هشتمین کنفرانس ملی
مطالعات مدیریت و اقتصاد در علوم انسانی
8th National Conference on
Management Studies and Economics in the Humanities
www.spconf.ir



# تحلیل و بررسی مدل برنامه ریزی تصادفی برای مدیریت پویای پورتفولیو با استفاده از ابزار مشتقات مالی

رسول برادران حس زاده[۱]، حیدر محمدزاده سالطه[۲]، محمد نصیری[۳]، فرهاد سهراب منش[۴]
۱- دانشیار گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
۲- دانشیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی
۳- استادیار داتشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر
۴- دانشجوی دکترای مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

**چکیده:**
مدل‌های بهینه‌سازی تصادفی به‌طور گسترده در پرتفوی‌های مالی به کار گرفته شده‌اند و اثربخشی خود را در مدیریت دارایی و دارایی-بدهی ثابت کرده‌اند. با این حال، گاهی اوقات، آنها برای مشکلات پرتفوی پویا از جمله نه تنها دارایی های معامله شده در بازارهای ثانویه، بلکه همچنین قراردادهای مشتقه مانند اختیار معامله یا قراردادهای آتی با توابع پرداخت اختصاصی خود به کار می روند. چنین گسترشی امکان ساخت سودهای نامتقارن را برای مصارف پوششی یا سوداگرانه فراهم می کند، اما همچنین منجر به چندین مسئله ریاضی می شود. پورتفولیوهای غیرخطی مبتنی بر مشتقات در یک چارچوب برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌ای گسسته (MSP) می‌تواند به طور بالقوه برای شکل‌دهی پویا توزیع بازده پورتفولیو و دستیابی به عملکرد برتر بسیار سودمند باشد. در این مقاله ما یک مدل پورتفولیو با گزینه‌های سهام ارائه می‌کنیم که تلاش‌های قبلی در این زمینه را به طور قابل‌توجهی گسترش می‌دهد و پتانسیل چنین توسعه‌ای را از دیدگاه مدل‌سازی و روش‌شناختی تحلیل می‌کنیم. ما یک مجموعه دارایی و مدل پرتفوی شامل سهام، اوراق قرضه، بازار پول، یک صندوق قابل معامله مبادله مبتنی بر نوسانات (ETF) و قراردادهای اختیار معامله خارج از بورس (OTC) را در نظر می گیریم. با تکیه بر این ساختار بازار، ما تا جایی که می‌دانیم، برای اولین بار مجموعه‌ای جامع از استراتژی‌های گزینه بهینه را در چارچوبی مجزا، شامل قرارهای محافظ متعارف، تماس‌های تحت پوشش و استرادل‌ها، و همچنین ترکیبی پیشرفته‌تر، فرموله و تحلیل می‌کنیم. استراتژی های مبتنی بر گزینه های سهام و شاخص نوسانات. فرمول مشکل بر یک روش تولید سناریو مبتنی بر داده برای بازده دارایی و قیمت اختیار منطبق با شرایط بدون آربیتراژ و مفروضات بازار ناقص متکی است. گنجاندن مشترک قراردادهای اختیار معامله و VIX به عنوان کلاس دارایی در یک مشکل پورتفولیوی پویا، تلاش‌های قبلی را در حوزه سیاست‌های بهینه مبتنی بر نوسانات گسترش می‌دهد. با معرفی یک مسئله مبادله بهینه بر اساس ثروت مورد انتظار و ارزش شرطی در معرض خطر (CVaR)، ما مسئله را به عنوان یک برنامه خطی تصادفی فرموله می‌کنیم و مجموعه گسترده‌ای از نتایج عددی را در فازهای مختلف بازار ارائه می‌کنیم تا در مورد تأثیر متقابل بین بحث کنیم. طبقات و گزینه های دارایی، مربوط به مهندسان مالی و مدیران صندوق. ما دریافتیم که پرتفوی اختیارات و معامله در گزینه‌ها یک کنترل موثر ریسک دنباله را تقویت می‌کند و به شکل‌دهی توزیع بازده پرتفوی، مطابق با نگرش ریسک سرمایه‌گذار کمک می‌کند. علاوه بر این، همانطور که در مطالعه موردی نهایی نشان داده شده است، معرفی یک شاخص نوسان در جهان دارایی، به همراه گزینه های سهام، منجر به بازده تعدیل شده با ریسک برتر، چه در داخل و چه خارج از نمونه، می شود.

**کلیدواژه**: برنامه نویسی تصادفی چند مرحله ای، استراتژی های اختیار معامله، ریسک برابری و نوسانات، مهندسی مالی، کنترل ریسک، بهینه قیمت گذاری ابزار مشتقات مالی.

**مقدمه:**

مدل‌های بهینه‌سازی تصادفی به طور گسترده در مدیریت دارایی و بدهی در گذشته با مشارکت‌هایی که به نیلسن و زنیوس (۱۹۹۶) برمی‌گردد، به کار گرفته شده‌اند. (کارینو و زیمبا (۱۹۹۸) ، هویلند[1] (۱۹۹۸)، کانسیگلی[2] (۱۹۹۸) و دمپستر[3] (۱۹۹۸) و کوونبرگ، ۲۰۰۱). گنجاندن در پرتفوی های پویا از قراردادهای مشتقه، مانند اختیار معامله یا قراردادهای آتی، با توابع بازده خاص آنها در ابتدا در بازارهای زمانی پیوسته توسط مرتون و همکاران انجام شد. (۱۹۷۸)؛ هریسون و پلیسکا (۱۹۸۱)؛ برنان و کائو (۱۹۹۶) با تکیه بر روش‌های کنترل تصادفی برای فرمول‌بندی و حل مسائل بهینه قیمت‌گذاری و پوشش ریسک. سپس نتایج کلیدی قیمت‌گذاری به یک تنظیم زمان گسسته عمدتاً از طریق رویکردهای عددی و روش‌های بهینه‌سازی تصادفی تعمیم داده شد(دهدار و همکاران، ۱۳۹۸). در یک چارچوب برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌ای(MSP) ، استراتژی‌های بهینه پورتفولیو به‌عنوان و مشروط به فرآیندهای درخت سناریو که به عنوان مدل‌های عدم قطعیت بازار در حال تحول اتخاذ می‌شوند، تعیین می‌شوند. فرمول MSP در چندین حوزه کاربردی بسیار محبوب و کاربردی است(براندیمارت[4]، ۲۰۱۶). با این حال، مشارکت‌های مشتقات مالی چندان مکرر نبوده و عمدتاً در این زمینه‌ها می‌افتد:

ارزشیابی ادعاهای احتمالی در یک محیط گسسته: کینگ (۲۰۰۲); بلوموال و لیندبرگ (۲۰۰۳) ابتدا در بازارهای کامل و سپس در بازارهای ناقص(زینیوس و همکاران[5]، ۲۰۱۶). تحت نمونه‌های مدل کلی‌تر و معیارهای تصمیم، مدل‌های بهینه مدیریت پورتفولیو پویا با مشتقات توسط توپالوگلو[6] و همکاران پیشنهاد شده‌اند(نصیرزاده و همکاران، ۱۳۹۰).

