دانشور

رشار

طراحی مـدل ریاضـی برنامـهریــزی پویای احتمالی مدیریت دارایی/بدهی شرکتهای بیمه ایران

نویسندگان: دکتر علی اصغر انواری رستمی * و حمید حبیبی * *

- * استادیار دانشگاه تربیت مدرس
- ** كارشناس ارشد مديريت صنعتى

چکیده

هدف از این مقاله، ارئه مدل ریاضی عمومی و مناسبی جهت مدیریت بهینه داراییها و بدهیهای شرکتهای بیمه ایران با تأکید بر تصمیمات سرمایهگذاری است. مدل برنامهریزی پویای احتمالی در این مقاله ارائه شده با توجه به انواع محدودیتهای موجود، نظیر محدودیتهای قانونی، عملیاتی و همچنین با توجه به ویژگیهای مختلف عملیات سرمایهگذاری در شرکتهای بیمه، در پی حداکثر کردن ثروت بلند مدت شرکت (ارزش فعلی خالص جریانهای نقدی آتی منهای هزینههای نهایی عدمرعایت محدودیتهای آرمانی مدل) است. مدل پیشنهادی برنامهریزی پویای حتمالی در شرکت بیمه آسیا مورد آزمون عملی قرار گرفته و نتایج ارائه شده توسط مدل برنامهریزی پویای حتمالی در مقایسه شده است. نتایج آزمون مدلها بیانگر آن است که تصمیمات سرمایهگذاری پیشنهادی ارائه شده توسط مدل برنامهریزی پویای احتمالی نه تنها با نتایج مدل برنامهریزی پویای قطعی بسیار متفاوت و برتر از آن است، بلکه با تصمیات کنونی سرمایهگذاری در شرکت بیمه آسیا نیز تفاوتی متفاوت و برتر از آن است، بلکه با تصمیات کنونی سرمایهگذاری در شرکت بیمه آسیا نیز تفاوتی بسیار داشته، از برتری چشمگیری نسبت به آن برخوردار است.

واژههای کلیدی: برنامهریزی پویای احتمالی، مدیریت دارایی/بدهی، مدیریت پرتفوی سرمایهگذاری، سناریوسازی

دوماهنامهعلمی - پژوهشی دانشگاه شاهد سال یازدهم - دوره جدید شماره ۵ تیر ۱۳۸۳

۱. مقدمه

شرکتهای بیمه از حوزههای اساسی اقتصاد جوامع کنونی، بخصوص در کشورهای در حال توسعه بهشمار می آیند. در سیستمهای اقتصادی نوین، شرکتهای بیمه بهعنوان عامل توزیع ریسک در زمینههای مختلف، از نقشی بسیار حیاتی و اجتناب ناپذیر برخوردارند. تصمیمات کلان شرکتهای بیمه در دو حوزه عملیات

بیمهای و عملیات سرمایه گذاری اتخاذ می گردد. به دلیل عدم وجود بازار رقابت کامل، مکانیزم بازار قادر به تخصیص بهینه منابع مازاد موجود و قابل سرمایه گذاری شرکتهای بیمه نیست. بنابراین، برای تخصیص بهینه این منابع، مدلسازی تصمیمات تخصیص، ضروری است، به نحوی که بتوان نرخ بازده سرمایه گذاری را حداکثر کرد. در محیط تجاری متغیر کنونی، برنامه ریزی

تخصیص منابع برای ایجاد هماهنگی بهینه میان منابع داخلی و فرصتهای موجود امری مهم به شمار می آید. شرکتهای بیمه از طریق انعقاد قراردادهای بیمه، در ازای پوشش بیمهای خطرها برای بیمه گذاران، حق بیمه هایی را از آن ها دریافت می کنند. این شرکت ها در زمان بروز خسارات، مبالغی را طبق قراردادهای منعقد به بیمه گذاران می پردازند. علاوه بر این مبالغ، شرکتهای بیمه وجوهی را نیز بهعنوان هزینه بیمه به کارگزاران بیمه و مبالغی را نیز به بیمه گران اتکایی جهت پوشش خطرهای خود (طبق قوانین حاکم بر شرکتهای بیمه) پرداخت میکنند. شرکتهای بیمه با توجه به جریانات ورودی و خروجی، بدهی ها و تعهدات موجود و بالقوه شركت و قوانين و مقررات قادرند تا منابع قابل سرمایه گذاری کردن خود را در هر دوره در ابتدای هر دوره تعیین و سرمایه گذاری کنند. سؤال اساسی این است که شرکتهای بیمه در ابتدای هـر دوره برنامـهریـزی، چگونـه بایـد در مـورد سرمایه گذاری میان مدت خود در گروه های مختلف تصمیم بگیرند تا از یک سو از نقدینگی لازم برای پرداخت بدهی های خود برخوردار باشند و از سوی دیگر، اهداف درآمدی شرکت و محدودیتهای حاکم بر فعالیتهای آن تحقق یابد.

هدف اصلی این مقاله، پاسخگویی به سؤال اساسی فوق از طریق طراحی و آزمون مدل برنامهریزی پویای احتمالی مدیریت بهینه دارای/بدهی در شرکتهای بیمه ایران است. مهم ترین ابعاد مورد توجه در مدل پیشنهادی عبارتند از اهداف متعدد و متضاد، امکان سرمایه گذاری در انواع مختلف داراییها، روابط ساختاری میان صورتهای مالی شرکتهای بیمه، قوانین و مقررات موجود در سطح کلان عملیات بیمهای و سرمایه گذاری شرکتهای بیمه، اندازه گیری و کنترل ریسکهای مختلف شرکتهای بیمه، شناسایی و کنترل ریسکهای مختلف شرکتهای بیمه، شناسایی و به کارگیری ضرایب احتمالی مؤثر در سرمایه گذاری شرکتهای بیمه و شناسایی و طرح ریزی جریانات شرکتهای بیمه و شناسایی و طرح ریزی جریانات نقدینگی شرکت (ورودی و خروجی وجوه نقد).

