

## چکیده

مدیریت سرمایه گذاری در بیمه های عمر به دلیل ویژگی های خاص آن، از اهمیت بالایی برخوردار است. بیمه عمر بر خلاف سایر بیمه نامه ها بلندمدت بوده و عمدتاً متمرکز بر بازده سرمایه گذاری است. همچنین به دلیل مشارکت بیمه گذاران ۸۵٪ در مازاد منافع، وقوع مازاد در یک دوره به نفع بیمه گذار بوده و عایدی چندانی برای شرکت بیمه ندارد و در مقابل وقوع کسری در بازده تضمین شده بر عهده شرکت بیمه است. علاوه بر این، کسب بازده بالا از عوامل اصلی رقابت شرکت های بیمه در بازاریابی است. علاوه بر این، شرکت های بیمه بایستی مطمئن باشند که نقدینگی کافی برای ایفا تعهدات پرداخت خسارت خود را دارا هستند. با وجود این تفاوت های اساسی بین بیمه عمر و بیمه های اموال و مسئولیت، اما آیین نامه ۶۰ بیمه مرکزی تفاوتی بین سرمایه گذاری ذخایر بیمه نامه های فوق قائل نیست.

در این تحقیق به طراحی مدل بهینه سازی پرتفوی سرمایه گذاری در بیمه های عمر پرداخته شده است. براین اساس، مدل سرمایه گذاری مارکوف سویچینگ خود رگرسیون بردار مبتنی بر بهینه سازی آرمانی با اهداف متضاد تعیین شده با عملکرد واقعی شرکت مقایسه گردیده است. بهینه سازی در پرتفوی سرمایه گذاری مبتنی بر بیمه عمر شرکت بیمه معلم در دوره ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ صورت گرفته است.

اوزان سرمایه گذاری با شبیه سازی مدل طراحی شده مارکوف سویچینگ خود رگرسیون بردار با بهینه سازی اهداف شامل حداکثر سازی بازده شرکت، کمینه سازی کمبود احتمالی بازده، حداکثرسازی بازده بیمه گذاران و کمینه سازی کمبود نقدینگی اجرا شده است.

براساس نتایج حاصله، مدل بهینه سازی برنامه ریزی آرمانی بازده بیشتری در مقایسه با بازده واقعی عاید شرکت می سازد و در سایر اهداف نیز عملکرد بهینه تری دارد. در نتیجه این روش می تواند در بهینه سازی پرتفوی سرمایه گذاری بیمه عمر در شرکت های بیمه بکار رود.

کلید واژه:

**بهینه سازی بیمه عمر، برنامه ریزی آرمانی، بیمه عمر، مدلسازی سرمایه گذاری**

## مقدمه

عمده مطالعات در حوزه بهینه سازی پرتفوی از جمله پرتفوی بهینه مارکوفیتز، متمرکز بر تابع حداکثر سازی بازده یا حداکثرسازی عملکرد (نسبت بازده به ریسک) می باشد. مهمترین ضعف این روش ها، عدم توجه به جریانهای نقدی مورد نیاز در مدلسازی است. در صنعت بیمه، فلسفه اصلی در سرمایه گذاری علاوه بر بازده، بر جریانهای نقدی نیز متمرکز است که مدل های متعارف قادر به پاسخگویی به این موضوع نیستند.

روش های متعارف بهینه سازی پرتفوی، دوره بهینه سازی سرمایه گذاری عمدتاً تک دوره ای است که عملاً با تصمیمات دنیای واقعی سازگار نمی باشد. این رویکرد برای سرمایه گذاری در شرکت ها و صندوق های سرمایه گذاری که هدف اصلی آن ها افزایش ثروت در بلندمدت است، مناسب می باشد. اما در سایر فعالیت های مالی از جمله بیمه

بهینه سازی سرمایه گذاری در بیمه های

عمر مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی

رضا راعی

استاد دانشگاه تهران

raei@ut.ac.ir

غدیر مهدوی کلیشمی

دانشیار دانشگاه علامه طباطبائی

mahdavi@atu.ac.ir

سیدفرهنگ حسینی (نویسنده مسئول)

دانشجوی دکتری دانشگاه تهران،

f.hoseni@ut.ac.ir



کارایی ندارد، زیرا سرمایه گذاری در بیمه ها سرمایه گذاری مبتنی بر بدهی ۱ است. (Heidari, H., & Neshatizadeh, L., 2018)

کسب و کار بیمه از دو بخش اساسی شامل، قیمت گذاری، فروش و جمع کردن حق بیمه و همچنین مدیریت و سرمایه گذاری حق بیمه ها تشکیل شده است. با این حال، برخلاف کسب و کارهای تولیدی و بانکی، هزینه تمام شده خدمات فروخته شده در صنعت بیمه نامشخص است. بدین معنی که شرکت بیمه قیمت محصولات خود را براساس برآوردهای اکچوئرال قیمت گذاری می کند و بعد از فروش و وقوع حوادث قیمت واقعی آن قابل ارزیابی است. در این شرایط، در بیمه های عمر که دوره بین ۵ تا ۳۰ سال دارا هستند، با شرایط عدم اطمینان بالاتری در سرمایه گذاری ها روبرو هستند و اثر عوامل سرمایه گذاری در محاسبات اکچوئرال در این گروه از بیمه ها به مراتب بیش از بیمه های اموال و مسئولیت است. (Hopkin, P., 2018)

در نتیجه یکی از مسائل اساسی در سرمایه گذاری در صنعت بیمه، کسب بازده مناسب در مقایسه با بازده تضمین شده در بیمه های عمر است. همچنین هدف اصلی مدیریت شرکت بیمه کسب بازده مناسب برای سهامداران است. (Bohnert, A., Gatzert, N., & Jørgensen, P. L., 2015)

