



فصل دوم

ادبیات موضوع و مروری بر تحقیقات پیشین

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



۱-۲ مقدمه

در این فصل به بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیق با استفاده از کتاب‌ها، مقالات و پایان‌نامه‌هایی در ارتباط با سید سرمایه‌گذاری، روش‌های بهینه‌سازی سید سرمایه، به خصوص استفاده از ارزش فرین در بهینه‌سازی سید سرمایه^۱ پرداخته می‌شود. سپس یک جمع‌بندی کلی در رابطه با مقالات استفاده شده در روند انجام این پژوهش ارائه می‌شود. در نهایت پس از بررسی تعداد زیادی از مقالات نگاشته شده در حوزه بهینه‌سازی سید سرمایه به علت اندک بودن تعداد پژوهش‌های مربوط به رویکرد استفاده از ارزش فرین در سید مشتکل از رمازرها، موضوع ایجاد سید رمازرها با تمرکز بر ارزش فرین انتخاب می‌گردد.

۲-۲ مبانی نظری و پیشینه تحقیق

هدف از سرمایه‌گذاری کسب سود و درآمد بیشتر در آینده است. بیشتر سرمایه‌گذاران ترجیح می‌دهند برای کاهش ریسک، سرمایه خود را بین دارایی‌های مالی مختلف تقسیم کنند و در مجموعه آن‌ها سرمایه‌گذاری کنند. این سید سرمایه متنوع می‌تواند شامل دارایی‌های مالی مانند طلا، سهام، مسکن، اوراق بهادار، سیره بانکی، مشتقات، ارزهای بین‌المللی و رمازرها باشد. مردم از گذشته‌های دور با مفهوم سید سرمایه آشنا بودند؛ آن‌ها می‌دانستند که نباید تمام تخم‌مرغ‌های خود را در یک سبد بگذارند، اما تا زمانی که هری مارکویتز نظریه

^۱ Portfolio Optimization

سید سرمایه به صورت رسمی ارائه نکرده بود، هیچ بررسی علمی و دقیقی روی این موضوع نشده بود. اما از آن سال تا به امروز بهینه‌سازی سید از جمله محبوب‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی مالی بوده است.

۱-۲-۲ بهینه‌سازی سید سرمایه‌گذاری

منظور از بهینه‌سازی سید سرمایه، انتخاب بهترین توزیع از دارایی‌های به طوری که بیشترین بازده را نسبت به ریسک ثابت داشته باشد. طبق تحقیق (تفراده و همکاران، ۱۳۹۵) هدف از بهینه‌سازی یافتن بهترین توزیع بین علائق متضاد (کاهش ریسک و افزایش بازده) است. البته باید محدودیت‌های پیشی رو را نیز در نظر گرفت. طبق مساله مطلوبیت، هر مصرف‌کننده با درآمد محدود در مقابل دو تصمیم اقتصادی قرار می‌گیرد. اولی این که چگونه درآمد خود را بین خدمات و کالا تقسیم بندی کند و چگونه باقی مانده آن را سرمایه‌گذاری کند.

تا اوایل قرن بیستم استفاده از ریسک و بازده همراه هم در انتخاب سید سرمایه به طور آکادمیک انجام نشده بود. در صورتی که امروزه این موضوع جزو مهم‌ترین مسائل پژوهش‌های مالی شده است. تا قبل از نظریه نوین سرمایه‌گذاری در سال‌های ۱۹۳۰ مردم با مفهوم سید آشنا بودند. اولین تلاش انجام شده در این زمینه توسط مارشاک انجام گرفت که او تلاش کرد در فضای منحنی‌های بی‌تفاوتی امید-واریانس سید بهینه را پیدا کند. (چنگ و همکاران، ۲۰۰۶)

