت سهام را در آینده، بعنوان یکی از منابع مهم تأمین مالی، برآورد نمود. بعبارتی دیگر و با فرض ثبات ضریب تعدیل، روش تأمین مالی که منجر به حداکثر نمودن درآمد هر سهم شود حداکثرکننده قیمت سهام یا ارزش شرکت نیز می باشد (Anvary Rostamy A. A et al ,2003).

۲-۹ خط مشی تقسیم سود

خط مشی تقسیم سود تعیین کنندۀ پرداخت یا عدم پرداخت سود سهام به سهام داران است. علت توجه به سود سهام اثر آن بر قیمت سهام شرکت است.آیا خط مشی سود سهام بر ارزش شرکت موثر است؟ میلر و مدگلیانی (۱۹۶۱) و لیتنر(۱۹۶۲) معتقدند که در بازارهای کامل، میزان سود سهام تاثیری بر تصمیمات سرمایه گذاری شرکت چه در حال و چه در آینده ندارد ولی رشد مورد انتظار عایدات شرکت بر ارزش شرکت موثر است. شرکتها معمولاً سطح ثابت و مناسبی از سود را برای تقسیم کردن در نظر می گیرند که لزوماً به معنی سیاستی مطلوب تلقی نمی شود.در کوتاه مدت، افزایش سود سهام منجر به افزایش قیمت آن میگردد.در بلند مدت،افزایش سود سهام شرکت را از از منبع وجوه کافی جهت سرمایه گذاری مجدد محروم می کند و لذا رشد شرکت محدود تر شده و قیمت آن کاهش خواهد یافت.یکی از وظایف مدیر مالی تعیین خط مشی تقسیم سود بهینه است به نحوی که ارزش شرکت(قیمت سهام)را حد اکثر نماید.در صورتی که شرکت در حال رشد بوده و جهت توسعه اش نیازمند تأمین مالی جدید باشد،سود سهام نقدی تا حد ممکن کمتر پرداخت خواهد شد تا بتوان با تأمین مالی داخلی حاصل از عایدات نیاز مالی جدید را پاسخگو بود.در تعیین خط مشی سود سهام باید توانایی شرکت در تأمین مالی از خارج مد نظر قرار گیرد.در برخی موارد ،با پرداخت سود سهام،شرکت ممکن است با مشکل تأمین مالی مواجه شود و جهت رفع آن مجبور به صدور سهام جدید گردد و در نهایت کنترل سهامداران موجود در شرکت تضعیف شود.سود سهام میتواند به صورت سود سهمی پرداخت شود.سود سهمی سود سهام نقدی نبوده و نسبت مالکیت سهامداران راتغییر نخواهد داد.سود سهمی به صورت سهام عادی پرداخت میشود.سود سهمی قدرت تأمین مالی شرکت را تقویت نموده و مشکل نقدینگی آن را مرتفع خواهد نمود. (طغیانی ع،۱۳۸۲).

۲-۹-۱ تصمیمات تأمین مالی و سود سهام

تصمیمات تأمین مالی، تصمیم گیری در خصوص نحوۀ تأمین مالی دارایی است،از طریق

سهام سرمایه و اندوخته ها،بدهی های بلند مدت و کوتاه مدت و ترکیبی از اینها در زمان رشد شرکت.مدیر مالی باید بداند که چه منابعی جهت تأمین مالی وجود دارند و اثر هر یک از آنها بر سود آوری و ریسک مالی شرکت چیست.یک شرکت نه تنها باید سود آور باشد بلکه باید از داراییهای نقدی نیز جهت پرداخت هایش برخوردار باشد.مدیر مالی وجوهی را صرف سرمایه گذاری میکند تا بتواند سود کسب نماید ولی این شرط لازم جهت سرمایه گذاری است و نه کافی.مدیر مالی باید به نحوی سرمایه گذاری نماید که به اندازه کافی وجه جهت پرداخت سود سهام و بهره ها باقی بماند.با عدم پرداخت بهره ها ممکن است شرکت متحمل هزینهٔ فرصت بالایی جهت استقراض گردد.همین طور اگر سود پرداخت نشود تأمین مالی از طریق فروش سهام جدید به علت عدم رضایت سهامداران میسر نمیگردد،و قیمت سهام کاهش خواهد یافت در این صورت هزینه فرصت بالایی جهت تأمین مالی از طریق سهام به وجود خواهدآمد.لذا مدیرمالی باید از چگونگی خرید یا فروش سرمایه گذاران،چگونگی تصمیم گیری وام دهی و نرخ بهره آنها مطلع بوده و باید بداند که چه نوع سودی موجب نارضایتی سهامداران نمیشود.طرح ریزی منابع تأمین مالی - سرمایه ای، فرآیند انتخاب منابع مالی مناسب جهت داراییهای بلند مدت و سرمایه در گردش شرکت است.در مورد تصمیمات سود سهام،سهامداران عادی انتظار در یافت سود سهام دارند و ارزش سهام شرکت را به سود دریافتی شان در حال و آینده مرتبط مینمایند.تصمیمات سود سهام مستقیماً به تصمیمات تأمین مالی مرتبطند چرا که سودها مهمترین منابع تأمین مالی شرکت به شمار می آیند. (طغیانی ع،۱۳۸۲).

سود انباشته شرکت ها،منبع خوبی جهت تأمین مالی محسوب می گردد،زیرا هزینه آن از هزینه سهام عادی کمتر میباشد.مطالعات حاکی از آن است که بیشتر شرکت های S&P از سال ۱۹۷۱ به بعد،تقریبا ۵۰٪ از سود خود را به عنوان سود انباشته نگه می دارند.بنابراین بین فعالیت تأمین مالی وسیاست تقسیم سود ارتباط وجود دارد که خود ممکن است فعالیت های سرمایه گذاری را تحت تاثیر قرار دهد(Lee C.F. & Lee J.,2010).

۲-۱۰ ساختار مالی شرکت

ساختار مالی یک شرکت که شامل بدهی و حقوق صاحبان سهام است،تأثیر بسزایی در عملکرد و سود آوری شرکت دارد.هر چه بدهی بالاتر باشد ،به خاطرخاصیت اهرمی بودن بدهی،سودآوری نیز بیشتر است ولی خطر ناتوانی شرکت در ایفای تعهداتش نیز بیشتر است.بنابراین ریسک شرکت نیز بالاتر خواهد بود و برعکس. حال این سوال مطرح میشود که آیاترکیبی از بدهی و حقوق صاحبان سهام که ارزش بازاری سهام شرکت را حداکثر نماید وجود دارد؟ میلر و مدگلیانی (۱۹۵۸) معتقدند که تحت شرایط اطمینان، وجود بازارهای کامل، و نبود مالیات بر شرکتها، ارزش شرکت مستقل از نسبت بدهی به کل سرمایه گذاریهای آن می باشد.همچنین آن‌ها نظریه سنتی را رد کرده و اظهار داشتند که هرگونه تغییر در درجه اهرم مالی، تأثیری بر هزینه سرمایه شرکت ندارد و به عبارت دیگر هزینه سرمایه شرکت در سطوح مختلف تأمین مالی ثابت می‌ماند .مطالعه آنها اثرات مالیات بر ارزش شرکتها را نشان می دهد. این مطالعات نشان می دهد که ارزش شرکت بدلیل اثر مالیات بر هزینه سرمایه، افزایش خواهد یافت. حتی در صورت وجود میزان بهینه ای از اهرم مالی که ارزش شرکت را حداکثر سازد، هزینه سرمایه ممکنست در حداقل ممکن خود نباشد. اگر طرح تأمین مالی بهینه ای در دست باشد می توان براحتی به بهترین ترکیب تأمین مالی جهت هر یک از سرمایه گذاریها دست یافت. حتی زمانی که خط مشی های بهینه تأمین مالی در دست نیست، مدیر مالی از فرایند تصمیمی تعاملی و رو در رو، که تقریبی ازخط مشی بهینه است، بهره می گیرد. فرایند تصمیم گیری تعاملی نیز خود مستلزم در نظرگرفتن توأم تصمیمات تأمین مالی و سرمایه گذاری در ارتباط با هزینه های تأمین مالی میباشد(طغیانی ع،۱۳۸۲).

۲-۱۱ ساختارسرمایه

به طور کلی، ساختار سرمایه به ترکیب منابع مورد استفاده برای تأمین مالی اشاره دارد. معمولا ساختار سرمایه از طریق نسبت هایی از قبیل نسبت بدهی به مجموع دارایی ها، نسبت حقوق صاحبان

سهام به مجموع دارایی ها، نسبت بدهیها به حقوق صاحبان سهام و نسبت حقوق صاحبان سهام به بدهی ها اندازه گیری می شود. تعیین ساختار بهینه سرمایه، یکی از مسائل اساسی تأ مین مالی شرکت ها به شمار می رود .این مهم، کاربرد بااهمیتی در زمینه تصمیم گیری ر اجع به تأمین مالی عملیات جاری و طرح های سرمایه گذاری شرکت ها دارد . به دلیل کمتر بودن ریسک اوراق بدهی، بازده مورد انتظاراعتباردهندگان نیز کمتر از بازده مورد انتظار سهامداران است .بنابراین، تا سقف معینی هرچه میزان استفاده از بدهی برای تأمین مالی بیشتر باشد، هزینه سرمایه کل شرکت کمتر وسودآوری بیشتر می شود .با این وجود، با افزایش بدهی، ریسک مالی شرکت افزایش می یابد و در نتیجه اعتباردهندگان نرخ بهره بالاتری را مطالبه می کنند . در این وضعیت ،هزینه سرمایه کل افزایش می یابد. در نتیجه، ساختار بهینه سرمایه باید بین دو حد تأمین مالی سهام و بدهی وجود داشته باشد.تئوریهایی از قبیل تئوری موازنه ایستا و دیدگاه سنتی بر موجودیت ساختار بهینه سرمایه صحه می گذارند.شواهد تجربی نیز وجود دارد مبنی بر این که شرکت ها در عمل تمایل دارند تا در دامنه بهینه ای از ساختار سرمایه عمل کنند و اگر به دلایل شرایط تجاری مجبور به خروج از این دامنه بهینه باشند، در اولین فرصت ممکن به آن دامنه برمی گردند.به طورکلی دو تئوری موازنه ایستا و سلسله مراتبی، عوامل مؤثر بر ساختار سرمایه را تبیین میکنند .یکی ازعواملی که بر اساس هر دو تئوری بر ساختار سرمایه تأثیر دارد، سودآوری شرکتها است . بر اساس تئوری موازنه ایستا مزیت مالیاتی بدهی، ارزش شرکت بدهی دار را افزایش می دهد .از سوی دیگر، هزینه های ورشکستگی احتمالی به واسطه عدم ایفای به موقع تعهدات ، ارزش شرکت بدهی دار را کاهش می دهد .لذا ساختار سرمایه شرکت رامیتوان به منزله توازن بین مز یتهای مالیاتی بدهی و هزینه های ورشکستگی احتمالی ناشی از بدهی تلقی نمود.از این رو، این دو عامل خنثی کننده یکدیگر(توازن مزایا و مخارج ناشی از بدهی)، به استفاده بهینه از بدهی در ساختار سرمایه منجر می شود . تئوری سلسله مراتبی بیان می کند که شرکت ها در تأمین منابع مورد نیاز خود سلسله مراتب معینی را طی میکنند .شکل گیری این سلسله مراتب، نتیجه یا پیامد عدم تقارن اطلاعات است . طبق این تئوری در مواردی که بین مدیران و سرمایه گذاران برون سازمانی عدم تقارن

اطلاعاتی وجود داشته باشد مدیران، تأمین مالی از محل منابع داخل شرکت را به منابع خارج از شرکت ترجیح می دهند .بر اساس این تئوری شرکت های سودآور کمتر استقراض می کنند.مدیران مالی شرکتها با توجه به ارتباط تنگاتنگ بین ساختار سرمایه با سودآوری و ارزش شرکت، در صدد دستیابی به ترکیب بهینه منابع تأمین مالی یا ساختار بهینه سرمایه می باشند(ستایش م.ح. و همکاران،۱۳۸۸).

۲-۱۲ پیش بینی های مالی،عدم اطمینان ومدلها

طرح ریزی های مالی مبتنی بر پیش بینی های مالی است.پیش بینی ها بالاخص پیش بینی های بلند مدت غالباً توأم با عدم اطمینان می باشد.یک مدل قادر است تا ارتباط دقیق و صحیح میان متغیرهای مالی معین را تعیین نماید.مدل، نحوۀ تعامل این متغیرها را به خوبی بیان می نماید.با تحلیل حساسیت و پیش بینی بر مبنای مدلها میتوان از قبل جهت رفع مشکلات آینده با بهره گیری مناسب از فرصتهای آینده اقدم نمود.همچنین میتوان عدم اطمینان را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.بر مبنای مدلها میتوان صورتهای مالی مختلفی را تهیه نمود.پیش بینی ها، امکان و میزان احتمالی دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده را فراهم نموده و با آن میتوان تصمیمات سرمایه گذاری،تأمین مالی و سود سهام پرداختی را مورد تجدید نظر قرار داد، به نحوی که مناسب ترین حالت را برای هدف کلی فراهم نمود(طغیانی ع،۱۳۸۲).

تصمیمات مالی بهترین مورد برای ذکر مثالی از تصمیمات ریسکی و تحت شرایط عدم اطمینان بشمار می آیند. درک رجحانهای سهامداران نسبت به ریسک نهفته در تصمیمات تأمین مالی- سرمایه گذاری دارای اهمیت زیادی است. عدم اطمینان در سود آتی هر سهم و توزیع احتمال آن کار، ارزشیابی را دچار مشکل می نماید چرا که هر طرحی مالی با تخصیص وجوه جهت نیل به اهداف مختلف سروکار دارد. در تخصیص منابع بررسی دو نکته با اهمیت می باشد. ابتدا درآمدهای بالقوه وجوه و هزینه فرصت آنها، و دوم نیازهای مصرفی و سپرده ها و بدهکاریهای شرکت. بررسی این دو نیازمند به طرح مدلهای

چند دوره ای است(Anvary Rostamy A. A et al ,2003).

۱۳-۲ تغییرات نرخهای بهره و تصمیمات مالی

زمانی که نرخهای بهره پایین است استقراض بیشتر بخصوص با نرخ بهره ثابت افزایش می یابد.استقراض بلند مدت بر کوتاه مدت ارجحیت می یابد،وامهای با بهره بالا باز پرداخت شده و وامهای با بهره پایین ترجایگزین آنها میگردند.در زمان بالا رفتن نرخهای بهره،استقراض کاهش یافته و تأمین مالی بیشتر از طریق سود تقسیم نشده و سهام عادی صورت میگیرد.شرکت در صورت وجود مازاد نقدی در اوراق بهادار کوتاه مدت سرمایه گذاری میکند و در تأمین مالی از تأمین مالی کوتاه مدت با نرخ های بهره متغیر بهره میگیرد؛ به این امید که که در آینده نزدیک نرخهای بهره مجدداً کاهش یابند.به دلیل بالا رفتن نرخ بهره هزینه تأمین مالی سرمایه گذاریها،حداقل نرخ بازده مورد نیاز حاصله از سرمایه گذاریها افزایش می یابد.ممکن است تعدادی از پروژه ها در حال آغاز بوده اند ولی با افزایش نرخ بهره ها به تعویق بیفتند به امید اینکه بهره ها کاهش بابند.داراییهای غیر کارا یا غیر ضروری ممکن است به حداقل کاهش یابند تا نیاز شرکت به تأمین مالی جدید را برطرف نمایند. (طغیانی ع،۱۳۸۲).

۱۴-۲ منابع تأمین مالی بلند مدت

داراییهای مورد نیاز شرکت باید به نحوی تأمین مالی شوند بالاخص زمانی که شرکت ها مراحل رشد خود را سپری میکنند.ساختار سرمایه شرکت بیانگر روشی است که شرکت نیازهای مالی خود را تأمین مالی نموده است.شرکت یا از سرمایه های بلند مدت نظیر سهام عادی،اندوخته ها،سهام ممتاز،اوراق قرضه،وامهای بانکی،سهام وام قابل تبدیل و یا از بدهیهای کوتاه مدت نظیر اضافه برداشت بانکی و اعتبارات تجاری و یا ترکیبی از این دو بهره می گیرد.روش مناسب روشی است که در آن داراییهای بلند مدتی که منافع آنها در بلند مدت و طی زمانی طولانی به تدریج حاصل میشود با روشهای بلند مدت تأمین مالی

گردند،چرا که با منافع حاصله از آنها میتوان در بلند مدت بهره و یا سود سهام سرمایه های بکار گرفته شده برای آنها را تأمین کرد.در غیر این صورت شرکت ممکن است از نقدینگی کافی جهت بازپرداخت وام آنها در بلند مدت برخوردار نباشد.گرچه غالباًمیتوان وامهای کوتاه مدت را تمدید کردو یا به بلند مدت تبدیل کرد ولی معمولاًمشکل یا غیر ممکن و گاهاًتوام با هزینه ها و ریسک بالاتری میباشند.همچنین مناسب است که همه داراییهای کوتاه مدت نیز با بدهیهای کوتاه مدت تأمین مالی نگردند بلکه بخشی از آنها با وجوه بلند مدت تأمین مالی شوند(طغیانی ع،۱۳۸۲).

۲-۱۵ تعامل بین فرآیند تأمین مالی و تصمیمات سرمایه گذاری

مایرز،تعامل بین آنها و کاربردشان را در بودجه بندی سرمایه ای مشخص می کند.او در تحقیقات خود،این موضوع را مورد بحث قرار میدهد که این ارتباط ممکن است در اثر وجود هزینه های معاملاتی،مالیات های شرکت و یا دیگر عوامل بازار ناکارا باشد.اگرچه در مورد اینکه فرآیند تأمین مالی در ارتباط با تصمیمات سرمایه گذاری چگونه باید انجام شود کاملا مطمئن نیستیم ولی با درجه ای از اطمینان بیان میداریم که این دو فعالیت حتی بدون وجود کسور مالیاتی نیز با هم ارتباط دارند و این موضوع باید مورد توجه مدیریت قرار گیرد.با و جود سپرمالیاتی بهره،این ارتباط تقریبا واضح است.اگر شرکت در پروژه های ریسکی تر سرمایه گذاری کند،آنگاه ارزش بدهی ها ممکن است افزایش یابد ،در صورتی که شرکت از طریق بدهی تأمین مالی نکند.سهام داران تنها به دلیل وجود نفعی که خود پروژه جدید دارد از آن بهره می برند.اگر تأمین مالی از طریق بدهی صورت نگیرد،آنگاه بهره گیری از سپرمالیاتی بیشتر غیر ممکن و به دلیل وجود پایه دارایی بیشتر،وام ها امن تر می گردند.در صورتی که تأمین مالی از طریق بدهی بیشترصورت گیرد و وامهای معوق خود را به خطر اندازد،تحلیل این موضوع بسیار پیچیده تر خواهد شد.بنابراین وقتی که در دنیای واقعی این موضوع را بررسی میکنیم،آنچه که با اطمینان می توان اظهار نظر کرد این است که این دو فرآیند را باید

جداگانه مورد بررسی قرار داد(Lee C.F. & Lee J.,2010).اگر برنامه تأمین مالی بهینه ای وجود داشته باشد،آنگاه بهترین ترکیب منابع تأمین مالی هر سرمایه گذاری می تواند مشخص گردد.حتی در صورت وجود برنامه ریزی مالی بهینه،مدیر مالی معمولاً از یک فرآیند تعاملی جهت تقریب سیاست بهینه استفاده می کند.یک فرآیند تصمیم گیری تعاملی،نیازمند در نظر گرفتن تصمیمات تأمین مالی و سرمایه گذاری با توجه به هزینه تأمین مالی میباشد(Anvary Rostamy A. A. et al,2003).

۲-۱۶ بهینه سازی

۲-۱۶-۱ مقدمه

بهینه‌سازی ریاضی یا برنامه‌ریزی ریاضی ،در ریاضیات، اقتصاد، مدیریت، به برگزیدن بهترین عضو از یک مجموعه از اعضای دست یافتنی اشاره می‌کند. در ساده ترین شکل تلاش می‌شود که با گزینش نظام مند داده ها از یک مجموعه قابل دستیابی و محاسبه مقدار یک تابع حقیقی، مقدار بیشینه و کمینه آن به دست آید. تعمیم تئوری و تکنیک های بهینه سازی،بخش وسیعی از ریاضیات کاربردی را تشکیل میدهد.

۲-۱۶-۲ انواع مسائل بهینه سازی و طبقه بندی آنها

بهینه سازی به انواع مختلفی قابل تقسیم است که از جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود(طالبی آ.،۱۳۸۹):

۲-۱۶-۲-۱ *بهینه سازی با سعی و خطا*

دراینگونه از مسائل،سعی می شود جوابی تقریبی برای مسئله با روش آزمون و خطا پیدا شود.

۲-۱۶-۲-۲ *بهینه سازی با تابع*

در این نوع از مسائل،با تابعی از متغیرها که بر روی یک دامنه خاص تعریف شده اند سروکار داریم.بسته به نوع مسئله،این توابع میتوانند به صورت خطی و یا غیر خطی بیان گردند.

۲-۱۶-۲-۳ *بهینه سازی تک بعدی و چند بعدی*

اگر تنها یک متغیر در مسئله بهینه‌سازی وجود داشته باشد، مسئله بهینه‌سازی تک بعدی و در غیر این صورت چند بعدی خوانده میشود.

۲-۱۶-۲-۴ *بهینه سازی پویا و بهینه سازی ایستا*

اگر تابع هزینه مسئله بهینه‌سازی تابعی از زمان نباشد، با یک مسئله بهینه‌سازی ایستا سر و کار داریم. ولی اگر زمان نیز وارد تابع هزینه شود مسئله بهینه‌سازی پویا میشود.

۲-۱۶-۲-۵ *بهینه سازی مقید و نامقید*

اگر متغیرهای مسئله بهینه‌سازی به مجموعه و یا قید خاصی محدود شده باشند، با یک مسئله بهینه‌سازی مقید سروکار داریم و در غیر این صورد مسئله بهینه‌سازی نامقید است.

۲-۱۶-۲-۶ *بهینه سازی پیوسته و گسسته*

یک مسئله بهینه‌سازی گسسته مسئله ای است که در آن مقادیر متغیرهای مسئله از یک مجموعه معین گسسته هستند. در حالی که، در یک مسئله پیوسته، مقادیر متغیرها از یک مجموعه پیوسته هستند.

۲-۱۶-۲-۷ *بهینه سازی تک معیاره و چند معیاره*

یک مسئله بهینه سازی تک معیاره[۱]،دارای تنها یک تابع هدف می باشد.اما در یک مسئله بهینه سازی چند معیاره[۲]،توابع هدفی که همزمان بهینه میشوند بیش از یکی است.معمولاً در یک مسئله بهینه سازی چند معیاره با دادن وزنی به هر یک از توابع هدف، آن را به یک مسئله تک معیاره تبدیل میکنند.در اینگونه مسائل عموماً سعی می شودجوابهای به معنی پارتو-کارا پیدا شوند، که

[۱] Single Objective
[۲] Multi Objective

اینگونه جوابها بر یکدیگر هیچ برتری ای ندارند. از جمله روشهای کلاسیک حل مسائل چند هدفه میتوان روش مجموع اوزان،برنامه ریزی آرمانی و روش تعاملی را نام برد.حل مسائل بهینه‌سازی چند هدفه، به تنهایی مبحث مستقل و مهمی از حوزه بهینه‌سازی است.

۲-۱۶-۳ انواع روشهای بهینه سازی

به طور کلی میتوان روشهای بهینه سازی را به دو دسته کلی روشهای کلاسیک و روشهای ابتکاری تقسیم نمود.

۲-۱۶-۳-۱ *روشهای کلاسیک*

در اینگونه از روشها،با استفاده از تکنیک های مبتنی بر حساب دیفرانسیل و انتگرال یا روشهای شمارشی،سعی میشود جواب بهینه موضعی و یا سرتاسری پیدا گردد.از جمله نرم افزارهای حل مبتنی بر این روشها میتوان به LINGO,LINDO و Microsoft Excel Solver اشاره نمود.

۲-۱۶-۳-۲ *روشهای ابتکاری*

از دهه ۱۹۶۰ به بعد، حل مسائل بهینه سازی با الگوبرداری از مخلوقات زنده، طرفداران خاصی پیداکرد. این روشها وقتی در حل مسائل پیچیده دنیای واقعی به کار گرفته می شود، ناکارآمدی روشهای معمول را نشان می دهد. الگوریتمهای تکاملی را میتوان به سه شاخه الگوریتم های ژنتیک،استراتژیهای تکاملی و برنامه ریزی تکاملی تقسیم نمود.هر سه روش با وجود اختلافهایی که در جزئیات دارند، نشات گرفته از نسل شناسی طبیعی است. در میان این سه روش، الگوریتم ژنتیک، عمومی ترین و شناخته شده ترین نوع این الگوریتم های تکاملی است(محمدی استخری ن. و مدرس ا،۱۳۸۶).این روشها این مزیت را دارند که بدون نیاز به مشتق تابع هزینه به یافتن نقطه بهینه آن می پردازند. همچنین در مقایسه با روشهای مبتنی بر گرادیان، کمتر مشکل افتادن در دام کمینه موضعی را دارند. در مقابل اگر هدف رسیدن به یک جواب بهینه موضعی باشد، این روش ها بسته به کاربرد، ممکن است سرعت کمتری در مقایسه با روشهای مبتنی بر گرادیان داشته باشند.

۲-۱۷ برنامه ریزی آرمانی

برنامه ریزی آرمانی اولین باردر سال ۱۹۵۵ توسط Charnes et.al. معرفی گردید و تاکنون در علوم مختلف،بسیار بکار گرفته شده است (Dylan J. &Tamiz M., 2010). در حالت کلی یک مسئله برنامه ریزی آرمانی با Q هدف به صورت زیر مطرح می گردد:

$$\text{Min } a = h(\underline{n}, \underline{p})$$

(۱-۲)

subject to

$$f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q \qquad q = 1, ..., Q$$
$$\underline{x} \in F$$
$$n_q, p_q \geq 0 \qquad q = 1, ..., Q$$

که در آن :

$$\underline{x} = x_1, x_2, ..., x_n$$

فاکتورهای قابل کنترل توسط تصمیم گیرنده هستند.b_q مقدار آرمانی برای اهداف،n_q وp_q مقدارانحرافهای منفی و مثبت از مقدار آرمانها هستند که باید کمینه شوند و h تابعی از انحرافات مثبت و منفی می باشد. ازانواع آن بر مبنای متغیر تصمیم،میتوان به برنامه ریزی آرمانی فازی،برنامه ریزی آرمانی عدد صحیح و باینری و برنامه ریزی آرمانی کسری اشاره نمود.از مهمترین انواع برنامه ریزی آرمانی بر مبنای متریک فاصله ،می توان برنامه ریزی آرمانی Lexicographic،برنامه ریزی آرمانی وزنی و برنامه ریزی آرمانی Chebyshev را نام برد.در برنامه ریزی آرمانی عدد صحیح،متغیر

های تصمیم اعداد صحیح میباشند.حل این گونه از مدلهای برنامه ریزی،به مراتب سخت تر از حالت معمولی میباشد.

در برنامه ریزی آرمانی کسری ،همه یا برخی از اهداف به صورت کسری ظاهر میگرد(f/g).برخی از محققین ممکن است،خطی سازی زیر را انجام میدهند:

$$f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q g_q(\underline{x}) \qquad (۲-۲)$$

که در آن gof توابعی خطی می باشند.

با این حال این رابطه از لحاظ ریاضی درست نیست،زیرا در اصل باید به فرم غیر خطی زیر باشد:

$$f_q(\underline{x}) + n_q g_q(\underline{x}) - p_q g_q(\underline{x}) = b_q g_q(\underline{x}) \qquad (۳-۲)$$

ودو مسئله ممکن است دارای جوابهای متفاوتی باشند.برای توضیحات بیشتر دراین رابطه میتوانید(L.hannan E.,1977) را ببینید.