علاوه بر این، در اختیار داشتن نقدینگی لازم برای پرداخت خسارات و ایفا تعهدات از اهداف اصلی در تبیین تابع هدف در شرکت های بیمه عمر است. این موضوع حتی در رضایت مشتریان و بازاریابی شرکت های بیمه نیز موثر است. با این حال، سرمایه گذاری در دارایی ها با نقدشوندگی بالا، سبب کاهش بازده مورد انتظار می گردد و در مقابل ریسک تاخیر یا عدم ایفا تعهدات را از بین می برد. (Koijen, R. S., & Yogo, M., 2017). در نتیجه بایستی برای بهینه سازی پرتفوی سرمایه گذاری شرکت های بیمه از یک چارچوب مدیریت دارایی و بدهی استفاده شود. (Li, Y., 2010)

با توجه به این موضوع، محقق در این پژوهش به دنبال بهینه سازی سرمایه گذاری شرکت های بیمه با اهداف شامل افزایش سودآوری شرکت بیمه و افزایش بازده بیمه گذاران و تامین جریان نقدی لازم جهت ایفا تعهدات و پرداخت خسارات است. در حقیقت تحقیق حاضر در جستجوی یافتن پاسخی برای این سوال است که چگونه می توان در شرکت بیمه سرمایه گذاری بهینه داشت. در این پژوهش با توجه به چند هدفه بودن و متضاد بودن برخی از اهداف، از مدل برنامه ریزی آرمانی برای مدلسازی استفاده می شود. تابع هدف نیز حداقل نمودن انحراف منفی با رعایت آیین نامه های بیمه مرکزی است.

## ۱. ادبیات موضوع

فاصله زمانی میان دریافت حق بیمه و پرداخت خسارت، منابع مالی قابل توجهی در شرکت های بیمه ایجاد می نماید. این فاصله زمانی در بیمه های عمر بیش از همه انواع دیگر بیمه ها است. لذا شرکت بیمه به منظور ایفا تعهدات خود و کسب بازده مناسب، بایستی نسبت به سرمایه گذاری این حق بیمه ها اقدام نماید.

بیمه های عمر انواع مختلفی دارند، یکی از پرکاربردترین و رایج ترین بیمه در بیمه های عمر، بیمه عمر و سرمایه گذاری است که در این نوع بیمه نامه، فرد براساس سرمایه ای مورد نظر خود، اقدام به خرید بیمه نامه و سرمایه گذاری می نماید و در صورت فوت قبل از سررسید، کل سرمایه بیمه به وی پرداخت می شود و در غیر این صورت، در سررسید کل سرمایه بیمه به وی پرداخت می گردد.

قیمت گذاری بیمه های عمر سه عنصر اساسی دارد: احتمال مرگ و میر، نرخ بهره و هزینه سربار. دو عنصر احتمال مرگ و میر و نرخ بهره در محاسبه حق بیمه خالص لحاظ می شوند و فقط هزینه خسارت را برآورد می کنند. برای لحاظ هزینه های اجرایی شرکت از هزینه سربار استفاده می شود و مجموع حق بیمه خالص و هزینه سربار، حق بیمه ناخالص است که همان قیمت فروش بیمه نامه است. بدین ترتیب بازده واقعی حق بیمه های دریافتی و ذخایر ریاضی ایجاد شده، اهمیت بالایی در قیمت گذاری بیمه نامه های عمر دارد. بدین ترتیب بهینه سازی دارایی ها در بیمه ها جایگاه ویژه پیدا می کند. (Zelizer, V. A. R., 2017)

در بهینه سازی دارایی ها، به طور معمول از مدل میانگین واریانس مارکویتز و مدل های مشتق شده از آن استفاده می گردد. این روش ها به دلیل تک مرحله ای بودن قابل استفاده و استناد در تصمیم گیری های بلندمدت نمی باشد. در مقابل معمولاً از روش های شبیه سازی به عنوان مدل جایگزین استفاده می گردد. (Zenios, S. A., & Ziemba, W. T., 2016) در شبیه سازی شرایط اقتصادی و بازارهای مالی به دو دوره رکود و رونق تقسیم می شود. بنابراین در مدل سازی به سناریوهای چند وضعیت توجه ویژه می شود تا بتوان شرکت بیمه را از آثار ناشی از بحران ها محافظت نمود و در حالت عادی نیز عملکرد مناسبی داشت. مزیت استفاده از مدل های شبیه سازی سناریو در مقابل حل صریح مدل، این است که سناریوهای با احتمال اندک نیز در مدل وجود دارند و مدیران می توانند وضعیت و راهکارها را در شرایط مختلف در نظر داشته باشند.



مهمترین روش های مدلسازی چند سناریویی، مدل های تغییر رژیم مارکوف سویچینگ است. این روش های در ترکیب با روش های سرمایه گذاری خود رگرسیون برداری، می توانند بسیاری از سری های زمانی در مواجهه با وقایعی مانند بحران مالی یا تغییرات غیر منتظره در سیاست های دولتی، وقفه های ناگهانی در رفتار را نشان دهند. (Hamilton 2016)

موضوع دیگر در بیمه های عمر، پیچیدگی محاسبه بازده است. در شرایطی که براساس آیین نامه های بیمه مرکزی، حداقل تضمین شده بازده بیمه عمر تعیین می گردد، اما در صورتی که شرکت بیمه های بازده بیشتری کسب نمایند، ۸۵٪ مازاد بازده بر بازده تضمین شده به بیمه گذاران تحت عنوان مشارکت در منافع پرداخت می شود. در شرایط رونق، عمده مازاد بازده عاید بیمه گذاران می شود و عایدی خاصی برای شرکت بیمه ندارد. اما در شرایط رکود، شرکت بیمه بایستی نسبت به تامین بازده تضمین شده از محل حقوق صاحبان سهام خود اقدام نماید. در نتیجه، استراتژی سرمایه گذاری و نحوه تخصیص دارایی در شرکت های بیمه اهداف متضاد هستند.