نظریه نوین بهینه‌سازی سید سرمایه^۲ که با نام مدل کلاسیک تک مرحله‌ای امید-واریانس شناخته شده است (مارکویتز، ۱۹۵۲) سعی در حداکثر سازی بازده سید در ازای یک مقدار مشخص ریسک دارد. مارکویتز را می‌توان اولین کسی نام برد که به صورت علمی روی مفاهیم سید سرمایه و تنوع بخشی آن کار کرد. مارکویتز روی متنوع‌سازی سید سرمایه تمرکز داشت و به صورت کمی نشان داد که تنوع چگونه باعث کاهش ریسک سید می‌شود. سید کارا مفهوم دیگری بود که مارکویتز برای بار اول آن را ارائه داد. منظور از سید کارا مجموعه‌ای از

^۲Cheng et al.
^۳ Modern portfolio theory
^۴ Markowitz

دارایی‌هایی است که با وزن‌های متناسب با ریسک و بازده کنار هم جمع شده‌اند و حداکثر بازده در هر سطح ریسک و حداقل ریسک در هر سطح بازده را نشان می‌دهد.

افراد بسیاری روی دیدگاه توازن بین ریسک و بازده در انتخاب سید کار کرده‌اند و بعد از مارکویتز مدل‌های بسیاری برای توسعه این موضوع ارائه شده است.

مدل اولیه انتخاب سید سرمایه‌گذاری بر اساس حداکثر سازی بازده مورد انتظار است. اما برخی از محققین روی ریسک سرمایه‌گذاری تاکید دارند. روی^۱ نیز مانند مارکویتز امید و واریانس بازده را معیارهای بررسی سید اعلام کرد. اما او برخلاف مارکویتز که بر اساس تابع مطلوبیت به انتخاب سید بهینه می‌پردازد، می‌گوید که تعیین این تابع کار سختی است و بجای استفاده از تابع مطلوبیت پیشنهاد کرد که مقدار $\mu - d/\sigma$ را حداکثر کنند که در آن d سطح خطرپذیری است. (کیخانی، ۱۳۹۱)

یکی از نقاط عطف در پیشرفت بهینه‌سازی سید سرمایه‌گذاری، مدل تک شاخصی بود. (شارپ^۲، ۱۹۶۳).

سال‌های بسیاری است که محققان به دنبال یافتن عواملی هستند که روی بازده سرمایه تاثیر می‌گذارند. مانند فاما و مکیت^۳ (۱۹۷۳) و لیتنر^۴ (۱۹۷۶) که اثر تورم را روی بازده مورد بررسی قرار دادند. همچنین برخی محققین مانند جیوانی و جورین^۵ (۱۹۸۹) به بررسی عوامل کلان اقتصادی پرداختند. از مهم‌ترین پژوهش‌هایی که به بررسی عوامل اقتصادی پرداخته است، تحقیق چن و همکاران^۶ (۱۹۸۶) است که تغییرات ناگهانی متغیرهای کلان را بر روی قیمت سهام مورد توجه قرار می‌دهد.

مدل‌های بهینه‌سازی بر اساس مدل مارکویتز یک سری محدودیت در اجرا دارند. برای مثال انتخاب سید سرمایه مارکویتز تک مرحله‌ای است، در صورتی که در واقعیت سرمایه‌گذاران هدف طولانی مدتی دارند و عمر بازه سرمایه‌گذاری آن‌ها بیش از یک مرحله است و دیگر این روش‌ها جواب‌گو نخواهد بود. محققان تلاش کرده‌اند که

^۱ Roy
^۲ Sharpe
^۳ Fama and MacBeth
^۴ Lintner
^۵ Giovannini and Jorion
^۶ Chen et al.

این مدل‌های تک-مرحله‌ای را به چند دوره‌ای تعمیم دهند و بیشتر با شرایط واقعی همگام سازند. چن و جن و زینوس^۱ (۱۹۷۳)، موسین^۲ (۱۹۶۹) و پلینسکا^۳ (۱۹۹۷) جزو محققینی بودند که به دنبال سرمایه‌گذاری چند مرحله‌ای بودند.