بخش بعدی (دوم) مقاله حاوی مروری است بر ادبیات موضوع و بخش سوم مقاله به طراحی مدل برنامه ریزی پویای احتمالی مدیریت دارایی/بدهی پرداخته است. بخش چهارم مقاله به تشریح نتایج حل مدل پیشنهادی با داده های واقعی فصلی شرکت بیمه آسیا طی سالهای ۱۳۸۰–۱۳۷۰ پرداخته و سرانجام بخش پنجم به نتیجه گیری اختصاص یافته است.

۲. مروری اجمالی بر ادبیات موضوع

مدیریت دارایی/ بدهی به فرایندهای ارزیابی و كنترل ريسكهاى شركت جهت نيل به اهداف مالى طرحریزی شده اطلاق می گردد[۱]. این فرایند شامل فعالیتهای برنامهریزی، هدایت و کنترل جریانات، سطوح و تركيب وجوه كسب شده و همچنين هزينهها و درآمدهای شرکت بوده، با فرایند کنترل ریسک های مالی و نیل به اهداف مالی درآمیخته است. این رویکرد، با توجه به بدهی ها و جریان دریافتی ها و پرداختی ها، اقدام به طرح ریزی ترکیب مناسب دارایی ها به نحوی می کند که اهداف شرکت حاصل و ریسک های مختلف حداقل گردد. ایده اساسی در سیستمهای مدیریت دارایی/ بدهی شرکتهای بیمه، اتخاذ تصمیمات سرمایه گذاری مرحلهای مناسب است که با وجوه نقد مورد نیاز جهت پوشش تعهدات شرکت مطابق و متناسب باشد [۲]. در وضعیت کنونی، افزایش تغییرات در ابعاد مختلف امور مالی، به کارگیری رویکردهای جامع و تجمیعی در برنامهریزی و تجزیه و تحلیل های گسترده مالی را ضروری کرده است [۳].

فاصله زمانی میان دریافت حق بیمه و پرداخت خسارات در شرکتهای بیمه، منابع مالی بلااستفاده و مازاد بسیاری را در اختیار آنها قرار می دهد. به این جهت، بیمه گر ملزم است با بهرهبرداری شایسته از این منابع، از کاهش ارزش سرمایه جلوگیری کرده، پشتوانههای لازم برای عمل به تعهدات خود را فراهم سازد. به بیان دیگر، شرکتهای بیمه از طریق جمع آوری سرمایههای خرد و پراکنده در سطح جامعه،

به منظور ایفای تعهدات بیمهای، ذخائری را در حسابهای خود نگهداری می کنند. این ذخایر امکان سرمایه گذاری را برای شرکتهای بیمه فراهم می کند. به این دلیل است که صنعت بیمه هر کشور از توانی بالقوه برای مشارکت در سرمایه گذاری های کلان برخوردار است [۴و۵].

ذخیرههای فنی، سرمایه شرکت و اندوختههای قانونی، مهم ترین منابع مالی در اختیار صنعت بیمه برای سرمایه گذاری هستند. به عنوان مثال، در ایران به دلیل حجم اندک سرمایه شرکتهای بیمه در برابر ذخایر فنی می توان ادعا کرد که مهم ترین منبع قابل سرمایه گذاری در آنها، ذخایر فنی است. مطالعات، بررسیها و مقایسات ترکیب در آمدی شرکت های بیمه ایرانی و خارجی نشان میدهد که اهمیت فعالیتهای سرمایهگذاری نسبت به فعالیتهای بیمهای در شرکتهایخارجیاز شركتهاى بيمهاى ايران بسيار بالاتر است. به عنوان مثال، درآمدهای عملیاتی و سرمایه گذاری در شرکتهای بیمه ایرانی به ترتیب ۸۵/۸ و ۱۴/۲ درصد و در شرکت بيمه A.G.F به ترتيب ۵۳/۸ و ۴۶/۲ درصد است [۵]. مشاهده میانگین بازده شرکتهای بورس اوراق بهادار تهران و همچنین نتایج تحقیقات مختلف، بیانگر وجود هزینه فرصتهای از دست رفته بسیار بالا برای صنعت بيمه ايران است [٥،٤وع].

با توجه به اهمیت فراوان فرایند مدیریت سرمایه گذاری در مؤسسات سرمایه گذار و تخصیص بهینه منابع آنها در بازار و همچنین با عنایت به وسعت و حجم عظیم منابع مالی در اختیار این مؤسسات، طراحی مدلهای پیچیده و پر هزینه در آنها توجیهپذیر است [۷و۸]. در میان مدلهای مربوط به مدیریت سرمایه گذاری، مدلهای ارائه شده در حوزه تحقیق در عملیات از جامع نگری سیستمی و وسیعی برخوردارند، به نحوی که قادرند کلیه ابعاد سرمایه گذاری اهداف شرکتهای بیمه از جمله محدودیتهای قانونی، اهداف مؤسسات بیمه و در در تصمیمات سرمایه گذاری خود هشداف به خوبی منظور کنند [۹و۱۰]. به دلیل وجود اهداف

متعدد و متضاد مالی و سرمایه گذاری در شرکتهای بیمه و نیز گستردگی ابعاد مختلف فرایند سرمایه گذاری در آنها، از میان مدلهای مختلف ریاضی بهینهسازی تخصیص (شبیهسازی، برنامهریزی خطی، مدل حداقل واریانس مارکوتیز، برنامهریزی پویای احتمالی و...) مدلبرنامهریزی پویایاحتمالی مناسب تشخیصداده شده و مورد طراحی و آزمون عملی قرارگرفتهاست [۱۱و۲۲]. براساس بررسیها و تجزیه و تحلیلهای بهعمل آمده در خصوص ابعاد مالی و فرایند سرمایهگذاری شرکتهای بیمه و بررسی ادبیات مرتبط با مدلسازی، مدلهای مفهومی متعددی جهت سرمایه گذاری در این شرکتها طراحی شده است [۱۹۷۹/۱۵٬۱۶٬۱۵٬۱۶۰۱۹].