## ۱.۱. پیشینه

بهینه سازی دارایی ها از جمله سرمایه گذاری بخش اصلی مطالعات بهینه سازی در بیمه ها است. مدلسازی دارایی و بدهی برای محصولات بیمه ای با تضمین براساس قراردادهای وابسته به سهام و از طریق شبیه سازی تصادفی در شرایط عدم قطعیت نرخ بهره و بازده دارایی ها مورد بررسی قرار گرفته است. مدل براساس برنامه ریزی تصادفی است. پارامترهای اصلی، نسبت دارایی به بدهی، هزینه مبادله، جریان نقدی در زمان  $t$ ، نرخ بازده تضمین شده است. متغیرهای تصمیم، میزان نگهداری شده از هر دارایی و خرید و فروش هر یک از دارایی ها در زمان  $t$  است. بازده سهام، ارزش آتی بدهی ها متغیرهای تصادفی است. روش انجام ۱۰۰۰ بار شبیه سازی، براساس *CVaR* ۵٪ برای ریسک آستانه ای است. مطالعه در شرایط عدم اطمینان شبیه سازی و مدل پایدار ارائه گردید. *Gülpmar, N., Pachamanova, D., & Çanakoglu, E. (2016).*

در مطالعه دیگری مدلسازی و بررسی و پیاده سازی کاربردی برنامه ریزی تصادفی در انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری و مقایسه آن با مدل میانگین واریانس مارکوفیتز صورت گرفته است. در این پژوهش پارامترهایی که در مدل شبیه سازی گردیده اند که شامل بازده دارایی، احتمال وقوع سناریو، ثروت اولیه، هزینه معاملاتی و نرخ استقرار هستند. هدف حداکثرسازی تابع ثروت با لحاظ متغیرهای تصمیم است. براساس مدلسازی عدم قطعیت، مدل تصادفی پیش بینی می گردد و درخت تصمیم ایجاد می گردد. مدل شبیه سازی پارامترها نقش اساسی در صحت مدل دارد. این مطالعه نشان داد که برنامه ریزی تصادفی عملکرد بهتری در مقایسه با مدل میانگین واریانس مارکوفیتز دارد. *Simsek, K. D. (2013).*

مدیریت دارایی و بدهی یکی از مسائل اصلی است که صندوق های بازنشستگی با آن روبرو هستند. پیری و افزایش شمار بازنشستگان، ضرورت پیاده سازی مدیریت یکپارچه دارایی و بدهی برای صندوق های بازنشستگی را بیشتر نموده است. مدل شامل ورودی هایی از جمله دریافتی حق بیمه از فعالان صندوق، دارایی ها (گروه دارایی، توزیع، وضعیت اولیه، هزینه معاملات و ...)، مقادیر تعهدات اکچوئرال، ویژگی هایی آماری ورودی ها (میانگین، انحراف معیار و همبستگی) و محدودیت ها می باشد. هدف نیز حداقل سازی کمبود سرمایه در دوره های زمانی است. مدلسازی براساس برنامه ریزی تصادفی به صورت چند دوره ای و متغیرهای غیرمقید صورت گرفته است. براساس یافته های پژوهش سرمایه گذاری مبتنی بر بدهی و سناریو در این مدل پیاده سازی شده است. *Ziemba, W. T. (2016).*

## ۲. روش شناسی پژوهش

مدل ارائه شده در این تحقیق براساس هدف، کاربردی است همچنین مدل توسعه یافته در این تحقیق بنیادی و کاربردی می باشد. تحقیق براساس روش جمع آوری داده ها، کتابخانه ای است. روش مطالعه کمی است. قلمرو زمانی مورد استفاده در تحقیق سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ است. با توجه به اینکه تحقیق در جهت ارائه روش بهینه سازی پرتفوی شرکت بیمه است، از داده های یک شرکت بیمه در ایران استفاده شده است. نمونه مطالعه شرکت بیمه معلم است. داده های اقتصادی و مالی برای شبیه سازی و مدلسازی استفاده گردیده است. بدین منظور داده ها از ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۵ و به صورت فصلی استفاده شده است. در این تحقیق برای جمع آوری داده ها از دو روش کتابخانه ای و میدانی استفاده شده است. اطلاعات مورد نیاز از بانک اطلاعاتی فناوران بیمه معلم، صورت های مالی سه ماهه، آیین نامه ها و سری زمانی بیمه مرکزی، شرکت مدیریت فناوری بورس تهران و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران استفاده شده است. جمع آوری و بررسی



اطلاعات در نرم افزار EXCEL صورت گرفته است. همچنین مرتب سازی، پیش پردازش و پردازش داده های جمع آوری شده، مدل سازی و شبیه سازی از طریق برنامه نویسی در نرم افزار Matlab 2017 انجام شده است.

### ۲.۱. فرضیه های تحقیق

با توجه به اینکه مدل پیشنهادی مطالعه، بهینه سازی سرمایه گذاری مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی است، به منظور ارزیابی توانایی و کارایی آن با عملکرد واقعی شرکت مقایسه می گردد. همچنین مدل از دو بعد بررسی می گردد. عملکرد بهتر به دو بخش بازده بالاتر و تامین و پوشش نقدشوندگی لازم تقسیم می شود.

- فرضیه ۱: مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی بازده بیشتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه برای دارایی ها دارد.
- فرضیه ۲: مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی بازده بیشتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه برای بیمه گذار دارد.
- فرضیه ۳: مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی بازده بیشتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه برای بیمه گر دارد.
- فرضیه ۴: مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی تطابق جریان نقدی بهتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه دارد.