اخیرا توپالوگلو و همکاران (۲۰۲۰) یک مدل یکپارچه برای پوشش ریسک بازار و ارز در پرتفوی های بین المللی ارائه کرده اند: این مشارکت برای هر سه دیدگاه فوق الذکر مرتبط است و شامل اعتبار سنجی مدل داخلی و خارج از نمونه است. این تحقیق بر نتایج طبقه اول مسئله تکیه و گسترش می‌دهد، اما عمدتاً در آخرین مورد قرار می‌گیرد و از طریق یک چارچوب مدل‌سازی نسبتاً کلی و جامع، هدف آن گسترش قابل‌توجهی دامنه مدل‌های سبد مالی مبتنی بر SP با گزینه‌های سهام است. هیچ‌یک از مشارکت‌های گذشته، حتی در چارچوب‌های پویا، در واقع اجازه قراردادهای اختیار معامله با سررسیدها و شرایط پولی متفاوت را نمی‌داد، و همچنین هیچ تلاشی برای استخراج استراتژی‌های ساختار یافته مجموعه‌های اختیار بهینه قبلاً در چارچوب چند مرحله‌ای واقعی انجام نشده بود. کلید این حوزه کاربردی، فرمول‌بندی یک مشکل پورتفولیو پویا در بازارهایی است که هیچ فرصت آربیتراژی و تولید بازدهی را بدون مواجهه با ریسک اجازه نمی‌دهند. در طول این خط تحقیقاتی به طور موثری با موضوع درختان سناریویی بدون آربیتراژ در یک مسئله برنامه ریزی تصادفی ALM مقابله کرد. پس از (هایلند و والانس[7]، ۲۰۰۱)، کلاسن شرایط بدون آربیتراژ را گسترش داد تا امکان تولید سناریوی تطبیق لحظه را فراهم کند. در همان دوره، کینگ (۲۰۰۲) مسئله قیمت گذاری ادعای احتمالی را به عنوان یک مسئله تکرار سبد بهینه فرموله کرد و راه را برای حل مسئله قیمت گذاری با فرض ناقص بودن بازار با روش های برنامه ریزی تصادفی باز کرد: فرض بازار ناقص هر زمان مرتبط است. جهان دارایی برای محافظت از همه منابع ریسک اساسی کافی نیست، مانند وجود یک نوسانات تصادفی یا اصطکاک های بازار: جزئیات بیشتر در این مورد را در بخش ۴,۲ ببینید. هنوز تحت یک فرض بازار ناقص، هاربروکر و کوهن (۲۰۰۹) و فلوگ و بروسف (۲۰۰۹) مشکل قیمت گذاری گزینه نوسان برق را حل کردند. اخیراً (کانسیگلو و همکاران، ۲۰۱۶) یک مدل مقرون به صرفه برای تولید درختان سناریو رایگان آربیتراژ با کاربرد قیمت گذاری اختیار در قراردادهای بیمه پیشنهاد کردند، در حالی که

[1] Høyland
[2] Consigli
[3] Dempster
[4] Brandimarte
[5] Zenios & et al
[6] Topaloglou
[7] Høyland and Wallace

(بارخاگن و بلوموال[8]، ۲۰۱۶) یک پروب پوششی برای یک کتاب اختیار با استفاده از برنامه ریزی تصادفی در نظر گرفتند. توپالوگلو و همکاران (۲۰۲۰) یک مدل قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ برای گزینه‌های ارز و سهام و همچنین کوانتوها (اینها گزینه‌های سهام با بازده مبتنی بر ارز هستند) با یک طرح قیمت‌گذاری بسته جدید به‌ویژه برای کوانتوها ارائه می‌کند. با گسترش جهان سرمایه‌گذاری به‌منظور گنجاندن گزینه‌های سهام در یک محیط چند دوره‌ای، بدون اعمال محدودیت‌های پیشینی بر مجموعه قراردادهای اختیار واجدشرایط، قصد داریم تحت مفروضات کاملاً کلی و طبق دانش خود، برای اولین بار تحلیل کنیم:

- اثربخشی پوشش ریسک و پتانسیل کاهش ریسک و بهبود عملکرد پرتفوی ها از جمله شاخص های سهام، نوسانات، اوراق قرضه و شاخص های بازار پول همراه با گزینه های سهام اروپای فرابورس در دوره های خاص بازار سهام ایالات متحده.

- عملکرد خارج از نمونه از فروردین ۱۳۹۱ تا اسفند ۱۴۰۱، پرتفوی های بهینه شامل گزینه هایی با سررسیدهای مختلف، در دسترس برای معاملات و فعالیت پایانی.

- تعامل بین فرآیندهای سرمایه‌گذاری با بازده غیرخطی، نوسانات و اولویت‌های ریسک سرمایه‌گذاران، همانطور که توسط یک مبادله ارزش در معرض خطر ثروت-شرط (CVaR) مورد انتظار است.

- مدل‌سازی و مفاهیم مهندسی مالی استراتژی‌های گزینه پیچیده مبتنی بر مشتقات

در این زمینه ها، کارهای قبلی در مورد پرتفوی مشتقات دارای محدودیت های متعددی بود. توپالوگلو و همکاران به عنوان مثال، (۲۰۱۱)، حتی اگر به طور دقیق یک مسئله بهینه سبد سهام را با مشتقات فرموله می کرد، یک مدل تک مرحله ای را در نظر گرفت که در آن انقضای گزینه ها مجبور شد با افق سرمایه گذاری مشکل همزمان شود. با این حال، با گنجاندن هر دو گزینه تماس و قرار، آنها را گسترش دادند(لینبرگ و بلوموال[9]، ۲۰۰۳) که در آن فقط گزینه های فراخوان در نظر گرفته شد، به این ترتیب امکان استراتژی های گزینه انعطاف پذیرتر فراهم شد. در مشارکت اخیر خود (توپالوگلو و همکاران، ۲۰۲۰) نتایج قبلی خود را به طور قابل توجهی گسترش داده و تعمیم می دهند، اما هنوز در یک فرمول بندی مشکل ۲ مرحله ای. یین و هان (۲۰۱۳) اولین کسانی بودند که گزینه‌ها را در یک چارچوب چند مرحله‌ای واقعی گنجاندند، با قراردادهای اختیار معامله در هر مرحله اما همیشه در مرحله بلافاصله پس از آن منقضی می‌شوند. این محدودیت مالی و مدلسازی بعداً توسط داوری اردکانی و همکاران برطرف شد. (۲۰۱۶) اما فقط برای در نظر گرفتن قرار گرفتن در معرض گزینه های طولانی و تمرکز عمدتا بر روی یک مدل تولید سناریوی جدید. در هیچ کجا پرتفوی اختیارات شامل، از طریق استراتژی های اختیار معامله یا به عنوان ابزار معاملاتی خاص، چندین نوع گزینه در نظر گرفته نشد، نه فرصت های معاملاتی پویا گزینه ها، و نه نوسانات به عنوان طبقه دارایی(نصیزاده و همکاران، ۱۳۹۰).

ما بر این پایه‌ها بنا می‌کنیم و در این مقاله پیامدهای گسترش جهان سرمایه‌گذاری به گزینه‌های سهام و قراردادهای نوسان برای یک مدیر پورتفولیو با افق سرمایه‌گذاری کوتاه (۶ ماهه) را تحلیل می‌کنیم که فرض می‌شود استراتژی خود را ماهانه بازبینی می‌کند. جاه طلبی ما این است که با ارائه یک چارچوب مدل‌سازی نسبتاً کلی و جامع برای گزینه‌های سهام به سبک اروپایی و استراتژی‌های اختیار مبتنی بر نوسانات مرتبط، پیشرفته‌ترین فناوری مدیریت پورتفولیوی مبتنی بر SP را با مشتقات گسترش دهیم. موارد زیر را می توان به عنوان کمک های خاص این مقاله در نظر گرفت:

- یک توسعه مدل سازگار برای ترکیب بازده های نامتقارن در یک مدل تصمیم گیری گسسته و بهینه سازی استراتژی های مشتق پیچیده در چارچوب MSP خطی، که در آن گزینه های طولانی و همچنین کوتاه مدت با سررسیدهای متعدد در افق سرمایه گذاری در نظر گرفته می شود.