یکی از رشته‌های اصلی بهینه‌سازی سید تصمیم‌گیری چند معیاره است. با توجه به این که همیشه فقط یک معیار برای تصمیم‌گیری وجود ندارد و چند معیار را در نظر گرفته می‌شود، مفاهیمی مانند تصمیم‌گیری چند معیاره به وجود آمدند که یکی از مهم‌ترین روش‌های آن برنامه‌ریزی آرمانی است. استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی در مدیریت سید با توجه به اهداف مختلف از جمله بازده، ریسک و نقدشوندگی بسیار کاربردی است. (تقی‌زاده یزدی و همکاران، ۱۳۹۵)

در حوزه بهینه‌سازی سبدهای سرمایه بر اساس مدل مارکویتز معیار اندازه‌گیری ریسک، واریانس است که باید حداقل شود اما با توجه به این که واریانس هم نوسانات منفی را در نظر می‌گیرد هم نوسانات مثبت را، نمی‌توان از آن به عنوان معیار خوبی برای سنجش ریسک سید استفاده کرد. از این رو محققین بسیاری روی روش‌های مختلف اندازه‌گیری ریسک پژوهش کرده‌اند.

۲-۲-۲. سنجش‌های ریسک

تا کنون معیارهای مختلفی برای اندازه‌گیری ریسک توسط صاحب‌نظران معرفی شده‌اند که هر یک به جنبه‌ای از بحث عدم اطمینان اشاره داشته و بعضاً مکمل یکدیگر بوده‌اند. (خلیلی عراقی و یکه زاغ، ۱۳۸۹) برای اندازه‌گیری ریسک معیارهای متفاوتی وجود دارد. برای سنجش ریسک دو دیدگاه وجود دارد که یکی ریسک را نوسانات محتمل بازده می‌داند و دیگری نوسانات محتمل منفی بازده می‌داند. (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶)

^۱ Chen et al.
^۲ Mossin
^۳ Peliska

روش واریانس-کوواریانس که بر فرض نرمال بودن توزیع بازده‌ها بنا شده است، مقدار ارزش در معرض خطر را کمتر از حالت واقعی نشان می‌دهد. برای محاسبه واریانس-کوواریانس باید بازده دارایی‌های سید خود را به مدت یک سال بدست آورد و سپس ماتریس واریانس-کوواریانس بازده را محاسبه کنیم (دنیلسون و وریس، ۱۹۹۷).

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۴ بر روی بورس اوراق بهادار چین در انجام شد با استفاده از روش پارامتریک واریانس-کوواریانس، ارزش در معرض خطر اوراق بهادار چین را در سطح اطمینان ۹۵ درصد بدست آمد. بعد از مقایسه بین ارزش در معرض خطر پیش بینی شده و بازده واقعی نتایج حاصل از این تحقیق نشان دهنده قابل قبول بودن نتایج روش ارزش در معرض در سطح اطمینان ۹۵ درصد است. این محققان با معیار قرار دادن روش میانگین موزون نمایی با وزن متغیر، ضریب هموارسازی اوراق بهادار شانگهای را محاسبه کردند. نتیجه کار بیان کننده این مطلب بود که نوسان بورس اوراق بهادار چین بالاست و افت و خیز بورس اوراق بهادار شن زن از بورس اوراق بهادار شانگهای بیشتر است (فن و همکاران، ۲۰۰۴).

در روش شبیه‌سازی تاریخی با توجه به این که فقط داشتن داده‌های تاریخی برای محاسبه سود و زیان کافی است، محاسبه ارزش در معرض خطر آسان‌تر است. برای انجام این کار هیچ شرط اولیه‌ای از جمله نرمال بودن توزیع بازده یا همبستگی بین داده‌ها وجود ندارد. به همین دلیل موسسات زیادی از این روش استفاده می‌کنند (خلیلی عراقی و یکه زاغ، ۱۳۸۹).