۲-۱۷-۱ برنامه ریزی آرمانی Lexicographic

در این شکل ازبرنامه ریزی آرمانی،مجموعه انحرافات از اهداف اولویت بندی می شوند،بدین معنی که فرآیند کمینه سازی ابتدا از اهداف با اولویت بالاتر صورت می گیرد،سپس مقادیر بدست آمده از این مرحله برای n و p به عنوان قیود جدید در برنامه درج و این فرآیند برای اولویتهای بعدی به همین روش تکرار می گردد.این شکل از برنامه ریزی را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$Lex\ \text{Min}\, a = \left[h_1(\underline{n},\underline{p}),\ h_2(\underline{n},\underline{p}),\ldots,h_L(\underline{n},\underline{p})\right]$$

subject to

$$\begin{aligned} & f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q \qquad q = 1,\ldots,Q \\ & \underline{x} \in F \\ & n_q, p_q \geq 0 \qquad q = 1,\ldots,Q \end{aligned} \tag{۴-۲}$$

که در شکل ساده و خطی آن توابع h به صورت زیر می باشند:

$$h_1(\underline{n},\underline{p}) = \sum_{q=1}^{Q}\left(\frac{u_q^l n_q}{k_q} + \frac{v_q^l n_q}{k_q}\right)$$

که در آن u و v اوزان نسبت داده شده به انحرافات و k جهت بی مقیاس سازی درج میگردد.از معایب این روش،کوچک شدن منطقه موجه درهر تکرار می باشد و ممکن است اهداف با کمترین اولویت در دامنه غیر موجه واقع شوند(Dylan J. &Tamiz M., 2010).

۲-۱۷-۲ برنامه ریزی آرمانی وزنی

در این شکل از برنامه ریزی،اهداف اولویتی نسبت به یکدیگر ندارند و همزمان انحرافات مربوطه،با توجه به اوزانی که از طرف تصمیم گیرنده به آنها نسبت داده میشود،کمینه می شوند.این برنامه را می توان به شکل زیر مطرح نمود:

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

subject to

(۵-۲)

$$f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q \qquad q = 1, \ldots, Q$$
$$\underline{x} \in F$$
$$n_q, p_q \geq 0 \qquad q = 1, \ldots, Q$$

که در آن مخرج کسرها برای بی مقیاس سازی درج شده اند(Dylan J. &Tamiz M., 2010).

۳-۱۷-۲ برنامه ریزی آرمانی Chebyshev

این نوع از برنامه ریزی در سال ۱۹۷۶ توسط Flavell معرفی گردید و به خاطر استفاده از Chebyshiv(L_∞) برای فاصله، به این نام معروف گردیده است.یعنی ماکزیمم انحرافات از اهداف کمینه میگردد و بنابراین به آن برنامه ریزی آرمانی Minmax نیز گفته میشود.در این روش برخلاف روش Lexicographic ،تصمیم گیرنده به جای اولویت بندی اهداف،سعی در ایجاد یک تعادل خوب بین اهداف دارد.این برنامه را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$\text{Min a} = \lambda$$

subject to

$$f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q \; q = 1, \ldots, Q$$
$$\frac{u_q n_q}{k_q} + \frac{v_q p_q}{k_q} \leq \lambda \quad q = 1, \ldots, Q \qquad (۶-۲)$$
$$\underline{x} \in F$$
$$n_q, p_q \geq 0 \quad q = 1, \ldots, Q$$

که در آن λ به عنوان بیشترین انحرافات، کمینه می گردد(Dylan J. &Tamiz M., 2010).

۲-۱۷-۴ نحوه انتخاب اوزان مربوط به اهداف در برنامه ریزی آرمانی

تعیین اوزان،به گونه ای که بر اساس ترجیحات تصمیم گیرنده باشد،از نکات اساسی و ومعمولا وظیفه ای دشواردر برنامه ریزی آرمانی محسوب میگردد.توجه کنید که تنها باید به انحرافات ناخواسته وزن مثبت نسبت داد و به اهداف مهمتر باید وزن بیشتری تعلق گیرد.بسیاری از تصمیم گیرندگان،قادر به تعیین این اوزان در نگاه اول نیستند و در بیشتر موارد،معمولا اولین اوزان را یکسان در نظر میگیرند و بعد با تغییر آنها به نتیجه مورد نظر دست می یابند. در برخی از موارد،مقایسه زوجی اهداف برای تصمیم گیرنده به مراتب آسان تر از تعیین اوزان مربوط به آنهاست.شناخته شده ترین تکنیک مقایسه زوجی،فرآیند سلسله مراتبی(AHP) است که در سال ۱۹۸۱ توسط Saaty ارائه گردید.از این تکنیک میتوان در جهت تعیین اوزان مربوط به اهداف،در برنامه ریزی آرمانی وزنی و یا Chebyshev استفاده نمود.این کار برای اولین بار توسط Gass(1986) در زمینه نظامی بکار گرفته شد.با اینکه تضمینی برای مناسب بودن اوزان بدست آمده وجود ندارد و لی می تواند نقطه شروع مناسبی باشد.(Dylan J. &Tamiz M., 2010).

بطور کلی،مشخص نمودن نسبت های توازن برای اهداف مختلف،در یک برنامه ریزی چند هدفه،گامی دشوار محسوب می گردد.بدین منظور،(Charnes A.,1977)،روش بازه ای را پیشنهاد میدهند.(O'Leary D.E.,1984)،آنالیز ترکیبی را مطرح مینمایند.بعضی از محققین نیز از مجموعه های فازی و تابع عضویت برای انجام این کار استفاده میکنند(Anvary Rostamy A.A. et al.,2003).

۲-۱۷-۵ برنامه ریزی آرمانی غیر خطی

حل یک برنامه ریزی آرمانی غیر خطی به مراتب سخت تر از حالت خطی آن است.در واقع مقایسه آنها با یکدیگر مانند برنامه ریزی غیر خطی به برنامه ریزی خطی است.این غیر خطی بودن میتواند در آرمانها،تابع هدف و یا قیود رخ دهد.زمان محاسبه در این گونه برنامه ها،بستگی به اندازه مدل و طبیعت غیر خطی بودن مسئله دارد و این ممکن است فرآیند حل مسئله را در زمانی معقولانه

غیر ممکن سازد.برای حل اینگونه مسائل تعداد زیادی الگوریتم خاص وجود دارد.تکنیک های خطی سازی میتوانند برای یافتن جواب های تقریبی بکار روند.از الگوریتم های فرا ابتکاری نیز می توان جهت حل آنها استفاده نمود.البته باید به این نکته توجه شود که امروزه، با توجه به پیشرفت هایی که در حوزه کامپیوتر صورت گرفته است،حل این برنامه های غیر خطی دیگر به مانند گذشته کار سختی نیست و نرم افزارهای قدرتمندی برای حل اینگونه مسائل طراحی شده است (Dylan J. &Tamiz M., 2010).

۲-۱۸ مروری برپیشینه تحقیق

۲-۱۸-۱ کاربردهای برنامه ریزی آرمانی در مدیریت مالی

از زمان توسعه برنامه ریزی آرمانی توسط Cooper و Charnes در سال ۱۹۶۱،تحقیقات فرآوانی در بکارگیری آن در مسائل مالی و حسابداری صورت گرفته است.

در بسیاری از مدلهای تصمیم گیری ، فرض بر این است که شرکت تنها هدف حداکثر سازی سهامداران را دنبال میکند.با این حال، یک شرکت مدرن سازمانی پیچیده است که در آن هر یک از سهامداران تعبیر خودشان را از حداکثر نمودن ارزش با توجه به نگرانیهایی در مورد ریسک،نقدینگی،سلامت کارکنان و...دارند.بنابراین مناسب است که یک رویکرد چند معیاره بهنگام تصمیمگیری درمورد مسائل مالی بکار گرفته شود.برنامه ریزی آرمانی که از تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاره است،در این گونه مسائل میتواند بسیار مفید باشد،زیرا بسیاری از معیارهای مالی میتوانند به صورت هدف بیان شوند (E.Steuera R. & Paul N.B., 2003).

در کارهای بکار گرفته شده در امورمالی، Lee وLerro یک مدل GP برای انتخاب پورتفولیو در شرکت های سرمایه گذاری ارائه دادند(Lee S.M.&Lerro A.J.,1973).

Ignizio ایده چند هدفه را در بودجه بندی سرمایه با یک الگوریتم شاخه و کران GP برای متغیرهای صفر و یک فرموله بندی نمود(Ignizio J.P.,1976).

Fortson وDince ،یک مدل GPبرای مدیریت بانک یک استان ارائه دادند که در آن چهار هدف رقابتی سود،کفایت سرمایه،نرخ وام با وثیقه و نقدینگی ملاحظه شده اند (Fortson J.C. & Dince R.R.,1977).

Korhonen یک روش GPدو مرحله ای ارائه داد که برای مدیریت داراییها و بدهیهای بانک بکار میرفت.مدلش شامل سه دوره برنامه ریزی یک ساله با سناریوهای چند گانه به منظور توصیف عدم اطمینان،تغییر اولویتها و اهداف چند گانه مانند سود مورد انتظار،ریسک،کفایت سرمایه،رشد،روابط مشتری و دیگر جنبه های عملیات بانک میباشد (Korhonen A.,2000).

مزیت GP این است که معیارهای چندگانه میتوانند داخل مدلی شوند که با استفاده از نرم افزارهای بهینه سازی تک معیاره حل می شود (E.Steuera R. & Paul N.B., 2003).

کریمی و مشیری،(کریمی م و مشیری ا،۱۳۸۶)،در طی تحقیقی موردی،با استفاده از برنامه ریزی آرمانی و روش تحلیل سلسله مراتبی،سعی در بهینه سازی مدیریت داراییها و بدهیهای بانک کارآفرین دارند.در این پژوهش،محققین با در نظر گرفتن اهداف چند گانه و روش تحلیل سلسله مراتبی،وزن اهداف را تعیین و در مدل وارد می نمایند .

کیریاکی و کنستانتین(Kyriaki K.&Constantin Z.,2002)،تحقیقی کاربردی در یک بانک یونانی انجام می دهند .افق برنامه ریزی و مبنای اطلاعات یک دوره می باشد .آنها مدل برنامه ریزی آرمانی را با تحلیل های شبیه سازی ترکیب نمودند تا ترازنامه سال بعد بانک را تعیین نمایند .سوال اصلی در مطالعه آنها این بود که ترکیب دارایی ها و بدهی های بانک به طور متوسط با توجه به بازدهی و هزینه و جهت دستیابی به اهداف مشخص مثل حداکثر کردن درامد ناخالص بانک چگونه باید باشد و هدف این مطالعه، ارائه سیستم برنامه ریزی آرمانی در محیط احتمالی با تمرکز عمده بر ریسک تغییر

نرخ بهره بوده است .در این مدل، طبیعت چند هدفه بودن مساله نشان داده شده است و اهدافی همچون نقدینگی، توان پرداخت و متوسط بازده دارایی ها و بدهی ها درنظر گرفته شده است .آنها بیان می کنند که مدیریت دارایی و بدهی با ریسک تغییرات نرخ بهره و به ویژه بهره اوراق قرضه ، بهره سپرده ها و بهره وام ها مرتبط است. تسهیلات و سپرده ها حسابهای عمده ترازنامه بانک ها و منابع سودآوری بانک ها می باشد.

دش و کاجیجی(H. Dash , G.,Kajiji,N.,2005)، با توجه به اینکه بهینه سازی مالی بخش مهمی از تصمیم گیری کارامدتحت شرایط عدم اطمینان است، تحقیقی در زمینه مدیریت دارایی/بدهی جهت نشان دادن بهینه سازی مدلی برای بیمه گران مسئولیت و اموال انجام دادند .مدل مدیریت دارایی /بدهی ارائه شده توسط آنها، راه حل هم زمانی برای مساله تخصیص منابع در محیط با آرمانهای سلسله مراتبی پیچیده براساس مدل میانگین_واریانس مارکویتز ارائه می نماید .روش استفاده شده، برنامه ریزی آرمانی غیر خطی است .مدل بهینه سازی شده در این تحقیق با توجه به اهداف متضاد و پیچیده که بر پرتفولیوی کارآمد حاکم است و درمقابل محدودیت های اجباری که با آن مواجه است، در خصوص اقلام دو طرف ترازنامه تصمیم گیری می کند.

بابایی و همکاران(Babaei H. et al.,2009)، با در نظر گرفتن پنج هدف ریسک،بازده،سود سالانه،رتبه بندی ستاره ای S&P وبازده سالهای آتی،با استفاده از برنامه ریزی آرمانی لکسیکوگرافیک،به بهینه سازی پورتفو می پردازند.آنها با استفاده از مقایسه زوجی اهداف،آنها را رتبه بندی و نظرات تصمیم گیرنده را در مورد آرمانها جویا می شوند،سپس با در نظر گرفتن ماکزیمم و مینیمم هر یک از اهداف،روشی جهت تعیین آرمانهای واقعی تر که تا حد ممکن به نظرات تصمیم گیرنده نزدیک باشد معرفی میکنند و طی ارائه مثالی به تشریح آن می پردازند.نتایج تحقیق حاکی ازآن است که تکنیک بکارگرفته شده منجر به دستیابی به نتایجی بهتر میشود.

تونجو و زوران،(Tunjo P. & Zoran B.,2012)، با استفاده از برنامه ریزی آرمانی،به بهینه

سازی ساختار مالی،و تشریح آن طی ذکر یک مثال می پردازند.آنها در تحقیق خود،با استفاده از بسط تیلور مرتبه اول فرآیند خطی سازی اهداف را حول نقطه بهینه اهداف انجام و اشکال مختلف برنامه ریزی آرمانی را برای مدل خود به کار می گیرند و به این نتیجه دست می یابند که جوابهای بدست آمده از این فرآیند خطی سازی با جوابهای بدست آمده بدون فرآیند خطی سازی یکسان است و این روش می تواند برای حل دیگر مسائل برنامه ریزی چند معیاره با اهداف کسری- خطی بکار گرفته شود.

آگارانا و همکاران(Agarana M.C. et al.,2014)،با استفاده از برنامه ریزی آرمانی Lexicographic،به بهینه سازی مدیریت پورتفوی وام دهی بانکها در اندونزی می پردازند.آنها با در نظر گرفتن اهدافی مانند:نگهداری نرخ بازدهی در حد ۳۵٪،نگهداری نسبت وام به سپرده در حد ۳/۷ ،نگهداری نرخ وامهای نکولی به کل در سطح ۱.۵٪ و نگهداری ترکیب وام برای بانک های همکار و شعبه ها در سطح ۵۰٪ ،وامها را به سه دسته کوتاه مدت،میان مدت و بلند مدت تقسیم و با در نظر گرفتن ۱۲ متغیر تصمیم،مسئله را مدل بندی و حل می کنند.

۲-۱۸-۲ کارهای انجام شده در زمینه های مالی به روشهای MCDM[1]

تصمیم گیری با معیارهای چندگانه(MCDM)، مبحثی است که به فرآیند تصمیم گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض با یکدیگر می پردازد(Colson,1989). در دهه های اخیر با دستیابی به تجهیزات محاسباتی و سیستمهای تصمیم گیری توانمند، امکان انتخاب دقیقتر گزینه ها، تحلیل مشخصه های کمی و کیفی موثر و بررسی اثرات متقابل آنها بر هم فراهم شده است. امروزه با شدت گرفتن مباحث مربوط به تصمیم گیری های چند معیاره در حل مسائل پیچیده، لزوم توجه به تکنیکهای تحلیل تصمیم گیری و بهره گیری از آنها در حل مسائل پیچیده موجود در زمینه های مختلف،بخصوص مدیریت از

[1] Multiple Criteria Decision Making

اهمیت بالایی برخوردارگردیده است.میتوان مدلهای چند معیاره را از نظر تعداد گزینه ها،به دو دسته گسسته و پیوسته تقسیم نمود. اگر تعداد مجموعه جوابهای قابل قبول قابل شمارش باشد، مسأله چند معیاره را گسسته می نامیم(korhonen et al.,1992). اگر تعداد مجموعه جوابهای قابل قبول غیرقابل شمارش باشد، در این صورت مسأله چند معیاره را پیوسته می نامیم.برخی مولفین آنها را به ترتیب MADM[۱]و MODM[۲]نیز نامیده اند(محمد مرادی ا.،اختر کاوان م.،۱۳۸۸).

تا کنون تحقیقات بسیارزیادی در زمینه های مالی با استفاده از روشهای MCDM صورت گرفته است که لیستی از آنها را میتوانید دربررسی صورت گرفته توسط E.Steuer R & Paul (N.B.,2003) مشاهده نمایید. در این لیست ۲۶۵ مقاله و منبع ذکر شده است که ۷۷ تا از آنها به تحلیل پورتفو،۴۵تا به برنامه ریزی عمومی مالی،۴۲تا به بودجه بندی سرمایه،۳۰ تا به نرخ بهره و تحلیل ریسک،پیش بینی و طبقه بندی،۲۱ تا به سرمایه در گردش و مدیریت بانک تجاری،۱۷تا به حسابرسی،حسابداری،بیمه و مدیریت بودجه و صندوق بازنشستگی،۱۷ تا به سازمانهای دولتی و غیر انتفاعی و۱۶ تا به برنامه ریزی استراتژیک،ادغامها و اکتسابات اختصاص دارد. همچنین بر اساس نوع روش بکارگرفته شده دراین منابع،برنامه ریزی آرمانی با ۱۰۳ مقاله در رتبه نخست و پس از آن برنامه ریزی چند هدفه[۳] با ۸۳ مقاله قرار دارد.بقیه روشهای بکار گرفته شده نیز شامل MCDA[۴] با ۴۵ مقاله،AHP[۵] با ۱۸ مقاله و MAUT[۶] با ۸ مقاله می باشند.

از مجموعه این مقالات می توان فهمید که بیشتر دنیای امور مالی،بویژه در جنبه های

[۱] Multi- Attribute Decision Making
[۲] Multi- Objective Decision Making
[۳] Multi-Objective Programming
[۴] Multi-criteria decision analysis
[۵] Analytic hierarchy process
[۶] Multi-attribute utility Theory

مدیریتی،پیچیده و در محیطی با اهداف متعارض قرار می گیرد.در ادامه به برخی دیگر از تحقیقات انجام شده در زمینه تأمین مالی و زمینه های مرتبط داخلی و خارجی اشاره میگردد.

انواری رستمی و حبیبی،(انواری رستمی ع.ا. وحبیبی ح.،۱۳۸۳)، مدل ریاضی برنامه ریزی پویای احتمالی را جهت مدیریت داراییها و بدهیهای شرکت های بیمه ایران، با تأکید بر فعالیت های سرمایه گذاری بکار می گیرند.سپس طی یک مطالعه موردی،آنها مدل پیشنهادی خود را با مدل برنامه ریزی پویای قطعی و با تصمیمات سرمایه گذاری شرکت بیمه آسیا در وضعیت کنونی آن مقایسه می کنند.آنها داده های مورد نیازمدل خود را از داده های تاریخی فصلی بین سالهای ۱۳۷۰-۱۳۸۰ استخراج میکنند.نتایج آزمون مدلها حاکی از آن است که تصمیمات سرمایه گذاری پیشنهادی ارائه شده توسط مدل برنامه ریزی پویای احتمالی نه تنها با نتایج برنامه ریزی پویای قطعی متفاوت و برتر از آن است،بلکه با تصمیمات کنونی سرمایه گذاری در شرکت بیمه آسیا،که آن را متوسط عملکرد واقعی شرکت طی سالهای مذکور در نظر می گیرند نیز تفاوتی چشمگیر داشته و برتر از آن است.

نوروش (نوروش ا.،۱۳۸۴)، رابطه بین شیوه های تأمین مالی و هزینه سرمایه را دربورس اوراق بهادار تهران طی سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ مورد بررسی قرار داد و نتایج بدست آمده حاکی از آن است که در اکثر موارد، بین شیوه های تأمین مالی و درصد تغییرات هزینه سرمایه رابطه خطی وجود دارد ولی معنی دار بودن این رابطه بسته به نوع شیوه تأمین مالی و سال مورد رسیدگی متفاوت می باشد.

ستایش و همکاران (ستایش م .ح. و همکاران،۱۳۸۸)، الگوریتم ژنتیک را در تعیین ساختار بهینه سرمایه شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به کار می گیرند.در این پژوهش،نسبت بدهی به مجموع داراییها به عنوان ساختار سرمایه تعریف گردیده است.آنها پس از بررسی همبستگی ساختار سرمایه و سودآوری۳۰۰ شرکت پذیرفته شده در ۱۲ صنعت و حصول اطمینان از وجود رابطه معنی دار بین این دومتغیر، به تعیین ساختار بهینه سرمایه در سطح کل شرکتها و همچنین در صنایع مختلف از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۶پرداخته اند .نتایج همبستگی حاکی از آن است که رابطه ساختار

سرمایه و سودآوری به تعریف متغیرسودآوری بستگی دارد. به دلیل وجود رابطه معنی دار بین ساختار سرمایه و نرخ بازده دارایی ها درسطح کل شرکت ها و همچنین صنایع مختلف، از این متغیر به عنوان معیار سودآوری و عامل تعیین کننده ساختار بهینه سرمایه در الگوریتم ژنتیک استفاده شده است . نتایج تحقیق آنها حاکی از آن است که بیشترین سودآوری در ازای استفاده کمتر از اهرم مالی (بدهی) حاصل شده است. این یافته با نتایج همبستگی ، مبنی بر وجود رابطه منفی بین ساختار سرمایه و نرخ بازده داراییها مطابقت دارد.

سلیمانی فر و همکاران (سلیمانی فر ر. و همکاران، ۱۳۸۹)،در مقاله خود با عنوان" بررسی رابطه بین وجوه نقد ناشی از فعالیتهای تأمین مالی و بازده سهام در شرکتهای پذیرفته شده در بورس تهران"به این نتیجه رسیدند که رابطه معنا داری بین وجوه نقد ناشی از فعالیت های تأمین مالی و بازده سهام شرکت های بورسی وجود ندارد.

ولی پور و همکاران (ولی پور و همکاران،۱۳۹۰)، به بررسی روند تغییرات نسبت بدهی و میانگین موزون هزینه سرمایه وهمچنین به بررسی رابطه بین نسبتهای بدهی و میانگین موزون هزینه سرمایه درشرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. یافته های تحقیق نشان داد که بر خلاف نظریه سنتی که حاکی از وجود رابطه خطی و معنی داری بین ساختار سرمایه و میانگین موزون هزینه سرمایه می باشد، هیچگونه ارتباط خطی و معنی داری بین این دو متغیر وجود ندارد.

شیخ و همکاران (شیخ م.ج. و همکاران،۱۳۹۲)، تأثیر نرخ تورم بر تأمین مالی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران(از طریق بدهیهای بانکی و انتشارسهام) را مورد بررسی قرار می دهند.آنها با در نظر گرفتن نرخ هزینه سرمایه، ریسک مالی، نسبت مالکانه و نرخ بازدهی کل به عنوان متغیرهای تعدیل کننده ،تحقیق خود را انجام می دهند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان میدهد که نرخ تورم بر تأمین مالی از طریق بدهی بانکی، تأثیر بیشتری نسبت به تأمین مالی از طریق انتشار سهام دارد .

همچنین، مشاهده شد که ریسک مالی دارای بیشترین تأثیر بر تأمین مالی از هر دو طریق و نیزنسبت مالکانه دارای کمترین تأثیر برای تأمین مالی از طریق بدهی و نرخ بازدهی کل دارای کمترین تأثیر برای تأمین مالی از طریق انتشار سهام است. با توجه به این نکته، این تأثیر در تأمین مالی از طریق بدهی بانکی رابطه مستقیم داشته، ولی در تأمین مالی از طریق انتشارسهام منفی است.

از تحقیقات انجام شده با استفاده از مفهوم فازی ،میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

دووال و آلن (Duval Y.& Allen M F., 1999) ،در تحقیق خود،با استفاده از منطق فازی و برنامه ریزی تعاملی،به بهینه سازی پورتفو پرداختند.آنها با تعریف تابع عضویت برای ریسک و بازده،طی یک مثال و با در نظر گرفتن اوزان مختلف برای ریسک و بازده،با توجه به ریسک گریز بودن سرمایه گذار ،با استفاده از L_p مسئله را حل نمودند.

پارا و همکاران(Parra M.A et al.,2001)، به انتخاب پورتفو با استفاده از برنامه ریزی آرمانی با رویکرد فازی پرداختند.آنها در تحقیق خود،با در نظر گرفتن سه معیار ریسک،بازده و نقدینگی،آرمانها و قیود را به صورت فازی در نظر گرفتندو مدل پیشنهادی خود را در صندوق های سرمایه گذاری مشترک اسپانیا، با در نظر گرفتن ۱۳۲ صندوق بکار بردند.

چیانگ لین و لین (Chiang Lin C.Y & Lin C.C.,2008)،با استفاده از برنامه ریزی آرمانی فازی، به برنامه ریزی مالی فردی می پردازند.آنها در برنامه ریزی خود، با در نظر گرفتن اهداف متعدد و متضاد یک فرد در طول زندگیش،مدل Max-Min معرفی شده توسط Lin در سال ۲۰۰۴ را بکار می گیرند.نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان دهنده برتری چشمگیر برنامه ریزی آرمانی فازی بر برنامه ریزی آرمانی معمولی است.

هوانگ و چن(Huang L & Chen L.H.,2009)، با استفاده از مفهوم فازی، به بهینه سازی پورتفو در صندوق سرمایه گذاری مشترک می پردازند.محققین،از اعداد فازی مثلثی جهت احتساب عدم

اطمینان در مورد ریسک بازده استفاده می نمایند و داده های خود را از صندوق های سرمایه گذاری مشترک تایوان طی یک نمونه با ۱۲۲صندوق جمع آوری و با استفاده از تکنیک خوشه بندی، آن را به چهار دسته تقسیم و دو دسته را که از بقیه مهمتر است در مدل خود وارد می نمایند.

طالبی(طالبی آ،۱۳۸۹)،با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری به بهینه سازی سبد سهام می پردازد.در این تحقیق،با بکارگیری چهار الگوریتم ابتکاری جدید و پر کاربرد ژنتیک، ترکیب ژنتیک و نلدر -مید، گروه ذرات(کوچ پرندگان) و رقابت استعماری به مسئله بهینه سازی پورتفوی در بازار بورس اوراق بهادار تهران و از بین سهام 50 شرکت برتر پرداخته می شود تا سبدهایی بهینه، دارای ریسک کمینه و بازده بیشینه– به طور همزمان - انتخاب گردند.

اسلامی و همکاران(اسلامی بیدگلی و همکاران۱۳۹۰)،با استفاده از برنامه ریزی آرمانی و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی،به مدیریت بهینه داراییها در بانکها می پردازند.در این پژوهش، ابتدا با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی آرمانها تعریف، اولویت بندی و درجه اهمیت آنها مشخص گردید، سپس با استفاده از برنامه ریزی آرمانی تخصیص منابع صورت می گیرد.آنها مدل پیشنهادی برنامهریزی خود را در یکی از بانکهای کشور مورد آزمون قرار می دهند که به دلیل حفظ اسرار بانک مورد نظر، آن را با عنوان بانک A در نظر می گیرند .نتایج حاکی از این بود که استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی می تواند مدیران را در جهت تخصیص بهینه منابع به منظور بازدهی بالاتر یاری رساند.