### ۲.۲. مدل ترکیبی مارکوف سوئیچینگ خود رگرسیون برداری

مدل زیر مفروض است:

$$y_t = \mu S_t + \epsilon_t \quad (1)$$

که در آن  $S_t = 1..k$  و  $\epsilon$  دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\sigma^2_{S_t}$  است. باید توجه داشت که برای مدل داده شده در معادله ۱، وقفه، حالت های سوئیچینگ است که با متغیر شاخصی  $S_t$  مشخص شده است. بدین معنی که اگر  $k$  حالت وجود داشته باشد،  $k$  مقدار برای  $\mu$  and  $\sigma^2$  وجود خواهد داشت. اگر تنها یک حالت ( $S_t = 1$ ) وجود داشته باشد، فرمول یک به  $y_t = \mu_1 + \epsilon_t$  تبدیل می شود و می تواند به عنوان یک مدل رگرسیون خطی ساده تحت شرایط عمومی حل گردد.

حال فرض می شود مدل یک، دو حالت داشته باشد.  $(k = 2)$  نمایش جایگزین به صورت زیر خواهد بود:

$$y_t = \mu_1 + \epsilon_t \quad \text{for State 1} \quad (2)$$

$$y_t = \mu_2 + \epsilon_t \quad \text{for State 2} \quad (3)$$

$$\epsilon_t \sim (0, \sigma_1^2) \quad \text{for State 1} \quad (4)$$

$$\epsilon_t \sim (0, \sigma_2^2) \quad \text{for State 2} \quad (5)$$

این نمایش به طور واضح دو فرآیند مختلف برای متغیر وابسته  $y_t$  را نشان می دهد. وقتی حالت برای زمان  $t$  ۱ (یا ۲) باشد متغیر وابسته  $\mu_1$  ( $\mu_2$ ) و نوسانات  $\sigma_1^2$  ( $\sigma_2^2$ ) خواهد بود.

به عنوان مثال کاربردی،  $y_t$  می تواند برداری از بازده های لگاریتمی برای دارایی مالی باشد. مقدار  $\mu_1$  بازده مورد انتظار در حالت بازار صعودی است که روندی مثبت برای قیمت های دارایی مالی و بازده لگاریتمی مثبت برای  $y_t$  را نشان می دهد. مقدار پایین تر  $\mu_2$  بازده لگاریتمی مورد انتظار برای حالت بازار نزولی و در نتیجه روند منفی در قیمت ها را نشان می دهد.

نوسانات مختلف ( $\sigma_1^2$  and  $\sigma_2^2$ ) عدم اطمینان بیشتری درباره قدرت پیش بینی مدل در هر حالت را نشان می دهد. ممکن است کسی انتظار داشته باشد که بازار نزولی، نوسانی تر از بازار صعودی باشد. به این معنی که قیمت ها سریع تر از آنکه افزایش یابند، کاهش می یابند. یعنی می توانیم انتظار داشته باشیم که  $\sigma_{Bear}^2$  بالاتر از  $\sigma_{Bull}^2$  باشد. در کل، متغیر  $S_t$  به سادگی حالت ها را نشان می دهد.



فرض کنید که برای احتمال تغییر وضعیت یک انتقال قطعی از حالت ها وجود دارد که در آن حالت ۱ برای زمان  $t$  درست باشد، زمانی که، سری زمانی خارجی  $z_t$  مثبت باشد. این فرض، مدل را بسیار ساده می کند به طوری که هر حالت قابل مشاهده است. شکل معادله به صورت

$$y_t = D_t(\mu_1 + \epsilon_{1,t}) + (1 - D_t)(\mu_2 + \epsilon_{1,t})$$

می شود که در آن  $D_t$  متغیر مجازی است که اگر  $z_t > 0$  مقدار ۱ و در غیر این صورت مقدار صفر را می گیرد.

در مدل تغییر رژیم مارکوف انتقال حالت ها تصادفی است. بدین معنی که هرگز اطمینان وجود ندارد که آیا تغییر حالت اتفاق خواهد افتاد یا نه. اما داینامیک فرآیند انتقال، شناخته شده است و با ماتریس انتقال نشان داده می شود. این ماتریس احتمال تغییر از یک حالت به حالت دیگر را کنترل می کند و به صورت زیر نمایش داده می شود.

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k1} & \dots & p_{kk} \end{bmatrix} \quad (6)$$

در ماتریس  $P$ ، عنصر ردیف  $i$ ام و ستون  $j$ ام ( $P_{ij}$ ) احتمال تغییر از حالت  $J$  به حالت  $i$  را کنترل می کند.

### ۲.۳. برنامه ریزی آرمانی در بهینه سازی

برنامه ریزی آرمانی از کاربردی ترین تکنیک های تحقیق در عملیات است، که قابلیت بهینه سازی چند هدفه متضاد را دارد. در مقابل مدل بهینه سازی مارکوفی قرار دارد که لزوماً نیاز سرمایه گذاری را تامین نمی کند. در مجموع به دلیل ضعف مدل مارکوفی، مشکل محاسبه و عدم امکان در نظر علایق سرمایه گذاران، مدل شارپ و راس ارائه گردید، عرضه که مدل برنامه ریزی آرمانی می تواند مشکلات روش های فوق را نیز حل کند.