با توجه به ویژگی پویایی و احتمالی بودن ماهیت فعالیت شرکتهای بیمه، مدل پیشنهادی مناسب در این مقاله، مدل ریاضی برنامه ریزی پویای احتمالی است. براساس این مدل، ابتدا مهم ترین پارامترهای درونــزا و برونزا و همچنین متغیرهای تصمیم گیری شناسایی شدهاند. با سناریوسازی متغیرهای برونزا - بر پایه مدلسازی های انجام شده برای پیش بینی بازار - ابعاد جریانات نقدی شناسایی شده، سیاستهای سرمایه گذاری و سیاستهای مر تبط با سایر بخش های شرکتهای بیمه استخراج گردیده و مهمترین ورودی های مدل ریاضی برنامه ریزی پویای احتمالی فراهم شده است. پس از طراحی ابعاد اساسی مدل مدیریت دارایی/بدهی، مدل براساس دادههای ورودی حل و نتایج آن به تصمیم گیرندگان شرکت بازخورد داده شده است. در تدوین مدل ریاضی مدیریت دارایی / بدهی، تصمیمات، پارامترها و متغیرهای مدل بهدو بخش عملیات بیمه ای و عملیات سرمایه گذاری تقسیم شده و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتهاند.

٣. طراحيمدلرياضيبرنامهريزيپوياياحتمالي

این بخش از مقاله به تشریح نحوه طراحی تبیین اجزای اصلی مدل ریاضی برنامه ریزی پویای احتمالی مدیریت دارایی/بدهی شرکت بیمه ایران می پردازد. به

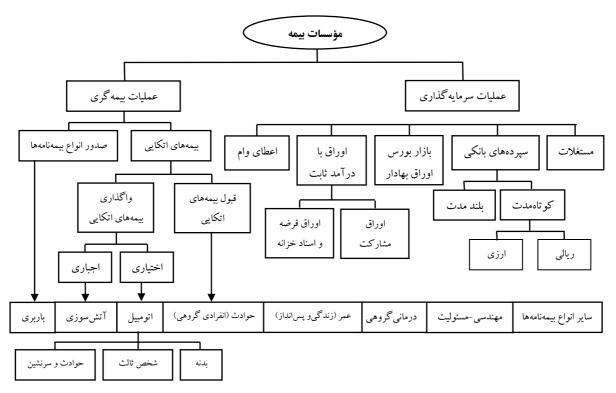
دوماهنامه علمي - پژوهشي دانشور رفتار / دانشگاه شاهد / تير ۱۸۳ سال

واسطه تشابه ساختار مالی و مکانیزمهای عملکرد سرمایه گذاری و قوانین و مقررات حاکم بر شرکتهای بیمه ایرانی، شرکت بیمه آسیا بهعنوان مطالعه موردی برگزیده شد. قلمرو مکانی تحقیق شامل شرکت بیمه آسیا، و قلمرو زمانی تحقیق، دادههای تاریخی فصلی سالهای ۱۳۸۰–۱۳۷۰ است. ورودیها و خروجیهای اصلی مدل، شامل در آمد حاصل از بیمه گذاران و سرمایه گذاری منابع مالی در بازارهای سرمایه، خسارات پرداختی بیمه اتکایی، هزینههای انجام معاملات، هزینههای عملیات بیمهای و مالیات است. شکل ۱ حوزههای مختلف تصمیم گیری در شرکتهای بیمه را نشان می دهد.

پس از تحلیل سیستمهای مالی مورد استفاده در شرکتهای بیمه، متغیرهای تصمیم، محدودیتها و تابع هدف مدل ریاضی مدیریت دارایی/بدهی تبیین گردید.

متغیرهای تصمیم شرکتهای بیمه به دو گروه متغیرهای بیمهای و متغیرهای سرمایه گذاری تقسیم شدهاند. تصمیمات مربوط به تخصیص منابع قابل سرمایه گذاری به انواع مختلف داراییها، تصمیمی

کلیدی و مهم در امر سرمایه گذاری به شمار می آید. بنابراین $(x_{i,t}^+, x_{i,t}^-)$ یا مقدار وجوه نقد دریافتی حاصل از دارایی نوع iام یا مقدار صرف شده در آن در زمان t مهم ترین متغیرهای تصمیم گیری سرمایه گذاری، و میزان تخصیص یافته به ذخایر فنی در پایان سال مالی نیز مهم ترین متغیر تصمیم گیری بیمه ای به شمار می آیند. بخشی از بیمه نامههای صادره که اعتبار آنها تا بخشی از سال آتی را پوشش میدهد ذخایر فنی نامیده می شوند. H_t^k بیانگر متغیر تصمیم مقدار تخصیص به ذخیره فنی بیمه نامه نوع k ام در زمان t است. متغیر تصمیم گیری میزان واگذاری به بیمه اتکایی، $(b_{k,t})$ ، بیانگر کسری از خسارات متحمل شده برای بیمه نامه نوع k ام در زمان t است که شرکت قصد بیمه اتکایی آن را در زمان دارد. با بررسی سیستم اتکایی شرکت بیمه آسیا مشخص شد که این متغیر همیشه دارای مقداری برابر با عدد یک است. بنابراین، این متغیر تصمیم گیری از مدل طراحی شده برای شرکت بیمه آسیا خارج گردید. مهمترین پارامترهای درونزای مدل



شکل ۱ حوزههای مختلف تصمیم گیری در شرکتهای بیمه

دوماهنامه علمي - پژوهشي دانشور رفتار / دانشگاه شاهد / تير ۲۴ / سال

که براساس پارامترهای برونزای سیستم و تصمیمات اتخاذ شده تعیین شدهاند عبارتند از:

وره دوره جریانات نقدی کسب شده در دوره (C_t) در ازمانی t-1,t

(F_t): سود انباشته در پایان سال مالی

ن کل افرایش ارزش پولی کسب شده از (R_t) پورتفوی سرمایه گذاری در دوره زمانی [t-1,t]

ی خرید یا $(TranC_t)$: کل هزینه های معاملاتی خرید یا فروش انواع مختلف دارایی ها در دوره زمانی (J_t) : کل مالیات پرداختی در دوره زمانی

[t-1,t]

t مالی سال مالی (Y_t): سودخالص کسب شده در پایان سال مالی

 \mathfrak{t} کل ذخایر فنی در زمان $H_{_t}$)

t زمان در زمان در زمان ارزش سهام شرکت در زمان ا

امه نامه انکایی مر بوط به بیمه نامه نامه G_{t} و G_{t} : بیمه انکایی در زمان g

علاوه بر پارامترهایی که در داخیل سیستم شکل می گیرند، متغیرهای کلان اقتصادی، شاخصهای بازاری انواع مختلف داراییها و ... که دارای توزیع احتمالات و تغییرات تصادفی هستند نیز بر نتایج تصمیم گیری (مدل) تأثیر می گذارند. این پارامترها، پارامترهای برونزای مدل هستند. عمده ترین پارامترهای برونزای مدل عبار تند از:

ی دارایی از انواع دارایی از انواع دارایی از $arepsilon_{i,t}$

از انواع از تغییر قیمت هر یک از انواع ($\mu_{i,t}$) داراییها

وره انوان فروش انواع بیمه نامه ها در دوره [t,t+1]

وره زمانی (D_t^k): میزان خسارات پرداختی در دوره زمانی [t,t+1]

برای هر یک از متغیرهای مدل سه ویژگی اساسی قطعی یا احتمالی بودن، جریان یا حالت بودن و مربوط به دوره خاص یا تمام پریودهای برنامه ریزی بودن، استخراج گردید. این ویژگیها براساس تحلیل صورتهای مالی، شامل متغیرهای ترازنامه (متغیرهای

حالت)، متغیرهای صورت سود و زیان (متغیرهای درآمدی)، متغیرهای صورت جریان نقدینگی (متغیرهای جریان) و دادههای استخراج شده برای مدل احتمالی شناسایی شده اند.

با توجه به بررسی های به عمل آمده، مطلبوب ترین شکل تابع هدف در مدل های مدیریت دارایسی/بدهی شرکتهای بیمه، حداکثر کردن سودهای بلندمدت مورد انتظار و کسر کردن هزینه های جریمه مورد انتظار از آن است [۱۴و۲۰]، بدین منظور، ارزش فعلی شرکت را می توان به شرح زیر حداکثر کرد:

$$MaxQ = \sum_{s \in S} p(s) \cdot \left\{ \sum_{t \in T} \rho_t \cdot (C_t + R_t) - \sum_{h=1}^{2} C_h \cdot (\beta_t \cdot Z_t^h) \right\}$$

که اجزای آن به این شرحند:

s احتمال وقوع سناریوی: p(s)

و نـرخ و نـرخ

هزینه عدم رعایت محدودیتهای عدم نقد C_h شوندگی و کفایت سرمایه (بنابر دیدگاه مدیران) Z_t^h : ارزش ریالی عدم براورده شدن هر یک از محدودیتها

پس از تدوین متغیرهای تصمیم و تابع هدف، محدودیتهای حاکم بر کل سیستم شرکت بیمه فرموله شدهاند. محدودیتهای سرمایه گذاری مدل عبارتند از:

محــدودیتهــای تجدیــد نظــر در ارزش پورتفــوی $V_{i,t}^+ = V_{i,t}^- + (x_{i,t}^+ - x_{i,t}^-)$ سرمایه گذاری:

این محدودیتها با توجه به میزان سرمایه گذاری جدید در نوع خاص دارایی و یا فروش مقادیر سرمایه گذاری در سرمایه گذاری شده قبلی، ارزش سرمایه گذاری در زمان t دارایی i ام قبل از تصمیم سرمایه گذاری در زمان v یا v را به ارزش منابع سرمایه گذاری شده در آن نوع از دارایی، پس از اتخاذ تصمیم سرمایه گذاری در زمان v یا v v تبدیل می نمایند.

، محــدودیتهــای تغییــر در ارزش دارایــی نــوع i ام: $V_{i.t}^- = V_{i.t-1}^+ * (1 + \mu_{i.t})$

این محدودیتها بیانگر تغییر در ارزش هر یک از انواع دارایی با توجه به بازده حاصل از تغیر قیمت آن دارایی هستند.

محدودیتهای حداکثر و حداقل سرمایه گذاری در هر محدودیتهای $V^L_{i,t} \leq x^+_{i,t}, x^-_{i,t} \leq V^H_{i,t}$:دوره برنامهریزی

در صورتی که برای میزان سرمایه گذاری جدید یا فروش سرمایه گذاری های به عمل آمده در زمان t، فروش سرمایه گذاری ها قانونی یا براساس سیاست سرمایه گذاری شرکت حداقل و حداکثری وضع شده باشد، این محدودیت ها تنظیم می شود.

میزان کل افــزایش در ارزش انــواع دارایــیهــا (بــازده میزان کل افــزایش در ارزش $R_{t}^{-}=\sum_{i=t}V_{i,t}^{+}.\mu_{i,t}$

این محدودیتها بیانگر میزان افزایش در ارزش کل انواع مختلف داراییها از محل بازده حاصل از تغییر قیمتی آنها هستند.

 $TranC_t = \sum_t \alpha_{it} *(x_{i,t}^+ + x_{,it}^-) \le t \operatorname{arget}(TranC_t)$

این محدودیتها برای تعیین مجموع هزینههای معاملاتی و اعمال سیاست شرکت در این زمینهاند.