سولندرز^۱ در سال ۱۹۹۹ به بررسی ارزش در معرض خطر بورس اوراق بهادار تایوان با استفاده از روش‌های پارامتریک و شبیه‌سازی مجذور خطا پرداخته و در نهایت نتایج را با هم مقایسه کرده است.

در روش شبیه‌سازی مونت کارلو با استفاده از توزیع واقعی داده‌ها، به شبیه‌سازی تعداد زیادی سناریوهای محتمل می‌پردازند که در این صورت با توجه به افزایش تعداد نمونه‌ها، پارامترهای توزیع به پارامترهای آماری نزدیک می‌شوند و بازده شبیه‌سازی شده بیشتر شبیه به واقعیت می‌شود (هدایتی، ۱۳۹۰).

^۱ Danielsson, J. and de Vries
^۲ Fan et al.
^۳ Saunders

مارکویتز از معیار واریانس برای توضیح دادن ریسک استفاده کرد. اما بعدها مطرح شد که واریانس معیار خوبی نیست چرا که سعی در کمینه سازی نوسانات مثبت هم دارد در صورتی که نوسانات مثبت مورد علاقه سرمایه‌گذاران است. به همین دلیل لوی و وینر^۱ (۱۹۶۵)، هارلو^۲ (۱۹۹۱)، ناروکی^۳ (۱۹۹۱) و مارکویتز (۱۹۹۳) به بررسی ریسک‌های نامتقارن مانند نیم واریانس پرداختند. سنجش‌های ریسک نامطلوب شامل دو دسته نیم-سنجش‌های ریسک و سنجش‌های ریسک مبتنی بر صدک^۴ است. سنجش‌های ریسک مبتنی بر صدک خود شامل سنجش‌هایی مانند ارزش در معرض خطر^۵، ریزش مورد انتظار^۶ و سنجش‌های ریسک طیفی است. (شیخ الاسلامی، ۱۳۹۱)

ارزش در معرض خطر روشی برای اندازه‌گیری ریسک است که بیشترین ضرری که ممکن است دارایی در سطح اطمینان مشخص و در دوره زمانی معین متحمل شود را اندازه می‌گیرد. از ارزش در معرض خطر می‌توان در مباحث مختلفی استفاده کرد اما معمولاً برای سنجش ریسک سید استفاده می‌شود. اولین بار در سال ۱۹۹۵ مفهوم ارزش در معرض خطر توسط موسسه جی.پی.مورگان معرفی شد. از سال ۱۹۹۸ هم ارزش در معرض خطر به عنوان معیار متداولی برای سنجش ارزش در معرض خطر در موسسات معتبر آمریکایی استفاده شد. (لین و چانگ^۷، ۲۰۰۹) با وجود جدید بودن این حوزه، تاکید قلمروگذاران بر استفاده از ارزش در معرض خطر منجر شده گسترش بسیار سریعی داشته باشد. (خلیلی عراقی و یکه زاغ، ۱۳۸۹)

روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری ارزش در معرض خطر وجود دارد. رویکردهای واریانس-کوواریانس، شبیه‌سازی تاریخی^۸ و شبیه‌سازی مونت کارلو^۹ از متداول‌ترین روش‌های پیش‌بینی ارزش در معرض خطر هستند (فلاح طلب و عزیزی، ۱۳۹۳).

^۱ Levy and Wiener
^۲ Harlow
^۳ Nawrocki
^۴ Percentile
^۵ Value at Risk
^۶ Expected Shortfall
^۷ Lin et al.
^۸ Historical Simulation
^۹ Monte Carlo Simulation

بدر (۱۹۹۵) حساسیت نتیجه ارزش در معرض خطر نسبت به مفروضات همبستگی و افق زمانی را مورد بررسی قرار داد. وی ارزش در معرض خطر را با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو و بر اساس مفروضات مختلف بررسی نمود و نتیجه نشان‌دهنده وجود همبستگی بین گروه‌های دارایی‌ها بود. هم‌چنین نتایج نمایانگر افزایش ارزش در معرض خطر با افزایش بازه افق زمانی بود.