ایده برنامه ریزی آرمانی در ابتدا توسط چارلز و کوپر و سپس توسط ایجیری ارائه گردید. ایجیری موضوع برنامه ریزی آرمانی به عرصه مدیریت و علوم کاربردی کشاند. برنامه ریزی آرمانی نوع خاصی از برنامه ریزی خطی می باشد و آن با اهداف چندگانه و متضاد، برحسب اهمیت شان به طریقی که اهداف سطح پایین تنها وقتی در نظر گرفته می شوند که اهداف سطح بالا برآورده شوند. به عبارت دیگر برنامه ریزی آرمانی راه حرکت همزمان بسوی چندین هدف را نشان می دهد. بر خلاف برنامه ریزی خطی که هدف را بیشینه یا کمینه می کند، برنامه ریزی آرمانی انحرافات بین اهداف مورد نظر و نتایج واقعی را کمینه می کند. برنامه ریزی آرمانی جذابیت های بسیاری دارد، زیرا که با تصمیم گیری عملی مطابقت نزدیکی را نشان می دهد. دهه هشتاد به بعد بیشتر ناظر بر توسعه کاربردی و انعطاف پذیر کردن رویکرد ریاضی برنامه ریزی آرمانی بوده است. ارزش واقعی رویکرد برنامه ریزی آرمانی در تجزیه و تحلیل تغییرات همزمان در پارامترهای مدل (اولویت اهداف سطوح اهداف و ضرایب تکنولوژی می باشد. در مدلسازی مسائل با استفاده از فرمت برنامه ریزی آرمانی، سه عنصر اصلی مورد نیاز می باشد: (Liu, B., & Chen, X., 2015)

محدودیت های اقتصادی معمول در برنامه ریزی خطی، که آنها به خاطر اینکه بیانگر محدودیت های منابع یا محدودیت های تحمیل شده از جانب محیط تصمیم می باشند، نمی توانند تغییر یابند. محدودیت های هدف، که بیانگر سیاست های مدیریتی و سطوح مورد نظر اهداف گوناگون که از طریق تصمیم گیرنده جستجو می شوند، می باشند.

تابع هدف، که انحرافات موزون از سطوح مورد نظر اهداف را بر طبق رتبه بندی معین حداقل می نماید.

برای نمایش تابع هدف در برنامه ریزی آرمانی، سه جنبه زیر باید معین شود:

سطح اولویتی که هدف در آن قرار دارد.

وقتی که دو یا بیشتر از دو هدف در سطح اولویتی مشابهی باشند به هر هدف وزن نسبی مشابه داده شود، این وزن دهی اهمیت نسبی اهداف را نشان می دهد.

متغیرهای انحرافی مربوط، که باید با توجه به هر هدف جریمه شوند.



مدل عمومی برنامه ریزی آرمانی به شرح زیر است:

$$\begin{cases} \min \sum_{j=1}^l P_j \sum_{i=1}^m (u_{ij}d_i^+ + v_{ij}d_i^-) \\ \text{s.t. } f_i(x, s) - d_i^+ + d_i^- = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ g_j(x, s) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, p \\ d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m. \end{cases}$$

براین اساس آرمان ها در بهینه سازی اوزان پرتفوی سرمایه گذاری در بیمه عمر شرکت به صورت زیر تعریف می‌گردد:  
 حداکثرسازی بازده سهامداران  
 کمینه سازی کمیود بازده دارایی ها  
 حداکثرسازی بازده سرمایه بیمه گذاران  
 جریانات نقدی در دسترس برابر یا بیش از خروجی پیش بینی شده

### ۳. تحلیل توصیفی

بازده گروه های دارایی ها در دوره مطالعه به شرح جدول ۱ است. این دوره نشان دهنده یک رونق و رکود در بازارهای مالی بوده است.

جدول (۱) بازده سرمایه گذاری در دوره ۱۳۹۱-۱۳۹۵ به صورت فصلی

سال	فصل	متوسط بازده سپرده کوتاه مدت	متوسط بازده سپرده بلندمدت	متوسط بازده سهام	متوسط بازده اریز
۱۳۹۱	۱	٪۳،۱	٪۵،۰	٪۳،۷	٪۱۳،۵
۱۳۹۱	۲	٪۳،۲	٪۵،۰	٪۴،۰	٪۱،۶
۱۳۹۱	۳	٪۳،۳	٪۵،۰	٪۳،۶	٪۱،۶
۱۳۹۱	۴	٪۳،۳	٪۵،۰	٪۸،۹	٪۱،۶
۱۳۹۲	۱	٪۳،۷	٪۵،۵	٪۱۳،۱	٪۱،۶
۱۳۹۲	۲	٪۳،۷	٪۵،۵	٪۱۶،۸	٪۴۸،۰
۱۳۹۲	۳	٪۳،۶	٪۵،۵	٪۱۹،۹	٪۰،۴
۱۳۹۲	۴	٪۳،۵	٪۵،۵	٪۵،۱	٪۱،۱
۱۳۹۳	۱	٪۳،۲	٪۵،۵	٪۳،۸	٪۰،۷
۱۳۹۳	۲	٪۳،۳	٪۵،۵	٪۴،۹	٪۰،۷
۱۳۹۳	۳	٪۳،۴	٪۵،۵	٪۲،۹	٪۳۶،۹
۱۳۹۳	۴	٪۳،۸	٪۵،۵	٪۲،۴	٪۳،۰
۱۳۹۴	۱	٪۴،۹	٪۵،۵	٪۲،۰	٪۱۰۰،۰
۱۳۹۴	۲	٪۴،۸	٪۵،۵	٪۱،۹	٪۲،۸
۱۳۹۴	۳	٪۴،۸	٪۵،۵	٪۱،۶	٪۱۱،۳
۱۳۹۴	۴	٪۴،۸	٪۵،۵	٪۴،۷	٪۳،۹-
۱۳۹۵	۱	٪۵،۱	٪۵،۵	٪۳،۴	٪۴،۹
۱۳۹۵	۲	٪۵،۱	٪۵،۵	٪۵،۱	٪۲،۴
۱۳۹۵	۳	٪۵،۱	٪۵،۵	٪۲،۵	٪۲،۴
۱۳۹۵	۴	٪۵،۱	٪۵،۵	٪۴،۸	٪۶،۶

براین اساس، بازده واقعی پرتفوی دارایی های شرکت و سهم بیمه گذاران با لحاظ تضمین حداقل بازده در شرایطی که بازده واقعی کمتر از بازده تضمین شده است و با لحاظ مشارکت در منافع به میزان ٪۸۵ زمانی که بازده داراییها بیش از بازده تضمین شده است، در جدول ۲ آمده است. بازده سهم شرکت در دوره مورد بررسی ۰،۱۱٪ بوده است. هر چند در سه فصل بازده کسب شده کمتر از بازده تضمین شده بوده و شرکت مجبور به جبران کسری بازده بیمه گذاران بوده است.