محدودیتهای میزان حداقل و حداکثر سرمایه گــذاری $\delta_{i,t} V^+ \leq v^+_{i,t} \leq \gamma_{i,t} V^+_{t}$ در هر یک از انواع داراییها:

این محدودیتها بیانگر حجم قانونی سرمایه گذاری $\delta_{i,t}$ در هر یک انواع داراییهای شرکت هستند. مقادیر و $\gamma_{i,t}$ به صورت درصد در جدول ۱ ارائه گردیده است. علاوه بر حدود فوق، مجموع سرمایه گذاری، اوراق قرضه و اسناد خزانه دولت و وجوه نقد باید حداقل ۴۰ درصد منابع قابل سرمایه گذاری باشد. $0.4*V_t^+ \leq V_{1,t}^+ + V_{2,t}^+ + V_{3,t}^+$

جدول۱ میزان حداقل و حداکثر سرمایه گذاری در هر یک از کلاسهای دارایی [۳]

$\gamma_{i,t}$	$\delta_{_{i,t}}$	i	انواع داراییهای مختلف
1	0	1	اوراق قرضه واسناد خزانه دولت
1	0	2	اوراق قرضه واسناد خزانه دولت
1	0	3	وجوه نقد
0.25	0	4	اوراق مشار کت تضمین شده توسط دولت یا بانک
0.25	0	5	بازار بورس اوراق بهادار
0.1	0	6	اموال غیر منقول در محدوده شهرها
0.1	0	7	اعطاى وام

محدودیتهای عملیات بیمهای مدل عبارتند از:

:t محــدوديتهــای ميــزان بيمــه اتکــایی در زمــان $G_{_t} = \sum_{k=1}^K \lambda_k \ ^*\!D_{k,t}$

این محدودیتها، میزان دریافتی شرکت را از محل خسارات سهم بیمهگران اتکایی نشان میدهند.

این محدودیتها بیانگر آن است که نسبتی از ارزش نقدی هر یک از داراییها باید بیزرگ تیر از خسیارات واقع شده در هر دوره باشد.. در این محدودیت، بیرای محاسبه ارزش نقدشوندگی انواع مختلف داراییها از فرمول $V_i^L \Rightarrow \forall t \in T$ استفاده شده است. وزن نقدشوندگی هر یک از داراییها (v_i^L) بوده وزن نقدشوندگی هر یک از داراییها (v_i^L) بوده و Ψ^L نیزمبتنی بر دیدگاه سرمایه گذاری شیرکت بیمه است. معمولاً از مقدار ۱ بیرای نسبت Ψ^L استفاده می شود. با توجه به آن که این محدودیت باید به شیکل آرمانی باشد، نقیض این محدودیت در تابع هدف جریمه به همراه خواهد داشت. این محدودیت را بیه شکل خریمه به همراه خواهد داشت. این محدودیت را بیه شکل شکل زیر می توان در مدل وارد کرد:

 $Z_t^1 = \max \{ 0, D_t - \Psi^L V_t^L \} \Rightarrow \forall t \in T$

دوماهنامه علمي – پژوهشي دانشور رفتار / دانشگاه شاهد / تير ۱۸۴ / سال

محدودیتهای محاسبه سود حاصل در دوره [t-1,t] براساس صورت سود و زیان شرکت بیمه ایران، سود از حاصل تفاضل مالیات پرداختی، پاداش سود به مدیران، مبالغ تخصیصی جهت تقسیم سود بین سهامداران از مجموع سودهای عملیاتی و غیر عملیاتی به شرح زیر به دست می آید:

$$\begin{split} Y_t = & F_t - J_t - 0.05(F_t - F_{t-1}) - profitL \\ F_t = & F_t^{(1)} - F_t^{(2)} + F_t^{(3)} - F_t^{(4)} \\ F_t^{(1)} = & \sum_{k=1}^{K} (E_t^k + \text{Re } E_t^k + G_t^k + H_{t-1}^k) + karmozd \end{split}$$

$$F_{t}^{(2)} = \sum_{k=1}^{K} (\lambda_{k} * E_{t}^{k} + D_{k,t} + H_{t}^{k} + \operatorname{Re} D_{t}^{k}) + karmozd^{(2)} + OI \cos t$$

$$F_t^{(3)} = \sum_{i \in I} V_{i,t-1}^+. (\mu_{i,t} + \varepsilon_{i,t})$$

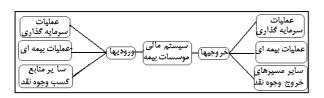
$$F_t^{(4)} = W_t + TranC_t + estehlac_t$$

 $J_{ts} = \max\{0, T_t * F_t \}$ از عبارتند از $F_{t}^{(4)}, F_{t}^{(3)}, F_{t}^{(2)}, F_{t}^{(1)}, F_{t}$ مجموع سود عملیاتی و غیر عملیاتی، درآمدهای عملیاتی، هزینه های عملیاتی، در آمدهای غیرعملیاتی و هزينه هاى غيرعملياتى. همچنين $\operatorname{Re} E^{k}$ و $\operatorname{Re} D^{k}$ بيانگر مقدار حق بیمه های قبولی اتکایی و خسارات این نوع حـق بيمـههـا و karmozd (1) و karmozd مقـدار کارمزدهای دریافتی و پرداختی هستند. $OI\cos t$ نیر نشانگر هزینه های جانبی عملیات بیمه ای، شامل عوارض حق بيمه آتشسوزي، سهم صندوق خسارات بدنی، مالیات بر مصرف، هزینه های اداری و پرسنلی، سایر هزینه های عملیات بیمه ای و سود سپرده اتکایی واگذاری است. این پارامتر براساس داده های ورودی مدل برای دوره های فصلی طی افق برنامه ریزی طرح ریزی شدهاند. عوارض حق بیمه آتـش سـوزی ۳ درصد حق بیمه های آتشسوزی (E^2 0.03*)، سهم صندوق خسارات بدنی ۳ درصد حق بیمههای اتومبیل $(E^{5}0.03*)$ (شخص ثالث)، ($E^{5}0.03*$) و ماليات بـر درصد مجموع حق بیمه های اتومبیل (بدنه، حوادث و سرنشین و شخص ثالث)، $E^3 + E^4 + E^5$ را شامل

می شود. متغیر تقسیم سود در دوره جاری ($profitD_t$) نیز تابع سیاستهای شرکت در این زمینه است.