[8] Barkhagen and Blomvall
[9] Blomvall Lindberg

- مدیریت کاملاً یکپارچه از یک کلاس خاص از مشتقات در یک نمونه کارها، دیدگاهی جامع در تضاد با پوشش‌ها. معامله در اختیار معامله در هر زمان میانی قبل از انقضا همراه با امکان معامله قراردادهای نوسانات گنجانده شده است: امروز چنین امکانی به لطف قراردادهای وجوه قابل معامله (ETF) در VIX واقعی می شود.

- قیمت گذاری گزینه های سهام در روش سناریوی داده محور، مطابق با فرض اساسی بازارهای ناقص.

در کار قبلی، بارو و همکاران. (۲۰۱۹) مجموعه گسترده ای از نتایج را در مورد انتخاب پرتفوی با یک جهان سرمایه گذاری بر اساس زیرشاخص های S&P500 و خود شاخص به عنوان معیار مرجع ارائه کرد. بازده های نامتقارن مرتبط با کنترل نوسانات یا به حداقل رساندن ریسک نزولی با تکیه بر مجموعه ای از مدل های میانگین-مطلق-انحراف (MAD) معرفی شدند. در اینجا ما به صراحت قراردادهای اختیار معامله را در مسئله بهینه‌سازی در نظر می‌گیریم و به این ترتیب مجموعه‌ای از تعمیم‌های مرتبط را مجاز می‌کنیم. علاوه بر این، VIXدر اینجا به‌عنوان یک فرصت سرمایه‌گذاری بالقوه به‌عنوان یک سیگنال هشدار اولیه در نظر گرفته می‌شود که در بارو و همکارانش وجود داشت. (۲۰۱۹). ما یک مسئله بهینه‌سازی را از دیدگاه سرمایه‌گذاری مدل‌سازی می‌کنیم که پارادایم تصمیم‌اش مبادله‌ای بین ثروت مورد انتظار و CVaR را در نظر می‌گیرد. نتایج جمع‌آوری‌شده از تلاش‌ها هم از نظر اعتبارسنجی مدل درون نمونه‌ای و هم برای عملکرد خارج از نمونه و تحلیل پوشش ریسک پشتیبانی می‌کند. ما بر دوره‌های منتخب بازار سهام تمرکز می‌کنیم و سپس تحلیل را به یک دهه از ژانویه ۲۰۱۱ تا ژوئن ۲۰۲۱ گسترش می‌دهیم، بنابراین دوره همه‌گیری اخیر را نیز شامل می‌شود. به‌ویژه متوجه می‌شویم که استراتژی‌های گزینه‌ها به طور سیستماتیک در پرتفوی پویا بهینه تحت مفروضات مدل‌سازی مختلف و مبادلات ریسک-پاداش گنجانده می‌شوند. این شواهد تحت تعاریف مختلف جهان دارایی و در حضور یک شاخص نوسان به عنوان فرصت سرمایه گذاری معتبر باقی می ماند(گرگین کرجی وعبدالکریم، ۱۳۹۹).

این مقاله از بخش ۲ با توسعه یک مدل بهینه‌سازی پورتفولیو که در آن تصمیمات خرید و فروش در مورد گزینه‌ها مجاز است، به بخش ۳ که در آن مدل‌سازی استراتژی‌های مشتقه قبل از خلاصه کردن در بخش ۴ روش‌های قیمت‌گذاری گزینه اتخاذ شده و رویکرد تولید سناریو در نظر گرفته می‌شود، تکامل یافته است. برای جهان دارایی در بخش ۵ مجموعه گسترده‌ای از نتایج را ارائه می‌کنیم و پیامدهای کلی برنامه‌های افزودنی پیشنهادی را تحلیل می‌کنیم. نتیجه گیری مقاله را کامل می کند.

**مبانی نظری:**

**نوسانات به عنوان یک طبقه دارایی**

همانطور که انتظار می رفت، معرفی یک ETF در معاملات آتی VIX در سال ۲۰۱۴، با فعالیت معاملاتی قابل توجه از زمان راه اندازی، به ویژه در روز، تأثیر قابل توجهی بر روی عملکرد بازار داشته است. با تکیه بر چنین شواهدی، هنوز در یک مجموعه نمونه کارها مدل (بنابراین بر اساس شاخص هایی که در مدیریت صندوق متعارف هستند)، شاخص نوسان را به عنوان یک فرصت سرمایه گذاری احتمالی در نظر می گیریم VIX . همبستگی مثبت تقریباً کاملی را با ETF در طول دوره نقل قول نشان داده است و همبستگی منفی آن با شاخص S&P500 (S&P در ادامه مطلب)، به خوبی شناخته شده و یک فرض استاندارد توسط عوامل بازار است(نیکبخت و پیری ، ۱۳۹۶).

معرفی آن در جهان دارایی منجر به چندین موضوع جالب می شود و دامنه نوآوری مالی را تحت رویکرد MSP گسترش می دهد:

- با توجه به همبستگی منفی VIX-S&P و بنابراین، نقش پوشش غیرمستقیم بالقوه ETF درVIX ، آیا همچنان به سیاست‌های مبتنی بر گزینه نیاز است؟ در واقع، برخلاف سایر شاخص‌ها، VIXدر یک محدوده مشخص با میانگین حدود ۲۰ در شرایط عادی بازار نوسان می‌کند: چنین الگوی بازگشت میانگین نیز می‌تواند به محافظت از عملکرد و فرصت‌های پوشش دهی در یک تنظیم چند دوره‌ای منجر شود.

- فرض ثابت بودن نوسانات حقوق صاحبان سهام منتفی است و ما باید چنین شواهدی را هنگام قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله در نظر بگیریم.

- حق بیمه گزینه ها در حضور نوسانات بالای بازار افزایش می یابد: از دیدگاه بهینه سازی پورتفولیو، VIXو گزینه ها به خوبی می توانند به طور مشترک عملکرد سبد را افزایش دهند.

- محیط‌های با نرخ بهره پایین معمولاً با حق بیمه مثبت سهام و نوسانات کم و برعکس در حضور نرخ‌های بهره رو به رشد یا بالا مرتبط هستند: تحلیل این که چگونه سیاست‌های بهینه از چنین شواهدی بهره‌برداری می‌کنند جالب است.

**استراتژی های مشتقات**

با پیروی از محدودیت های موجودی نقدی (۳) و جزئیات ما این بخش را به تجزیه و تحلیل بیشتر ترکیبات احتمالی گزینه ها و مفاهیم مدل سازی آنها از دیدگاه مدیریت پورتفولیو اختصاص می دهیم. مشهور است که محبوبیت قراردادهای اختیار معامله به پتانسیل بازده نامحدود نظری آنها به ویژه تحت پوشش پرتفوی های سفته بازی و به استراتژی های پوشش ریسک موثر در مورد قرار گرفتن در معرض سهام بستگی دارد.

با افزایش موقعیت های خرید در گزینه ها، سرمایه گذار از تصمیمات خرید و فروش آتی در برابر افزایش قیمت (برای تماس) یا کاهش (برای فروش) محافظت می کند. علاوه بر این، انتظار می‌رود که توزیع ثروت نهایی با یک برش دم سمت چپ، دارای انحراف مثبت باشد. با این حال، در مطالعه موردی ارائه شده، تنها موقعیت های اختیار سهام تحت پوشش مجاز خواهد بود. در عوض با افزایش موقعیت های فروش، چه قراردادهای خرید یا فروش، یک سرمایه گذار از بازار حمایت می کند و مسئولیتی را بر عهده می گیرد: یک استراتژی پوشش ریسک موثر توسط بازارساز از طریق یک موقعیت سهام که به طور مداوم تعدیل می شود باید منجر به ایجاد یک ریسک شود. -بازگشت رایگان با این حال، در اینجا، احتمال موقعیت های سهام کوتاه را در نظر نخواهیم گرفت و بنابراین موقعیت های فروش کوتاه نیز در نظر گرفته نمی شوند(اکبری و مرادی، ۱۳۹۱).