جدول (۲) بازده واقعی پرتفوی شرکت و سهم بیمه گذاران بازده در دوره ۱۳۹۱-۱۳۹۵ به صورت فصلی

سال	فصل	بازده واقعی	بازده بیمه گذاران با لحاظ درصد مشارکت - واقعی	سهم شرکت بیمه در بازده واقعی
۹۱	۱	6.7%	6.3%	0.4%
۹۱	۲	4.4%	4.3%	0.1%
۹۱	۳	3.9%	4.0%	-0.1%
۹۱	۴	5.8%	5.5%	0.3%
۹۲	۱	6.1%	5.8%	0.3%
۹۲	۲	12.4%	11.1%	1.3%
۹۲	۳	4.8%	4.7%	0.1%
۹۲	۴	4.4%	4.3%	0.1%
۹۳	۱	2.4%	4.0%	-1.6%
۹۳	۲	4.3%	4.3%	0.0%
۹۳	۳	5.2%	5.0%	0.2%
۹۳	۴	3.7%	4.0%	-0.3%
۹۴	۱	7.9%	7.3%	0.6%
۹۴	۲	4.3%	4.3%	0.0%
۹۴	۳	4.5%	4.4%	0.1%
۹۴	۴	4.7%	4.6%	0.1%
۹۵	۱	4.9%	4.8%	0.1%
۹۵	۲	5.2%	5.0%	0.2%
۹۵	۳	4.7%	4.6%	0.1%
۹۵	۴	5.2%	5.0%	0.2%
متوسط		5.3%	5.2%	0.11%

همچنین نقدینگی مورد نیاز برای پرداخت خسارت و نقدینگی واقعی در دسترس شرکت در جدول ۳ آمده است.



جدول (۳) نقدینگی در دسترس شرکت بیمه و خسارت پرداخت در دوره ۱۳۹۱-۱۳۹۰ به صورت فصلی

سال	فصل	نقدینگی در دسترس -	خسارت پرداختی -
۹۱	۱	۱۲۳	۳,۲
۹۱	۲	۹۲	۳,۹
۹۱	۳	۱۰۵	۴,۸
۹۱	۴	۱۱۸	۵,۹
۹۲	۱	۱۲۹	۹,۲
۹۲	۲	۱۴۶	۱۰,۵
۹۲	۳	۱۴۶	۱۱,۸
۹۲	۴	۱۴۷	۱۲,۲
۹۳	۱	۱۶۳	۵۶,۱
۹۳	۲	۱۷۰	۶۱,۴
۹۳	۳	۱۸۰	۷۲,۱
۹۳	۴	۱۹۸	۷۷,۴
۹۴	۱	۲۳۷	۱۴۴,۲
۹۴	۲	۲۷۶	۱۳۲,۶
۹۴	۳	۳۰۸	۱۲۶,۹
۹۴	۴	۴۲۰	۱۷۳,۰
۹۵	۱	۴۸۳	۱۸۹,۳
۹۵	۲	۴۷۶	۱۶۵,۶
۹۵	۳	۵۱۳	۱۸۱,۴
۹۵	۴	۵۵۰	۲۵۲,۴

### ۳.۱. روش آماری

به منظور ارزیابی سرمایه گذاری ها، گروه های دارایی ها براساس آیین نامه ۶۰ بیمه مرکزی تعیین گردید که شامل سهام، سپرده های کوتاه مدت و بلندمدت و مسکن است.

سپس با استفاده از روش سویچینگ مارکوف خود رگرسیون برداری نسبت به مدلسازی هر گروه دارایی اقدام گردید.

عرض از مبدا، ضرایب و احتمالات در شرایط رکود و رونق به شرح زیر است:

جدول (۴) ضرایب و احتمالات مدل روش سویچینگ مارکوف خود رگرسیون بردار

مدل	وضعیت بازار	عرض از مبدا	ضریب	احتمالات
سهام	رونق	0.08	0.42	0.17
	رکود	-0.02	0.11	0.83
سپرده کوتاه مدت	رونق	-	1.04	0.45
	رکود	-	0.78	0.055
سپرده بلندمدت	رونق	0	1	0.81
	رکود	-0.06	4.78	0.19
مسکن	رونق	0.08	0.25	0.09
	رکود	0.02	-0.1	0.91





### ۳,۲ مدل بهینه سازی

مدل براساس متغیرها و اهداف این پژوهش مینیمم کردن اهداف نامطلوب با استفاده از برنامه ریزی آرمانی به شکل زیر تعریف می گردد.

$$\begin{aligned} \min Z_t &= d_1^- + d_2^- + d_3^- + d_4^- \\ d_1^- &= RA_t - RP_t - m(RA_t - RP_t) \\ d_2^- &= E[SHORTFALL(RA - RP)] = 0 \\ d_3^- &= RP_t + m(RA_t - RP_t) - RR_t - c \\ d_4^- &= L(RP_t) - L(Paid_t) \end{aligned}$$

که

$RA$	بازده سرمایه گذاری:
$RP$	بازده تضمین شده:
$RR$	بازده مورد نیاز:
$L(RP_t)$	نقدینگی در دسترس پرتفوی:
$L(Paid_t)$	نقدینگی مورد نیاز:
$L$	نقدینگی هر دارایی:
$C$	مقدار ثابت . حداقل صفر:
$m$	ضریب مشارکت بیمه گذار:

با مقدار  $c=0$  و براساس آیین نامه بیمه مرکزی  $m=85\%$  بهینه سازی بالا حل گردید. براین اساس ، بازده ها براساس ۱۰۰ بار شبیه سازی و با سطح اطمینان ۹۵٪، ۵ لحاظ گردیده است.