محدودیتهای جریان وجوه در سیسـتم مــالی بــین دو نقطه زمانی تصمیمگیری[t-1,t]

ایسن محدودیت ها، مقادیر نقدی دریافتها و پرداخت ها در طول هر دوره را محاسبه می کنند. مدلهای جریان وجوه (شکل ۲) در شرکت های بیمه، برای محاسبه نقل و انتقال دارایی ها بین حسابهای ترازنامهای (متغیرهای حالت) در بین دوره ها به کار گرفته شده اند. به عبارت دیگر، این مدلها متغیرهای ترازنامه را از یک مرحله به مرحله بعد تبدیل می کنند.



شکل ۲. سیستم جریان وجوه در شرکتهای بیمه

در حالت کلی، علاوه بر جریان نقیدی حاصل از عملیات بیمهای و سرمایه گذاری، مقادیر دیگری از وجوه نیز ممکن است در مدل جریان وجوه شرکتهای بیمه وارد شود. همچنین در صورتی که شرکت قصد تأمین مالی از طریق استقراض را داشته باشد، وامهای کوتاه یا بلندمدت کسب شده نیز به عنوان ورودی ایس گروه شناخته می شوند. عمده ترین خروجی های وجوه نقد متفرقه در شرکتهای بیمه، عبار تند از: هزینه های اداری و پرسنلی، مالیات، پاداش سود، پرداخت سود سهام نقدی و پرداخت اقساط وامهای دریافتی برای منظور کردن موارد مذکور در این مدل از روابط زیر بهره گرفته شده است:

$$\begin{split} t &= 0 \Rightarrow c_0 = \sum_{j=1}^{j} l_0^j \\ t &\neq 0 \Rightarrow C_t = C_t^{(1)} + C_t^{(2)} \\ C_t^{(1)} &= F_t^{(1)} - F_t^{(2)} + \sum_{k=1}^{K} (H_{t-1}^k - H_t^k) + \text{estehlac}_{t} + \text{Cash Pr oj}_{t} \\ C_t^{(2)} &= \sum_{i=1}^{I} (V_{i,t-1}^+ * \varepsilon_{i,t} + x_{i,t}^- - x_{i,t}^+) \end{split}$$

از کو C_t و C_t به تر تیب، جریانات نقدی حاصل از C_t عملیات بیمهای، جریانات نقدی حاصل از عملیات غیربیمه ای و جریان نقدی کل شرکت در زمان t را نشان میدهند. تر CashProjt نیز بخشی از جریانات خروجی است که با استفاده از پارامترهای مختلف جریان نقدینگی و جهت تعیین دقیق نقدینگی خالص کسب شده توسط شرکت در طول دوره مورد نظر از آن بهره گرفته شده است. برای محاسبه CashProj_t باید مقادیری را از سود عملیاتی شرکت بیمه کسر یا به آن اضافه کرد. این مقادیر، فروش اعتباری انواع بیمهنامهها، افزایش (کاهش) بدهی شرکت در رابطه با بیمه گران اتكایی، بیمه گزاران و نمایندگان و كاهش (افزایش) بدهی بیمه گران اتکایی، بیمه گذاران و نمایندگان به شرکت بیمه را شامل می گردد. این محاسبات با توجه به طرحریزی (جدولزمانبندی) دریافت و تصفیه مطالبات و پرداخت بدهیهای شرکت به انجام رسیده است.

فرض سرمایه گذاری مجدد کلیه جریانات نقدی خالص هر یک از انواع داراییها: $C_{\scriptscriptstyle I-1} = \sum_{i=1}^{} x_{i,t}^+$

در این مدل فرض می شود که تمامی جریانات نقدی خالص کل شرکت در دوره $\left[t-1,t\right]$ مجدد در انواع مختلف دارایی ها سرمایه گذاری می شود.

محدودیت های کفایت سرمایه: $\Psi^R.V_t^R \leq (B_t^{} + \sum_{t=1}^K (\lambda_k^{} * E_t^k + H_t^k^{}))$

بنابر این محدودیتها، مجموع سرمایه گذاری در بیمه اتکایی و ارزش شرکت در زمان t همراه با ذخایر فنی در دوره سالیانه باید بزرگ تر از حد کفایت نیاز شرکت به سرمایه باشد. با بیان این محدودیتها به صورت آرمانی، در صورت هر گونه تخطی از این محدودیتها، جریمهای به تابعهدف افزوده خواهد شد.

این محدودیتها به این معنایند که برای به دست آوردن ارزش شرکت در زمان t، به مقدار عددی

 $B_{t} = B_{t-1} + Y_{t}$:t ارزش سہام شرکت در زمان

t-1 میزان مقدار سود دوره جاری در زمان (B_t) اضافه می شود.

محدوديتهاى مربوط ارتباط كروههاى تصميم كيرى

این محدودیتها غیر مقداری است و به صورت $if \ d_r^k = d_r^v \Rightarrow x_{i,t}^{+} = x_{i,t_v}^+ \Rightarrow 0 \le r \le t \quad , i \in I \quad , t \in T$ فرموله می شوند. این محدودیتها بیانگر تشابه تصمیمات اتخاذ شده تا زمان t برای سناریوهایی است که تا زمان t-1 دارای مسیر یکسانی بوده اند.