سال ۱۳۸۰، فرهاد جنبی به استفاده از این ابزار در میزان ریسک پذیری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت. وی در این پژوهش به این نتیجه رسیده است که ریسک شاخص مالی از ریسک شاخص صنعت بیشتر است. هم‌چنین بعد از مقایسه پورتفوی انتخابی از شرکت‌های سرمایه‌گذاری و شرکت‌های تولیدی، به این نتیجه رسید که ریسک پورتفوی انتخابی شرکت‌های سرمایه‌گذاری از شرکت‌های تولیدی بیشتر است.

طالب‌نیا و فتحی (۱۳۸۹) به مقایسه سید کارای به دست آمده از دو رویکرد مارکویتز و ارزش در معرض خطر پرداختند. آن‌ها در نهایت به این نتیجه رسیدند که در بیشتر سبدهای انتخابی هر دو روش ترکیب یکسانی را برای انتخاب سید پیشنهاد داده‌اند و تنها در چند مورد نتایج متفاوتی داشته‌اند.

خلیلی عراقی و یکه زاغ (۱۳۸۹) با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی مونت کارلو ارزش در معرض خطر به ارزیابی ریسک بازار صنایع بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی یک روزه و سطح اطمینان ۹۹ درصد پرداختند و برای پیش‌بینی نوسانات بازده از روش میانگین متحرک موزون نمایی استفاده کردند. هم‌چنین در نهایت از آزمون کوپک برای بررسی مدل استفاده کردند.

بیات و شکری (۱۳۹۴) به استفاده از ارزش در معرض خطر در بهینه‌سازی سید سرمایه پرداختند. آن‌ها ابتدا ارزش در معرض خطر را روی بازده سید، سپس روی بازده هر سهم به طور جدا و در نهایت روی ریسک سید را مورد مطالعه قرار دادند.

استفاده از ارزش در معرض خطر برای اندازه‌گیری ریسک سید مناسب نیست چرا که این سنجش منسجم نیست و ویژگی زیرجمع‌پذیری را ندارد. یعنی ممکن است ارزش در معرض مجموع دارایی‌های سید از مجموع ارزش در

معرض خطر هر دارایی بیشتر شود که این موضوع در سبد ممکن نیست (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). البته این مشکل در ارزش در معرض خطر شرطی و ارزش در معرض خطر با استفاده از ارزش فرین حل شده است.

مهمترین تگرانی‌های سرمایه‌گذاران ریزش شدید ارزش دارایی‌هایشان است. از این رو سرمایه‌گذاران بیشتر به دنبال سنجیدهایی هستند که وقایعی مانند سقوط بازار یا بحران‌های جهانی را در نظر بگیرند. این رویدادها که به احتمال بسیار کمی رخ می‌دهند، مربوط به دنباله توزیع بازده هستند (فلاح طلب و عزیزی، ۱۳۹۳).

بیشتر قالب‌هایی که ارزش در معرض خطر استفاده می‌شوند، توزیع احتمالی بازده را نرمال در نظر گرفته‌اند. از این رو در هنگام نوسانات شدید و بحران‌های مالی استاندارد به نتایج این تحقیقات درست نخواهد بود. این وقایع با احتمال بسیار کمی رخ می‌دهند اما ضررهای هنگفتی دارند. نظریه ارزش فرین یک روش مناسب برای پیش‌بینی ارزش در معرض خطر است. (فلاح‌پور و پاراحمدی، ۱۳۹۱)

یافتن توزیع بازده یکی از مشکل‌ترین مراحل در یافتن ارزش در معرض خطر به روش سنتی است. اما در این رویکرد دیگر احتیاجی به پیدا کردن توزیع کل بازده نیست بلکه بدست آوردن توزیع بازده فرین یا همان دنباله توزیع هم کافی است. (صادقی و بهبودی، ۱۳۹۵)