۲-۱۸-۳ مدلهای برنامه ریزی مالی

انسان عموماً جهت اجرای تصمیم گیری یکی از دو روش ،آزمون و خطا و یا روش مدلسازی را برمی گزینند.در روش آزمون و خطا، تصمیم گیرنده با واقعیت برخورد می کند. بدین ترتیب که یکی از گزینه ها را انتخاب کرده ونتیجه را مشاهده می کند، چنانچه خطای تصمیم زیاد بوده و مشکلاتی بروز کند تصمیم را عوض کرده و گزینه ای دیگر را انتخاب می کند.در روش مدل سازی، تصمیم گیرنده مسأله واقعی را مدل سازی نموده، عناصر آن و تأثیر آنها بر یکدیگر را مشخص می نماید و به

تجزیه و تحلیل مدل و پیش بینی عملکرد مسأله واقعی می پردازد. در یک بررسی و اظهار نظر کلی گفته می شود که مدلسازی عموماً یک فرآیند بوده که نیازمند کار کارشناسی متناسب می باشد. استفاده از متخصصین در امر مدلسازی ضروری بوده و در مقابل فوائد، صرفه جویی در هزینه،صرفه جویی در زمان،پیش بینی رفتار و عملکرد سیستم وکمک به اهداف آموزشی را به همراه دارد(محمد مرادی ا. و اختر کاوان م.،۱۳۸۸).

بیشتر مدلهای برنامه ریزی مالی، مدلهای شبیه سازی شده ای می باشند که منعکس کننده بکارگیری استراتژی های مختلف، با در نظر گرفتن مفروضاتی در مورد آینده است.مدلها از نوع ساده و عمومی تا مدلهایی با صدها معادله و متغیر قابل دسته بندی میباشند.

پیچیده نمودن مدلها،با در نظر گرفتن تعداد زیادی از جزئیات،از کارایی آنها می کاهد.مدل (Charleton ,1970) ،نقطه شروعی برای گسترش مدلهای ساده محسوب می گردد.مدل او شامل یک تابع هدف ،که قیمت سهام شرکت را ماکزیمم میکند، با در نظر گرفتن هشت قید میباشد.این قیود را می توان به صورت سه دسته تعریفی،منابع و استفاده از وجوه و پنج قید پوشش بهره،ماکزیمم اهرم مالی،محدودیتهای پیش پرداخت ها،کمینه نمودن رشد تقسیم سود،محدودیت بازپرداخت ها و محدودیت بازپرداخت های تجمعی دسته بندی نمود(Tarrazo M.&Gutierrez L., 2000).

سیلی(Sealey Jr.C.W.,1978)،با استفاده از GP و MOBLP[۱]،ضمن طراحی مدل برنامه ریزی مالی یک بانک تجاری، به بهینه سازی تراز نامه آن میپردازد.مدل پیشنهادی او تنها شامل یک دوره میباشد که میتوان آن را برای چندین دوره نیز گسترش داد.در این مدل برنامه ریزی، با در نظر گرفتن دو هدف سود و قدرت بازپرداخت دیون به همراه سایر قیود ترازنامه ای،با هر دو روش بهینه سازی صورت میگیرد و محقق به این نتیجه میرسد که مدل MOBLP بر مدل GP برتری دارد چرا که

[۱] Multiobjective Linear Programming

گزینه های بیشتری را در اختیار تصمیم گیرنده قرار می دهد.

مولوی و ولادیمیمیرو(Mulvey J.M.,1992)، برنامه ریزی شبکه تصادفی را در چهارچوب شبکه های عمومی چند سناریویی جهت برنامه ریزی ریزی مالی به اجرا در آورده اند.

ترازو و گوتیرز(Tarrazo M.&Gutierrez L., 2000) ،مدل برنامه ریزی خود را با در نظر گرفتن یک تابع هدف و چهار قید:تعریفی،تساوی منابع و استفاده از وجوه،ماکزیمم اهرم مالی و محدودیت های بازپرداخت معرفی میکنند.این مدل در واقع ساده شده مدل Charleton میباشد.بعلاوه،آنها با استفاده از مفهوم فازی،برای پیشبینی پارامتر های مدل خود از بازه ها استفاده میکنند و بدین ترتیب عدم اطمینان را نیزدر مدل پیشنهادی خود در نظر میگیرند.

مطالعات سنتی مالی،میزان بهره گیری از اهرم مالی،سیاست سود سهام پرداختی،ریسک و عدم اطمینان،هزینه های تأمین مالی،درآمد هر سهم و ترکیب منابع تأمین مالی را به عنوان متغیرهای مالی در نظر گرفته و اثرات آنها را بر ارزش شرکت مورد بررسی قرار می دهند.

انواری رستمی و همکاران(Anvary Rostamy A. A et al.,2003) ،روابط زیر را بین متغیر های مالی و ارزش شرکت در نظر می گیرند:

- ارزش شرکت به دلیل اثر مالیات بر هزینه سرمایه افزایش خواهد یافت.
- رشد مورد انتظار عایدات شرکت بر ارزش آن موثر است.
- حداکثر نمودن درآمد هر سهم،حداکثر کننده قیمت سهام یا ارزش شرکت نیز می باشد.
- در واقعیت و عمل، درجه اهرم مالی بر ریسک و هزینه تأمین مالی و در نهایت بردرآمد هر سهم و ارزش شرکت موثر است.
- خط مشی سود سهام بر نقدینگی و استراتژی تأمین مالی شرکتها موثر است.

- مالیات بر هزینه تأمین مالی واقعی، تأمین مالی، سرمایه گذاری انتخابی و خط مشی سود سهام موثر است.
- ریسک مالی بر هزینه و استراتژی تأمین مالی، دیدگاه سرمایه گذاران در خصوص سود سهام، و ارزش شرکت موثر است.
- هزینه تأمین مالی عاملی مهم در تعیین ساختار مالی بهینه است.

آنها ابتدا مدل ساده تک هدفه زیر را گسترش می دهند:

فرض کنید منابع خارجی تأمین مالی شرکت X عبارتند از بدهی، سهام ممتاز و سهام عادی.همچنین تنها هدف این شرکت نیز تأمین مالی مورد نیاز خود به شرط حداکثر نمودن حقوق صاحبان سهام یا همان EPS باشد.با تعریف نمودن:

EBIT:درآمد قبل از بهره و مالیات مورد انتظار، N: تعداد سهام موجود در شرکت قبل از تأمین مالی خارجی،

IE_0: هزینه بهره به غیر از هزینه های بهره جدید،

b_0:سود سهام ممتازپرداختی به سهامداران قبلی.

C_1: نرخ بهره بدهی مورد انتظار، V: قیمت بازاری مورد انتظار هر سهم شرکت،

C_2: نرخ سود سهام ممتاز مورد انتظار، T : نرخ مالیات بر درآمد مورد انتظارشرکت در سال مالی جدید،

X_i: مبلغی که باید ازهر منبع i $;i = 1,2,3$ ،تأمین مالی شود.

معادله درآمد هر سهم را می توان بشرح زیر بیان نمود:

(۷-۲)

$$EPS = \frac{(1-T)(EBIT - IE_0 - C_1 x_1) - b_0 - C_2 x_2}{N + \frac{x_3}{V}}$$

این معادله را براحتی می توان برای مواردی با هر تعداد منبع تأمین مالی تعمیم داد. برای حالتی با n منبع مالی (r طبقه بدهی، k طبقه سهام ممتاز، و h طبقه سهام عادی ، جایی که n=r+k+h)، تعیین میزان نیاز مالی، حداکثر ظرفیت تأمین مالی از هر منبع تأمین مالی و محدودیتهای غیر منفی بودن متغیر ها می توان مدلی ریاضی با تابع کسری بشرح زیر را ارائه نمود:

(۸-۲)

$$\text{Max EPS} = \frac{(1-T)(EBIT - IE_0 - \sum_{i=1}^{r} CiXi) - b_0 - \sum_{i=r+1}^{r+k} CiXi}{N + \sum_{i=r+k+1}^{n} \frac{Xi}{Vi}}$$

s.t.

$x_i \le d_i \quad i=(1,2,\ldots,n)$

$\sum xi = U \quad i=(1,2,\ldots,n)$

$x_i \ge 0 \quad i=(1,2,\ldots,n)$

جایی کهd_i و U بترتیب حداکثر ظرفیت تأمین مالی از منبع تأمین مالی iام و وجوه مورد نیاز دوره می باشند. بدیهی است اگر هر یک از $EBIT, T, C_1, C_2, \ldots, C_r, C_{r+1}, \ldots, C_{r+k}, \ldots, C_n$ و V_i ها تغییر کند درآمد هر سهم (EPS) و درنهایت استراتژی تأمین مالی شرکت تغییر خواهد کرد. (EPS) تابعی صعودی از $EBIT, V_i$ و تابعی نزولی از$T, C_1, C_2, \ldots, C_r, C_{r+1}, \ldots, C_{r+k}$ می باشد.

زمانی که به ازای کلیه مقادیر $i=(r+k+1),\ldots,n$ داشته باشیم $x_i=0$ ، مقادیر $(1-T)C_i$ ها را برای کلیه مقادیر $i=1,..,r$ و C_i ها رابرای کلیه مقادیر $i=(r+1),\ldots,(r+k)$ محاسبه نمایید. $r+k$ منبع تأمین مالی را بر حسب مقادیر بدست آمده برای هزینه تأمین مالی شان از کمترین هزینه تا بیشترین هزینه فهرست و رتبه بندی نمایید. بترتیب فهرست، از منبعی که کمترین هزینه را دارد اقدام به بهره گیری از حداکثر ظرفیت آن نمایید تا مقدار تأمین مالی شده برابر با مقدار مورد نیاز شرکت یا برابر با U شود.

زمانی که به ازای کلیه مقادیر $i=(r+k+1),\ldots,n$ داشته باشیم $x_i>0$ ،یعنی از سهام عادی تأمین مالی کنیم، با توجه به مقدار EBITو مقادیرCiXi$\sum$ها در معادله وضعیت های مختلفی خواهیم داشت.بنابر این، EBIT عاملی مهمی در تأمین مالی بهینه شرکت بشمار می آید. در این مدل ساده، تحلیل گر باید اثرات گزینه های تأمین مالی بر یک هدف (حداکثر سازی درآمد هر سهم) را مورد بررسی قرار دهد.

در موارد واقعی و پیچیده تر، تحلیل گر یا تصمیم گیرنده باید اثرات گزینه های تأمین مالی بر اهدافی متعدد و متضاد را طی دوره هایی متعدد مورد بررسی قرار دهد. بعبارتی دیگر، مسئله انتخاب جواب بهینه:

(۹-۲)

$$X^{*}=\begin{pmatrix} X11 & \cdots & X1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Xm1 & \cdots & Xmn \end{pmatrix}$$

خواهد بود که در آن:

xij: مقداری که از منبع j در دوره i ام باید تأمین مالی گردد خواهد بود، به نحوی که مقدار تابع هدف (مطلوبیت) تصمیم گیرنده حداکثرگردد(m تعداد دوره ها و n تعداد منابع تأمین مالی میباشد).

سپس، آنها با طراحی برنامه ریزی عدد صحیح مختلط به طراحی مدل تأمین مالی چند دوره ای شرکت می پردازند.در مدل مذکور،محققین با در نظر گرفتن پنج هدف تأمین مبلغ مورد نیاز شرکت در هر دوره برنامه ریزی،حداکثر سازی سود سهام،حداقل نمودن هزینه های تأمین مالی،حفظ نرخ پوشش هزینه های بهره و ساختار سرمایه در سطحی مطلوب ،به همراه فرصت های سرمایه گذاری،ضمن ارائه مثالی جهت تشریح مدل عدد صحیح مختلط خود،فرآیند بهینه سازی را انجام می دهند.لازم به ذکر است که در مدل ارائه شده،اهداف به صورت خطی در نظر گرفته میشوند.آنها در مدل خود فرض می کنند که اوزان مربوط به انحرافات، توسط فرآیند سلسله مراتبی تعیین میگردند.

طغیانی (طغیانی ع،۱۳۸۲) در تحقیق خود،با استفاده از روش بکار گرفته شده در تحقیق قبلی،از آن برای بهینه سازی فرآیندتأمین مالی شرکت ایران خودرو استفاده می نماید.در این تحقیق،محقق با تخمین پارامترهای مدل از طریق صورت های مالی ده سال گذشته شرکت و نظر متخصصین مالی شرکت،با اولویت بندی اهداف به ترتیب به صورت: ۱)تأمین مبلغ مورد نیاز شرکت ۲،)درآمد هر سهم ،۳)درآمد سرمایه گذاریها، ۴)متوسط هزینه های تأمین مالی، ۵)رعایت دقیق نسبهای مالی و ۶)ریسک مالی، مدل مربوطه را با استفاده از برنامه ریزی آرمانی Lexicographic حل می کند.

علیمردانی (Alimardani M.,2014) ، برنامه ریزی مختلط عدد صحیح تصادفی را با استفاده از ساختار جریان شبکه ای،جهت مسائل برنامه ریزی مالی بکار میگیرد.در این پژوهش،محقق به گسترش مدلی برای مدیریت و طراحی پورتفو می پردازد که ضمن در نظر گرفتن جزئیات مربوط به دنیای واقعی،عدم اطمینان بازارها را نیز مد نظر قرار میدهد.مدل وی فاکتورهایی مانند تنوع،نظارت پویا و بازنگری از پورتفوی تشکیل شده و عدم اطمینان ناشی از بازارها و آینده را با در در نظر گرفتن قیود محدودیت هزینه مبادله یا تعداد مبادلات مد نظر قرار میدهد.در حقیقت این مدل به بهینه سازی پورتفو با استفاده از برنامه ریزی پویا ی چند دوره ای می پردازد.

علیرغم عصر کامپیوتر،مدلهای برنامه ریزی برخلاف آنچه که تصور می شد،نقش چندانی در تصمیم های مدیریتی ندارند.یکی از دلایل آن میتواند در نظر نگرفتن عدم اطمینان در این مدلها باشد و دلیل دیگر میتواند عدم پویایی و جامعیت اینگونه مدلها باشد.بنابراین یک مدل کاربردی برنامه ریزی مالی باید عدم اطمینان را نیز در نظر بگیرد(Tarrazo M.&Gutierrez L., 2000).

بیشترمدلهای بکارگرفته شده درزمینه مالی،برنامه ریزی آرمانی سنتی را مورد استفاده قرار می دهند.در اینگونه از مدلها لازم است که تصمیم گیرنده مقدار دقیقی از آرمان را برای هر هدف بیان نماید.به طور کلی این وظیفه برای تصمیم گیرنده دشوار است، مخصوصاً هنگامی که تعداد اهداف زیاد باشند.بکارگیری تئوری مجموعه فازی به همراه برنامه ریزی آرمانی میتواند به تصمیم گیرنده کمک نماید عدم اطمینان را نیز در مدل وارد نماید.در این تحقیق،از آنجایی که فرآیند تأمین مالی با استفاده از تئوری فازی تا کنون صورت نپذیرفته است،از برنامه ریزی آرمانی فازی جهت انجام این امر استفاده میگردد.بکارگیری این مدل،فرآیند تصمیم گیری را برای تصمیم گیرنده آسانتر میکند،چرا که به طور مستقیم میزان مطلوبیت اوقابل ارزیابی است.همچنین از آنجایی که تعداد اهداف زیاد و با یکدیگر در تضادند در این مدل، با تعیین اوزان مربوط به اهداف توسط F-AHP ، برخلاف مدل Lexicographic که منجر به عدم دستیابی به برخی از آرمانها میشود، بین آنها تعادلی برقرار میکند که منجر به حداکثر رضایتمندی تصمیم گیرنده میگردد.در بخش بعد به تشریح مدل مربوطه پرداخته میشود.

۳ - فصل سوم:

روش شناسی تحقیق

۳-۱ مقدمه

هدف این فصل ارائه راهکاری جهت تأمین مالی بهینه از منابع مختلف،با در نظر گرفتن همزمان اهداف چندگانه شرکت طی چند دوره می باشد.به عبارت دیگر،فرض کنید شرکتی میتواند وجوه مورد نیاز خود را در دوره j از n_j منبع مالی تأمین نماید،حال این سوال مطرح میشود که شرکت از کدام منبع و از هرکدام چقدر، بنا بر نیاز خود باید تأمین مالی نماید به گونه ای که به اهداف چندگانه خود(mهدف $z_1,z_2,\ldots,z_m$)به نحوی که برای شرکت قابل قبول باشد،دست یابد؟ازآنجایی که این اهداف ممکن است با هم سازگار نباشند و نیز به دلیل عدم اطمینان تصمیم گیرندگان از مقدار دقیق آنها،از برنامه ریزی آرمانی فازی جهت حل این مشکلات استفاده میگردد.لازم به ذکر است که به دلیل غیر خطی بودن برخی از اهداف،با یک برنامه ریزی غیر خطی مواجه هستیم.جهت تشریح مدل مذکور،در این فصل ابتدا منطق فازی، برخی از مهمترین صورت های متداول برنامه ریزی آرمانی فازی و تکنیک F-AHP معرفی میگردند،سپس ضمن فرموله نمودن اهداف تأمین مالی،نحوه حل مدل مذکور تشریح میگردد.

۳-۲ منطق فازی

در بسیاری از مواقع،داده های ورودی معمولا به دلیل کمبود ویا نبود اطلاعت،نادقیق و یا نامطمئن هستند.بنابراین برای توصیف عدم اطمینان،متغیرهای فازی مورد استفاده قرار می گیرند. این منطق اولین بار در پی تنظیم نظریه مجموعه‌های فازی به وسیله پروفسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ در صحنه محاسبات نو ظاهر شد. واژه ی فازی به معنای غیر دقیق، ناواضح و مبهم است.

مدلهای سنتی یا کلاسیک،اغلب پیچیدگی سیستمها را،خصوصاً هنگام دخالت انسان مد نظر قرار نمیدهند.در مقابل،مجموعه ها ی فازی، ابزارهایی کارا برای مدلبندی به هنگام کمبود اطلاعات کامل،دقیق

و پیچیده مالی و مدیریت محسوب میگردند(Bojadziev G., 2007).

در ادامه مفاهیم اصلی مربوط به منطق فازی ، که کاربرد بیشتری در مدیریت دارند،به طور اجمالی معرفی میگردند.

۳-۲-۱ مجموعه های فازی

یک مجکوعه فازی $\mathcal{A}$ با یک زوج مرتب به صورت زیر تعریف میگردد:

$$\mathcal{A} = \{(x, \mu_{\mathcal{A}}(x)) \mid x \in A, \mu_{\mathcal{A}}(x) \in [0,1]\}, \qquad (۱-۳)$$

که در آن تابع عضویت μ ،درجه عضویت عضو x در مجموعه A را به مجموعه فازی $\mathcal{A}$ نشان میدهد.اصولاً یک مجموعه فازی را همان تابع عضویت مربوطه در نظر میگیرند(Bojadziev G., 2007).

۳-۲-۲ اعداد فازی

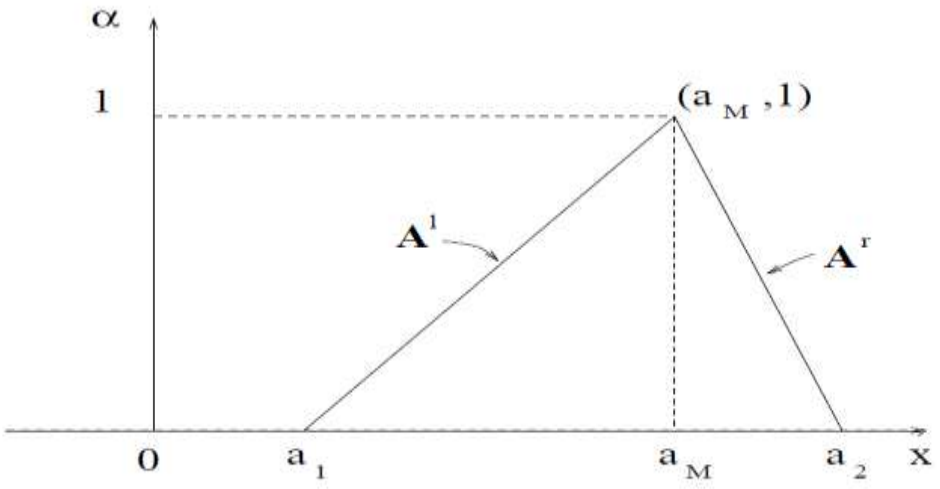
یک عدد فازی روی مجموعه عام R ،به صورت یک مجموعه فازی نرمال(نمودار آن دارای مقدار ۱ درقله باشد)ومحدب(نمودار آن محدب باشد)،تعریف میگردد.از پرکاربردترین اعداد فازی میتوان اعداد فازی مثلثی وذوزنقه ای رانام برد(Bojadziev G., 2007).

۳-۲-۳ اعداد فازی مثلثی

عدد مثلثی $A=(a_1, a_M, a_2)$،با تابع عضویت $\mu_A(x)$،روی مجموعه R بصورت زیر تعریف میگردد:

$$\mathbf{A} \triangleq \mu_{\mathbf{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_M-a_1} & \text{for } a_1 \le x \le a_M, \\ \frac{x-a_2}{a_M-a_2} & \text{for } a_M \le x \le a_2, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases} \qquad (۲-۳)$$

جایی که $[a_1,a_2]$،بازه قابل قبول و نقطه $(a_M,1)$ قله نام دارند که با نمودار (۳-۱) نشان داده میشود.



نمودار ۳- ۱عدد فازی مثلثی(Bojadziev G., 2007)

۳-۲-۴ اعداد فازی ذوزنقه ای

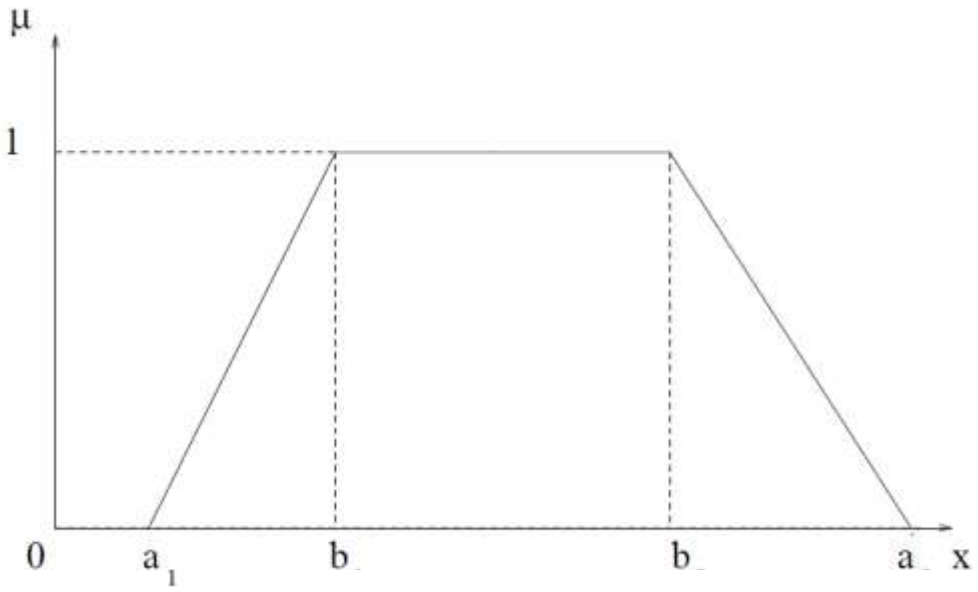
این اعداد که با چهارتایی؛

$$\mathbf{A} = (a_1, b_1, b_2, a_2).$$

نشان داده می شوند،به صورت زیر نیزتعریف میگردند:

$$\mathbf{A} \triangleq \mu_{\mathbf{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{b_1-a_1} & \text{for } a_1 \le x \le b_1, \\ 1 & \text{for } b_1 \le x \le b_2, \\ \frac{x-a_2}{b_2-a_2} & \text{for } b_2 \le x \le a_2, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \qquad (۳-۳)$$

و با نمودار (۳-۲) ترسیم میگردند:

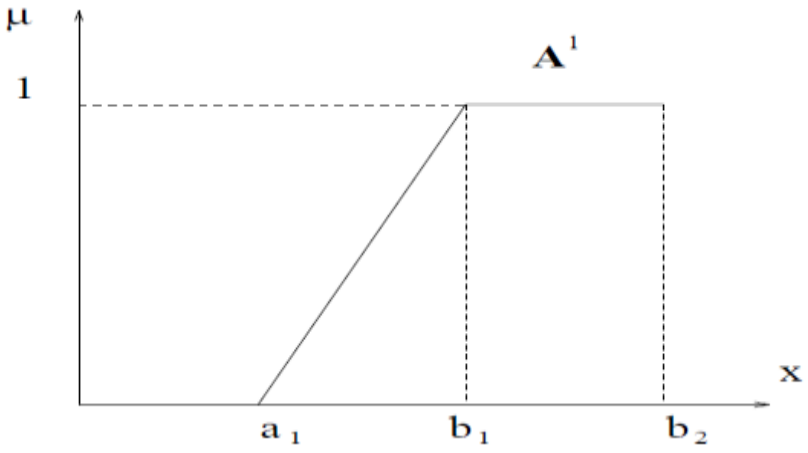


نمودار ۳- ۲عدد فازی ذوزنقه ای(Bojadziev G., 2007)

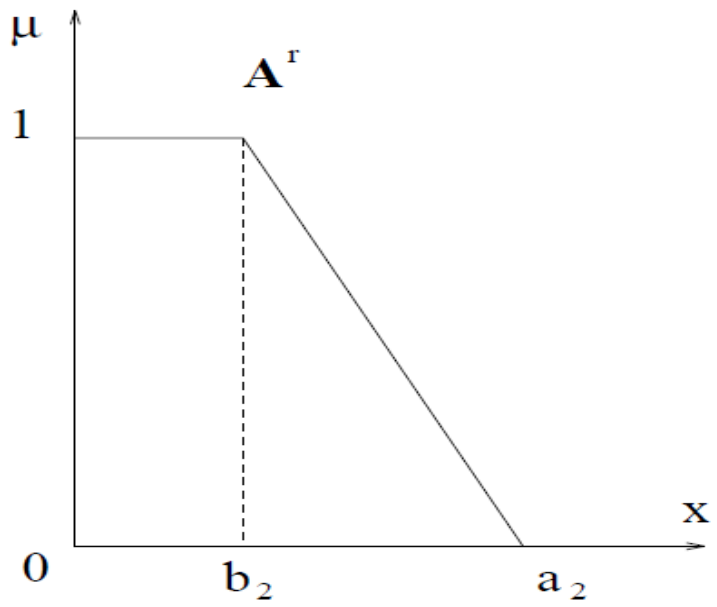
واضح است که اعداد مثلثی حالت خاصی از اعداد ذوزنقه ای هستند.