با این حال، رویکرد مدل‌سازی پیشنهادی، چندین برنامه کاربردی جالب را با مفاهیم مهندسی مالی مرتبط، که قبلاً در یک راه‌اندازی MSP کشف نشده بود، اجازه می‌دهد:

- استراتژی‌های ساده مبتنی بر فراخوان یا قراردادی با سهام، اوراق قرضه و بازار پول، به علاوه نوسانات، با یا بدون محدودیت در موقعیت سهام: استراتژی‌های پوشش ریسک یا سفته‌بازی به طور کلی مجاز هستند و سرمایه‌گذار ممکن است از اثر اهرمی گزینه‌ها استفاده کند.

- تحت همان جهان سرمایه گذاری، اما با محدودیت کمتری در سرمایه گذاری سهام، ممکن است سیاست های بیمه پرتفوی مانند قرارداد محافظ یا تماس تحت پوشش اتخاذ شود: در مورد اول از طریق یک قرارداد طولانی و انتظارات بازار سهام منفی، در حالی که در مورد دوم به دنبال سود تحت انتظارات بازار باثبات است.

- استراتژی های پیچیده تر مبتنی بر تماس مشترک و قراردادهایی مانند استرادل، نوار و تسمه بسته به انتظارات در مورد قیمت سهام و نوسانات.

ما به ویژه به استراتژی‌های زیر بر اساس گزینه‌های سهام علاقه‌مندیم: (۱) قرار دادن محافظ، (ب) تماس تحت پوشش، (iii) استرادل و (IV) استراتژی‌های نوار و تسمه. با این حال توجه داشته باشید که چندین استراتژی گزینه دیگر با بازدهی حتی پیچیده تر ممکن است در این چارچوب با حفظ فرمول برنامه ریزی خطی مورد استفاده قرار گیرد. در بخش ۵ ما هر یک از این استراتژی ها را تجزیه و تحلیل می کنیم و اثربخشی آنها را برای تعیین تکامل پورتفولیو و شکل دادن به ریسک قرار می دهیم که در نهایت در توزیع احتمال ثروت در افق منعکس می شود(نخعی نژاد و مؤمن شاد، ۱۳۹۹).

**خلاصه استراتژی مبتنی بر مشتقات**

پوشه های محافظ، تماس تحت پوشش و نمونه کارها ساده استرادل یا نوار و بند، استراتژی های محبوبی را بر اساس نمونه کارها انتخاب می کنند. چیزی که در این تنظیمات جدید است این است که ما می‌خواهیم در نتیجه راه‌حل برنامه تصادفی، قرار گرفتن در معرض گزینه‌های بهینه را از نظر استراتژی‌های ترکیبی یا استفاده از قراردادهای گزینه‌های فردی در فازهای خاص بازار تعیین کنیم. ما سرمایه گذاران را برای مدت طولانی در حقوق صاحبان سهام فرض می کنیم: قرارداد فروش از ارزش سهام در صورت افت احتمالی بازار محافظت می کند. اعتصاب شرکت و پولی بودن آن میزان چنین حمایتی را تعیین خواهد کرد. تماس تحت پوشش، به لطف درآمد حق بیمه تماس، امکان جبران ضرر احتمالی حقوق

صاحبان سهام ناشی از افت بازار را فراهم می کند. هر دو معامله محافظتی و فراخوان تحت پوشش همراه با یک موقعیت سهام اساسی منجر به حداکثر سود بالقوه تعیین شده توسط قیمت اعتصاب اختیارات می شود. در نهایت، دو موقعیت خرید پولی در تماس‌ها و قرار گرفتن در رگه‌ها منجر به حداکثر ضرر احتمالی حاصل از مجموع دو حق بیمه می‌شود. نسبت به استرادل، پرتفوی های نوار و تسمه عدم تقارن در بازده را نشان می دهد که منعکس کننده انتظارات مختلف بازار است.

هر یک از این استراتژی ها دارای یک هزینه یا درآمد اولیه است که توسط قیمت های اختیار تعیین می شود و با توجه به بازده نهایی آنها سود ایجاد می کند. از نظر بهینه‌سازی پرتفوی، یک استراتژی پوشش‌دهی کامل، تنها با سهام و گزینه‌های موجود در پرتفوی، مطمئناً بازدهی بدون ریسک را در افق برنامه‌ریزی ایجاد می‌کند. از سوی دیگر، یک استراتژی کاملاً سفته بازانه شناخته شده است که سرمایه گذار را در معرض سود و زیان نامحدود قرار می دهد. هنگامی که جهان دارایی را به شاخص‌های بازار پول و اوراق قرضه بسط می‌دهیم، ممکن است کاهش زیان احتمالی بدون سرمایه‌گذاری در اوراق مشتقه، اما فقط با متعادل کردن مجدد پرتفوی حاصل شود. هنگامی که نوسانات نیز به عنوان دارایی طبقه بندی می شود، قرار گرفتن در معرض ریسک پرتفوی ممکن است به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار گیرد. افزایش نوسانات به طور مشترک منجر به افزایش حق بیمه اختیار معامله و احتمالاً کاهش ارزش سهام می‌شود که باعث می‌شود یک مواجهه طولانی مدت با نوسانات سودمند و قرار گرفتن در معرض سهام کاهش یابد. برعکس، تحت یک پویایی کاهشیVIX ، قرار گرفتن در معرض سهام احتمالاً در یک بازار صعودی افزایش می‌یابد. VIX به‌عنوان سیگنال بازار، به‌جای ETF آن به‌عنوان طبقه دارایی، معمولاً برای ارزیابی انتظارات بازار، به‌عنوان پیش‌بینی تعدیل‌های بازار آتی که قبلاً توسط بازار قیمت‌گذاری شده‌اند، استفاده می‌شود. همراه با پویایی اخیرS&P ، این سیگنالی است که همانطور که در بارتو و همکاران[10] (۲۰۱۹) برای ارزیابی گنجاندن یک یا آن استراتژی گزینه در جهان سرمایه گذاری اتخاذ خواهد شد.

از منظر روش‌شناختی، مشاهدات سبک‌شده فوق را می‌توان با حل برنامه تصادفی (۱) تحت محدودیت‌های (۲) - (۷) و بسته به استراتژی مورد ارزیابی، از (۱۲) تا (۱۵) شرایط اضافی ارزیابی کرد.

هنگام اجرای یک استراتژی اختیار معامله، یک موضوع کلیدی و محوری به مدل قیمت گذاری اتخاذ شده مربوط می شود: در اصل با تکامل بازار و نوسانات سهام، قیمت های اختیار نیز تغییر می کند. اینها حق بیمه های بازار است که در مبادلات اختیار معامله به عنوان CBOT یا OTC در قراردادهای دوجانبه نقل شده است. از سوی دیگر، بازارسازان قیمت‌های اختیار معامله را بر اساس یک اصل ریسک خنثی یا اصل پوشش ریسک که ممکن است با قیمت‌های فعلی بازار متفاوت باشد، قیمت‌گذاری می‌کنند: تسویه بازار، قیمت معاملات را تعیین می‌کند. در این مقاله ما بین قیمت‌های بازار و قیمت‌های خنثی از ریسک تفاوتی قائل نمی‌شویم، بلکه فقط قیمت منصفانه تعیین شده توسط بازارساز را مرتبط در نظر می‌گیریم. در واقع، قراردادهای اختیاری که در جهان سرمایه گذاری گنجانده شده است، بر اساس مطالعه موردی خاص با تعادل مجدد ماهانه و افق برنامه ریزی ۶ ماهه تنظیم خواهند شد. گزینه هایی که در واقع در بخش محاسباتی پذیرفته شده اند باید ابزار مصنوعی در S&P در نظر گرفته شوند.