برای بررسی دنباله توزیع‌ها دو روش وجود دارد:

روش اول که روش نسبتاً سخت‌تر و طولانی‌تری است به انتخاب توزیع مناسب بازده می‌پردازد. سپس توزیع منتخب را بر بازده برازش می‌کند اما این روش یک سری فرض اولیه در مورد توزیع دارد که از اعتبار روش می‌کاهد. این توزیع‌ها که به نام توزیع‌های پایدار شناخته می‌شوند، قادر هستند دنباله‌های سنگین و چولگی را در رفتار ابزارهای مالی به خوبی نشان دهند. توزیع‌های غیر نرمالی که برای مدل‌سازی بازده‌های فرین استفاده می‌شوند شامل توزیع‌های گاما، هذلولی، تی- استودنت و توزیع‌های پارتویی^۱ پایدار هستند. از این بین فقط توزیع‌های پارتین ویژگی پایداری را دارند که در سبد بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد (شیخ الاسلامی، ۱۳۹۱).

^۱ Paretian Distribution

بررسی این گروه از توزیع‌ها در سال ۱۹۲۰ توسط لوی آغاز شد. اما کاربرد این توزیع‌ها تا دهه شصت به جز در موارد خاص بسیار کم بوده است.

اولین استفاده از این قوانین پایدار را اقتصاد مندلیات^۱ منتشر کرد. او با توجه به یکی از اصلی‌ترین فرض‌های مدل مارکویتز نرمال بودن توزیع بازده است به بررسی این فرض پرداخت و نرمال بودن بازده را رد کرد. سپس استفاده از قوانین پایدار به همراه توزیع پارتو در زمینه‌های اقتصادی و اجتماعی گسترش یافت. مندلیات (۱۹۶۳) و فاما^۲ (۱۹۶۵) بررسی‌های ابتدایی را مبتنی بر اینکه توزیع‌های پایدار مدل‌های خوبی برای بازدهی‌های دنباله پهن هستند را ارائه دادند.

روش دوم هم برای بررسی بازده‌های فرین استفاده از نظریه مقدار حدی است. این روش آماری روی مقادیر حدی تمرکز می‌کند. در نهایت این نظریه نشان می‌دهد که چه تابع توزیعی، بهترین تابع توزیع برای برازش بر داده‌هاست و همچنین مقدار پارامترهای این تابع توزیع را تخمین می‌زند (فلاح‌پور و پاراحمدی، ۱۳۹۱).

۳-۲-۲-۲-۲ نظریه ارزش فرین

کنترل ریسک در مقابله با مقادیر فرین با مشکل مواجه می‌شود. وقایع حدی که در دنباله تابع توزیع قرار دارند، به علت کم بودن تعداد، امکان مطالعه آماری آن‌ها دشوار است. همان‌طور که گفته شد دو رویکرد برای مواجهه با داده‌های فرین وجود دارد که روش انتخاب تابع توزیع و برازش آن بر داده‌ها به علت وجود فرضیات (وجود توزیع دلخواه) از اعتباری کمی برخوردار است (فلاح‌پور و پاراحمدی، ۱۳۹۱). رویکرد دوم استفاده از روش ارزش فرین است که در دهه ۱۹۸۰ به عنوان یک شاخه از آمار کاربردی معرفی شد ولی نظریه مقدار فرین یک متغیره توسط فرجت (۱۹۲۷) فیشر^۳، تپیت^۴ (۱۹۲۸) و ون میسر^۵ (۱۹۳۸) ایجاد شد. نظریه مقدار فرین با توجه به