۳-۲-۵ اعداد فازی ذوزنقه ای چپ و ذوزنقه ای راست

این اعداد نیز حالت خاصی از حالت فوق می باشند که به ترتیب بصورت نمودارهای(۳-۳) و(۳-۴)نشان داده می شوند:



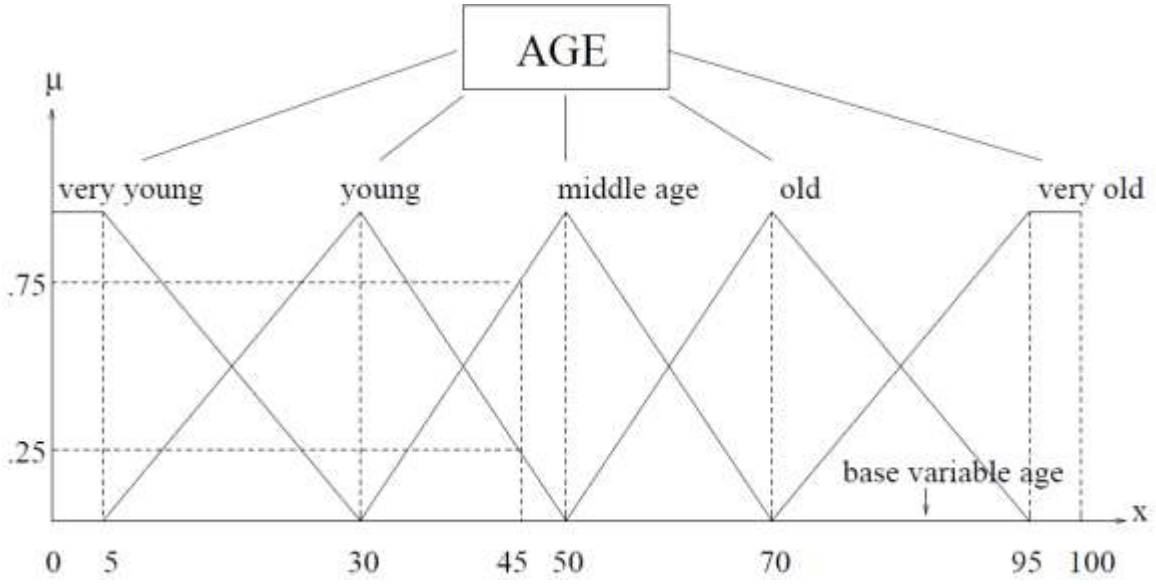
نمودار ۳- ۳ اعداد فازی ذوزنقه ای چپ(Bojadziev G., 2007)



نمودار ۳- ۴اعداد فازی ذوزنقه ای راست(Bojadziev G., 2007)

۳-۲-۶ متغیر های کلامی

به متغیر هایی که ارزش آنها به صورت کلمات یاجملات بیان میگردد،متغیرهای کلامی گفته میشود.به عنوان مثال واژه "سن" را در زبان طبیعی در نظر بگیرید؛طبق نظر افراد مختلف، با تعابیر گوناگونی روبرو میشویم و نمیتوان آن را به طور دقیق مشخص نماییم.با بکارگیری مجموعه های فازی، میتوان آن را به طور تقریبی توصیف نمود.در واقع "سن"متغیری است کلامی که ارزشهای آن عبارتند است از:خیلی جوان،جوان،میان سال،پیر و خیلی پیر.فرض کنید این تعابیر در بازه سنی 0 تا 100 بکار برده شوند.در این صوررت می توان برای هر کدام از آنها یک تابع عضویت در نظر گرفت.این روند به خوبی درنمودار (۳-۵) تشریح شده است:



نمودار ۳- ۵بیان سن به صورت فازی(Bojadziev G., 2007)

و توابع عضویت آنها به صورت زیر میباشد:

$$\mu_{very\ young}(x) = \begin{cases} 1 & \text{for} \quad 0 \le x \le 5, \\ \frac{30-x}{25} & \text{for} \quad 5 \le x \le 30, \end{cases}$$

$$\mu_{young}(x) = \begin{cases} \frac{x-5}{25} & \text{for} \quad 5 \le x \le 30, \\ \frac{50-x}{20} & \text{for} \quad 30 \le x \le 50, \end{cases}$$

$$\mu_{middle\ age}(x) = \begin{cases} \frac{x-30}{20} & \text{for} \quad 30 \le x \le 50, \\ \frac{70-x}{20} & \text{for} \quad 50 \le x \le 70, \end{cases}$$

$$\mu_{old}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{20} & \text{for} \quad 50 \le x \le 70, \\ \frac{95-x}{25} & \text{for} \quad 70 \le x \le 95, \end{cases}$$

$$\mu_{very\ old}(x) = \begin{cases} \frac{x-70}{25} & \text{for} \quad 70 \le x \le 95, \\ 1 & \text{for} \quad 95 \le x \le 100. \end{cases}$$

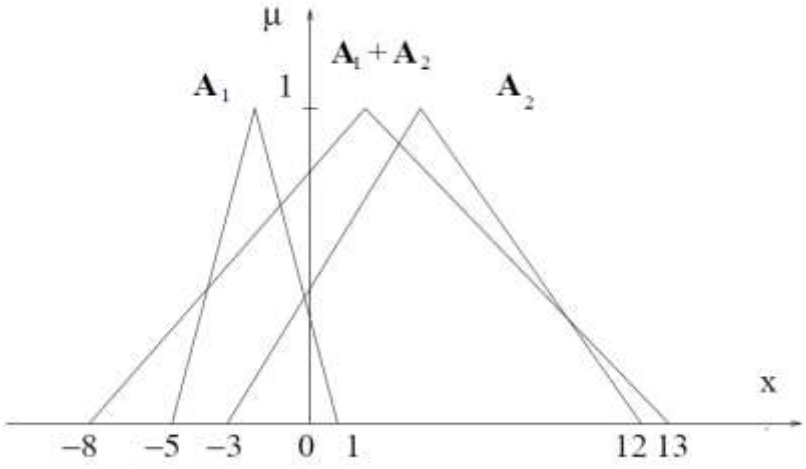
به عنوان مثال فردی که ۴۵ سال سن دارد ۲۵٪ جوان و ۷۵٪ میانسال محسوب میگردد.متغیر های کلامی کاربرد بسیار مهمی در مدیریت مالی و سیستم ها ی مدیریت دارند(Bojadziev G., 2007).

۳-۲-۷ استفاده از میانگین فازی برای پیش بینی

در بسیاری از موارد، نیاز به پیش بینی رویدادهای آینده داریم.از آنجای که محیط پیرامون مدام در حال تغییر می باشد،استفاده از منطق فازی بهتر از روشهای کلاسیک عمل میکند.میتوان از میانگین اعداد فازی جهت پیش بینی استفاده نمود.ابتدا مجموع دو عدد فازی مثلثی را به صورت زیر بیان میکنیم:

$$\begin{aligned}\mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 &= (a_1^{(1)}, a_M^{(1)}, a_2^{(1)}) + (a_1^{(2)}, a_M^{(2)}, a_2^{(2)}) \\ &= (a_1^{(1)} + a_1^{(2)}, a_M^{(1)} + a_M^{(2)}, a_2^{(1)} + a_2^{(2)})\end{aligned} \qquad (۴-۳)$$

که حاصل عددی مثلثی می باشد.این مفهوم در نمودار (۳-۶) نشان داده شده است:



نمودار ۳- ۶مفهوم مجموع اعداد فازی(Bojadziev G., 2007)

سایرعملگرهای اصلی دیگردر اعداد فازی به صورت زیر تعریف میشوند:

$$\tilde{M}_1 \otimes \tilde{M}_2 \approx (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2)$$
$$\tilde{M}_1^{-1} \approx \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right) \qquad (۵-۳)$$

که درآن :

$$\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$$
$$\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$$

اعداد فازی مثلثی هستند.

۳-۲-۸ میانگین فازی

در اعداد مثلثی این میانگین به صورت زیر تعریف می گردد:

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{ave} &= \frac{\mathbf{A}_1 + \cdots + \mathbf{A}_n}{n} \\ &= \frac{(a_1^{(1)}, a_M^{(1)}, a_2^{(1)}) + \cdots + (a_1^{(n)}, a_M^{(n)}, a_2^{(n)})}{n} \\ &= \frac{(\sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \sum_{i=1}^n a_2^{(i)})}{n}, \end{aligned} \qquad (۶-۳)$$

این مفهوم را میتوان به صورت وزنی زیر نیز بسط داد:

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_{ave}^{w} &= \frac{\lambda_1 \mathbf{A}_1 + \cdots + \lambda_n \mathbf{A}_n}{\lambda_1 + \cdots + \lambda_n} \\
&= w_1(a_1^{(1)}, a_M^{(1)}, a_2^{(1)}) + \cdots + w_n(a_1^{(n)}, a_M^{(n)}, a_2^{(n)}) \\
&= (w_1 a_1^{(1)}, w_1 a_M^{(1)}, w_1 a_2^{(1)}) + \cdots + (w_n a_1^{(n)}, w_n a_M^{(n)}, w_2^{(n)}) \\
&= (w_1 a_1^{(1)} + \cdots + w_n a_1^{(n)}, w_1 a_M^{(1)} + \cdots + w_n a_M^{(n)}, \\
&\quad w_1 a_2^{(1)} + \cdots + w_n a_2^{(n)}),
\end{aligned} \tag{۷-۳}$$

همه این مفاهیم به راحتی برای دیگر اعداد فازی نظیر حالت ذوزنقه ای قابل بیان هستند.جهت تبدیل میانگین اعداد فازی به اعداد قطعی،روشهای مختلفی وجود دارد که میتوان به موارد زیر اشاره نمود(Bojadziev G., 2007).

فرض کنید میانگین بدست آمده به صورت زیر باشد:

$$\mathbf{A}_{ave} = (m_1, m_M, m_2) \tag{۸-۳}$$

نافازی سازی را می توان به صورت زیر انجام داد:

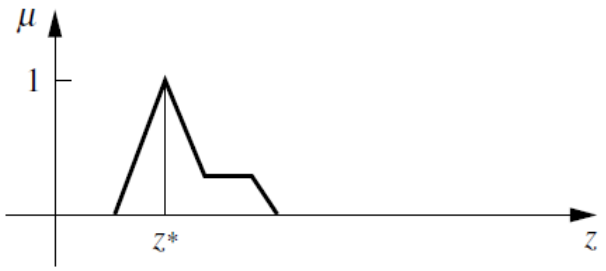
$$\begin{aligned}
(1) \quad x_{\max}^{(1)} &= \frac{m_1 + m_M + m_2}{3}, \\
(2) \quad x_{\max}^{(2)} &= \frac{m_1 + 2m_M + m_2}{4}, \\
(3) \quad x_{\max}^{(3)} &= \frac{m_1 + 4m_M + m_2}{6}.
\end{aligned} \tag{۹-۳}$$

۹-۲-۳ روشهای دی فازی سازی

برای تفسیر اعداد فازی لازم است که آنها را به داده های قطعی تبدیل

نماییم.روشـــهای مختلفـــی بـــرای ایـــن کـــار وجـــود دارد و بـــا توجـــه بـــه نـــوع مســـئله انتخـــاب میشوندکه از جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود(J.Ross T., 2004).

۱.روش بیشترین مقدار عضویت:در این روش عضو با بیشترین مقدار تابع عضویت انتخاب میگردد.این موضوع در نمودار(۳-۷) نشان داده شده است:

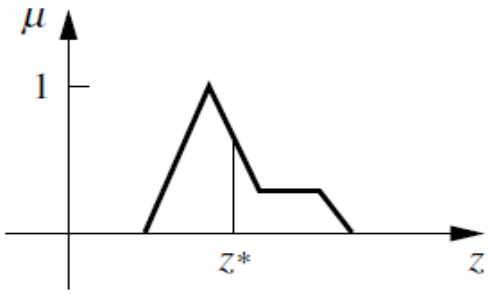


نمودار ۳- ۷دفازی سازی با روش بیشترین مقدار عضویت(J.Ross T., 2004).

۲.روش مرکزی:این روش بیشترین کاربرد را به خود اختصاص داده است و به صورت زیر محاسبه میگردد:

$$z^* = \frac{\int \mu_{\tilde{C}}(z) \cdot z \, dz}{\int \mu_{\tilde{C}}(z) \, dz} \qquad (۱۰-۳)$$

در نمودار (۳-۸) این روش به تصویر کشیده شده است:



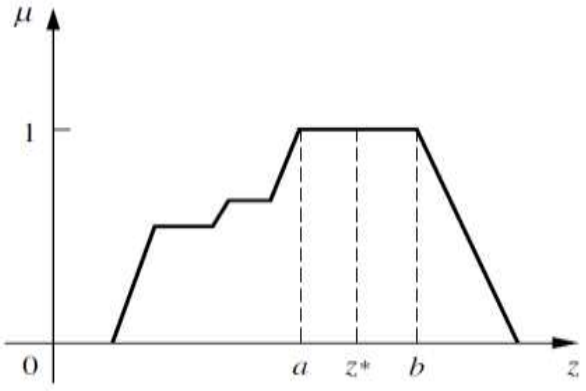
نمودار ۳- ۸دفازی سازی باروش مرکزی(J.Ross T., 2004).

۳.روش میانگین وزنی:این روش نیز یکی از پرکاربرد ترین روشها محسوب میشود.با این حال بیشتر به توابع عضویت متقارن محدود میگردد و به صورت زیر قابل محاسبه میباشد:

$$z^* = \frac{\sum \mu_{\tilde{C}}(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu_{\tilde{C}}(\bar{z})} \qquad (۱۱-۳)$$

۴.روش میانگین عناصر با بیشترین توابع عضویت:این روش مانند روش اول میباشد،با این تفاوت که عنصر با بیشترین مقدار عضویت ممکن است یکتا نباشد(نمودار۳-۹).

$$z^* = \frac{a+b}{2} \qquad (۱۲-۳)$$



نمودار ۳- ۹روش دفازی سازی با میانگین عناصر دارای بیشترین درجه عضویت(J.Ross T., 2004).

۳-۲-۱۰ روش دلفی فازی برای پیش بینی

روش دلفی فازی فرایندی است جهت پیش بینی، با در نظر گرفتن نظرات چندین متخصص.این روش در سال ۱۹۸۸ توسط Kaufman و Gupta توسعه یافت.اساس این روش به صورت زیر قابل بیان است:

۱)ابتدا ازمتخصصین در یک زمینه خاص(مثلا nمتخصص)خواسته میشود نظرات خودرا راجع به یک موضوع خاص به صورت اعداد فازی(مثلا مثلثی)، مانند زیربیان نمایند.

$$\mathbf{A}_i = (a_1^{(i)}, a_M^{(i)}, a_2^{(i)}), \quad i = 1, \ldots, n. \tag{۱۳-۳}$$

۲)سپس میانگین همه این اعداد محاسبه میشود:

$$\mathbf{A}_{ave} = (m_1, m_M, m_2) \tag{۱۴-۳}$$

و اختلاف این میانگین با نظر هر متخصص محاسبه میگردد:

$$\begin{aligned} &\mathbf{A}_{ave} - \mathbf{A}_i = (m_1 - a_1^{(i)}, m_M - a_M^{(i)}, m_2 - a_2^{(i)}) \\ &= \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^{(i)} - a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_M^{(i)} - a_M^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^{(i)} - a_2^{(i)} \right) \end{aligned} \tag{۱۵-۳}$$

این اختلاف به متخصص مربوطه جهت اصلاح بازگشت داده می شود.

۳)هر متخصص نظر جدید خود را به شکل عددی فازی بیان میکند.سپس مرحله ۲ آنقدر تکرار می گردد تا میانگین های متوالی بدست آمده به هم نزدیک گردند(Bojadziev G., 2007).

۳-۳ برنامه ریزی آرمانی فازی (FGP)

برنامه ریزی آرمانی و برنامه ریزی تعاملی،روشهای بسیار شناخته شده ای در تصمیم گیری چند معیاره میباشند. این روشها برای اهداف قطعی مناسب می باشند ولی انعطاف پذیری اهداف را مد نظر قرار نمی دهند.تنها روش شناخته شده برای انجام این کار، برنامه ریزی آرمانی فازی می باشد(Chiang Lin C.Y.,2008). برنامه ریزی آرمانی فازی[۱] با استفاده از تئوری مجموعه فازی،با در نظر گرفتن عدم اطمینان،توسعه ای بر بر نامه ریزی آرمانی به حساب می آید.این عدم اطمینان معمولا در مورد مقدار اهداف(b_q) بکار میرود،با این حال در مورد اولویت ها نیز میتواند بکار گرفته شود.

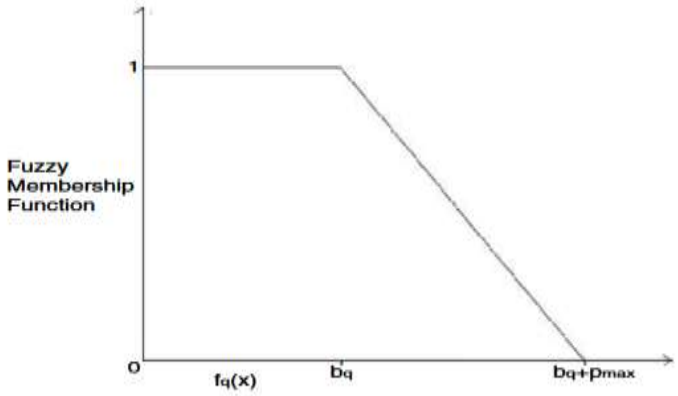
مدل های اولیه برنامه ریزی آرمانی فازی،گونهChebyshev(Hannan,1981) و وزنی(Hannan ,1981,Tiwari et al,1987) را بکار گرفتند. طرق مختلفی برای سنجش درجه فازی در اطراف مقدار هدف وجود داردکه هر کدام به تابع عضویت متمایزی منجر میگردد.این توابع به مدل بندی سطح رضایت می پردازند(۱رضایت کامل و ۰ نارضایتی کامل).در ادامه صورت جبری مهمترین آنها بیان می گردد(Dylan J.,2010).

۳-۳-۱ تابع عضویت فازی راست- کنار[۲]

در این تابع عضویت، هر انحراف مثبتی از مقدار هدف، نامطلوب است(نمودار۳-۱۰).

[۱] *Fuzzy Goal Programming*

[۲] Right-sided fuzzy membership function



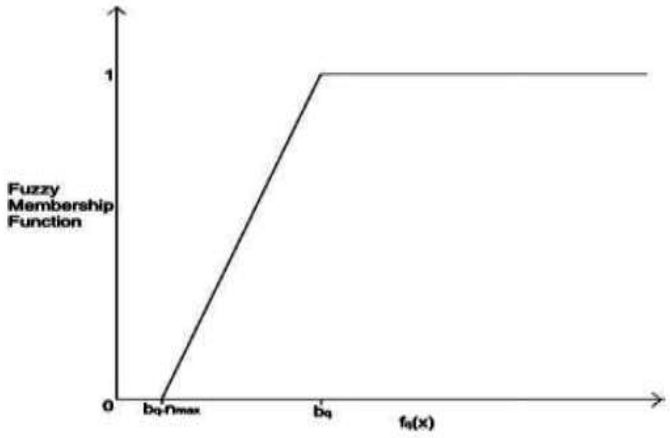
نمودار ۳- ۱۰تابع خطی راست- کنار(Dylan J.,2010).

که تابع عضویت آن به صورت زیر است:

$$\mu\left[f_q(x)\right] = \begin{cases} 1 & f_q(x) \le b_q \\ 1 - \frac{f_q(x) - b_q}{p_{\max}} & b_q \le f_q(x) \le b_q + p_{\max} \\ 0 & f_q(x) \ge b_q + p_{\max} \end{cases} \qquad (۱۶-۳)$$

۳-۳-۲ تابع عضویت فازی چپ-کنار[۱]

در این تابع عضویت، هر انحراف منفی ای از مقدار هدف، نامطلوب است(نمودار۳-۱۱).



نمودار ۳- ۱۱تابع خطی چپ- کنار(Dylan J.,2010).

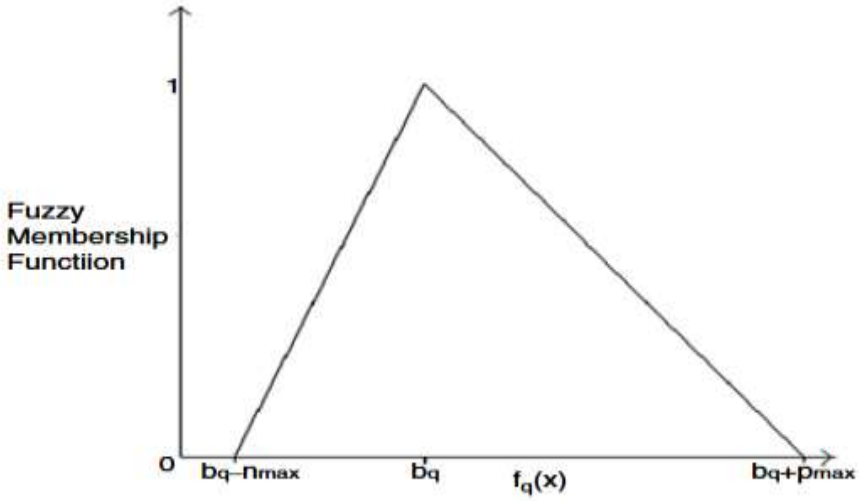
[۱] Left-sided fuzzy membership function

و تابع عضویت آن به صورت زیر است:

$$\mu\left[f_q(x)\right]=\begin{cases}1 & f_q(x)\geq b_q\\ 1-\frac{b_q-f_q(x)}{n_{\max}} & b_q-n_{\max}\leq f_q(x)\leq b_q\\ 0 & f_q(x)\leq b_q-n_{\max}\end{cases} \qquad (۱۷-۳)$$

۳-۳-۳ تابع عضویت فازی مثلثی

در این تابع عضویت، هر انحراف مثبت و منفی ای ازمقدار هدف نامطلوب است(نمودار۳-۱۲).

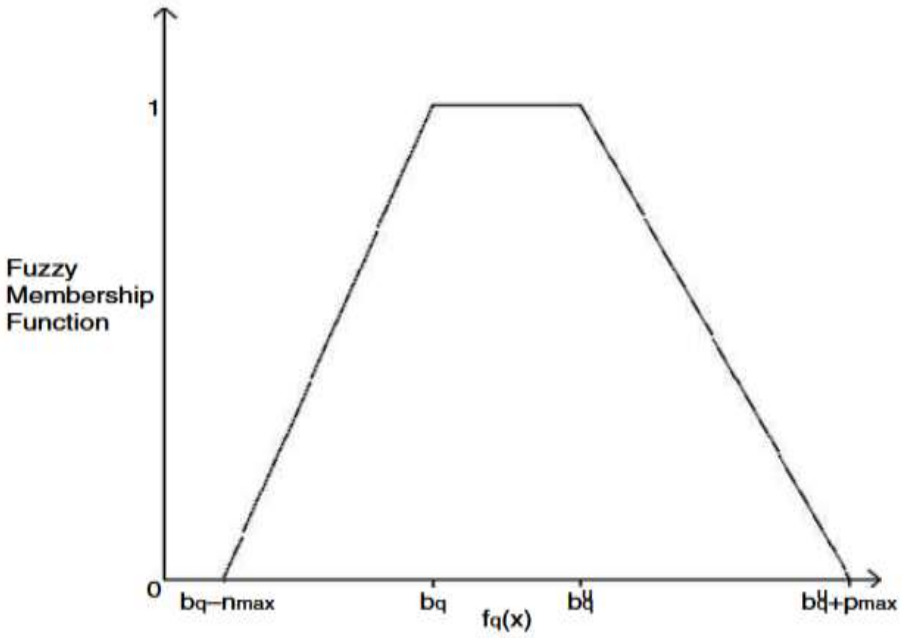


نمودار ۳-۱۲تابع عضویت فازی مثلثی.(***Dylan J.,2010***)

$$\mu\left[f_q(x)\right]=\begin{cases}0 & f_q(x)\leq b_q-n_{\max}\ or\ f_q(x)\geq b_q+p_{\max}\\ 1-\frac{b_q-f_q(x)}{n_{\max}} & b_q-n_{\max}\leq f_q(x)\leq b_q\\ 1-\frac{f_q(x)-b_q}{p_{\max}} & b_q\leq f_q(x)\leq b_q+p_{\max}\end{cases} \qquad (۱۸-۳)$$

۳-۳-۴ تابع عضویت فازی ذوزنقه ای

که در آن هر انحراف مثبت و منفی ای از بازه مورد نظر نامطلوب تلقی می شود(نمودار۳-۱۳)



نمودار ۳- ۱۳تابع عضویت فازی ذوزنقه ای.(Dylan J.,2010)

و تابع عضوت آن به صورت زیر می باشد:

$$\mu\left[f_q(x)\right]=\begin{cases}0 & f_q(x)\le b_q^l-n_{\max}\ or\ f_q(x)\ge b_q+p_{\max}\\ 1-\frac{b_q^l-f_q(x)}{n_{\max}} & b_q^l-n_{\max}\le f_q(x)\le b_q^l\\ 1 & b_q\le f_q(x)\le b_q^u\\ 1-\frac{f_q(x)-b_q^u}{p_{\max}} & b_q\le f_q(x)\le b_q^u+p_{\max}\end{cases} \qquad (۱۹-۳)$$

که در آن:

$\mu [f_{q(x)}]$ نشان دهنده تابع عضویت فازی هدف q.

p_{max} و q_{max} به ترتیب نشان دهنده بیشترین انحراف مثبت و منفی از مقدار هدف می باشند که منجر به نارضایتی کامل می شوند.

b_q^l و b_q^u نشان دهنده کران پایینی و بالایی از سطح رضایت کامل در تابع عضویت ذوزنقه ای را نشان می دهند.

۳-۳-۵ برخی از مدلهای برنامه ریزی آرمانی فازی(FGP)

Narasimhan،اولین بار برنامه ریزی آرمانی فازی را با استفاده از توابع عضویت مطرح کرد.این کار و برخی از مدلهای مربوطه در واقع از روش برنامه ریزی آرمانی فازی Zimmermann الهام شده است.در ادامه با برخی از این مدلها آشنا می شویم(طغیانی ع،۱۳۸۲).

۳-۳-۵-۱ *مدل Yang و همکاران*

اجازه دهید$G_k(x)$ مشخص کننده یک تابع عضویت مثلثی با نمادهای مذکور در قسمت قبل باشد،این مدل به صورت زیر است:

Maximise λ (۲۰-۳)

Subject to:

$$\lambda \leq 1 - \frac{f_q(x) - b_q}{p_{max}}$$

$$\lambda \leq 1 - \frac{b_q - f_q(x)}{n_{max}}$$

$\lambda, x \geq 0 \ ,\forall k$

مدل Yang با متغیر های کمتر،جوابهای یکسانی با Narasimhan وHannan ارائه میکند.

۳-۳-۵-۲ مدل ساده جمعی *Tiwari*

مسئله FGP زیر را با m هدف فازی $G_i(x)$ را در نظر بگیرید:

$$G_i(x)\geq g_i(G_i(x)\leq g_i);i=1,\ldots,m \qquad (۲۱-۳)$$

Subject to:$Ax\leq b,x\geq 0$

تابع عضویت خطی μ_i بر پایه روش Zimmermann را به صورت زیر در نظر بگیرید:

(۲۲-۳)

$$\mu_i=\begin{cases}1 & G_i(x)\geq g_i\\ \dfrac{G_i(x)-L_i}{g_i-L_i} & L_i\leq G_i(x)\leq g_i\\ 0 & G_i(x)\leq L_i\end{cases}$$

یا

$$\mu_i=\begin{cases}1 & G_i(x)\leq g_i\\ \dfrac{U_i-G_i(x)}{U_i-g_i} & g_i\leq G_i(x)\leq U_i\\ 0 & G_i(x)\geq U_i\end{cases}$$

در این صورت مدل جمعی ساده به صورت زیر فرموله می شود:

$$Maximize \quad f(\mu) = \sum_{k=1}^{n} \mu_k$$

Subject to: (۲۳-۳)

$$\mu_i(x) = \frac{G_i(x) - L_i}{g_i - L_i}$$

$$\mu_j(x) = \frac{U_j - G_j(x)}{U_j - g_j}$$

$Ax \leq b$, $0 \leq \mu_i, \mu_j \leq 1$, $i, j \in \{1,2, \dots, n\}$, $i \neq j$

برای برخی از i ها و برخی از j ها.

می توان به هر یک از اهداف وزن داد.از آنجایی که ممکن است نتیجه برای برخی از اهداف نامطلوب باشد،میتوان برای آنها محدودیت تعیین کرد.مثلا $0 \leq \alpha_{min} \leq \mu_i \leq \alpha_{max} \leq 1$ که نشان دهنده درجه دستیابی می باشد.