٤. حل مدل و تحليل نتايج آن

پس از ارائه اجزای کامل مدل، در این بخش از مقاله جهت تدوین برنامه سرمایه گذاری شرکت براساس دادههای شرکت بیمه آسیا و دادههای برونـزای جمع آوری شده از خارج سیستم، مدل ریاضی مدیریت دارایی/بدهی تهیه و حل گردید و جوابهای حاصل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت [۱۹]. مهمترین اطلاعات ورودی مدل، میزان فروش و خسارات انواع بیمهنامهها در دورههای فصلی، میزان قبولی اتکایی و خسارات پرداختی برای قبولی های اتکایی، ترکیب فروش نقدی و اقساطی انواع بیمهنامهها، میزان ذخایر فنى انواع بيمه نامه ها، ميزان حق بيمه اتكايى اجبارى و اختیاری، وزن نقدشوندگی هر دارایی، وزن ریسکی و هزینه معاملاتی هر نوع از داراییها، میزان سرمایه گذاری در هریک از انواع داراییها، و کارمزدهای پرداختی و دریافتی شرکت بیمه آسیا بـوده که استخراج شدهاند.

پس از استخراج سناریو ها برای مدل برنامهریزی پویای احتمالی و مقادیر پیش بینی شده پارامترهای برونزا، مدلهای طراحی شده – براساس داده های ورودی و سناریوهای تدوینی برای مدل تصادفی – با استفاده از نرمافزار MPL/SPInE و حل کننده Tonopt حل شدند. در این مدل ها، تعداد متغیرهای تصمیم ۲۴۶ و تعداد محدودیتها ۲۸۳ بوده است. نتایجی را که از حل ایس مدلها حاصل شده می توان به شرح جدول ۲ بیان کرد:

وضعیت کنونی		جوابهای مدل بر قطع	جوابهای مدل برنامهریزی پویای احتمالی		انواع داراییها				
(متوسط از سال ۲۵ تا-۸)	1382	1381	1382	1381					
0.4205	0.5593	0.4027	0.5563	0.4034	سپردههای بانکی				
0.0000	0.0154	0.0537	0.0160	0.0538	اوراق مشاركت				
0.0542	0.2195	0.2390	0.2233	0.2454	سهام شركتها				
0.0000	0.0191	0.0351	0.0193	0.0348	مستغلات				
0.2075	0.0917	0.0893	0.0911	0.0875	اعطای وام				
0.0361	0.0162	0.0194	0.0169	0.0199	اوراق قرضه دولتي				
0.2817	0.0789	0.1609	0.0771	0.1553	وجوه نقد				

جدول ۲. درصد سرمایه گذاری در هر یک از انواع دارایی های شرکت

پس از تحلیل دادهها، نتایج زیر به دست آمده است:

۱. با به کارگیری مدل پویای احتمالی، بهبود ۳
درصدی در اندازه تابع هدف نسبت به مدل پویای قطعی حاصل شده است. مقدار تابع هدف مدلهای پویای قطعی و احتمالی بهترتیب ۴۶۰۰۴۴۲٬۴۶ و پویای ۴۷۳۸۸۵۵٬۷۳۴ بوده است. البته باید توجه کرد که این اختلاف در شرایط برابر و دادههای یکسان برای دو مدل حاصل شده است.

۲. مدل برنامه ریزی پویای قطعی، نگهداری وجوه نقد برای پاسخگویی به پرداخت خسارات را در حداقل ممکن تعیین شده (۸۰۰۰۰) برای تمام فصول در طی افق برنامه ریزی پیشنها د کرده است. در مدل برنامه ریزی احتمالی، این مقادیر در فصول ۱ و ۳ سال ۱۳۸۱ و ۱ سال ۱۳۸۲ و مسال ۱۳۸۲ و در سایر فصول افق برنامه ریزی در حداقل ممکن خود بوده است. تمامی این مقادیر پائین تر از میزان متوسط نگهداری وجه نقد در وضعیت کنونی شرکت بوده اند.

۳. با توجه به سیاست سرمایه گذاری، ضرایب نقدشوندگی و ریسکی داراییها، نسبت نقدینگی و نسبت کفایت سرمایه مورد نظر، در هیچ یک از مدلها نقض نشده و هزینه جریمهای نیز برای آنها در تابع هدف منظور نشده است.

۴. در مدل پویای قطعی، ذخایر فنی در حداقل مقدار قانونی آن تعیین شده، ولی در مدل پویای

احتمالی این ذخایر اندکی بیش از مقادیر حداقل ممکن قانونی تعیین شدهاند.

۵. در برنامهریزی پویای احتمالی مازاد درآمدها نسبت به هزینه ها در هر دوره از افق زمانی برنامهریری (فصول سال) نسبت به مدل پویای قطعی بالاتر بوده است. از سوی دیگر، در مدل پویای احتمالی، میزان تخصیص به ذخایر فنی نسبت به مدل قطعی بیش تر بوده است.

۶. سیاست سرمایه گذاری پیشنهادی هر دو مدل پویای احتمالی و پویای قطعی کاملاً متفاوت از وضعیت فعلی سرمایه گذاری شرکت بیمه آسیا است. با توجه به نتایج بیان شده، درصد بالاتری از منابع سرمایه گذاری شده صرف سهام شرکتها شده و میزان کم تری در وجوه نقد و اعطای وام، سرمایه گذاری شده است. این موضوع با توجه به قابلیت نقد شوندگی و سود حاصل از سرمایه گذاری در هر یک از انواع داراییها از توجیه منطقی کاملی برخوردار بوده است.