### ۴. یافته های پژوهش

براساس مدل بهینه سازی اوزان پرتفوی سرمایه گذاری پیشنهادی به شرح زیر است:

جدول (۵) اوزان پرتفوی بهینه براساس مدل سازی بهینه سازی برنامه ریزی آرمانی

گروه دارایی	وزن بهینه
سپرده بلندمدت	0.91
سپرده کوتاه مدت	0.01
طلا	0.0000
دلار	0.0000
مسکن	0.0000
سهام	0.08

براساس نتایج بهینه سازی ، در اوزان بهینه ، شرط نقدشوندگی پرتفوی با نقدینگی مورد نیاز به طور کامل تامین گردیده است. بدین معنی که پرداخت خسارات از محل سرمایه گذاری ها پرداخت نمود. در این بهینه سازی کمبود صفر است، بدین معنی که شرکت هیچ گاه نیازی به پرداخت مبلغی به بیمه گذاران از محل حقوق صاحبان سهام ندارد.

سپس این اوزان برای بازده واقعی حل گردید. بازده سهم شرکت ۰,۲۳٪ است و بازده سهم بیمه گذاران ۵,۳۱٪ است. نتایج بازده به شرح زیر است :



جدول (۶) بازده پرتفوی بهینه و بازده بیمه گذاران و بازده سهم شرکت

سال	فصل	بازده محقق شده	بازده سهم بیمه گذاران	مازاد بازده سهم شرکت
۹۱	۱	4.96%	4.81%	0.14%
۹۱	۲	4.17%	4.14%	0.02%
۹۱	۳	6.84%	6.41%	0.43%
۹۱	۴	6.04%	5.73%	0.31%
۹۲	۱	6.56%	6.17%	0.38%
۹۲	۲	7.98%	7.38%	0.60%
۹۲	۳	8.14%	7.52%	0.62%
۹۲	۴	5.50%	5.27%	0.22%
۹۳	۱	4.41%	4.35%	0.06%
۹۳	۲	4.92%	4.79%	0.14%
۹۳	۳	5.02%	4.87%	0.15%
۹۳	۴	4.11%	4.09%	0.02%
۹۴	۱	5.12%	4.95%	0.17%
۹۴	۲	5.05%	4.89%	0.16%
۹۴	۳	4.77%	4.65%	0.12%
۹۴	۴	6.63%	6.24%	0.40%
۹۵	۱	5.15%	4.97%	0.17%
۹۵	۲	5.11%	4.94%	0.17%
۹۵	۳	5.35%	5.14%	0.20%
۹۵	۴	4.94%	4.80%	0.14%
		5.54%	5.31%	0.23%
		متوسط		

همچنین نقدینگی برآوردی براساس بازده به شرح جدول ۷ است.

جدول (۷) جریان نقدی در دسترس براساس مدل بهینه سازی

سال	فصل	نقدینگی در مدل بهینه سازی (میلیارد ریال)
۹۱	۱	55.0
۹۱	۲	58.9
۹۱	۳	65.4
۹۱	۴	69.4
۹۲	۱	120.9
۹۲	۲	133.5
۹۲	۳	133.5
۹۲	۴	140.8
۹۳	۱	306.6
۹۳	۲	324.9
۹۳	۳	357.9
۹۳	۴	396.4
۹۴	۱	647.6
۹۴	۲	710.5
۹۴	۳	778.9
۹۴	۴	1009.6
۹۵	۱	1078.9



1101.2	۲	۹۵
1203.1	۳	۹۵
1237.6	۴	۹۵

### ۵. تجزیه و تحلیل آماری

فرضیه ها شامل بررسی و مقایسه بازده دارایی ها، بازده بیمه گذار ، بازده بیمه گر و تطابق نقدینگی عملکرد واقعی شرکت و مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی است.

فرضیه اول ، مبنی بر اینکه مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی بازده بیشتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه برای دارایی ها دارد، با استفاده از مقایسه زوجی مورد آزمون قرار گرفت. براساس یافته های پژوهش بازده روش بهینه سازی آرمانی نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیشتر است. در روش بهینه سازی آرمانی بازده ۵،۵۳٪ فصلی و در عملکرد واقعی شرکت ۵،۲۷٪ است. با این حال ، این مازاد بازده به لحاظ آماری معنی دار نمی باشد.

جدول (۸) خروجی آماری فرضیه اول

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 goal_prog_ret	.055385	20	.0114285	.0025555
corporate_ret	.052750	20	.0203078	.0045410

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 goal_prog_ret - corporate_ret	-.0026350	.0177380	.0039663	-.0056666	.0109366	.664	19	.514

فرضیه دوم، مبنی بر اینکه مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی بازده بیشتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه برای بیمه گذار دارد، با استفاده از مقایسه زوجی مورد آزمون قرار گرفت. براساس یافته های پژوهش بازده روش بهینه سازی آرمانی نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیشتر است. در روش بهینه سازی آرمانی بازده ۵،۳۱٪ فصلی و در عملکرد واقعی شرکت ۵،۱۶٪ است. با این حال ، این مازاد بازده به لحاظ آماری معنی دار نمی باشد.