۳-۵-۳-۳ ***مدل FGP اولویتی***

تصمیم گیرندگان معمولا یک اولویت برای دستیابی به اهداف دارند.برای برخورد با این مسئله،Hannan درجات دستیابی برای اهداف فازی و متغیرهای انحرافشان را به یک برنامه ریزی آرمانی اضافه کرده است تا جوابهایی پیدا کند که حداقل درجات دستیابی را برآورده کند.Tiwari و همکاران،یک چنین مسئله ای را به k مسئله فرعی با k سطح اولویت تقسیم کرده اند که توسط تصمیم گیرنده تعیین شده اند.درجات دستیابی مطلوب اعداد فازی در اولین سطح اولویت برآورده می شوند،سپس آنها به عنوان

محدودیت های اضافی در مسئله درج می شوند.Chen روش Tiwari را اصلاح نموده تا کارایی محاسباتی آن را بهبود بخشد.با این وجود تعداد مسائل فرعی همچنان به تعداد سطح اولویت است.i امین مسئله فرعی برای FGP اولویتی برای یک مدل جمعی به صورت زیر است:

$$Maximize \quad f(\mu) = \sum_s (\mu_s) p_i$$

$$Subject\ to: \qquad (۲۴-۳)$$

$$\mu_s(x) = \frac{G_s(x) - L_s}{g_s - L_s}$$

$$AX \leq b \ , \quad (\mu)_{pr} = (\mu^*)_{pr} \ , r = 1,2, \dots, i$$

$$\mu_s \leq 1 \ , X \ , \mu_j \geq 0 \ ; j = 1,2, \dots, n$$

که $(\mu_s)p_i$ نشان دهنده توابع عضویت اهداف در i امین سطح اولویت و $(\mu^*)_{pr}$ نشان دهنده مقدار درجه عضویت دستیابی شده در r امین سطح اولویت است.برای رهایی از k مسئله فرعی،تصمیم گیرندگان می توانند یک درجه دستیابی مطلوب برای هر هدف فازی بر پایه ساختار اولویتی تعیین کنند.اهداف فازی متعلق به سطح اولویتی یکسان،درجه دستیابی مطلوب یکسان دارند.آنها را به صورت $\mu_i \geq \alpha_i$ برای هر سطح اولویت به مدل اضافه می کنیم و فقط با حل این مدل به جوابی می رسیم که سطوح اولویت را برآورده ساخته و نیز جمع درجات دستیابی را حداکثر میکند.اگرچه نتایج واقعا یکسان با کارهای قبلی نیست.

از محدودیت های این مدل،مانند همه ساختارهای اولویتی،برآورده شدن اهداف با سطوح بالاتر

نسبت به اهداف کم اهمیت تر می باشد.

۳-۵-۳-۴ مدل Max-Min وزنی

Lin در سال ۲۰۰۴ نشان داد که دستیابی به اهداف بااستفاده از مدل جمعی- وزنی Tiwari لزوماً منطبق با اوزان اهداف نیست. وی مدل خود را که به صورت زیر می باشد معرفی نمود:

$$\begin{aligned} &\text{Max} && \lambda \\ &\text{subject to} && w_i\lambda \leqslant \frac{f_i(\mathbf{x}) - \underline{g_i}}{g_i - \underline{g_i}}, \quad i = 1, 2, \ldots, n, \\ & && \mathbf{x} \in F. \end{aligned} \tag{۲۵-۳}$$

که در آن:

$$\mu_i(f_i) = \begin{cases} 1 & \text{if } g_i \leqslant f_i(\mathbf{x}), \\ \frac{f_i(\mathbf{x}) - \underline{g_i}}{g_i - \underline{g_i}} & \text{if } \underline{g_i} \leqslant f_i(\mathbf{x}) < g_i, \\ 0 & \text{if } f_i(\mathbf{x}) \leqslant \underline{g_i}, \end{cases}$$

$\underline{gi}$ و gi محدودیت های پایینی و بالایی هدف فازی $f_i(x) \gtrapprox gi$ می باشند(Chiang Lin C.Y.,2008)

۳-۵-۳-۵ مدل برنامه ریزی آرمانی فازی وزنی- جمعی

این مدل در سال ۲۰۰۸ توسط Yaghoobi ارائه گردید(Dylan J.,2010).در این مدل جامع،اهداف می توانند به صورت توابع عضویت مثلثی،ذوزنقه ای،ذوزنقه ای راست- کنار و چپ - کنار به طور همزمان بکار گرفته شوند.با فرض اینکه Q هدف، به q_1 تابع عضویت راست- کنار q_2، تابع عضویت چپ- کنار،q_3 تابع عضویت مثلثی و q_4 تابع عضویت ذوزنقه ای تقسیم شده

اند،این مدل به صورت زیر بیان میگردد:

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

subject to (۲۶-۳)

$$\begin{aligned}
& f_q(x) - p_q \le b_q && q = 1,\ldots,q_1 \\
& \mu_q + \frac{p_q}{p_{max}} = 1 && q = 1,\ldots,q_1 \\
& f_q(x) + n_q \ge b_q && q = q_1+1,\ldots,q_1+q_2 \\
& \mu_q + \frac{n_q}{n_{max}} = 1 && q = q_1+1,\ldots,q_1+q_2 \\
& f_q(\underline{x}) + n_q - p_q = b_q && q = q_1+q_2+1,\ldots,q_1+q_2+q_3 \\
& \mu_q + \frac{n_q}{n_{max}} + \frac{p_q}{p_{max}} = 1 && q = q_1+q_2+1,\ldots,Q \\
& f_q(\underline{x}) - p_q \le b_q && q = q_1+q_2+q_3+1,\ldots,Q \\
& f_q(\underline{x}) + n_q \ge b_q && q = q_1+q_2+q_3+1,\ldots,Q \\
& \underline{x} \in F \\
& n_q, p_q, \mu_q \ge 0 && q = 1,\ldots,Q
\end{aligned}$$

که در آن μ_q،میزان دستیابی به هدف q را در تابع عضویت مربوطه نشان می دهد.این فرمول بندی اجازه می دهد که از طریق برنامه ریزی آرمانی وزنی فازی، مدل را در یک بار اجرا توسط نرم افزار حل نمود.

از بین مدلهای برنامه ریزی آزمانی ارائه شده،به نظر میرسد که مدل Yaghoobi بهترین گزینه جهت فرآیند تأمین مالی باشد چرا که ضمن در نظر گرفتن وزن اهداف متعدد و متضادی را که با آن مواجه هستیم،به طور همزمان توابع عضویت مثلثی،ذوزنقه ای،ذوزنقه ای راست و ذوزنقه ای چپ را جهت درج عدم اطمینان مربوط به اهداف و میزان دستیابی به آنها در نظر می گیرد.به منظور تعیین اوزان مربوط به هر یک از اهداف،در این تحقیق از F-AHP استفاده میگردد.چگونگی انجام این فرآیند در بخش بعد تشریح می شود.

۳-۴ فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (F-AHP)

تحلیل سلسله مراتبی فازی،با بکارگیری مجموعه های فازی،گسترشی بر AHP که توسط Saaty توسعه یافت میباشد.ازآنجایی که در AHP عدم اطمینان مد نظر قرار نمی گیرد،با استفاده از منطق فازی این مسئله رفع گردیده است.درF-AHP مقایسه های جفتی توسط متغیرهای کلامی انجام میگیرند که توسط اعداد مثلثی نشان دهده میشوند.اولین بار این تکنیک توسط ون لارهون (Van Laarhoven P.J.M.,1983)،بکار گرفته شد.اگرچه چندین تکنیک دربکارگیری این فرآیند جهت تعیین اوزان وجود دارد،در اینجا از روش باکلی (Buckley,1985) استفاده میگردد(Batuhan M., 2013).

گامهای این فرآیند به صورت زیر میباشند:

۱.تصمیم گیرنده با استفاده از اصطلاحات زبانی،همانگونه که در جدول ۳-۱ نشان داده شده است،به مفایسه معیارها می پردازد.

جدول ۳- ۱اصطلاحات کلامی و اعداد فازی مربوطه(Batuhan M., 2013).

مقیاس مثلثی فازی	اصطلاحات کلامی	مقیاس Saaty
(1,1,1)	اهمیت یکسان	1
(2,3,4)	کمی مهمتر	3
(4,5,6)	نسبتاً مهمتر	5
(6,7,8)	خیلی مهمتر	7
(9,9,9)	مطلقاً مهمتر	9
(1,2,3)	ارزشهای میانی بین دو مقیاس مجاور	2
(3,4,5)		4
(5,6,7)		6
(7,8,9)		8

به عنوان مثال اگر معیار۱ نسبت به معیار۲ کمی مهمتر باشد،آنگاه در ماتریس مقایسه زوجی،به آن عدد فازی (2,3,4) نسبت داده میشود و به معیار۲ نسبت به معیار۱ عدد فازی (1/4,1/3,1/2) نسبت داده میشود.این مقایسه های زوجی در ماتریس زیر نشان داده شده اند که در آن نماد تیلدا به معنی عدد فازی میباشد.

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11}^k & \tilde{d}_{12}^k & \dots & \tilde{d}_{1n}^k \\ \tilde{d}_{21}^k & \dots & \dots & \tilde{d}_{2n}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{d}_{n1}^k & \tilde{d}_{n2}^k & \dots & \tilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix} \qquad (۲۷-۳)$$

در صورتی که تعداد تصمیم گیرندگان بیش از یکی باشد،میانگین آنها را در نظر میگیریم.

۲.میانگین فازی هر یک از معیارها به صورت زیر حساب میگردد:

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^{n} \tilde{d}_{ij} \right)^{1/n}, \quad i=1, 2,\dots,n \qquad (۲۸-۳)$$

۳.وزن فازی هر یک از معیارها به صورت زیر ماسبه میگردد:

$$\begin{aligned} \tilde{w}_i &= \tilde{r}_i \otimes \left(\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n \right)^{-1} \\ &= \left(lw_i, mw_i, uw_i \right) \end{aligned} \qquad (۲۹-۳)$$

۴.از آنجایی که اوزان محاسبه شده به شکل فازی اند،بنابراین نیاز به فرآیند دفازی سازی داریم.

که در اینجا با استفاده از روش مرکزی به صورت زیر عمل میگردد:

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3}$$

(۳۰-۳)

۵.و در نهایت فرآیند نرمالسازی به صورت زیر انجام میگردد:

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i} \qquad (۳۱-۳)$$

بدین ترتیب با اجرای این مراحل،اوزان هر یک از معیارها محاسبه میگردد.

۳-۴-۱ محاسبه نرخ سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هر گونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد. نرخ سازگاری ، وسیله‌ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویتهای حاصل از مقایسات اعتماد کرد. برای مثال اگر گزینه A نسبت به B مهمتر (ارزش ترجیحی ۵) و B نسبت به Cنسبتا مهمتر (ارزش ترجیحی ۳) باشد، آنگاه باید انتظار داشت A نسبت به C خیلی مهمتر (ارزش ترجیحی ۷ یا بیشتر) ارزیابی گردد یا اگر ارزش ترجیحی A نسبت به B، 2 و B نسبت به C، 3 باشد آنگاه ارزش A نسبت به C باید ارزش ترجیحی ۴ را ارائه کند. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتیکه تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با به کارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر اینصورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود. قدم‌های زیر برای تخمین نرخ سازگاری به کار گرفته می‌شوند:

گام ۱. محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب کنید بردار جدیدی را که به این طریق بدست می‌آورید، بردار مجموع وزنی بنامید.

گام ۲. محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم کنید. بردار حاصل بردار سازگاری نامیده می‌شود.

گام ۳. بدست آوردن λmax از طریق میانگین عناصر برداری گام قبلی.

گام ۴. محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \qquad (۳۲-۳)$$

n عبارتست از تعداد گزینه‌های موجود در مساله.

گام ۵. محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری برشاخص تصادفی بدست می‌آید.

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (۳۳-۳)$$

نسبت سازگاری ۰/۱ یا کمتر، سازگاری در مقایسات را بیان می‌کند(مهرگان، م.ر،۱۳۸۳).

و شاخص تصادفی از جدول ۳-۲ استخراج می‌شود.

جدول ۳- ۲شاخص تصادفی (مهرگان،۱۳۸۳،ص۱۷۳)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	.58	.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

۳-۵ روش تحقیق و فنون انجام کار

در این تحقیق ابتدا با مشخص نمودن مهمترین اهدافی که مستقیماً با فرآیند تأمین مالی مرتبطند،ضمن فرموله نمودن آنها، جهت تعیین اولویت و اوزان مربوطه،فرآیند F-AHP بکار گرفته می شود، سپس با استفاده از برنامه ریزی آرمانی فازی مدل بندی صورت می گیرد وطی یک مطالعه موردی که عمده داده ها از صورتهای مالی و یادداشتهای توضیحی شرکت سیمان شاهروداستخراج شده اند،به تشریح و تحلیل نتایج روش مربوطه پرداخته می شود.

۳-۶ قلمرومکانی وزمانی تحقیق

مدل تدوین شده در این تحقیق می تواند برای هر شرکت سهامی به کار گرفته شود،بنابراین جامعه آماری تحقیق را کلیه شرکت های سهامی تشکیل می دهند.با این حال، به عنوان نمونه تحقیق،شرکت سیمان شاهرود انتخاب میگردد.

از لحاظ زمانی،این تحقیق در سال ۱۳۹۳ انجام گرفته است ونیزجهت پیش بینی های لازم برای ۳ دوره های آتی، ازداده های مربوط به ۵ سال گذشته شرکت استفاده شده است. البته این مدل برنامه ریزی برای هر چند دورهٔ دیگر نیز می تواند بکار گرفته شود که باید داده ها و اطلاعات مربوط به آن دوره ها را به مدل وارد نمود.

۳-۷ مدل تحقیق(مدل چند دوره ای و چند هدفه)

۳-۷-۱ اهداف تأمین مالی

در این بخش با توجه به چند هدفه بودن مسئله،به دنبال جوابهای پارتو- کارا هستیم.بدین منظور ابتدا مهمترین اهدافی که به هنگام فرآیند تأمین مالی باید به آنها توجه شود را ذکر و فرمول بندی نموده

و سپس به ارائه مدل مربوطه پرداخته میشود.این اهداف عبارتند از:

- تأمین مالی مورد نیازتا جایی که ممکن است از منابع داخلی و بعد از آن از منابع خارجی
- ماکزیمم سازی درآمد هر سهم
- نگه داشتن متوسط هزینه های تأمین مالی در یک سطح بهینه
- نگه داشتن درصد هزینه های پوشش بهره در یک سطح قابل قبول
- تأمین مالی به گونه ای باشد که ساختار مالی مورد نظر تصمیم گیرنده حفظ گردد.
- ارزیابی سرمایه گذاریهای آتی شرکت،یعنی انتخاب سرمایه گذاریهای با حداکثر NPV.

فرض می کنیم شرکت می تواند از r منبع بدهی،n-(t+r) طبقه سهام ویژه و t طبقه سهام عادی،مبلغ مورد نیاز خود را تأمین مالی نماید.فرمولبندی اهداف فوق در ادامه ارائه می گردد:

اولین فرمول،مربوط به اولین هدف شرکت می باشد که جریانهای نقدی شرکت را پیش بینی می کند.بسته به شکل صورتهای مالی شرکت،این فرمول ممکن است دارای صورت های مختلفی باشد،که به طور معمول به شکل زیر است:

(۳۴-۳)

$$1)\quad Z_{1j} = g_j + N_j - S_j - \sum_{i=1}^{r}(I'_{j-1} + C_{ij}X_{ij}) - ((a_j + \left(\sum\left(R_{rj} - E_{rj}\right)M_r\right) + L_j - I'_{j-1} - \sum_{i=1}^{r}(C_{ij}X_{ij}))T_j) - \sum_{i=r+1}^{n-t}\left(b_j + C_{ij}X_{ij}\right) - \left(f_{j-1} + e_j \sum_{i=n-t+1}^{n} X_{ij}\right)d_j - I_j + \sum X_{ij} + \left(\sum\left(R_{rj} - E_{rj}\right)M_r\right) \pm k_j - (e_j \sum_{i=n-t+1}^{n} X_{ij})h_{ij}$$

دومین فرمول به پیش بینی درآمد هر سهم می پردازد؛

2) (۳۵-۳)

$$Z_{2j}(\text{Max } EPS_j)=\frac{((a_j+(\sum(R_{rj}-E_{rj})M_r)+L_j-I'_{j-1}-\sum_{i=1}^{r}(C_{ij}X_{ij}))(1-T_j))-\sum_{i=r+1}^{n-t}(b_j+C_{ij}X_{ij})-S_j}{(f_{j-1}+e_j\sum_{i=n-t+1}^{n}X_{ij})}$$

سومین فرمول به هزینه وجوهی که تأمین مالی می شوند،می پردازد(برای بدهی ها هزینه در ($1-T_j$) ضرب خواهد شد).

3) (۳۶-۳)

$$Z_{3j}(\text{Min}WACC_j)=\frac{\sum_i C_{ij}X_{ij}}{\sum_i X_{ij}}$$

چهارمین فرمول،مربوط به هدفی است که ریسک مالی شرکت را در نظر می گیرد؛

4) (۳۷-۳)

$$Z_{4j}(Max\ IC_j)=\frac{a_j+L_j+\sum(R_{rj}-E_{rj})M_r}{I'_{j-1}+\sum_{i=1}^{r}C_{ij}X_{ij}}$$

پنجمین فرمول،ساختار مالی شرکت را بنا بر ترجیحات تصمیم گیرنده تعدیل می نماید. در اینجا نسبت بدهی به کل داراییها را مد نظر قرار می دهیم؛

5) (۳۸-۳)

$$Z_{5j}=\frac{TL_j+\sum_{i=1}^{i=r}((1+C_{ij})X_{ij})}{TA_j+\sum_{i=1}^{i=r}((1+C_{ij})X_{ij})+\sum_{i=r+1}^{n}X_{ij}}$$

ششمین فرمول، به ارزیابی طرح هایی که شرکت برای سرمایه گذاری انتخاب می کند،می پردازد؛

6) $Z_6=(\sum_r NPV_r M_r)$ (۳۹-۳)

و بقیه قیود مسئله نیز به صورت زیر می باشد:

(۴۰-۳)

$$\sum_r M_r \le q \ , \ 0 \le X_{ij} \le m_{ij} \quad ,0 \le \sum_{j=1}^{m} X_{ij} \le M_i^* \ , i = 1, \dots, n \ , j = 1, \dots m \ , \ M_r = 0 \ or \ 1 \ , F$$

پارامترها به شرح زیر می باشند:

C_{ij} :متوسط هزینه تأمین مالی منبع iام در دوره j.

T_j:نرخ مورد انتظار مالیات بر درآمد شرکت برای دوره j.

a_j: سود(زیان)عملیاتی مورد انتظار شرکت برای دوره j.

b_j: سود سهام ممتازپرداختی در ابتدای دوره برنامه ریزی.

d_j: سود سهام پرداختی به هر سهم طی هر دوره .

e_j: (۱ تقسیم بر قیمت اسمی سهم در دوره j).

f_{j-1} : تعدادسهام عادی شرکت در ابتدای دوره برنامه ریزی.

g_j: وجه نقد در اختیار شرکت در ابتدای دوره برنامه ریزی(سود انباشته و ...).

N_j: جریان خالص وجه نقد ورودی (خروجی) ناشی از فعالیت های عملیاتی.

I_j:میزان پرداخت استقراض در هر دوره برنامه ریزی.

h_{ij}:هزینه انتشار و سایر هزینه های اضافی(به غیر از پرداخت سود)هر سهم به نحوی که$i=n-t+1,\dots,n$.

L_j: خالص سایر درآمدها و هزینه های غیرعملیاتی.

TA_j:کل داراییها در ابتدای دوره j.

TL_j:کل بدهیها در ابتدای دوره j.

TE_j:کل حقوق صاحبان سهام در ابتدای دوره j.

S_j:ذخیره مالیات در ابتدای دوره.

I'_{j-1}:حصه جاری بدهیهای بلند مدت در ابتدای دوره.

m_{ij}:حداکثر ظرفیتi امین منبع خارجی تأمین مالی در دوره j.

M_i^*:حداکثر ظرفیت i امین منبع در کل دوره ها.

k_j :جریان خالص ورود(خروج)وجه نقد ناشی از فعالیت های سرمایه گذاری.

q :حداکثر تعداد سرمایه گذاریهای قابل انتخاب، بدلیل محدودیتهای موجود در شرکت.

NPV_r:ارزش فعلی خالص r امین سرمایه گذاری.

R_{rj}:جریان ورودی خالص r امین سرمایه گذاری درj امین دوره برنامه ریزی.

E_{rj}:جریان خروجی خالص r امین سرمایه گذاری درj امین دوره برنامه ریزی.

F :سایر قیود اضافه ای است که توسط تصمیم گیرنده ممکن است در نظر گرفته شود.

متغیرها نیز عبارتند از:

M_r: متغیرهای عدد صحیح که مقادیر 0 یا 1 را می پذیرند. M r=1 اگر سرمایه گذاری r ام برگزیده شود و$M_r=0$ اگر سرمایه گذاری r ام برگزیده نشود.

X_{ij}:متغیرهای تصمیم،مقدار تأمین مالی از منبع i در دوره j جایی که $i=1,2,..,n$و$j=1,2,\ldots,m$.

۳-۷-۲ مفروضات مدل

جهت توسعه مدل،مفروضات زیر در نظر گرفته میشوند:

۱. همه پارامترهای مدل قابل پیش بینی میباشند.
۲. تصمیم گیرنده میتواند مقدار هریک از اهداف را،با در نظر گرفتن مطلوبیت خود،به صورت اعداد فازی مثلثی و یا ذوزنقه ای بیان نماید.

۳. تصمیم گیرنده میتواند با مقایسه جفتی اهداف،اهمیت هریک را بر دیگری به صورت اصطلاحات کلامی بیان نماید.

۳-۷-۳ حل مدل با استفاده ازبرنامه ریزی آرمانی فازی

برای بکارگیری این مدل،به صورت زیر عمل می شود:

- پیش بینی و تعیین پارامترهای مدل
- وارد نمودن آنها در معادلات مربوطه
- جهت تعیین کرانهای هر یک از اهداف،ابتدا مقادیر ماکزیمم و می نیمم آنها تعیین میشوند،سپس با کمک تصمیم گیرنده انتخاب میگردند.
- تعیین اوزان و اولویت اهداف با استفاده ازروش F-AHP.
- و در نهایت،مدل به همراه محدودیت های مسئله حل میگردد.

از آنجایی که معمولاً اهداف z_{1j},z_{5j} به صورت ذوزنقه ای،اهداف z_{2j},z_{4j},z_6 به صورت چپ- کنار و هدف z_{3j} به صورت راست کنار بیان میگردد،بنابراین مدل جامع به صورت زیر درمی آید:

(۴۱-۳)

$$Min\ A = \sum_{j=1}^{m}\left(\frac{v_{1j}p_{1j}}{p_{1jmax}}+\frac{u_{1j}n_{1j}}{n_{1jmax}}\right)+\left(\frac{u_{2j}n_{2j}}{n_{2jmax}}\right)+\left(\frac{v_{3j}p_{3j}}{p_{3jmax}}\right)+\left(\frac{u_{4j}n_{4j}}{n_{4jmax}}\right)+\left(\frac{v_{5j}p_{5j}}{p_{5jmax}}+\frac{u_{5j}n_{5j}}{n_{5jmax}}\right)+\left(\frac{u_6n_6}{n_{6max}}\right)$$

Subject to:

$z_{1j}-p_{1j}\leq U_{1j}$, $z_{1j}+n_{1j}\geq L_{1j}$, $\lambda_{1j}+p_{1j}/p_{1jmax}+n_{1j}/n_{1jmax}=1$

$z_{2j}+n_{2j}\geq L_{2j}$, $\lambda_{2j}+n_{2j}/n_{2jmax}=1$

$z_{3j}-p_{3j}\leq U_{3j}$, $\lambda_{3j}+p_{3j}/p_{3jmax}=1$

$z_{4j}+n_{4j}\geq L_{4j}$, $\lambda_{4j}+n_{4j}/n_{4jmax}=1$

$z_{5j}-p_{5j}\leq U_{5j}$, $z_{5j}+n_{5j}\geq L_{5j}$, $\lambda_{5j}+p_{5j}/p_{5jmax}+n5j/_{n5jmax}=1$

$z_6+n_6\geq L_6$, $\lambda_6+n_6/n_{6max}=1$

$\sum_r M_r \leq q$, $0 \leq X_{ij} \leq m_{ij}$ $,0 \leq \sum_{j=1}^{m} X_{ij} \leq M_i^*$ $, i = 1, \dots, n$ $, j = 1, \dots m$, $M_r = 0$ or 1 $, F$ $n_{ij}, p_{ij}, \lambda_{ij} \geq 0$

که متغیرهای مدل عبارتند از:

λ :تابع عضویت اهداف مربوطه می باشد.

n:انحراف منفی که باید کمینه شود.

p:انحراف مثبت که باید کمینه شود.

X_{ij} ,M_r:متغیرهای تصمیم.

این مدل را می توان هم به روش وزنی وهم به روش Lexicographic حل نمود.در فصل بعد،نحوه بکارگیری این مدل طی یک مطالعه موردی تشریح شده است.

۴ - فصل چهارم:

تجزیه و تحلیل اطلاعات

۴-۱ مقدمه

پس از مدل بندی مسئله تأمین مالی در فصل گذشته،در این فصل به منظور فهم بهتر آن، به ارائه یک مطالعه موردی در این زمینه می پردازیم.شرکت مورد مطالعه،شرکت سیمان شاهرود می باشد. بیشترداده ها از صورتهای مالی ۵ سال گذشته آن(سایت www.codal.ir) شامل صورت سود و زیان،صورت جریان وجوه نقد و ترازنامه و نیز سایر یاد داشتهای توضیحی مرتبط استخراج گردیده اند.برخی از آنها نیز به دلیل عدم دسترسی،به صورت تقریبی و یا فرضی وصرفاً جهت تشریح مدل وارد شده اند.لازم به ذکر است که این عدم دسترسی به برخی از داده ها،تنها نتایج را از نظر کمی تحت تاثیر قرار می دهد و خللی به نتایج تحقیق از نظر کیفی وارد نمی کند.جهت پیش بینی بیشتر پارامترها از رگرسیون خطی استفاده شده است.

۴-۲ داده های مربوط به شرکت

۴-۲-۱ منابع تأمین مالی شرکت

شرکت علاوه بر تأمین مالی از محل سود انباشته،دارای منابع عمده تأمین مالی زیر میباشد:

۱) تسهیلات ریالی و ارزی
۲) افزایش سرمایه(انتشار سهام عادی)
۳) سایر منابع تأمین مالی خارجی
۴) انتشار اوراق مشارکت

که در مدل با$i=1,2,3,4$ نشان داده شده اند.

۴-۲-۲ متوسط هزینه تأمین مالی از هر منبع(C_{ij})

این مقادیر برای سه سال آینده به صورت تقریبی در جدول زیر نشان داده شده اند:

جدول ۴- ۱پیش بینی متوسط هزینه مالی از هر منبع برای سه دوره

متوسط هزینه تأمین مالی هر منبع	تسهیلات ریالی و ارزی (C_1)	افزایش سرمایه از طریق سهام عادی(C_2)	سایر منابع تأمین مالی خارجی (C_3)	انتشار اوراق مشارکت
پیش بینی برای سال ۱۳۹۳	17%	32%	15%	16%
پیش بینی برای سال ۱۳۹۴	18%	38%	16%	17%
پیش بینی برای سال ۱۳۹۵	20%	40%	18%	19%

۴-۲-۳ نرخ مالیات بر درآمد(T_j)

بر طبق صورتهای مالی شرکت، نرخ مالیات بر درآمد شرکت برای ۵ سال گذشته به صورت جدول زیر می باشد:

جدول ۴- ۲نرخ مالیات بر درآمد در ۵ سال گذشته

سال	1388	1389	1390	1391	1392
نرخ مالیات بر درآمد شرکت	9.1%	4.4%	5.5%	14.6%	12.18%

با استفاده از نرم افزار SPSS و رگرسیون خطی،نرخ مالیات برای ۳ سال آینده به صورت زیر بدست می آید:

T_1 =14.064% T_2= 16.584% T_3=17.336%

نتایج حاصل از SPSS در بخش ضمائم آمده است.