**فرآیندهای درختی و قیمت گذاری**

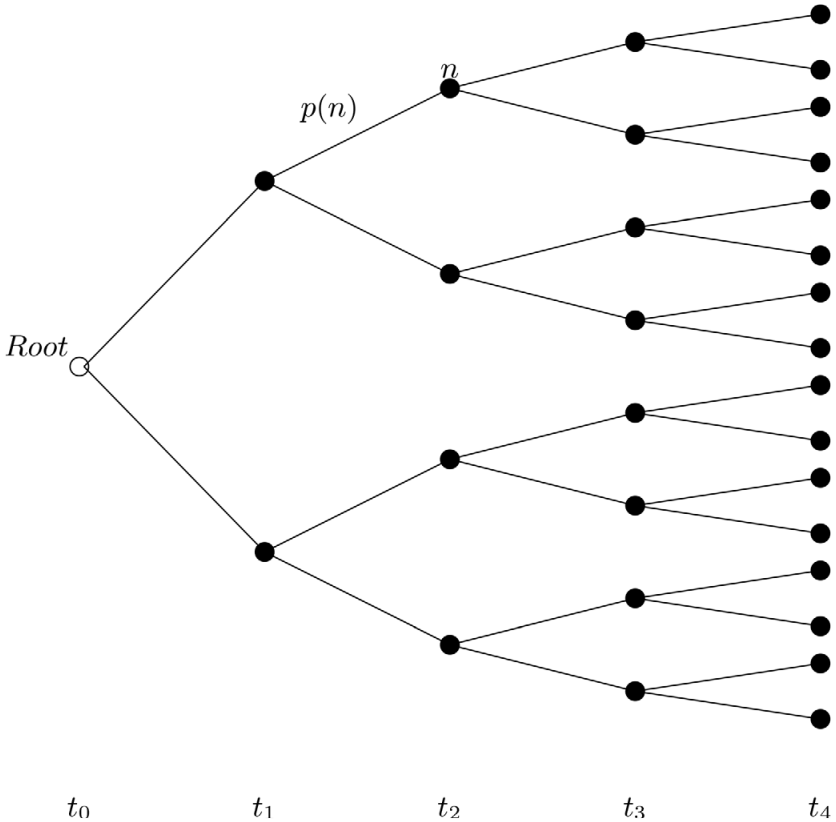
یک فرآیند درخت قیمت را مانند شکل ۱ در نظر بگیرید (برای یک درخت ۱۶ سناریویی ۴ مرحله ای، که در آن یک سناریو یک مسیر قیمت منحصر به فرد از گره ریشه به یک گره برگ است). ساختار درختی که برای قیمت‌گذاری یک ابزار مالی، مثلاً یک گزینه، اتخاذ می‌شود، همان ساختاری است که برای فرمول‌بندی و حل مسئله بهینه‌سازی در نظر گرفته شده است. احتمالات سناریوی مرتبط، با این حال، لازم نیست یکسان باشند.

در ادامه، فرض می کنیم که سررسید قراردادهای اختیار معامله با یکی از مراحل درخت مطابقت دارد. هر قرارداد اختیار معامله، صرف نظر از سررسید و اعتصاب، از گره اصلی تا انقضا قیمت گذاری می شود.

[10] Barro et al

معرفی قراردادهای مشتقه در یک مشکل چند مرحله ای، اتخاذ یک روش قیمت گذاری ثابت و بدون آربیتراژ را می طلبد. مبانی نظری قیمت گذاری بدون آربیتراژ همانطور که به استفن (۱۹۷۶) اشاره شد، بازمی گردد. هریسون و کرپس (۱۹۷۹)؛ هریسون و پلیسکا (۱۹۸۱)؛ جاکود و شیرایف (۱۹۹۸). با توجه به قضیه بنیادی به خوبی تثبیت شده قیمت گذاری دارایی ها، عدم وجود آربیتراژ مستلزم وجود حداقل یک معیار احتمالی است که بر اساس آن، قیمت سهام پایه تنزیل شده با نرخ بهره بدون ریسک، یک مارتینگل خواهد بود، بنابراین در انتظار ثابت است. اگر بازار کامل باشد چنین اقدامی منحصر به فرد خواهد بود. در این مقاله، ما یک روش ساده مبتنی بر داده را برای تولید سناریوهای قیمت و بازده در نظر می گیریم و بر این اساس به طور کلی، نیازی به کامل بودن بازار نداریم.

در یک چارچوب گسسته و مبتنی بر درخت، ما بر یک رویکرد دو مرحله‌ای تکیه می‌کنیم: ابتدا شرایط بدون آربیتراژ در بازار را تأیید می‌کنیم و سپس قیمت اختیار را تعیین می‌کنیم. ما برای تأیید روش قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ به رویه کلاسان[11] (۱۹۹۷) و کلاسان (۲۰۰۲) تکیه می‌کنیم. برای توصیف دقیق قاعده قیمت گذاری اعمال شده در فرآیند قیمت درخت سناریو. اخیراً رویکردهای مناسبی را برای اجرای شرایط بدون مشکل آربیتراژ در یک پورت دارایی چندگانه ارائه کرده اند. رابطه بین درجه انشعاب در امتداد درخت و تعادل بازار مالی آنها همچنین خاطرنشان کردند که در شرایط بازارهای ناقص، به دلیل عدم وجود یک نمونه کار تکراری منحصر به فرد، باید رویکرد قیمت گذاری کلی تری را همانطور که در بخش ۴,۲ توضیح داده شده است، اتخاذ کرد.



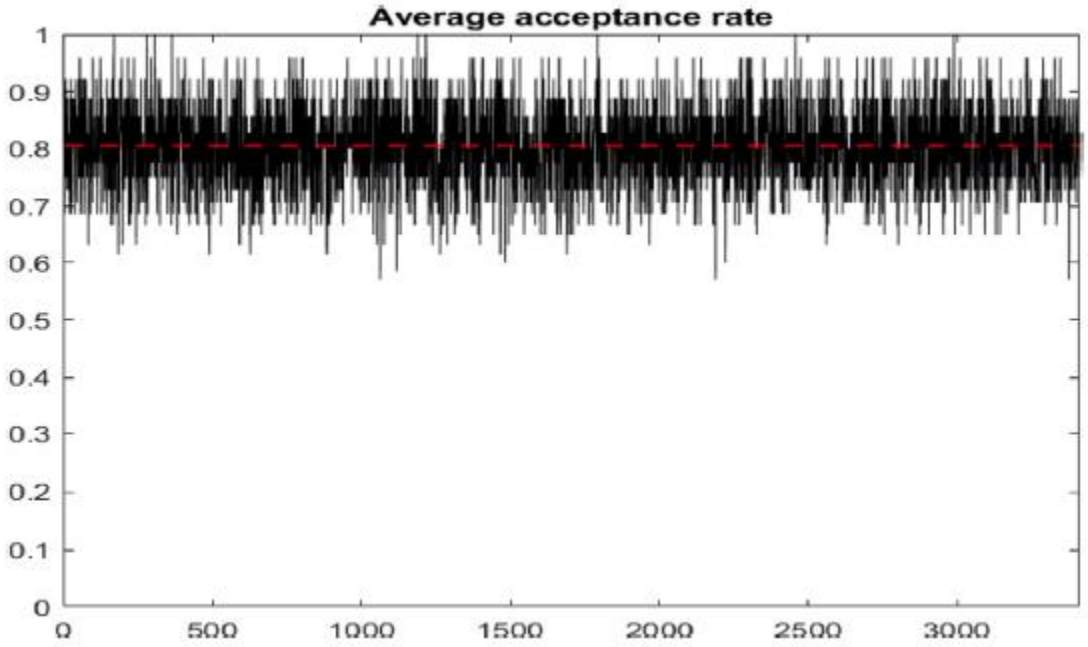

شکل (۱) طبق نظر کلاسن (۲۰۰۲)، وجود یک بردار دوگانه کاملاً مثبت در هر زیردرخت برای تضمین عدم وجود آربیتراژ از نوع اول و دوم کافی است.