۵. نتیجه گیری

بسیاری از مسائل مدیریتی، ازجمله مسائل مرتبط با مدیریت دارایسی/بدهی در شرکتهای بیمه، از ویژگیهای عدم قطعیت و پیچیدگی برخوردارند. در این مقاله، با توجه به دو مشخصه پویایی و احتمالی بودن ماهیت فعالیتهای شرکتهای بیمه، مدل ریاضی

دوماهنامه علمي - پژوهشي دانشور رفتار / دانشگاه شاهد / تير ۲۴ / سال

- ۴. ثبات، غلامعلی (۱۳۷۴) «نقش صنعت بیمه در بازار سرمایه (ارزیابی مدیریت منابع و دارایسی ها در دوره ۱۳۶۱–۷۲)»، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- ۵. سردبیر (۱۳۷۷) «مطالعه تأثیر صنعت بیمه بـر فعالیـت هـای اقتصادی ایران»، فصلنامه صنعت بیمه، شماره ۵۲، صص ۵۸ ۳۳، تهران.
- سردبیر (۱۳۸۰) «سرمایه گذاری شرکتهای بیمه»، فصلنامه
 بیمه آسیا، ص ۱–۱۵.
- ۷. حسین نیا، بتول (۱۳۷۶) «اهمیت سرمایه گذاری شـرکتهای بیمه»، فصلنامه صنعت بیمه، شـماره ۴۹، زمستان ۱۳۷۶،
- 8. Mulvey M. J., Rosenbaum P. D. and Shetty. B. (1999) "Parameter Estimation in Stochastic Scenario Generation Systems", European Journal of Operations Research, Vol. 118, pp. 563-577.
- ۹. شایان ارانی، شاهین (۱۳۷۴) «مهندسی مالی و مدیریت ترازنامه مؤسسات مالی»، پنجمین کنفرانس سیاستهای پولی و ارزی، مؤسسه تحقیقات پولی و مالی.
- ۱۰. شایان ارانی، شاهین (۱۳۷۶) «مهندسی مالی در بانکداری اسلامی، مدیریت ترازنامه در بانکهای ایران»، ششمین کنفرانس سیاستهای پولی و ارزی، موسسه تحقیقات پولی و مالی.
- 11. Carino. D, Ziemba T. W., Sylvanus. M. and Myers D. (1994) "The Russel-Yasuda Kasai Model: An Asset/Liability Model for a Japanese Insurance Company Using Multistage Stochastic Programming ", Interface, Vol. 24.
- 12. Carino D., Myers D. and Ziemba T. W. (1998) "Concept, Technical Issues and Uses of the Russell-Yasuda Kasai Financial Planning Model", *Operations Research*, Vol. 46 (4), pp 450-462.
- ۱۳. ساسان نژاد، امیر هوشنگ (۱۳٬۷۹) مجموعه قوانین کامل
 بیمه"، چاپ اول، انتشارات فردوسی، تهران.
- ۱۴. وی دبلیو.اس ویلیام (۱۳۷۶) «تحلیل سری های زمانی: روشهای یک متغیری و چند متغیری»، ترجمه نیرومند. حسینعلی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول.
- Carino. D. and Ziemba T. W. (1998) "Formulation of the Russell-Yasuda Kasai Financial Planning Model", Operations Research, Vol. 46 (4), pp. 433-449.
- 16. Gaivoronski A A., Hoyland K. and Lange d. E. P. (2000) "Statutory Regulation of Casualty Insurance Companies: An Example from Norway with Stochastic Programming Analysis", Stochastic Optimization: Algorithms and Applications, pp.53-83, Kluwer Academic Publishers.
- Hoyland K. and Wallace W. S. (2001) "Generating Scenario Trees For Multistage Decision Problems", Management Science, Vol, 47 (2), pp. 295-307.
- 18. Kouwenberg R. and Zenios A. S. (2001) "Stochastic Programming Models for Asset/Liability Management", Working Paper 01-01, Hermes Center of Excellence on Computational Finance & Economics, University of Cyprus.
- University of Cyprus.

 19. Valente P., Mitra G., Poogari A. C. and Kyriakis T. (2001) "Software Tools for Stochastic Programming: A Stochastic Programming Integrated Environment (SPInE)", Department Of Mathematical Sciences, Brunel University, UK.

برنامه ریزی پویای احتمالی خاصی به منظور اعمال مدیریت بهینه بر دارایی ها و بدهی ها در آن ها طراحی و پیشنهاد گردیده است. مدل برنامه ریزی پویای احتمالی پیشنهادی به نحوی طراحی گردیده که با توجه به انواع محدودیت های موجود، نظیر محدودیت های قانونی و عملیاتی و همچنین با توجه به ویژگی های مختلف عملیات سرمایه گذاری در شرکت های بیمه، امکان حداکثر کردن ثروت بلند مدت شرکت های بیمه را فراهم سازد.

در گامی دیگر، جهت آزمون عملی و واقعی مدل پیشنهادی و همچنین به واسطه تشابه ساختار مالی و مکانیزمهای عملکرد سرمایه گذاری و نیز قوانین و مقررات حاکم بر شرکتهای بیمه ایرانی، شرکت بیمه آسیا بهعنوان مطالعه موردی برگزیده و از دادههای تاریخی فصلی سالهای ۱۳۸۰–۱۳۷۰ آن بهره گرفته شده است.

پس از طراحی و حل مدلهای پویای احتمالی و پویای قطعی، ابتدا نتایج مدل برنامهریازی پویای احتمالی با نتایج مدل قطعی و سپس نتایج هر دو با نتایج متوسط عملکرد واقعی شرکت بیمه آسیا طی سالهای ۱۳۸۰–۱۳۷۰ مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج به روشنی نشان میدهد که جوابهای پیشنهادی مبتنی بر هر دو نوع مدل برنامهریزی پویای احتمالی و قطعی با سیاستهای متخذ کنونی سرمایه گذاری در شرکت بیمه آسیا تفاوتی فراوان دارند. بررسی دقیق تر نتایج حاصل، برتری عملکرد مدل پویای احتمالی را بر مدل پویای قطعی و عملکرد وضع موجود شرکت به خوبی به اثبات رسانده

منابع

- 1. Bunn W. D. and Salo A.A. (1993) "Forecasting with Scenarios", *European Journal of Operations Research*, Vol. 68, pp. 291-303.
- 2. Mulvey J., Rosenbaum P.D. and Shetty B. (1997) "Strategic Financial Risk Management and Operation Research", European Journal of Operations Research, Vol. 97, pp. 1-16.
- Bitner W. J. and Goddard A.R. (1992) "Successful Bank Asset/Liability Management", John Wily & Sons Publishers, U.S.A.