۴-۲-۴ ذخیره مالیات درابتدای دوره(s_j)

بر طبق ترازنامه شرکت در سال ۹۲،این مقدار در ابتدای دوره اول برابر ۷۳۷۱ میلیون ریال است.برای دو دوره بعد این مقدار را صفر در نظر گرفته می شود.

۴-۲-۵ سود(زیان)عملیاتی مورد انتظار شرکت برای دوره j (a_j)

بر طبق صورت سود و زیان شرکت، سود عملیاتی شرکت برای ۵ سال گذشته به صورت جدول زیر می باشد:

جدول ۴- ۳ سود عملیاتی شرکت در ۵ سال گذشته

سال	1388	1389	1390	1391	1392
سود عملیاتی	301003	400805	373757	386508	588708

ارقام به میلیون ریال می باشند.

با استفاده از نرم افزار SPSSو رگرسیون خطی، سود عملیاتی شرکت برای ۳ سال آینده به صورت زیر بدست می آید:

a_1 =629619.3 a_2 =720258.8 a_3=810898.3

نتایج حاصل از SPSS در بخش ضمائم آمده است.

۴-۲-۶ جریان خالص وجه نقد ورودی(خروجی)ناشی از فعالیت های عملیاتی(N_j)

این مقادیر برای دو سال اخیر به ترتیب برابر 537175 و 431060 میباشد.برای دوره های بعد،مقادیر 600000،700000و800000 پیش بینی و در مدل وارد می شوند.

۴-۲-۷ سود سهام پرداختی ثابت به هرسهم(d_j)

بر اساس صورت گردش وجوه نقد سود سهام پرداختی به هر سهم در ۵ سال گذشته به صورت جدول زیر می باشد:

جدول ۴- ۴سود سهام پرداختی ثابت به هرسهم شرکت طی ۵ سال گذشته

سال	1388	1389	1390	1391	1392
سود سهام پرداختی به هر سهم	363.77	543.94	696.12	527	202.93

اعداد به ریال می باشند.

میانگین آنها برای پیش بینی انتخاب میگردد.

$d_{mean} = 466.752 \simeq 467$

که معادل 000467.میلیون ریال می باشد.

۴-۲-۸ تعداد سهام عادی در ابتدای دوره برنامه ریزی(f_j)

تعداد سهام عادی شرکت برای ۵ سال گذشته به صورت جدول زیر می باشد:

جدول ۴- ۵تعداد سهام عادی در ابتدای سال

سال	1388	1389	1390	1391	1392
تعداد سهام عادی شرکت در ابتدای سال	300	300	450	450	450

ارقام به میلیون

برای سال آینده مقدار ۴۵۰ میلیون در نظر گرفته میشود.

٤-٢-٩ وجه نقد شرکت در ابتدای دوره برنامه ریزی(g_j).

این مبلغ در ابتدای دوره برنامه ریزی برابر 78118 میلیون ریال می باشد که برای دوره اول در نظر گرفته می شود و برای دوره های بعد با توجه به دوره قبل در نظر گرفته میشود.

۴-۲-۱۰ خالص سایر درآمدها و هزینه های غیرعملیاتی(L_j).

این مقادیر برای سالهای قبل به صورت جدول زیر می باشند:

جدول ۴- ۶خالص سایر درآمدها و هزینه های غیرعملیاتی شرکت

سال	1388	1389	1390	1391	1392
L_j	18686	16976	-	13964	25303

ارقام به میلیون ریال

برای سه دوره آتی،میانگین آنها در مدل وارد میگردد:

L=18733

۴-۲-۱۱ یک تقسیم بر قیمت اسمی سهم طی دوره(e_j)

قیمت اسمی سهم طی دوره های گذشته برابر 1000 ریال(0001.میلیون ریال) بوده است که این مقدار برای دوره های بعد در نظر گرفته میشود.

بنابراین:

$e_1=e_2=e_3=1/.0001=1000$

۴-۲-۱۲ حصه بدهیها در ابتدای دوره(I'_{j-1})

این مقادیربرای سالهای قبل به صورت زیر می باشند:

جدول ۴- ۷حصه بدهیها در ۵ سال گذشته

سال	1388	1389	1390	1391	1392
I'_j	112231	80793	58302	59270	65169

ارقام به میلیون ریال

برای دوره اول مقدار65169 و برای دو دوره بعد،میانگین آنها،یعنی مقدار 75153میلیون ریال درمدل وارد میگردد.

۱۳-۲-٤ میزان پرداخت استقراض در هر دوره برنامه ریزی (I_j).

در دو سال گذشتهI_j به ترتیب برابر 447812 و 586900 بوده است،بدین ترتیب به طور تقریبی برای هر سه دوره مقدار 700000 در مدل وارد می گردند.

۱۴-۲-۴ حداکثر ظرفیت هر منبع تأمین مالی(m_{ij})

با توجه به به سالهای قبل،به طور تقریبی این مقادیر به صورت پیش بینی میگردد:

m11=500000	m12=550000	m13=600000
m21=300000	m21=400000	m23=500000
m31=50000	m32=70000	m33=90000
m41=100000	m42=150000	m43=200000

۱۵-۲-۴ کل بدهیها در دورهj (TL_j)

بر اساس ترازنامه شرکت،میزان کل بدهی های شرکت در ۵ سال گذشته بصورت زیر بوده است:

جدول ۴- ۸میزان کل بدهی ها

سال	1388	1389	1390	1391	1392
TL	1204158	1067546	938941	1166859	888466

TL_1=893712 TL_2=840505 TL_3=787298

بر اساس رگرسیون خطی داده های فوق بدست آمد که میانگین آنها یعنی 840505 در مدل وارد می گردد.نتایج حاصل از SPSS در بخش ضمائم آمده است.

۴-۲-۱۶ ارزش کل داراییها در دورهj(TA_j)

بر اساس ترازنامه شرکت،میزان کل داراییهای شرکت در ۵ سال گذشته بصورت زیر بوده است:

جدول ۴- ۹میزان کل داراییها

سال	1388	1389	1390	1391	1392
TA	1753776	1741066	1709589	1937066	2111369

ارقام به میلیون ریال می باشند.

نتایج حاصل از SPSS در بخش ضمائم آمده است و با میانگین گیری ازاعداد زیر،عدد 2215047 درمدل وارد شده است:

TA_1=2123929 , TA_2=2215047 , TA_3=2306166

۴-۲-۱۷ مبلغ مورد نیاز که باید تأمین مالی شود(W_j)

این مبالغ در ۵ سال گذشته بصورت جدول زیر بوده است:

جدول ۴- ۱۰مبلغ مورد نیاز که باید تأمین مالی شود

سال	1388	1389	1390	1391	1392
W_j	12319	15922	22176	10243	78118

نتایج حاصل از SPSS در بخش ضمائم آمده است و مبالغ زیر برای سالهای آتی پیش بینی می گردد:

w_1=92788 w_2=120759 w_3=148730

۴-۲-۱۸ جریان خروجی(ورودی)ناشی از فعالیت های سرمایه گذاری(k_j)

با توجه به اینکه این مقدار برای دو دوره قبل به ترتیب دارای مقادیر 23621و45403

میباشد،برای سه دوره آتی،به طور تقریبی مقدار 60000 در نظر گرفته میشود.

۴-۲-۱۹ ارزیابی سرمایه گذاریهای شرکت

شرکت دارای فرصت های سرمایه گذاری بسیاری است،و بررسی این فرصت ها،فراتر از سطح این تحقیق است..با این حال، به منظور آشنایی با چگونگی ارزیابی اینگونه سرمایه گذاریها توسط مدل،یک پروژه فرضی که داده های مربوط به آن به صورت زیر است،در مدل وارد می گردد:

NPV=9000

جدول ۴- ۱۱ارزیابی سرمایه گذاریهای شرکت

.....	خالص جریان نقد ورودی (خروجی)پروژه فرضی در سال ۹۵	خالص جریان نقد ورودی (خروجی)پروژه فرضی در سال ۹۴	خالص جریان نقد ورودی (خروجی)پروژه فرضی در سال ۹۳
.....	22000	20000	(90000)

ارقام به میلیون ریال

٤-۲-۲۰ وارد نمودن پارامترها در معادلات مربوط به اهداف چندگانه

با توجه به وابستگی دوره دوم به دوره اول و همین طور دوره سوم به دوره های اول و دوم،این وابستگی در معادلات مربوطه لحاظ گردیده است و این خود به پویایی مدل می افزاید.با توجه به مقادیر بدست آمده ازقسمت قبل، معادلات به صورت زیر بدست می آیند:

z11=78118+600000-7371-(629619.3-90000m+18733-65169-.17x11-.15x31-.16x41)(.14064)-(450000000+1000x21).000467-700000+x11+x21+x31+x41-90000m=-89253-(583183.3-90000m-.17x11-.15x31-.16x41)(.14064)-(450000000+1000x21).000467+x11+x21+x31+x41-90000m

z12=**z11**+640000-(663838.8+20000m-.18x12-.16x32-.17x42)(.16584)-

((450000000+1000x21)+1000x22).000467-700000+x12+x22+x32+x42+20000m

z13=**z12**+740000-(754478.3+22000m-.20x13-.18x33-.19x43)(.17336)-
(((450000000+1000x21)+1000x22)+1000x23).000467-
700000+x13+x23+x33+x43+22000m

z21=((629619.3+18733-7371-75153-.17x11-.15x31-.16x41-90000m)(1-.14064))/
(450000000+1000x21)

$\mathbf{z_{22}}$=((720258.8+18733-75153-.18x12-.16x32-.17x42+20000m)(1-.16584))/
((450000000+238x21)+1000x22)

$\mathbf{z_{23}}$=((810898.3+18733-75153-.20x13-.18x33-.19x43+22000m)(1-.17336))/
((450000000+238x21)+(1000x22)+1000x23)

$\mathbf{z_{31}}$=(.17x11+.32x21+.15x31+.16x41)/(x11+x21+x31+x41)

$\mathbf{z_{32}}$=(.18x12+.38x22+.16x32+.17x42)/(x12+x22+x32+x42)

$\mathbf{z_{33}}$=(.20x13+.40x23+.18x33+.19x43)/(x13+x23+x33+x43)

$\mathbf{z_{41}}$=(629619.3-90000m)/(65169+ .17x11+.15x31+.16x41)

$\mathbf{z_{42}}$=(720258.8+20000m)/(65169+.18x12+.16x32+.17x42)

$\mathbf{z_{43}}$=(810898.3+22000m)/(65169+.20x13+.18x33+.19x43)

$\mathbf{z_{51}}$=(840505+1.17x11 +1.15x31 +1.16x41)/ (2215047+1.17x11 +1.15x31
+1.16x41+x21)

$\mathbf{z_{52}}$=(840505+1.18x12 +1.16x32 +1.17x42)/ (2215047+1.18x12 +1.16x32
+1.17x42+x22)

$\mathbf{z_{53}}$=(840505+1.2x13+1.8x33+1.9x43)/ (2215047+1.2x13+1.8x33+1.9x43 +x23)

z6=9000m

x11>=0,x12>=0,x13>=0

,x21>=0,x22>=0,x23>=0,x31>=0,x32>=0,x33>=0,x41>=0,x42>=0,x43>=0

x11<=500000,x12<=550000,x13<=600000

x21<=300000,x22<=400000,x23<=500000

x31<=50000,x32<=70000,x33<=90000

x41<=100000,x42<=150000,x43<=200000

m=0 or 1

۴-۳ مدل برنامه ریزی آرمانی فازی

جهت حل مدل با استفاده از برنامه ریزی آرمانی فازی، به صورت زیر عمل می گردد:

٤-۳-۱ تعیین کران هر یک ازاهداف

جهت تعیین این کرانها ،از آنجایی که اهداف Z1j به صورت بازه ای هستند،این اهداف به صورت قیود اضافه در نظر گرفته می شوند و سپس مقادیر ماکزیمم و مینیمم دیگر اهداف بدست می آیند.فرض کنید اعداد فازیZ1j به صورت زیر باشد:

Z11=(60000,80000,100000,120000) , Z12=(90000,110000,130000,150000)

Z13=(120000,140000,160000,180000)

این مقادیر در جدول ۴-۱۲ نشان داده شده اند.

جدول ۴- ۱۲مقادیر ماکزیمم ومینیمم اهداف

اهداف	مقدار مینیمم	مقدار ماکزیمم
Z_{21}	.000464	.000942
Z_{22}	.000447	.001164
Z_{23}	.000347	.001342

Z_{31}	.15	.32
Z_{32}	.16	.38
Z_{33}	.18	.40
Z_{41}	3.35	5.72
Z_{42}	4.2	8.77
Z_{43}	3.99	12.78
Z51	.40	.52
Z52	.35	.52
Z53	.30	.57
Z_6	9000	0

٤-٣-٢ بیان اهداف به صورت فازی

در این مرحله،اهداف به صورت فازی بیان می گردند.در جدول زیر این کار برای هر یک از اهداف انجام شده است:

جدول ۴- ۱۳بیان اهداف به صورت فازی

اهداف	بیان اهداف به صورت فازی	نوع عدد فازی اهداف	حد اکثر انحراف منفی قابل قبول	حداکثر انحراف مثبت قابل قبول
Z_{11}	(60000,80000,100000,120000)	ذوزنقه ای	20000	20000
Z_{12}	(90000,110000,130000,150000)	ذوزنقه ای	20000	20000
Z_{13}	(120000,140000,160000,180000)	ذوزنقه ای	20000	20000
Z_{21}	(.000464,.0009,003)	ذوزنقه ای چپ	.000436	-
Z_{22}	(.000447,.0011,003)	ذوزنقه ای چپ	.000653	-
Z_{23}	(.000347,.0013,003)	ذوزنقه ای چپ	.000953	-
Z_{31}	(.15,.17,.19)	ذوززنقه ای راست	-	.02
Z_{32}	(.16,.20,.22)	ذوززنقه ای راست	-	.02

Z_{33}	(.18,.20,.22)	ذوززنقه ای راست	-	.02
Z_{41}	(3.35,5.72,20)	ذوزنقه ای چپ	2.37	-
Z_{42}	(4.2,8.77,20)	ذوزنقه ای چپ	4.57	-
Z_{43}	(3.99,10,20)	ذوزنقه ای چپ	6.01	-
Z_{51}	(.40,.45,.50,.52)	ذوزنقه ای	.05	.07
Z_{52}	(.35,.40,.45.52)	ذوزنقه ای	.05	.07
Z_{53}	(.30,.45,.50.57)	ذوزنقه ای	.05	.07
Z_6	(0,9000,12000)	ذوزنقه ای چپ	9000	-

٤-٣-٣ تعیین کرانهای بالایی و پایینی اهداف

این مقادیر در جدول زیر برای هر یک از اهداف نشان داده شده اند:

جدول ۴- ۱۴تعیین کرانهای بالایی و پایینی اهداف

اهداف	کران پایینی که انحراف منفی از آن موجب نارضایتی می گردد	کران بالایی که انحراف مثبت از آن موجب نارضایتی می گردد
Z11	800000	100000
Z12	110000	130000
Z13	140000	160000
Z21	.0009	-
Z22	.0011	-
Z23	.0013	-
Z31	-	.17
Z32	-	.20
Z33	-	.20
Z41	5.72	-
Z42	8.77	-
Z43	10	-
Z51	.45	.50
Z52	.40	.45
Z53	.45	.50
Z6	9000	-

۴-۳-۴ استفاده از F-AHP جهت تعیین اوزان اهداف

طی این فرآیند،با مقایسه جفتی اهداف،تصمیم گیرنده اهمیت هر یک از اهداف را نسبت به دیگر اهداف با استفاده از اصطلاحات کلامی بیان مینماید.جهت انجام این روند ماتریس ۴-۱۵ ،که درآن C1,…,C6 به ترتیب اهداف۱ تا ۶ می باشند،تشکیل می گردد.

جدول ۴- ۱۵تشکیل ماتریس مقایسه جفتی اهداف

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	(1,1,1)	(1,1,1)	(4,5,6)	(6,7,8)	(2,3,4)	(3,4,5)
C2	(1,1,1)	(1,1,1)	(4,5,6)	(6,7,8)	(2,3,4)	(3,4,5)
C3	(1/6,1/5,1/4)	(1/6,1/5,1/4)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)	(1,2,3)
C4	(1/8,1/7,1/6)	(1/8,1/7,1/6)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)
C5	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1,2,3)
C6	(1/5,1/4,1/3)	(1/5,1/4,1/3)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)

حال میانگین هندسی مقایسه های جفتی هر یک از اهداف محاسبه میگردد:

r1=((1,1,1)*(1,1,1)*(4,5,6)*(6,7,8)*(2,3,4)*(3,4,5))^1/6=(2.28,2.73,3.14)

r2=((1,1,1)*(1,1,1)*(4,5,6)*(6,7,8)*(2,3,4)*(3,4,5))^1/6=(2.28,2.73,3.14)

r3=((1/6,1/5,1/4)*(1/6,1/5,1/4)*(1,1,1)*(2,3,4)*(1/4,1/3,1/2)*(1,2,3))^1/6=(.49,.65,.84)

r4=((1/8,1/7,1/6)* (1/8,1/7,1/6)* (1/4,1/3,1/2)* (1,1,1)* (1/4,1/3,1/2)* (1/3,1/2,1))^1/6=(.26,.32,.43)

r5=((1/4,1/3,1/2)* (1/4,1/3,1/2)* (2,3,4)* (2,3,4)* (1,1,1)*

(1,2,3))^1/6=(.79,1.12,1.51)

r6=((1/5,1/4,1/3)* (1/5,1/4,1/3)* (1/3,1/2,1)* (1,2,3)* (1/3,1/2,1)* (1,1,1))^1/6=(.40,.56,.83)

r1+r2+r3+r4+r5+r6=((2.28,2.73,3.14)+ (2.28,2.73,3.14)+ (.49,.65,.84)+ (.26,.32,.43)+ (.79,1.12,1.51) +(.40,.56,.83))=(6.5,8.11,9.89)

که نتیجه می شود:

(r1+r2+r3+r4+r5+r6)^(-1)=(.10,.12,.15)

بنابراین داریم:

w1=(2.28,2.73,3.14)* (.10,.12,.15)=(.228,.327,.471)

w2=(2.28,2.73,3.14)* (.10,.12,.15)=(.228,.327,.471)

w3=(.49,.65,.84)* (.10,.12,.15)=(.049,.078,.126)

w4=(.26,.32,.43)* (.10,.12,.15)=(.026,.038,.064)

w5=(.79,1.12,1.51) * (.10,.12,.15)=(.079,.134,.22)

w6=(.40,.56,.83) *(.10,.12,.15)=(.04,.067,.124)

که با دفازی آنها به روش مرکزی نتیجه میشود:

w1=.342 , w2=.342 ,w3=.084 ,w4=.042 , w5=.144 ,w6=.077

برای محاسبه ضریب سازگاری،ابتدا داده های جدول ۴-۱۶ ،با استفاده از روش مرکزی دفازی میگردند و این ماتریس در ماتریس ستونی اوزان ضرب میگردد،سپس نتایج حاصله بر اوزان تقسیم و از آنها میانگین گرفته میشود که مقدار 6.34 بدست آمد و در نهایت مقدار CR=.05<.1، بدست می آید که قابل قبول است.حال با فرض اینکه هر یک از اهداف در سه دوره دارای وزن یکسانی می باشند،پس از

نرمالسازی این اوزان،مقادیر زیر در مدل وارد می شوند:

w11=.11 ,w21=.11,w31=.027,w41=.013,w51=.046

w12=.11,w22=.11,w32=.027,w42=.013,w52=.046

w13=.11,w23=.11,w33=.027,w43=.013,w53=.046

w6=.074

که در آن wij وزن هدف i ام در دوره j ام و w6 وزن هدف ششم میباشد که در همه دوره ها مشترک است.

٤-٣-٥ مدل برنامه ریزی آرمانی فازی

با در نظر گرفتن مقادیر بدست آمده در بخشهای قبلی به همراه معادلات مربوطه،مدل مذکور در نرم افزار Lingo که در بخش ضمائم آورده شده است،حل میگردد.نمادهای اضافی بکار گرفته شده به صورت زیر میباشند:

p:انحراف مثبت که باید کمینه شوند.

n:انحراف منفی که باید کمینه شود.

k:تابع عضویت اهداف.

w:وزنی که به انحرافات مثبت نسبت داده می شود.

u:وزنی که به انحرافات منفی نسبت داده می شود.

۵ - فصل پنجم:

نتایج و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه

مهمترین بخش پایان نامه در واقع بخش نتایج آن می باشد که راهگشا و تعیین کننده مسیر می باشد و نقاط قوت و ضعف را نشان داده و پیشنهاداتی مطرح می نماید .زیرا هدف انجام یک تحقیق،در واقع شناسایی این ضعف و قوت ها و به دست آوردن و شناسایی راه حل های مفید و موثر در این زمینه می باشد،که می تواند اثربخش بوده و باری از مشکلات جامعه بر طرف نمایید.

۵-۲ خلاصه ای از یافته های تحقیق

در این تحقیق مسئله تأمین مالی شرکت با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی فازی مورد بررسی قرار گرفت و برای تشریح مدل ، یک مطالعه موردی،که عمده اطلاعات و پارامترها از شرکت سیمان شاهرود گرفته شده اند، ارائه گردید. در ادامه، نتایج حاصل از مدل در جدول ۵-۱نشان داده شده اند.در این جدول،به دوسوال اول تحقیق،یعنی "مبلغی که شرکت در هردوره باید تأمین مالی نماید" و "ترکیب مناسب منابع تأمین مالی تحت اختیار آن"پاسخ داده شده است.همچنین نتایج حاکی از آن است که بکارگیری مدل برنامه ریزی آرمانی فازی،ترجیحات تصمیم گیرندگان را به خوبی منعکس میکند،تصمیم گیرنده به راحتی میتواند مطلوبیت خود را حداکثر نماید و بعلاوه در این روش،عدم اطمینان نیز در نظر گرفته خواهد شد.بنابراین در پاسخ به این سوال تحقیق که"آیا مدل برنامه ریزی آرمانی فازی جهت تأمین مالی شرکت مناسب است؟"میتوان گفت: به شرطی که پارامرهای مدل به خوبی پیش بینی و ترجیحات واقعی تصمیم گیرندگان در آنها لحاظ گردد،این مدل می تواند برای فرآیند تأمین مالی مناسب باشد.زیرا در این مدل،تعادلی بین اهداف مختلف برقرار میگردد که اگر روشی غیر از این انتخاب گردد،منجر به عدم تأمین مالی مناسب می گردد.البته لازم به ذکر است که به دلیل پیچیدگی هایی که در دنیای مالی واقع است،عوامل دیگری نیز در این امر دخیل هستند.با این حال، استفاده از این گونه مدلها می تواند یک دید کلی از این فرآیند به تصمیم گیرندگان بدهد، که خود کمکی در جهت تسهیل

نمودن فرآیند تصمیم گیری بحساب می آید. برای دیدن خروجی نرم افزار میتوانید به قسمت ضمائم رجوع نمایید.

جدول ۵- ۱نتایج حاصل از مدل برنامه ریزی آرمانی فازی

	میزان تأمین مالی برای هر دوره	میزان تأمین مالی از هر منبع		مقدار توابع عضویت برای اهداف مربوطه	
دوره اول	470455.2	X11	320455.2	K11	1.000000
		X31	50000.00	K12	1.000000
		X41	100000.0	K13	1.000000
		X21	0.000000	K21	1.000000
				K22	0.8941039
				K23	0.8020876
دوره دوم	379396.5	X12	159396.5	K31	1.000000
		X32	70000.00	K32	1.000000
		X42	150000.0	K33	1.000000
		X22	0.000000	K41	0.3485136
				K42	0.2111086
				K43	0.3760445
دوره سوم	320383.03	X13	95984.53	K51	0.9393555
		X33	90000.00	K52	0.4999999
		X43	134398.5	K53	1.000000
		X23	0.000000	K6	0.000000

مبالغ تأمین مالی به میلیون ریال می باشند.

همانگونه که در جدول فوق مشاهده می گردد، با یکبار اجرای نرم افزار میتوان به اطلاعاتی به مانند میزان تأمین مالی از هر منبع در هر دوره برنامه ریزی،میزان کل تأمین مالی در هر دوره و میزان برآورده شدن هر یک از اهداف پی برد.هنگامی که k برابر ۱ میباشد،یعنی هدف مورد نظر کامل برآورده شده است و مطلوبیت تصمیم گیرنده حداکثر است.در مقابل هنگامی که k برابر صفر میگردد،یعنی مطلوبیت تصمیم گیرنده حداقل است.مقادیری از k که نارضایتی تصمیم گیرنده را بدنبال دارند،به دو صورت زیرمیتوانند مورد بازنگری قرار

گیرند:

۱.میتوان وزن انحرافات هدف مربوطه را تغییر داد.

۲.میتوان در مدل وارد شده در نرم افزار،روی k های مربوطه محدودیت قرار داد.

۵-۲-۱ مقایسه نتایج تحقیق با نتایج سایر تحقیقات

در این قسمت،ضمن نشان دادن نتایج حاصل از مدل GP معمولی،این نتایج با مدل تحقیق مقایسه شده اند.در جدول ۵-۲ این نتایج برای اوزان یکسان با مدل FGP بیان گردیده اند.همچنین مدل و خروجی Lingo مربوط به آن در بخش ضمائم آورده شده اند.

جدول ۵- ۲نتایج حاصل از مدل برنامه ریزی آرمانی معمولی

	میزان تأمین مالی برای هر دوره	میزان تأمین مالی از هر منبع		مقدار انحرافات مثبت(p) و منفی(n) مربوط به اهداف	
دوره اول	463411.6	X11	313411.6	P11	0.000000
				N11	0.000000
		X31	50000.00	P12	0.000000
				N12	0.000000
		X41	100000.0	P13	0.000000
				N13	0.000000
		X21	0.000000		
				N21	1830768.
				N22	1753419.
دوره دوم	396846.6	X12	176846.6	N23	1678302.
				P31	11902.35
		X32	70000.00	P32	12973.86
				P33	18363.93
		X42	150000.0		
				N41	1499615.
		X22	0.000000	N42	1285262.

دوره سوم	318015.45	X13 282165.9 X33 35849.55 X43 0.000000 X23 0.000000	N43 1109928. P51 71958.23 N51 0.000000 P52 166703.0 N52 0.000000 P53 0.000000 N53 0.000000 N6 10000.00

با توجه به مقادیر بدست آمده در جدول ۵-۲ و مقایسه آن با مقادیر جدول ۵-۱میتوان نتیجه گرفت که نتایج بدست آمده برای هردو مدل در دوره سوم تفاوت بیشتری در مقایسه با دو دوره اول با یکدیگر دارند..نتایج حاصل از مدل فوق حاکی از آن است که این مدل وابستگی بیشتری به اوزان نسبت داده شده در مقایسه با FGP دارد و این از نقاط ضعف این روش محسوب میگردد.از دیگر نقاط ضعف این روش میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

۱)در نظر گرفتن اهدافی که ماهیتاً کسری می باشند به صورت خطی ،چون این امر تفسیر نتایج را برای تصمیم گیرنده مشکل خواهد نمود.مثلاً از روی انحراف N41 ،تصمیم گیرنده به راحتی نمیتواند میزان دستیابی یا عدم دستیابی به هدف مورد نظر خود را مشخص نماید.

۲)در این مدل،آرمانها به صورت نامعقولانه و غیر واقعی در نظر گرفته می شوند،که این امر از دقت نتایج حاصله می کاهد.

۳)آرمانها به صورت داده های قطعی در مدل وارد میشوند و این باعث کاهش فضای جوابهای قابل قبول میگردد و در نتیجه ممکن است تصمیمی اشتباه اتخاذ گردد.