[11] Klaassen

الگوریتم از طریق درخت گره به گره سفر می کند و شرایط بدون آربیتراژ را در متغیرهای دوگانه (خط ۲۰ الگوریتم) بررسی می کند، با در نظر گرفتن دنباله درخت های فرعی دو مرحله ای که از هر گره تا آخرین مرحله منشا می گیرند. در هر گره، الگوریتم پیشنهادی را برای بازگشت دارایی ها راه اندازی می کند و عدم وجود آربیتراژ را بررسی می کند. در یک مدل مبتنی بر داده، خاتمه الگوریتم به ساختار انشعاب درخت و نتیجه روش نمونه‌گیری (خط ۱۲ الگوریتم) بستگی دارد. در جدول ۱ ما نتایجی را در مورد تعداد اجراهای لازم برای خاتمه دادن به این روش بازگشتی برای مجموعه ای از درختان سناریو با درجه انشعاب فزاینده، که یک دوره ۶ ماهه را در بر می گیرد و با تکیه بر تاریخچه داده های مشابه ۲۰۸ بازده ماهانه (ژوئن ۲۰۰۲ تا ژوئن ۲۰۲۰) گزارش می کنیم. ). ما زمان‌های محاسباتی را ارائه می‌دهیم و کارایی الگوریتم را با تخمین نرخ پذیرش در هر گره ارزیابی می‌کنیم: این با نسبت برداشت‌های پذیرفته‌شده به کل تعریف می‌شود. برای هر درخت سناریو با تعداد سناریو معین، نرخ پذیرش به طور میانگین در گره ها را در نظر می گیریم و نتایج را در مورد حداکثر تعداد ردها، (خط ۱۸ در الگوریتم ۱)، ثبت شده قبل از پذیرش اولین قرعه کشی، گزارش می کنیم. همه نتایج به طور میانگین بیش از ۴۰ آزمایش مستقل هستند. می بینیم که حداکثر تعداد قرعه کشی های لازم نسبت به افزایش تعداد سناریوها و ساختار انشعاب نسبتاً پایدار است. برای مشکلات محاسباتی قابل حمل، حدود ۸ ثابت می شود و این برای یک بعد درختی بسیار بزرگتر نیز تایید شده است (سناریوها). برای اهداف توضیحی در شکل ۲، میانگین نرخ پذیرش (خط قرمز) و نرخ پذیرش ویژه گره محاسبه شده برای ساختار درخت سناریو که با اندازه درختان سناریو استفاده شده در بخش محاسباتی این مقاله مطابقت دارد.

جدول (۱) بررسی آربیتراژ: خواص همگرایی برای تعداد سناریوهای مختلف و درجات انشعاب. میانگین نرخ پذیرش (AR) بیش از ۴۰ آزمایش مستقل، حداکثر تعداد تساوی ثبت شده بر روی گره های درخت قبل از پذیرش اولین قرعه کشی (حداکثر). نتایج میانگین بیش از ۴۰ آزمایش مستقل است. کل زمان CPU بر حسب ثانیه (CPU) برای هر آزمایش.

| # Scenarios | 729 | 4096 | 6144 | 8192 | 10,240 | 1,000,000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Branching degree | $3^6$ | $4^6$ | $6-4^5$ | $8-4^5$ | $10-4^5$ | $10^6$ |
| AR | 0.8002 | 0.8002 | 0.8007 | 0.8048 | 0.8082 | 0.8078 |
| Max | 6 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| CPU | 109.90 | 303.73 | 487.56 | 606.12 | 950.46 | 73 324.41 |




شکل (۲) میانگین نرخ پذیرش (خط چین قرمز) و نرخ پذیرش خاص گره محاسبه شده برای درخت سناریو همه نتایج به طور میانگین بیش از ۴۰ آزمایش مستقل هستند. (برای تفسیر ارجاعات به رنگ در این افسانه شکل، خواننده به نسخه وب این مقاله مراجعه می کند.)

**قیمت گذاری ریسک خنثی: مقابله با ناقص بودن بازار**

وجود اصطکاک‌های بازار، مانند هزینه‌های مبادله یا محدودیت‌های داد و ستد، یا در حضور منابع اضافی عدم قطعیت مانند نوسانات تصادفی یا شدت نرخ بهره تصادفی، ممکن است شرایط ناقص بودن بازار ایجاد شود. برای بررسی جامع در مورد بازارهای ناقص در امور مالی و رویکردهای احتمالی قیمت گذاری، به استام[12] (۲۰۰۸) مراجعه کنید. با فرض بازار ناقص، نه یک معیار مارتینگل منحصر به فرد وجود خواهد داشت و نه یک استراتژی معاملاتی منحصر به فرد خود تأمین مالی که بتواند به طور کامل بازده گزینه را تحت هر سناریوی قیمتی تکرار کند. در این تنظیم، شرط بدون آربیتراژ در بازه زمانی مشخص قیمت سهام برآورده می شود. جاکاد و پروتر (۲۰۱۷) نتایج کلیدی قیمت‌گذاری را تحت فرآیندهای قیمت پایه جایگزین خلاصه می‌کنند. به طور کلی، با توجه به عدم قطعیت در مورد معیار قیمت گذاری که باید اتخاذ شود، هر ادعای احتمالی را نمی توان بدون معرفی معیاری برای انتخاب یک معیار احتمال خنثی ریسک خاص تعیین کرد. رویکردهای رایج برای حل این موضوع در شوایتزر (۱۹۹۹) برای به حداقل رساندن خطای ریسک پوشش درجه دوم، و (کارمونا، ۲۰۰۸)، با ارجاعات در آن، برای قیمت گذاری بی تفاوت است. فریتلی (۲۰۰۰) یک اصل قیمت گذاری مالی را بر اساس معیار مارتینگل آنتروپی حداقل (MEM) توسعه داد، مفهومی که در این مقاله دنبال می شود. این اندازه‌گیری را می‌توان با به حداقل رساندن آنتروپی نسبی معیار خنثی ریسک با توجه به معیار فیزیکی، یک ویژگی به‌ویژه مطلوب در مسئله پرتفوی مشتقات تعیین کرد. در یک تنظیمات گسسته، علاوه بر این همانطور که در ادامه نشان داده شده است، این روش یک پیاده سازی آسان و موثر پیدا می کند.

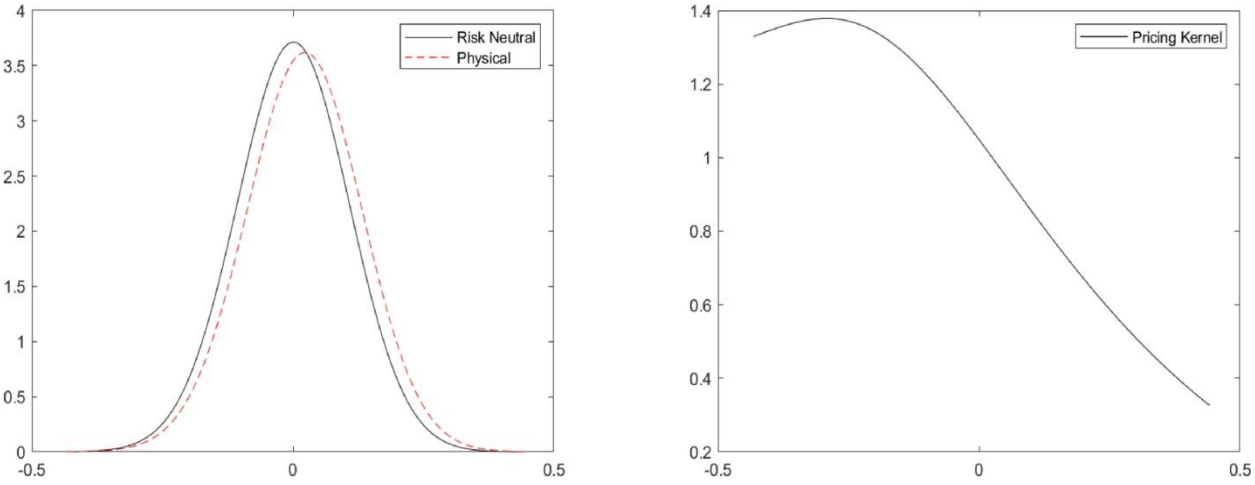
قیمت‌های اختیار معامله تحت معیار ریسک خنثی تعیین می‌شوند در حالی که مشکل بهینه‌سازی با فرض سناریوهای به همان اندازه محتمل حل می‌شود، بنابراین هرگونه حق بیمه ریسک در داده‌های مالی حفظ می‌شود.