^۱ Mandelbrot
^۲ Fama
^۳ Frechet
^۴ Fisher

مقاله دیگری که به بررسی دنباله بازده با استفاده از ارزش فرین پرداخته، مقاله گیلی و کلیزی^۱ است که ارجاعات بسیاری نیز مختص خود کرده است. در این مقاله ابتدا بازده لگاریتمی شاخص‌های معرفی چون نیکی، S&P500 و ... را بدست آوردند. با استفاده از هر دو رویکرد فراتر از آستانه و حداکثر بلاک^۲ به محاسبه ارزش فرین و در نهایت ارزش در معرض خطر پرداخته‌اند. در این پژوهش بازده‌های زمانی مورد بررسی شاخص‌ها متفاوت است. در هر دو روش مورد استفاده، پارامترها با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی محاسبه شده‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که استفاده از رویکرد فراتر از آستانه نسبت به حداکثر بلاک نتیجه بهتری برای مدل‌سازی ارزش فرین را از خود نشان می‌دهند (گیلی و کلیزی، ۲۰۰۶).

ماریموتو و همکاران^۳ (۲۰۰۹) ارزش در معرض ریسک در بازار نفت با استفاده از مدل‌های شرطی و غیر شرطی نظریه مقدار فرین محاسبه کردند. سپس به مقایسه نتایج حاصل از این روش با روش‌های گارچ و شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی تاریخی فیلتر شده پرداختند. نتایج حاکی از آن است که نظریه مقدار فرین شرطی و شبیه‌سازی تاریخی فیلتر شده نسبت به روش‌های دیگر عملکرد بهتری دارد.

در مقاله عاصف^۴ (۲۰۰۹) ارزش در معرض خطر شاخص‌های کشورهای مصر، اردن، مراکش و ترکیه با استفاده از ارزش فرین به دست آمده‌اند. بازده لگاریتمی تمام شاخص‌ها به صورت روزانه و برای مدت یکسان محاسبه شده است. او در نهایت به مقایسه سه روش ارزش فرین، شبیه‌سازی تاریخی و روش واریانس-کوواریانس پرداخت. وی هم‌چنین برای برآورد پارامترهای ارزش در معرض خطر از روش برآورد هیل استفاده کرد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده دنباله پهن بودن تمام شاخص‌های این کشورها است.

توترمان^۵ به ایجاد سبد شامل شاخص S&P، شاخص NASDAQ و اوراق قرضه ده ساله آمریکا با استفاده از نظریه مارکویتز پرداخت. بعد از ایجاد سبد به بررسی ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی سبد

^۱ Gilli and Kellerzi
^۲ Maximum Block
^۳ Marinoutou et al.
^۴ Assaf
^۵ Totterman

این نظریه فقط سه توزیع می‌تواند بر داده‌های فرین برازش یابند. به همین دلیل شناخت توزیع کل داده‌ها ضرورت ندارد. این نظریه برای نخستین بار توسط کودچیک و همکاران^۶ (۱۹۹۰) در مباحث مالی مورد استفاده قرار گرفت. (هاشمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۶) نظریه ارزش فرین خود شامل دو رویکرد است. ارزش در معرض خطر تعمیم یافته^۷ و رویکرد فراتر از آستانه^۸ (فلاح طلب و عزیزی، ۱۳۹۳).

الکساندر مکینیل^۹ (۱۹۹۹) با تمرکز بر نظریه مقدار حدی در ریسک به مدل‌سازی و اندازه‌گیری ریسک‌های حدی پرداخت. وی در این تحقیق از رویکرد فراتر از آستانه استفاده کرد و نشان داد که این روش می‌تواند از نوسانات تصادفی بهتر استفاده کند. سپس با استفاده از این روش به بررسی ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی بر روی شاخص‌های دکس^{۱۰} و اس‌اند‌پی ۵۰۰^{۱۱} پرداخت.