این در حالی است که این نقوص در FGP مرتفع گردیده اند و تصمیم گیرنده طی یک فرآیند تعاملی میتواند مطلوبیت خود را حداکثر نماید.

۵-۳ محدودیت های تحقیق

عمده ترین مشکل،عدم دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در مورد برخی از پارامترهای مدل،ترجیحات تصمیم گیرندگان و داده های مربوط به سرمایه گذاری شرکت بود. تخمین پارامترها،فرآیندی است که باید با کمک متخصصین مالی شرکت انجام گیرد.همچنین از آنجایی که شرکت دارای فرصت های سرمایه گذاری زیادی است،بررسی این پروژه ها در محدوده این تحقیق نمی گنجید.

۵-۴ کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتایج پژوهش

روش بکار گرفته شده در این تحقیق،میتواند مورد استفاده مدیران و برنامه ریزان مالی شرکتها قرار گیرد.البته باید به این نکته توجه شود که انجام این کار مستلزم یک همکاری گروهی است و جهت پیشبینی پارامترها،لازم است که نظرات متخصصین مختلف با استفاده از تکنیک هایی مانند روش دلفی- فازی مد نظر قرار گیرند.

۵-۵ پیشنهادات کاربردی

از جمله پیشنهادات کاربردی میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. از آنجایی که برخی از داده ها باید بنا بر نظر خبرگان و متخصصان مالی در مدل وارد گردند،اگر بتوان از روشهای مناسب کیفی در این زمینه استفاده نمود،نتایج بهتری حاصل خواهد شد.
۲. چون مدل به صورت غیر خطی می باشد و به محاسبات زیادی نیاز دارد ،بهتر است از نرم افزارهای قدرتمندتری مانند MATLAB,SNOPT و...استفاده گردد تا نتایج دقیق تری بدست آید.
۳. پروژه های سرمایه گذاری، در مدل و نتایج حاصله تاثیر نسبتاً زیادی دارند،بنابراین اگر بتوان همه داده های مربوط به پروژه ها را تک تک استخراج نمود،نتایج بهتری حاصل خواهد شد.

۵-۶ پیشنهاداتی برای سایر محققین

در ادامه تحقیقات در این زمینه می توان کارهای مفیدی انجام داد که از جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. می توان علاوه بر اهداف،برخی دیگر از پارامترها و متغیرهای دیگر را نیز به صورت فازی در نظر گرفت.
۲. می توان از الگوریتم های فرا ابتکاری برای محاسبه جوابها ی بهینه استفاده نمود.
۳. میتوان مدل را با استفاده از سایر روشهای برنامه ریزی چند هدفه حل نموده و نتایج را با تحقیق حاضر مقایسه نمود.

منابع فارسی:

۱. اسلامی بیدگلی غ.ر،مهرگان م.ر،غلامی پ،(۱۳۹۰). "مدیریت بهینه داراییها در بانکها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه ریزی آرمانی:مورد خاص بانک A(طی سالهای ۸۵-۸۷)." فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار /شماره نهم/ص ۲۳-۴۴.

۲. انواری رستمی ع.ا،حبیبی ح،(۱۳۸۳)"طراحی مدل ریاضی برنامه ریزی پویای احتمالی مدیریت دارایی/ بدهی شرکت های بیمه ایران"دوماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه شاهد،شماره ۵.

۳. ستایش م.ح،کاظم نژاد م و شفیعی، م.ج،(۱۳۸۸)"کاربرد الگوریتم ژنتیک در تعیین ساختار بهینه سرمایه شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"بررسیهای حسابداری و حسابرسی، دوره 16 ، شماره 56 ، ص 39 - ۵۸.

۴. سلیمانی فر ر، رهنمای رودپشتی ف و طالب نیا ق،(۱۳۸۹)" بررسی رابطه بین وجوه نقد ناشی از فعالیتهای تأمین مالی و بازده سهام در شرکتهای پذیرفته شده در بورس تهران"فصلنامه بورس اوراق بهادار تهران،شماره ۸،ص۶۵-۸۹.

۵. شیخ م.ج ،دهقانی ج و راعی عزآبادی م.ا،(۱۳۹۲)" تأثیر نرخ تورم بر تأمین مالی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران(از طریق بدهیهای بانکی و انتشارسهام)"فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت دارایی وتأمین مالی،ص۵۱-۶۸.

۶. طالبی آ،(۱۳۸۹)،پایان نامه ارشد،" انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از روشهای فراابتکاری و مقایسه آن با سبدهای تشکیلیِ خبرگان و تازه کارها در بازار بورس اوراق بهادار تهران"،دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت،دانشگاه صنعتی شاهرود.

۷. طغیانی ع،(۱۳۸۲)،پایان نامه ارشد،"طراحی مدل ریاضی چند دوره ای برنامه ریزی آرمانی جهت تأمین مالی بهینه شرکت ایران خودرو"،دانشکده علوم انسانی،دانشگاه تربیت مدرس تهران.

۸. قلی پور ع،دستگیر م و ابزاری م،(۱۳۸۶)"بررسی و تجزیه و تحلیل روش های تأمین مالی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"،فصلنامه بررسی های اقتصادی،شماره۴،ص۷۳-۸۹.

۹. کریمی م و مشیری ا،(۱۳۸۶)"مدیریت بهینه داراییها و بدهیها در بانکها با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی(GP) و روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)،(مطالعه موردی:بانک کارآفرین)"تحقیقات مالی،دوره ۸،شماره ۲۲،ص ۸۹-۱۱۴.

۱۰. محمدی استخری ن و مدرس ا،(۱۳۸۶)"انتخاب یک سبد سهام از بین سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل بهینه سازی الگوریتم ژنتیک"مجله توسعه و سرمایه،سال اول،شماره ۱،ص ۷۱-۹۲.

۱۱. محمد مرادی ا و اختر کاوان م،(۱۳۸۸)"روششناسی مدلهای تحلیل تصمیمگیری چند معیاره"،آرمانشهر،شماره ۲،ص ۱۱۳-۱۲۴.

۱۲. مهرگان م.ر،(۱۳۸۳) " پژوهش عملیاتی پیشرفته "، انتشارات کتاب دانشگاهی، چاپ اول،ص ۱۷۰-۱۷۳.

۱۳. نوروش ا، (۱۳۸۴)" رابطه تأمین مالی و درصد تغییرات هزینه سرمایه درشرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"مجله دانشکده علوم اداری واقتصاد دانشگاه اصفهان، شماره3 ،ص۲-۱۵ .

۱۴. ولی پور ه،الماسی م. ر وکایدی ،س.ا،(۱۳۹۰)"ساختار سرمایه،میانگین موزون هزینه

سرمایه و روند تغییرات آنها" پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی، سال سوم، شماره دوازدهم ،ص ۱۸۵ - ۲۱۵ .

منابع انگلیسی:

1. Alimardani M.,(2014).Master thesis. "Stochastic mixed-integer programming for financial planning problems using network flow structure". Department of Mechanical and Industrial Engineering University of Toronto.
2. Anvary Rostamy A. A., Azar A. and Khodadad Hosseini H.,(2003), "A Mixed Integer Goal Programming (MIGP) Model for Multi-period Complex Corporate Financing Problems," Journal of finance India,Vol 17, NO2,pp 495-509.
3. Agarana M. C, Bishop S. A & Odetunmibi O. A,(2014) "Optimization Of Banks Loan Portfolio Management Using Goal Programming Technique". International Journal of Research in Applied,Natural and Social Sciences,pp 43-52.
4. Babaei H.,Tootooni M.,Shahanaghi K. &Bakhsha A.,(2009). "Lexicographic goal programming approach for portfolio optimization". Journal of Industrial Engineering International, Vol. 5, No. 9, 63-75.
5. Batuhan M.,(2013). "A fuzzy AHP approach for supplier selection problem:A case study in a general motor company". International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC) Vol.4, No. 3,pp 11-23.
6. Belaid A.,Ossama k.,(2001). "Goal programming model;A glorious history and a promising future",EJOR,133,pp 225-231.
7. Bojadziev G.,Bojadziev M.,(2007). "Fuzzy Logic for Business,Finance, and Management".Vol 23,2nd Edition, Fraser University,Canada, British Columbia Institute of Technology, Canada,pp 232.
8. Buckley J. J., (1985) "Fuzzy hierarchical analysis", *Fuzzy Sets Systems*, Vol.17 (1), 233–247.
9. Carleton W., (1970). " An analytical model for long term financing". Journal of Finance 25,pp 291-315.
10. Charnes A. and Cooper W. W., (1977)" Goal Programming and Multiple Objective Optimization ," *European Journal of Operational Research* , 1, PP.39-54.

11. Chiang Lin C.Y& Lin C.C,(2008). “Personal financial planning based on fuzzy multiple objective programming”. Expert Systems with Applications 35 ,pp 373–378.
12. Colson G. & Bruyn C.D., (1989). "Models and methods in multiple objectives decision making" Math. Comput.Modelling, PP.1201–1211.
13. Duval Y., Allen M F.,(1999). “Fuzzy logic and compromise programming in portfolio management” .Presented at Western Agricultural Economics Association Annual Meeting.
14. Dylan J.,Tamiz M.,(2010) “ Practical Goal Programming”.springer,pp 170.
15. E.Steuera R. & Paul N.B.,(2003). “ Multiple criteria decision making combined with finance:A categorized bibliographic study”. European Journal of Operational Research 150, pp 496‑515.
16. Fortson J.C.& Dince R.R.,(1977). “ An application of goal programming to the management of a country bank”. Journal of Bank Research 7 ,pp 311–319.
17. H. Dash , G.,Kajiji,N. (2005),"A nonlinear goal programming model for efficient asset liability management", Canadian Journal of Operational Research and information Processing.
18. Huang L. & Chen L.H.,(2009). “Portfolio optimization of equity mutual funds with fuzzy return rates and risks”. Department of Industrial and Information Management, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, ROC. Expert Systems with Applications 36 ,pp 3720–3727.
19. Ignizio J.P., (1976). “An approach to the capital budgeting problem with multiple objectives”. The Engineering Economist 21,pp 259–272.
20. J.Ross T.,(2004), “Fuzzy logic with engineering applications”.second edition,pp 96-103.
21. Korhonen A.,(2000). “Strategic financial management in a multinational financial conglomerate: A multiple goal stochastic programming approach”. European Journal of Operational Research 128, pp 418–434.
22. Korhonen P., Moskowitz H. & Wallenius J. (1992) "Multiple Criteria Decision Support – A Review" European Journal of Operational Research 63, PP 361-375.
23. Kyriaki K., Constantin Z. ,(2002)."An optimization scenario methodology for bank asset liability management", Operational research,An international journal,vol.2,No.2,pp 279-287.
24. Lee C.F. & Lee J.,(2010). “Hand book of quantitative finance and risk management”.Springer,vol1,pp.1716 .
25. Lee S.M. & Lerro A.J.,(1973). “ Optimizing the portfolio selection for mutual funds”. Journal of Finance 28 ,pp 1087–1101.

26. L.hannan E.,(1977),Effects of substituting a linear goal for a fractional goal in the goal programming problem,in: " **A Handbook of Critical Issues in Goal Programming".** Romero C., Pergamon Press, Oxford.
27. Mishra B.,Singh &S.R.,(2013). "Linear Fractional Programming Procedure for Multi Objective Linear Programming Problem in Agricultural System". International Journal of Computer Applications,Volume 61– No.20,pp 45-52.
28. Mulvey J. M. and Vladimimirou H., (1992) "Stochastic Network Programming for Financial Problems," *Management Science*, 38.
29. O' Leary D. E. and O'Leary J.H., (1984)" The use of Conjoint Analysis in The Determination of GP Weights for a Decision Support System," pp 287-299.In: **Decision Making with Multiple Objectives**, Y.Y. Haimes and v. Chankong Eds, Springer, New York .
30. Parra M.,Arenas T & Bilbao A.,(2001). "A fuzzy goal programming approach to portfolio selection".Europian Journal of Operational Research 133,pp 287-297.
31. Pierto B.,Christian K. , Sven L., Jeff L., Jim L., and Ashutosh M.,(2012). " Mixed-Integer Nonlinear Optimization". Mathematics and Computer Science Division Preprint ANL/MCS-P3060-1112 .
32. Sealey Jr.C.W.,(1978). " Financial planning With Multiple Objectives".Financial Management,Vol.7,No 4,pp 17-23.
33. Tarrazo M.& Gutierrez L.,(2000). "Economic expectations, fuzzy sets and fnancial planning".European Journal of Operational Research ,pp 89-105.
34. Tunjo P. & Zoran B.,(2012). " financial structure optimization by using a goal programming approach". Croatian Operational Research Review (CRORR), Vol. 3,pp 150-162.
35. Van Laarhoven P.J.M., and Pedrycz W., (1983) "A fuzzy extension of Saaty"s priority Theory", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 11(1-3), 199-227.
36. W. Smith J.r.,(2003). " Investment Policy, Financial Policies, and the Control of Agency Conflicts". Erwan Morellec University of Rochester Clifford ,University of Rochester.
37. Yaghoobi M.A., Jones D.F.& Tamiz M., (2008) . "Weighted additive models for solving fuzzy goalprogramming problems, Asia-Pacific Journal of Operational Research", 25,pp 715–733.
38. Yagoobi M.A. &Tamiz M, (2008). Nurse Scheduling by Fuzzy Goal Programming,pp 151-163,in: "**New Developments in Multiple Objective and Goal Programming**", Dylan J. ,Tamiz M.& Ries J., Springer,United Kingdom.

ضمائم

ضمیمه۱:رگرسیون خطی نرخ مالیات بر درآمد

Curve Fit

Model Description

Model Name		MOD_2
Dependent Variable	1	T
Equation	1	Linear
Independent Variable		Year
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	6
Excluded Cases[a]	1
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

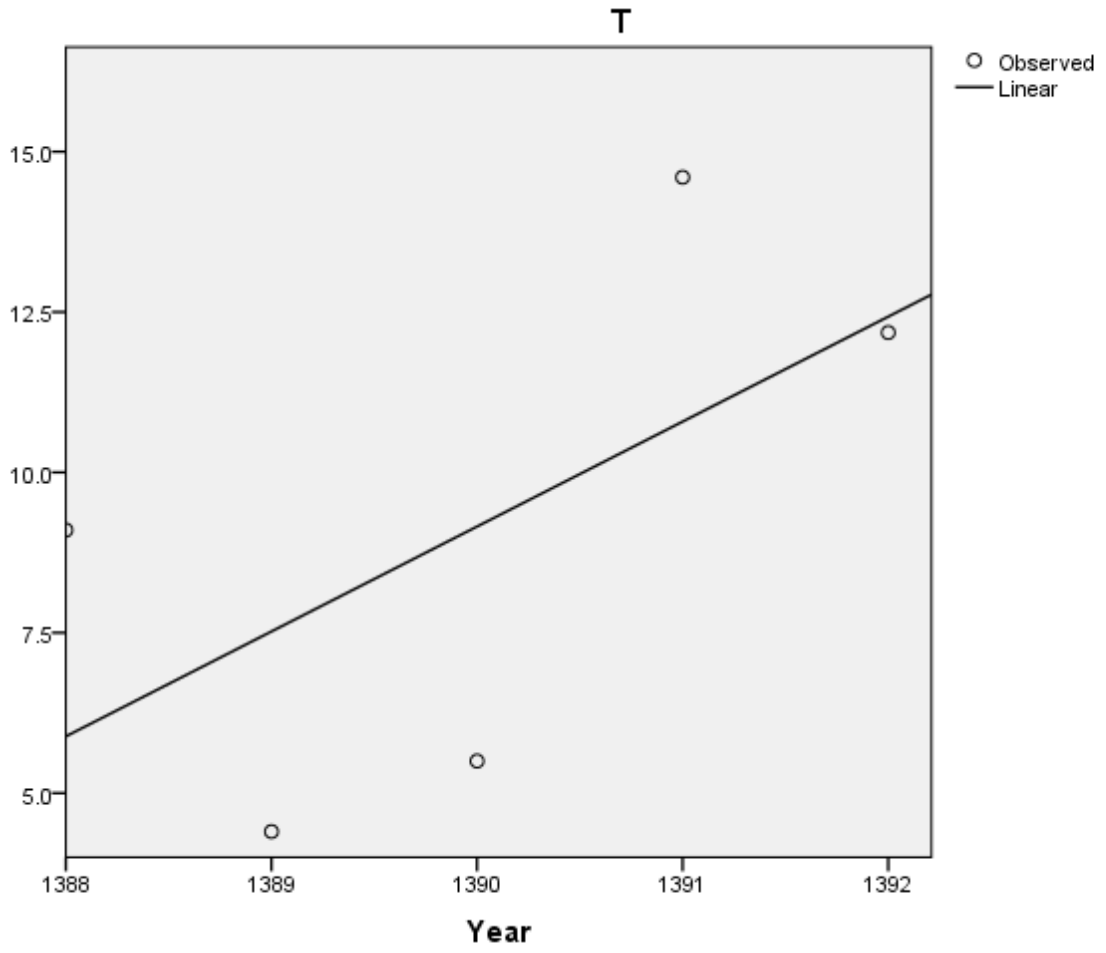
		Variables	
		Dependent	Independent
		T	Year
Number of Positive Values		5	5
Number of Zeros		0	0
Number of Negative Values		0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	1	1

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: T

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.358	1.673	1	3	.286	-2264.884	1.636

The independent variable is Year.



ضمیمه۲: رگرسیون سود عملیاتی (a_j)

Curve Fit

Model Description

Model Name		MOD_3
Dependent Variable	1	Aj
Equation	1	Linear
Independent Variable		Year
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	6
Excluded Cases[a]	1
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

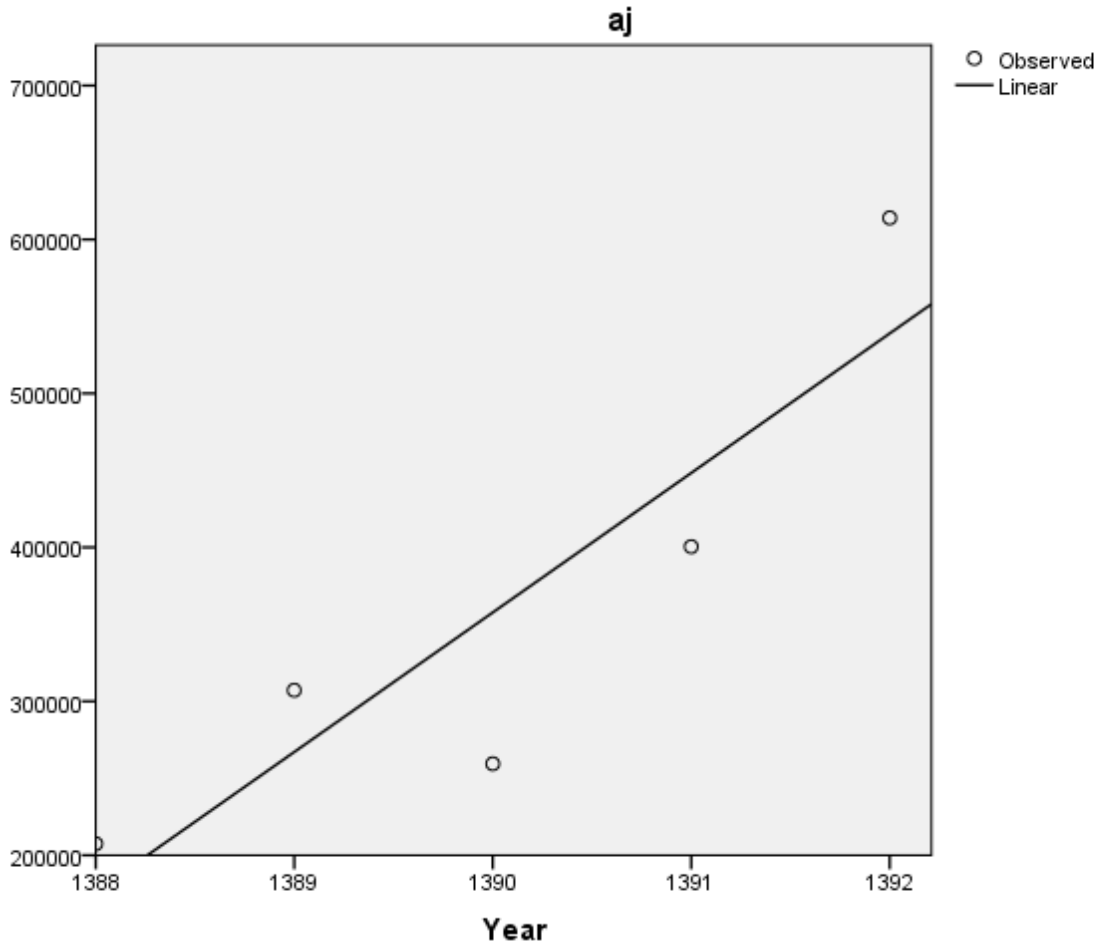
		Variables	
		Dependent	Independent
		aj	Year
Number of Positive Values		5	5
Number of Zeros		0	0
Number of Negative Values		0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	1	1

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: aj

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.803	12.225	1	3	.040	-125631204.200	90639.500

The independent variable is Year.



ضمیمه۳:رگرسیون خطی کل بدهیها

```
* Curve Estimation.
TSET NEWVAR=NONE.
CURVEFIT
  /VARIABLES=TL WITH Year
  /CONSTANT
  /MODEL=LINEAR
  /PLOT FIT.
```

Model Description

Model Name		MOD_1
Dependent Variable	1	TL
Equation	1	Linear
Independent Variable		Year
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	5
Excluded Cases[a]	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

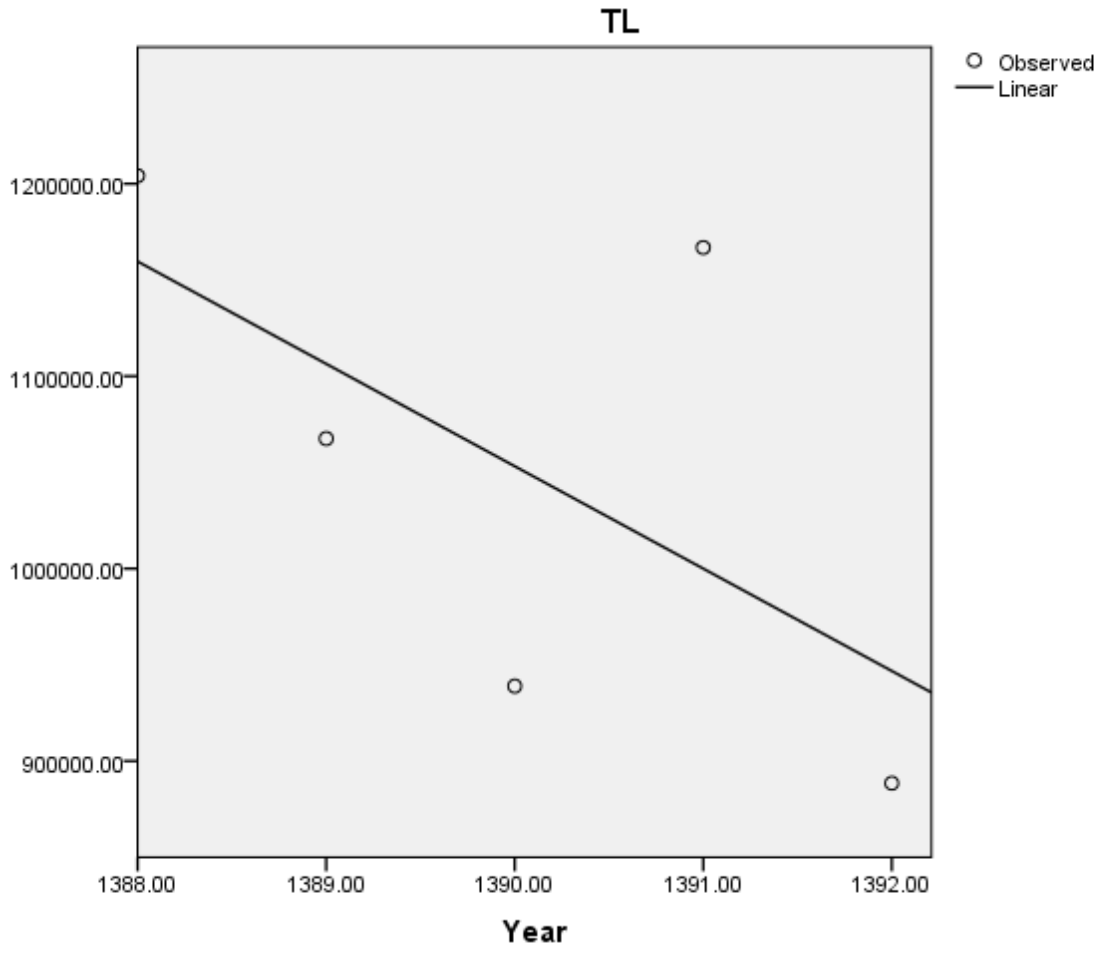
		Variables	
		Dependent	Independent
		TL	Year
Number of Positive Values		5	5
Number of Zeros		0	0
Number of Negative Values		0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: TL

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.372	1.777	1	3	.275	75011063.000	-53207.100

The independent variable is Year.