[12] Stuam

هنگامی که تمام احتمالات شرطی خنثی خطر در امتداد درخت تعیین شد، می‌توانیم احتمالات غیرشرطی گره‌های برگ را محاسبه کرده و توابع چگالی مرتبط را با هم مقایسه کنیم. در شکل ۳ ما دو تابع چگالی احتمال هموار تولید شده را برای نشان دادن نتیجه الگوریتم ۲ مقایسه می کنیم: اندازه گیری احتمال MEM و اندازه گیری فیزیکی در افق دوره برنامه ریزی و هسته قیمت گذاری مربوطه که اطلاعاتی در مورد نسبت احتمال ریسک خنثی ارائه می دهد. به احتمال فیزیکی و به همین ترتیب اجازه سوئیچ بین این دو را می دهد.

جدول (۲) میانگین و انحراف استاندارد برای ۶ ماه قیمت اختیار خرید و فروش ATM، محاسبه شده بر روی درخت سناریو بدون آربیتراژ، قیمت اعتصاب

| | $t=0$ | $t=1$ | $t=2$ | $t=3$ | $t=4$ | $t=5$ | $t=6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Put 6m - mean | 76.5684 | 67.8615 | 71.6968 | 74.0275 | 81.2782 | 82.4417 | 83.7332 |
| Put 6m - std.dev. | 0 | 44.9576 | 70.0919 | 84.4653 | 106.8597 | 120.7577 | 132.3791 |
| Call 6m - mean | 80.2228 | 88.8555 | 107.0804 | 107.5494 | 109.268 | 114.1283 | 118.5068 |
| Call 6m - std.dev. | 0 | 48.7582 | 90.6608 | 113.1371 | 130.9058 | 148.5491 | 164.5495 |




شکل (۳) اندازه گیری MEM و اندازه گیری فیزیکی در نمودار سمت چپ و هسته قیمت گذاری ترمینال در نمودار سمت راست.

**نتیجه گیری**

سهم اصلی این مقاله به توسعه مدلسازی جامع مدیریت پرتفوی چند مرحله ای برای شامل گزینه های سهام و پورتفولیوهای اختیارات اشاره دارد. در مدل پیشنهادی، تحت مفروضات کاملاً کلی و با محدودیت‌های محدود، پرتفوی سرمایه‌گذاری بهینه و قرار گرفتن در معرض مشتقات بهینه برای یک جهان دارایی که شامل گزینه‌های سهام با سررسیدهای متعدد است، تعیین می‌شود. علاوه بر این، این مدل به راحتی استراتژی‌های گزینه‌ای مانند قرارهای محافظ، تماس‌های تحت پوشش، استرادل‌ها یا نوارها، تسمه‌ها و پروفایل‌های ریسک-پاداش جایگزین را در خود جای می‌دهد. علاوه بر این، ما در این زمینه مفاهیم شامل، از طریق VIX ، نوسانات حقوق صاحبان سهام به عنوان یک طبقه دارایی را تحلیل کردیم. در این مقاله، تا حد دانش خود برای اولین بار، تأثیر بر سبدهای پویا بهینه مدیران سهام یا چند دارایی شامل گزینه‌ها را در فازهای بازار انتخابی و سپس خارج از نمونه در دوره ۲۰۱۱-۲۰۲۱ آزمایش می‌کنیم. تکامل آنها تحت معاوضه‌های ریسک-پاداش جایگزین و رژیم‌های مختلف نوسانات

از طریق یک مطالعه محاسباتی گسترده بر اساس یک چارچوب برنامه‌ریزی خطی تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بخش ۵ ابتدا نتایجی را ارائه کرد که پرتفوی های اختیار خاص در جهان دارایی گنجانده شدند و سپس گزینه ها را به عنوان ابزار مستقلی که در جهان سرمایه گذاری گنجانده شده بود در نظر گرفت. در نهایت مجموعه ای از نتایج آزمون بک تست خارج از نمونه ارائه شده است.

می توان یافته های اصلی این تحقیق را به صورت خلاصه بیان کرد:

- نشان داده شد که نمونه کارها و قراردادهای اختیار اختیار به طور سیستماتیک توسط پرتفوی های بهینه پویا برای کنترل ریسک نزولی و بهبود روند صعودی مورد بهره برداری قرار می گیرند: چنین شواهدی در دوره های مختلف آزمون با فرض فضای تصمیم گیری که با ارزش ویژه مشخص می شود، آزمایش شده است. سهام و ;VIX بازار سهام، اوراق قرضه و پول و در نهایت همه اینها به علاوه.VIX

- با حضور یک سرمایه گذار ریسک گریز با و مستقل از دوره آزمایش، کنترل ریسک دنباله در نمونه تحت هر یک از مفروضات بازار معرفی شده بهبود می یابد. هر دو کنترل ریسک دم و نوسان نیز در زمانی موثر هستند و استراتژی های بهینه به قراردادهای اختیار موجود در طول دوره های سرمایه گذاری متکی هستند. از طرف دیگر وقتی پراکندگی بهینه پرتفوی افزایش می‌یابد، اما به لطف مشتقات و ترمینال متوازن مجدد پویا پرتفوی، بازده نمونه و عملکردهای تعدیل‌شده با ریسک در هر دوره مثبت است.

- معامله گران نوسان و سرمایه گذاران ریسک پذیر به قراردادهای مشتقه مانند اختیارات سهام و VIX علاقه مند هستند: ما شواهدی ارائه کرده ایم که در واقع یک مواجهه با نوسانات مثبت از طریقVIX ، بسته به ریسک گریزی عامل، ممکن است همراه با موقعیت های سهام و گزینه های سهام بهینه باشد. این دومی تقریباً در هر مدلی به بهبود جنبه منفی کمک می کند. ما امیدواریم که از این نظر یک دیدگاه تحقیقاتی بالقوه جالب در مورد جریان رویکردهای پورتفولیوی پویا مبتنی بر نوسان ارائه کنیم ( Dempster, Evstigneev, Schenk-Hoppé, 2007, Hill, 2012, Liu, Tang, Zhou, 2019).

- تقریباً در همه مسائل آزمایشی مشاهده کرده‌ایم که موقعیت‌های گزینه‌های بهینه در مراحل خاصی در افق سرمایه‌گذاری بهینه بوده و گاهی اوقات به انقضا می‌رسند (و تسویه نقدی می‌شوند): علاوه بر این، از آنجایی که هر تصمیمی تحت عدم قطعیت باقی‌مانده گرفته می‌شود، قراردادهای قراردادی فراخوانی و قرار داده می‌شوند. به طور مشترک بهینه باشند، یا در استراتژی های استرادل یا نواری یا تسمه ای یا به طور کلی در هنگام در نظر گرفتن تماس ها و قرارهای رایگان، گاهی اوقات با تکیه بر سررسیدهای مختلف.