جدول (۹) خروجی آماری فرضیه دوم

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	insurer_goal_ret	.053100	20	.0096622	.0021605
	insurer_corp_ret	.051650	20	.0162716	.0036384

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 insurer_goal_ret - insurer_corp_ret	.0014500	.0144057	.0032212	-.0052921	.0081921	.450	19	.658

فرضیه سوم، مبنی بر اینکه مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی بازده بیشتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه برای بیمه گر دارد، با استفاده از مقایسه زوجی مورد آزمون قرار گرفت. براساس یافته های پژوهش بازده روش بهینه سازی آرمانی نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیشتر است. در روش بهینه سازی آرمانی سهم شرکت ۰٫۲۳٪ فصلی از بازده دارایی ها است، در حالی که در عملکرد واقعی شرکت این عدد تنها ۰٫۱۱٪ است. همچنین این مازاد معنی دار است.

جدول (۱۰) خروجی آماری فرضیه سوم

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	goal_prog_ex_ret	.00231000	20	.001721963	.000385043
	corporate_ex_ret	.00110000	20	.005128866	.001146849

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 goal_prog_ex_ret - corporate_ex_ret	.001210000	.004613356	.001031578	-.008369117	.004050883	6.020	19	.000

فرضیه چهارم، مبنی بر اینکه مدل بهینه سازی مبتنی بر برنامه ریزی آرمانی تطابق جریان نقدی بهتری نسبت به عملکرد واقعی شرکت بیمه دارد، با استفاده از مقایسه زوجی مورد آزمون قرار گرفت. براساس یافته های پژوهش نقدینگی روش بهینه سازی آرمانی نقدینگی در دسترس بیشتری در مقایسه با عملکرد واقعی شرکت دارد، که این موضوع مطلوب است. در روش بهینه سازی آرمانی نقدینگی در دسترس به طور متوسط ۴۹۶ میلیارد ریال به صورت فصلی است که نیاز شرکت ۸۴ میلیارد ریال به صورت فصلی است.

جدول (۱۱) خروجی آماری فرضیه چهارم

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	goal_prog_cash	496.5270	20	431.97537	96.59263
	corporate_cash_need	84.6950	20	79.30167	17.73239

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 goal_prog_cash - corporate_cash_need	411.83200	354.61964	79.29536	245.86490	577.79910	5.194	19	.000



## نتیجه گیری و پیشنهادات

در این پژوهش با هدف بهینه سازی پرتفوی سرمایه گذاری شرکت های بیمه در بخش بیمه عمر، مبتنی بر بدهی عمل گردید. براساس نتایج، مدلسازی دارایی با استفاده از مارکوف سوئیچینگ خود رگرسیون بردار و بهینه سازی براساس برنامه ریزی آرمانی منجر به بازده بیشتر برای دارایی ها و بیمه گذار می گردد. هر چند این بازده در مقایسه با عملکرد شرکت معنی دار نمی باشد. همچنین این روش منجر به بازده بیشتر برای شرکت بیمه می گردد که بازده معنی دار می باشد. در عمل بازده شرکت بیمه از پرتفوی سرمایه گذاری بیمه عمر از ۰٫۱۱٪ به ۰٫۲۳٪ افزایش می یابد. همچنین نقدینگی در دسترس این مدل بهینه سازی، براساس اوزان سرمایه گذاری در گروه های دارایی بیش از نقدینگی مورد نیاز شرکت است.

## منابع

- Bohnert, A., Gatzert, N. and Jørgensen, P.L., 2015. On the management of life insurance company risk by strategic choice of product mix, investment strategy and surplus appropriation schemes. *Insurance: Mathematics and Economics*, 60, pp.83-97.
- Gülpınar, N., Pachamanova, D., & Çanakoğlu, E. (2016). A robust asset-liability management framework for investment products with guarantees. *OR Spectrum*, 38(4), 1007-1041.
- Hamilton, J. D. (2016). Regime switching models. *The new palgrave dictionary of economics*, 1-7.
- Heidari, H., & Neshatizadeh, L. (2018). Stock Portfolio-Optimization Model by Mean-Semi-Variance Approach Using of Firefly Algorithm and Imperialist Competitive Algorithm. *International Journal of Business and Development Studies*, 10(1), 115-143.
- Hopkin, P. (2018). *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. Kogan Page Publishers.
- Koijen, R.S. and Yogo, M., 2017. Risk of life insurers: Recent trends and transmission mechanisms (No. w23365). National Bureau of Economic Research.
- Li, Y., 2010. Asset liability management in a life insurance company (Doctoral dissertation).
- Liu, B., & Chen, X. (2015). Uncertain multiobjective programming and uncertain goal programming. *Journal of Uncertainty Analysis and Applications*, 3(1), 10.
- Simsek, K. D. (2013). *Introduction to Stochastic Programming and Its Applications to Finance*. Handbook of Finance.
- Ziemba, W. T. (2016). An Approach to Financial Planning of Retirement Pensions with Scenario-Dependent Correlation Matrixes and Convex Risk Measures. *The Journal of Retirement*, 4(1), 99-111.
- Zelizer, V. A. R. (2017). *Morals and markets: The development of life insurance in the United States*. Columbia University Press.
- 1) Zhu, J., (2014), *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking, Data Envelopment Analysis with Spreadsheets, International Series in Operations Research and Management Science*, Springer.
  - 2) Nooreha, H., Mokhtar A., Suresh, K., (2000), *Evaluating public sector efficiency with data envelopment analysis: A case study in road transport department, Selangor, Malaysia. Total Quality Management*, 11(4), 830-836.
  - 3) Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978), *Measuring the efficiency of decision making units, European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
  - 4) Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984), *Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science*, 30(9), 1078-1092
  - 5) Adila, A. (2001), *Predictors of university academic performance in Colombia, International Journal of Educational Research*, 35 (4), 411 - 417.



۶) مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۷) مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، چاپ دوم، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

پی نوشت:

---

'LDI