ضمیمه۴:رگرسیون خطی کل داراییها

```
* Curve Estimation.
TSET NEWVAR=NONE.
CURVEFIT
  /VARIABLES=Value WITH Year
  /CONSTANT
  /MODEL=LINEAR
  /PLOT FIT.
```

Curve Fit

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.843[a]	.711	.615	105999.26182

a. Predictors: (Constant), Year

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	83025992659.600	1	83025992659.600	7.389	.073[b]
	Residual	33707530519.200	3	11235843506.400		
	Total	116733523178.800	4			

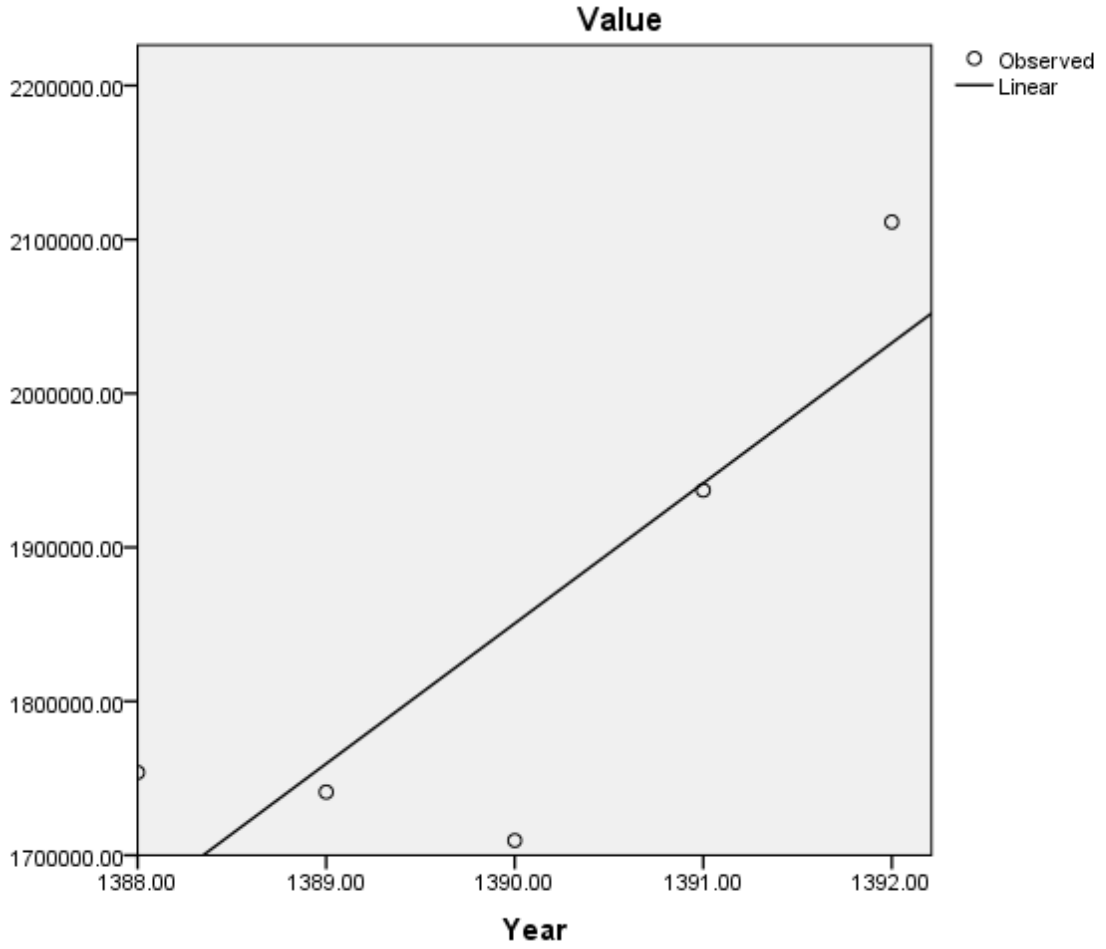
a. Dependent Variable: Value

b. Predictors: (Constant), Year

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-124804280.800	46592698.688		-2.679	.075
	Year	91118.600	33519.910	.843	2.718	.073

a. Dependent Variable: Value



ضمیمه۵: مبلغ مورد نیاز که باید تأمین مالی شود(W_j)

Curve Fit

Model Description

Model Name		MOD_1
Dependent Variable	1	wj
Equation	1	Linear
Independent Variable		year
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	3
Excluded Cases[a]	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

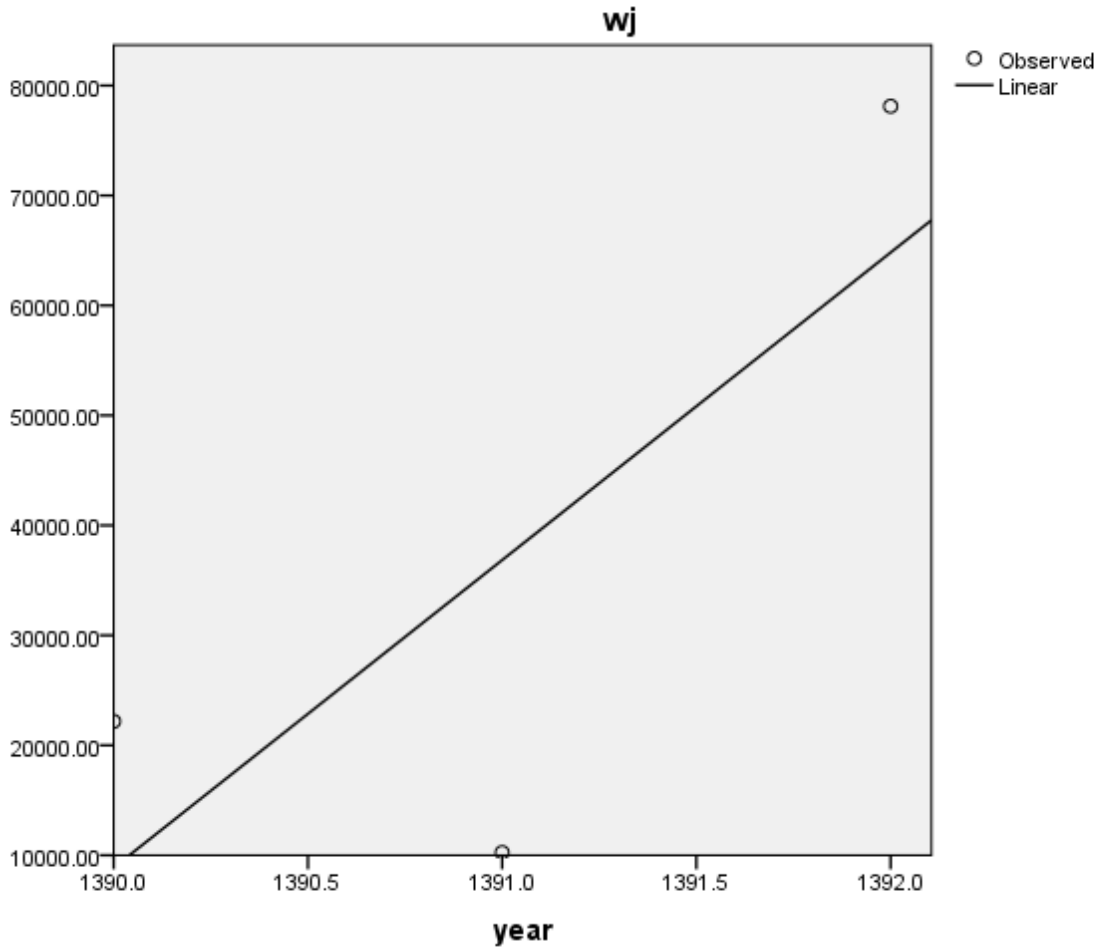
		Variables	
		Dependent	Independent
		wj	year
Number of Positive Values		3	3
Number of Zeros		0	0
Number of Negative Values		0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: wj

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.596	1.474	1	1	.439	-38870815.333	27971.000

The independent variable is year.



ضمیمه۶: نتایج حاصل از LINGO

مدل برنامه ریزی آرمانی فازی وارد شده در نرم افزار لینگو

```
Min=(w11*p11/20000+u11*n11/20000)
+(w12*p12/20000+u12*n12/20000)
+(w13*p13/20000+u13*n13/20000)
+(u21*n21/.000436)
+(u22*n22/.000653)
+(u23*n23/.000953)
+(w31*p31/.02)
+(w32*p32/.02)
+(w33*p33/.02)
+(u41*n41/2.37)
+(u42*n42/4.57)
+(u43*n43/6.01)
+(w51*p51/.05+u51*n51/.07)
+(w52*p52/.05+u52*n52/.07)
+(w53*p53/.05+u53*n53/.07)
+(u6*n6/9000);

-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m-p11<=100000;

-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m+n11>=80000;
k11+n11/20000+p11/20000=1;

-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m
+640000-(663838.8+20000*m-.18*x12-.16*x32-.17*x42)*(.16584)-
((450000000+1000*x21)+1000*x22)*.000467-700000+x12+x22+x32+x42+20000*m-
p12<=130000;

-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m
+640000-(663838.8+20000*m-.18*x12-.16*x32-.17*x42)*(.16584)-
((450000000+1000*x21)+1000*x22)*.000467-
700000+x12+x22+x32+x42+20000*m+n12>=110000;
k12+n12/20000+p12/20000=1;

-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m
+640000-(663838.8+20000*m-.18*x12-.16*x32-.17*x42)*(.16584)-
((450000000+1000*x21)+1000*x22)*.000467-700000+x12+x22+x32+x42+20000*m
+740000-(754478.3+22000*m-.20*x13-.18*x33-.19*x43)*(.17336)-
(((450000000+1000*x21)+1000*x22)+1000*x23)*.000467-
700000+x13+x23+x33+x43+22000*m-p13<=160000;
```

```
-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m
+640000-(663838.8+20000*m-.18*x12-.16*x32-.17*x42)*(.16584)-
((450000000+1000*x21)+1000*x22)*.000467-700000+x12+x22+x32+x42+20000*m
+740000-(754478.3+22000*m-.20*x13-.18*x33-.19*x43)*(.17336)-
(((450000000+1000*x21)+1000*x22)+1000*x23)*.000467-
700000+x13+x23+x33+x43+22000*m+n13>=140000;
k13+n13/20000+p13/20000=1;


((629619.3+18733-75153-.17*x11-.15*x31-.16*x41-90000*m)*(1-.14064)-7371)/
(450000000+1000*x21)+n21>=.0009;
k21+n21/.000436=1;
((720258.8+18733-75153-.18*x12-.16*x32-.17*x42+20000*m)*(1-.16584))/
((450000000+1000*x21)+1000*x22)+n22>=.0011;
k22+n22/.000653=1;
((810898.3+18733-75153-.20*x13-.18*x33-.19*x43+22000*m)*(1-.17336))/
((450000000+1000*x21)+(1000*x22)+1000*x23)+n23>=.0013;
k23+n23/.000953=1;

(.17*x11+.32*x21+.15*x31+.16*x41)/(x11+x21+x31+x41)-p31<=.17;
k31+p31/.02=1;
(.18*x12+.38*x22+.16*x32+.17*x42)/(x12+x22+x32+x42)-p32<=.20;
k32+p32/.02=1;
(.20*x13+.40*x23+.18*x33+.19*x43)/(x13+x23+x33+x43)-p33<=.20;
k33+p33/.02=1;

(629619.3-90000*m)/(65169+ .17*x11+.15*x31+.16*x41)+n41>=5.72;
k41+n41/2.37=1;
(720258.8+20000*m)/( 65169+.18*x12+.16*x32+.17*x42)+n42>=8.77;
k42+n42/4.57=1;
(810898.3+22000*m)/(65169+.20*x13+.18*x33+.19*x43)+n43>=10;
k43+n43/6.01=1;

(840505+1.17*x11 +1.15*x31 +1.16*x41)/ (2215047+1.17*x11 +1.15*x31
+1.16*x41+x21)-p51<=.50;
(840505+1.17*x11 +1.15*x31 +1.16*x41)/ (2215047+1.17*x11 +1.15*x31
+1.16*x41+x21)+n51>=.45;

k51+n51/.05+p51/.07=1;

(840505+1.18*x12 +1.16*x32 +1.17*x42)/ (2215047+1.18*x12 +1.16*x32
+1.17*x42+x22)-p52<=.45;

(840505+1.18*x12 +1.16*x32 +1.17*x42)/ (2215047+1.18*x12 +1.16*x32
+1.17*x42+x22)+n52>=.40;
k52+n52/.05+p52/.07=1;

(840505+1.2*x13+1.8*x33+1.9*x43)/ (2215047+1.2*x13+1.8*x33+1.9*x43 +x23)-
p53<=.50;
(840505+1.2*x13+1.8*x33+1.9*x43)/ (2215047+1.2*x13+1.8*x33+1.9*x43
+x23)+n53>=.45;

k53+n53/.05+p53/.07=1;
```

```
9000*m+n6>=9000;
k6+n6/9000=1;
@bnd(0,x11,500000);@bnd(0,x12,550000);@bnd(0,x13,600000);
@bnd(0,x21,300000);@bnd(0,x22,400000);@bnd(0,x23,500000);
@bnd(0,x31,50000);@bnd(0,x32,70000);@bnd(0,x33,90000);
@bnd(0,x41,100000);@bnd(0,x42,150000);@bnd(0,x43,200000);
m*(m-1)=0;


n11>=0;
p11>=0;
n12>=0;
p12>=0;
n13>=0;
p13>=0;
n21>=0;
n22>=0;
n23>=0;
p31>=0;
p32>=0;
p33>=0;
n41>=0;
n42>=0;
n43>=0;
p51>=0;
p52>=0;
p53>=0;
n51>=0;
n52>=0;
n53>=0;
n6>=0;
k11>=0;
k12>=0;
k13>=0;
k21>=0;
k22>=0;
k23>=0;
k31>=0;
k32>=0;
k33>=0;
k41>=0;
k42>=0;
k43>=0;
k51>=0;
k52>=0;
k53>=0;
k6>=0;

w11=.11;u11=.11;w12=.11;u12=.11;w13=.11;u13=.11;u21=.11;u22=.11;u23=.11;w31=.
027;w32=.027;w33=.027;u41=.013;u42=.013;u43=.013;w51=.046;u51=.046;w52=.046;u
52=.046;w53=.046;u53=.046;u6=.074;
```

نتایج مدل برنامه ریزی آرمانی فازی

```
Local optimal solution found.
  Objective value:                              0.1703608
  Infeasibilities:                              0.000000
  Total solver iterations:                            57
  Elapsed runtime seconds:                          1.84

  Model Class:                                       NLP

  Total variables:                   51
  Nonlinear variables:               13
  Integer variables:                  0

  Total constraints:                 78
  Nonlinear constraints:             16

  Total nonzeros:                   242
  Nonlinear nonzeros:                67
```

Variable	Value	Reduced Cost
W11	0.1100000	0.000000
P11	0.000000	0.5452709E-05
U11	0.1100000	0.000000
N11	0.000000	0.5500000E-05
W12	0.1100000	0.000000
P12	0.000000	0.5500000E-05
U12	0.1100000	0.000000
N12	0.000000	0.5254866E-05
W13	0.1100000	0.000000
P13	0.000000	0.5500000E-05
U13	0.1100000	0.000000
N13	0.000000	0.5440389E-05
U21	0.1100000	0.000000
N21	0.000000	252.2936
U22	0.1100000	0.000000
N22	0.6915017E-04	0.000000
U23	0.1100000	0.000000
N23	0.1886105E-03	0.000000
W31	0.2700000E-01	0.000000
P31	0.000000	1.350000
W32	0.2700000E-01	0.000000
P32	0.000000	1.350000
W33	0.2700000E-01	0.000000
P33	0.000000	1.350000
U41	0.1300000E-01	0.000000
N41	1.544023	0.000000
U42	0.1300000E-01	0.000000
N42	3.605234	0.000000
U43	0.1300000E-01	0.000000
N43	3.749973	0.000000
W51	0.4600000E-01	0.000000
P51	0.4245113E-02	0.000000

U51	0.4600000E-01	0.000000
N51	0.000000	0.6571429
W52	0.4600000E-01	0.000000
P52	0.3500001E-01	0.000000
U52	0.4600000E-01	0.000000
N52	0.000000	0.6571429
W53	0.4600000E-01	0.000000
P53	0.000000	0.8999995
U53	0.4600000E-01	0.000000
N53	0.000000	0.6571429
U6	0.7400000E-01	0.000000
N6	9000.000	0.000000
M	0.000000	0.000000
X11	320455.2	0.000000
X31	50000.00	0.8104633E-08
X41	100000.0	0.4052317E-08
X21	0.000000	0.2362581E-06
K11	1.000000	0.000000
X12	159396.5	0.000000
X32	70000.00	0.1130360E-07
X42	150000.0	0.5651799E-08
X22	0.000000	0.6851945E-07
K12	1.000000	0.000000
X13	95984.53	0.000000
X33	90000.00	0.3137444E-08
X43	134398.5	0.000000
X23	0.000000	0.9973690E-07
K13	1.000000	0.000000
K21	1.000000	0.000000
K22	0.8941039	0.000000
K23	0.8020876	0.000000
K31	1.000000	0.000000
K32	1.000000	0.000000
K33	1.000000	0.000000
K41	0.3485136	0.000000
K42	0.2111086	0.000000
K43	0.3760445	0.000000
K51	0.9393555	0.000000
K52	0.4999999	0.000000
K53	1.000000	0.000000
K6	0.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1703608	-1.000000
2	0.000000	0.4729141E-07
3	20000.00	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	20000.00	0.000000
6	0.000000	0.2451340E-06
7	0.000000	0.000000
8	20000.00	0.000000
9	0.000000	0.5961143E-07
10	0.000000	0.000000
11	0.8047006E-05	0.000000
12	0.000000	0.000000

13	0.000000	-168.4533
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	-115.4250
16	0.000000	0.000000
17	0.9159510E-02	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.3799763E-01	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.1110773E-01	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	0.000000	0.5485232E-02
24	0.000000	0.000000
25	0.000000	0.2844639E-02
26	0.000000	0.000000
27	0.000000	0.2163062E-02
28	0.000000	0.000000
29	0.000000	0.9200000
30	0.5424511E-01	0.000000
31	0.000000	0.000000
32	0.000000	0.9200000
33	0.8500001E-01	0.000000
34	0.000000	0.000000
35	0.000000	0.2000051E-01
36	0.5000000E-01	0.000000
37	0.000000	0.000000
38	0.000000	0.8222222E-05
39	0.000000	0.000000
40	0.000000	0.6445977E-01
41	0.000000	0.000000
42	0.000000	0.000000
43	0.000000	0.000000
44	0.000000	0.000000
45	0.000000	0.000000
46	0.000000	0.000000
47	0.000000	0.000000
48	0.6915017E-04	0.000000
49	0.1886105E-03	0.000000
50	0.000000	0.000000
51	0.000000	0.000000
52	0.000000	0.000000
53	1.544023	0.000000
54	3.605234	0.000000
55	3.749973	0.000000
56	0.4245113E-02	0.000000
57	0.3500001E-01	0.000000
58	0.000000	0.000000
59	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
61	0.000000	0.000000
62	9000.000	0.000000
63	1.000000	0.000000
64	1.000000	0.000000
65	1.000000	0.000000
66	1.000000	0.000000
67	0.8941039	0.000000
68	0.8020876	0.000000

69	1.000000	0.000000
70	1.000000	0.000000
71	1.000000	0.000000
72	0.3485136	0.000000
73	0.2111086	0.000000
74	0.3760445	0.000000
75	0.9393555	0.000000
76	0.4999999	0.000000
77	1.000000	0.000000
78	0.000000	0.000000
79	0.000000	0.000000
80	0.000000	0.000000
81	0.000000	0.000000
82	0.000000	0.000000
83	0.000000	0.000000
84	0.000000	0.000000
85	0.000000	0.000000
86	0.000000	-0.1058961
87	0.000000	-0.1979124
88	0.000000	0.000000
89	0.000000	0.000000
90	0.000000	0.000000
91	0.000000	-0.6514864
92	0.000000	-0.7888914
93	0.000000	-0.6239555
94	0.000000	0.8490227E-01
95	0.000000	0.000000
96	0.000000	-0.7000001
97	0.000000	0.000000
98	0.000000	0.000000
99	0.000000	0.000000
100	0.000000	-1.000000

مدل GP معمولی وارد شده در lingo

```
Min=(w11*p11+u11*n11)
+(w12*p12+u12*n12)
+(w13*p13+u13*n13)
+(u21*n21)
+(u22*n22)
+(u23*n23)
+(w31*p31)
+(w32*p32)
+(w33*p33)
+(u41*n41)
+(u42*n42)
+(u43*n43)
+(w51*p51+u51*n51)
+(w52*p52+u52*n52)
+(w53*p53+u53*n53)
+(u6*n6);
```

```
-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m+n11-p11=92788;


-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m
+640000-(663838.8+20000*m-.18*x12-.16*x32-.17*x42)*(.16584)-
((450000000+1000*x21)+1000*x22)*.000467-700000+x12+x22+x32+x42+20000*m+n12-
p12=120759;


-89253-(583183.3-90000*m-.17*x11-.15*x31-.16*x41)*(.14064)-
(450000000+1000*x21)*.000467+x11+x21+x31+x41-90000*m
+640000-(663838.8+20000*m-.18*x12-.16*x32-.17*x42)*(.16584)-
((450000000+1000*x21)+1000*x22)*.000467-700000+x12+x22+x32+x42+20000*m
+740000-(754478.3+22000*m-.20*x13-.18*x33-.19*x43)*(.17336)-
(((450000000+1000*x21)+1000*x22)+1000*x23)*.000467-
700000+x13+x23+x33+x43+22000*m+n13-p13=148730;



((629619.3+18733-75153-.17*x11-.15*x31-.16*x41-90000*m)*(1-.14064)-7371)-
.005* (450000000+1000*x21)+n21=0;

((720258.8+18733-75153-.18*x12-.16*x32-.17*x42+20000*m)*(1-.16584))-.005*
((450000000+1000*x21)+1000*x22)+n22=0;

((810898.3+18733-75153-.20*x13-.18*x33-.19*x43+22000*m)*(1-.17336))-.005*
((450000000+1000*x21)+(1000*x22)+1000*x23)+n23=0;


(.17*x11+.32*x21+.15*x31+.16*x41)-.14*(x11+x21+x31+x41)-p31=0;

(.18*x12+.38*x22+.16*x32+.17*x42)-.14*(x12+x22+x32+x42)-p32=0;

(.20*x13+.40*x23+.18*x33+.19*x43)-.14*(x13+x23+x33+x43)-p33=0;


(629619.3-90000*m)-15*(65169+ .17*x11+.15*x31+.16*x41)+n41=0;

(720258.8+20000*m)-15*( 65169+.18*x12+.16*x32+.17*x42)+n42=0;

(810898.3+22000*m)-15*(65169+.20*x13+.18*x33+.19*x43)+n43=0;

(840505+1.17*x11 +1.15*x31 +1.16*x41)-.475*(2215047+1.17*x11 +1.15*x31
+1.16*x41+x21)+n51-p51=0;


(840505+1.18*x12 +1.16*x32 +1.17*x42)-.425*(2215047+1.18*x12 +1.16*x32
+1.17*x42+x22)+n52-p52=0;

(840505+1.2*x13+1.8*x33+1.9*x43)-.475*(2215047+1.2*x13+1.8*x33+1.9*x43
+x23)+n53-p53=0;


9000*m+n6=10000;
```

```
@bnd(0,x11,500000);@bnd(0,x12,550000);@bnd(0,x13,600000);
@bnd(0,x21,300000);@bnd(0,x22,400000);@bnd(0,x23,500000);
@bnd(0,x31,50000);@bnd(0,x32,70000);@bnd(0,x33,90000);
@bnd(0,x41,100000);@bnd(0,x42,150000);@bnd(0,x43,200000);
m*(m-1)=0;


n11>=0;
p11>=0;
n12>=0;
p12>=0;
n13>=0;
p13>=0;
n21>=0;
n22>=0;
n23>=0;
p31>=0;
p32>=0;
p33>=0;
n41>=0;
n42>=0;
n43>=0;
p51>=0;
p52>=0;
p53>=0;
n51>=0;
n52>=0;
n53>=0;
n6>=0;



w11=.11;u11=.11;w12=.11;u12=.11;w13=.11;u13=.11;u21=.11;u22=.11;u23=.11;w31=.
027;w32=.027;w33=.027;u41=.013;u42=.013;u43=.013;w51=.046;u51=.046;w52=.046;u
52=.046;w53=.046;u53=.046;u6=.074;
```

نتیجه lingo برای مدل GP معمولی

```
Global optimal solution found.
  Objective value:                              642392.2
  Objective bound:                              642392.2
  Infeasibilities:                          0.2299203E-08
  Extended solver steps:                               1
  Total solver iterations:                            43
  Elapsed runtime seconds:                          1.43

  Model Class:                                        QP

  Total variables:                   35
  Nonlinear variables:                1
```

```
Integer variables:                   0

Total constraints:                  40
Nonlinear constraints:               1

Total nonzeros:                    149
Nonlinear nonzeros:                  1
```

Variable	Value	Reduced Cost
W11	0.1100000	0.000000
P11	0.000000	0.1049823
U11	0.1100000	0.000000
N11	0.000000	0.1150177
W12	0.1100000	0.000000
P12	0.000000	0.1230009
U12	0.1100000	0.000000
N12	0.000000	0.9699909E-01
W13	0.1100000	0.000000
P13	0.000000	0.1784743
U13	0.1100000	0.000000
N13	0.000000	0.4152567E-01
U21	0.1100000	0.000000
N21	1830768.	0.000000
U22	0.1100000	0.000000
N22	1753419.	0.000000
U23	0.1100000	0.000000
N23	1678302.	0.000000
W31	0.2700000E-01	0.000000
P31	11902.35	0.000000
W32	0.2700000E-01	0.000000
P32	12973.86	0.000000
W33	0.2700000E-01	0.000000
P33	18363.93	0.000000
U41	0.1300000E-01	0.000000
N41	1499615.	0.000000
U42	0.1300000E-01	0.000000
N42	1285262.	0.000000
U43	0.1300000E-01	0.000000
N43	1109928.	0.000000
W51	0.4600000E-01	0.000000
P51	71958.23	0.000000
U51	0.4600000E-01	0.000000
N51	0.000000	0.9200000E-01
W52	0.4600000E-01	0.000000
P52	166703.0	0.000000
U52	0.4600000E-01	0.000000
N52	0.000000	0.9200000E-01
W53	0.4600000E-01	0.000000
P53	0.000000	0.2688510E-01
U53	0.4600000E-01	0.000000
N53	0.000000	0.6511490E-01
U6	0.7400000E-01	0.000000
N6	10000.00	0.000000
M	0.000000	0.000000

X11	313411.6	0.000000
X31	50000.00	0.6598532E-02
X41	100000.0	0.3299266E-02
X21	0.000000	1.662285
X12	176846.6	0.000000
X32	70000.00	0.6533915E-02
X42	150000.0	0.3266957E-02
X22	0.000000	1.075481
X13	282165.9	0.000000
X33	35849.55	0.000000
X43	0.000000	0.4014129E-02
X23	0.000000	0.5114436

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	642392.2	-1.000000
2	-0.2299203E-08	0.5017710E-02
3	0.000000	0.1300091E-01
4	0.000000	0.6847433E-01
5	0.000000	-0.1100000
6	0.000000	-0.1100000
7	0.000000	-0.1100000
8	0.000000	0.2700000E-01
9	0.000000	0.2700000E-01
10	0.000000	0.2700000E-01
11	0.000000	0.1300000E-01
12	0.000000	0.1300000E-01
13	0.000000	0.1300000E-01
14	0.000000	0.4600000E-01
15	0.000000	0.4600000E-01
16	0.000000	0.1911490E-01
17	0.000000	0.7400000E-01
18	0.000000	7938.904
19	0.000000	0.000000
20	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	0.000000	0.000000
24	0.000000	0.000000
25	1830768.	0.000000
26	1753419.	0.000000
27	1678302.	0.000000
28	11902.35	0.000000
29	12973.86	0.000000
30	18363.93	0.000000
31	1499615.	0.000000
32	1285262.	0.000000
33	1109928.	0.000000
34	71958.23	0.000000
35	166703.0	0.000000
36	0.000000	0.000000
37	0.000000	0.000000
38	0.000000	0.000000
39	0.000000	0.000000
40	10000.00	0.000000
41	0.000000	0.2631364

42	0.000000	0.2631364
43	0.000000	0.2631364
44	0.000000	0.2631364
45	0.000000	0.2631364
46	0.000000	0.2631364
47	0.000000	-1830768.
48	0.000000	-1753419.
49	0.000000	-1678302.
50	0.000000	-11902.08
51	0.000000	-12973.60
52	0.000000	-18363.67
53	0.000000	-1499615.
54	0.000000	-1285262.
55	0.000000	-1109928.
56	0.000000	-71957.97
57	0.000000	0.2631364
58	0.000000	-166702.7
59	0.000000	0.2631364
60	0.000000	0.2631364
61	0.000000	0.2631364
62	0.000000	-9999.737

Abstract

The main purpose of this research is to offer a method to predict the appropriate financing of a firm over multi-period, using a mathematical model.For this purpose, given the company's multiple goals that are mutually connected with the issue of financing, the problem is modeled by using fuzzy goal programming technique to solve the problem.weighted goal programming is employed in this study.To determine the weights of the objectives , fuzzy analytic hierarchy process is used. Techniques used in this research can be applied to any company, especially joint-stock companies.However,to illustrate the model,we use it for financing Shahroud Cement Factory over three periods with respect to prior fiscal years,in a case study. The main data have been extracted from the last 5 years of the company financial statements and the related explanatory notes.To predict some parameters,we used SPSS.22 software for calculating linear regression and Lingo.14 software to analyse the model. In the end, the results and recommendations for future research are discussed.

Key words: Mathematical model, Financing, Optimization, Fuzzy theory, Fuzzy Goal Programming, Fuzzy Analytic Hierarchy Process.

Shahrood University of Technology
Faculty of Industrial Engineering and Management

Formulating a Mathematical Model for Optimal Financing (A Case Study of the Shahroud Cement Factory).

Hassan Beiranvand

Supervisor:

Dr. Seyed Mohammad Mousavi Shahroodi

Date: February

2015