- شواهد خارج از نمونه هم از یک تحلیل خاص از سه دوره فرعی انتخاب شده و هم از یک تجزیه و تحلیل گسترده تر در طول ۲۱ دوره، که از فروردین ۱۳۹۱ شروع می شود، مثبت هستند. پرتفوی بهینه با گزینه ها نسبت به مجموعه دیگر استراتژی های سرمایه گذاری بیش از حد عمل می کند. نتایج جمع آوری شده در این زمینه به روش تولید سناریو مبتنی بر داده بستگی دارد. در اینجا، تحت فرضیات عمومی در مورد ناقص بودن بازار و ویژگی‌های آماری دارایی‌ها، ما یک رویکرد قیمت‌گذاری دارایی و سناریو ساخت درخت را اجرا کرده‌ایم. این مرحله روش شناختی برای هر مدل مدیریت دارایی یا مدیریت دارایی-بدهی از جمله ادعاهای احتمالی مرتبط است.

انتخاب تعداد مراحل و نقاط تصمیم گیری در امتداد افق انجام شده در بخش محاسباتی مقاله الزام آور نیست، نه ساختار درخت سناریو. توضیحات دیگر از فرآیند تصمیم گیری چند مرحله ای افزایش یا کاهش تعداد مراحل و ساختارهای درخت سناریوهای مختلف به راحتی قابل استفاده است.

**منابع:**

- دهدار، سمیرا و پابرجا، رامین و سلیمی فرد، خداکرم،۱۳۹۸،مدیریت پورتفولیوی پروژه با رویکرد پویایی سیستم،اولین کنفرانس ملی تفکر سیستمی در عمل،مشهد،https://civilica.com/doc/974054

- نصیرزاده، فرناد و گلخو، فرزانه و مرادی، سعید،۱۳۹۰،مدیریت پورتفلیوی پروژه با استفاده از رویکرد پویایی سیستم،دومین کنفرانس بین المللی مدیریت استراتژیک پروژه ها،تهران،https://civilica.com/doc/242912

- گرگین کرجی، آرش، و عبدالکریم، مریم. (۱۳۹۹). ارائه چارچوب مدیریت ارزش پورتفولیو در پروژه های عمرانی. نخبگان علوم و مهندسی، ۵(۳ )، ۱۲۷-۱۳۸. SID. https://sid.ir/paper/525813/fa

- نیکبخت، حمیدرضا، و پیری، فرهاد. (۱۳۹۶). سرمایه گذاری خارجی در سبد اوراق بهادار (پورتفولیو): رویکرد دیوان های داوری و معاهدات سرمایه گذاری. بورس اوراق بهادار، ۱۰(۳۹ )، ۱۲۵-۱۶۰. SID. https://sid.ir/paper/187751/fa

- اکبری، مهدی، و مرادی، محمود. (۱۳۹۱). کاربرد محاسبات فازی در ماتریس های پورتفولیو به منظور بهبود تدوین راهبردهای سبد کسب وکار. کاوش های مدیریت بازرگانی، ۴(۸)، ۱۴۱-۱۶۱. SID. https://sid.ir/paper/197110/fa

- نخعی نژاد، مهدی، و مومن شاد، نسیم. (۱۳۹۹). انتخاب پورتفولیوی پروژه براساس اثر متقابل سه گانه بین پروژه ها. مدیریت تولید و عملیات، ۱۱(۱ (پیاپی ۲۰) )، ۱-۲۲. SID. https://sid.ir/paper/525416/fa

- Barkhagen, M. , Blomvall, J. , 2016. Modeling and evaluation of the option book hedg- ing problem using stochastic programming. Quant. Finance 16 (2), 259–273.

- Barro, D. , Canestrelli, E. , Consigli, G. , 2019. Volatility versus downside risk: per- formance protection in dynamic portfolio strategies. Comput. Manag. Sci. 16, 433–479 . Handbook on Stochastic Optimization Methods in Finance and Energy. In:

- Bertocchi, M., Consigli, G., Dempster, M.A.H. (2011.). Fred Hillier International Se- ries in Operations Research and Management Science, vol. 163. Springer USA.

- Blomvall, J. , Lindberg, P.O. , 2003. Back-testing the performance of an actively man- aged option portfolio at the Swedish stock market, 1990–1999. J. Econ. Dyn. Control 27 (6), 1099–1112 .

- Brennan, M.J. , Cao, H.H. ,1996. Information,trade,and derivative securities. Rev. Fi- nanc. Stud. 9 (1), 163–208 . Carino, D.R. , Ziemba, W.T. , 1998. Formulation of the Russell–Yasuda Kasai financial planning model. Oper. Res. 46 (4), 433–449.

- Carmona, R. , 2008. Indifference Pricing: Theory and Applications. Princeton Univer- sity Press .

- Consigli, G. , Dempster, M. , 1998. Dynamic stochastic programmingfor asset-liability management. Ann. Oper. Res. 81, 131–162 .

- Consigli, G. , Kuhn, D. , Brandimarte, P. , 2016. Optimal Financial Decision Making in Finance. In: International Series in Operations Research and Management Sci- ence. Springer U.S., pp. 255–289 .

- Consiglio, A. , Carollo, A. , Zenios, S.A. , 2016. A parsimonious model for generating arbitrage-free scenario trees. Quant. Finance 16 (2), 201–212 .

- Consiglio, A. , De Giovanni, D. , 2008. Evaluation of insurance products with guaran- tee in incomplete markets. Insurance 42 (1), 332–342 .

- Davari-Ardakani, H. , Aminnayeri, M. , Seifi, A. , 2016. Multistage portfolio optimiza- tion with stocks and options. Int. Trans. Oper. Res. 23 (3), 593–622 .

- Dempster, M.A. , Evstigneev, I.V. , Schenk-Hoppé, K.R. ,2007. Volatility-induced finan- cial growth. Quant. Finance 7 (2), 151–160 .

- Dempster, M.A. , Thompson, G.W. , 2002. Dynamic portfolio replication using stochas- tic programming. In: Risk Management: Value At Risk and Beyond. Cambridge University Press, pp. 100–127 . Frittelli, M. , 20 0 0. The minimal entropy martingale measure and the valuation prob- lem in incomplete markets. Math. Finance 10 (1), 39–52 .

- Geyer, A. , Hanke, M. , Weissensteiner, A. , 2010. No-arbitrage conditions, scenario trees, and multi-asset financial optimization. Eur. J. Oper. Res. 206, 609–613 .

- Gondzio, J. , Kouwenberg, R. , Vorst, T. , 2003. Hedging options under transaction costs and stochastic volatility. J. Econ. Dyn. Control 27 (6), 1045–1068.

- Haarbrücker, G. , Kuhn, D. , 2009. Valuation of electricity swing options by multistage stochastic programming. Automatica 45 (4), 889–899 .

- Harrison, J.M. , Kreps, D.M. , 1979. Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets. J. Econ. Theory 20 (3), 381–408 .

- Harrison, J.M. , Pliska, S.R. , 1981. Martingales and stochastic integrals in the theory of continuous trading. Stoch. Process. Appl. 11 (3), 215–260 .

- Hill, J.M. , 2012. The different faces of volatility exposure in portfolio management. J. Altern. Invest. 15 (3), 9–31 .
- Høyland, K. , 1998. Asset liability Management for a Life Insurance Company: A Stochastic Programming Approach. Norwegian University of Science and Tech- nology, Trondheim, Norway .
- Høyland, K. , Wallace, S.W. , 2001. Generating scenario trees for multistage decision problems. Manag. Sci. 47 (2), 295–307 .
- Jacod, J. , Protter, P. , 2017. Options prices in incomplete markets. ESAIM 56, 72–87 .
- Jacod, J. , Shiryaev, A.N. , 1998. Local martingales and the fundamental asset pricing theorems in the discrete-time case. Finance Stoch. 2 (3), 259–273.