یکی از مقالاتی که روی ارزش در معرض خطر با استفاده از ارزش فرین کار کرده است، گنجی و سلجوک^{۱۲} (۲۰۰۴) است که در این مقاله با استفاده از ارزش فرین، ارزش در معرض خطر شاخص‌های بورسی نه کشور را از جمله آرژانتین، برزیل، هنگ‌کنگ، اندونزی، کره جنوبی، مکزیک، فیلیپین، سنگاپور، تایوان و ترکیه محاسبه کرده‌اند. آن‌ها در این مقاله از رویکرد فراتر از آستانه برای محاسبه ارزش فرین استفاده کرده‌اند و نتایج این پژوهش نشان داده است که محاسبه ارزش در معرض خطر با استفاده از تئوری مقدار فرین در صدک‌های بالا از دقت بیشتری نسبت به روش‌های شبیه‌سازی تاریخی و روش واریانس - کوواریانس برخوردار است.

بروکس و همکاران^{۱۳} (۲۰۰۵) در مقاله‌ای از روش نظریه مقدار حدی برای تعیین ارزش در معرض خطر بر روی سه قرارداد آتی مقدار دنباله تابع توزیع را مورد بررسی قرار دادند.

^۱ Tippet
^۲ Von Mises
^۳ Koedij et al.
^۴ Generalized extreme value (GEV)
^۵ Peaks over threshold (POT)
^۶ McNeil
^۷ Dav
^۸ S&P500
^۹ Gençay, R.Selçuk F.
^{۱۰} Brooks et al.

پرداخت و در نهایت آن‌ها را با هم مقایسه کرد و به این نتیجه رسید روش ریزش مورد انتظار، ضررهای کمتری را متحمل می‌شود.

کیتیاکاراسکُن و همکاران^۱ (۲۰۱۱) به بررسی دنباله پهن بودن شاخص‌های کشورهای آسیایی با استفاده از ارزش فرین پرداختند. در این روش ارزش در معرض خطر با دو روش گارچ و ارزش فرین محاسبه و مقایسه شده‌اند. آن‌ها برای محاسبه پارامترهای ارزش فرین از روش برآوردگر هیل و روش حداکثر درستنمایی استفاده کردند. یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده پهن بودن و برونساز بودن توزیع دنباله بازده بود. (فلاح‌پور و یاراحمدی، ۱۳۹۱)

یکی دیگر از پژوهش‌هایی که به بررسی سهام کشورهای مختلف آسیا، اروپا و آمریکایی از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۰۹ پرداخته مقاله کارماکار و شوکلا^۲ (۲۰۱۵) است که ارزش فرین را با استفاده از رویکردهای مختلف بدست آورده و در نهایت به نتیجه رسیده که روش ارزش فرین نتیجه بهتری دارد.

سیتومورانگ و همکاران^۳ (۲۰۱۹) به ایجاد سید دارایی مارکوبتزی پرداختند که به جای استفاده از معیار واریانس، از معیار ارزش فرین برای محاسبه ریسک استفاده کرده‌اند. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شرکت‌های برتر شاخص IDX^۴ است.

از تحقیقات داخلی می‌توان به پایان‌نامه شیخ‌الاسلامی (۱۳۹۱) اشاره کرد. وی برای بررسی بازده سید سرمایه خود از مدل‌های دنباله پهن استفاده کرد. به گفته او توزیع‌های پایدار غیرنرمال برای توضیح مدل‌های دنباله پهن بازده‌های مالی بسیار مناسب است. از این رو برای سنجش ریسک باید از معیاری استفاده کرد که خاصیت السجیم داشته باشد، مانند ارزش فرین.

کاتلمی (۱۳۹۱) به بررسی کاربرد نظریه مقدار فرین در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. وی با تأکید بر چوله بودن بازده اوراق بهادار تهران از روش ارزش فرین، مقدار ارزش در معرض خطر بورس اوراق بهادار تهران را

¹ Kitiakarasukun et al.
² Karmakar and Shukla
³ Situmorang et al
⁴ Indonesia Stock Exchange

ارزش در معرض خطر با استفاده از ارزش فرین در دارایی‌های متفاوتی چون نفت نیز استفاده دارد. در مقاله دست‌خوآن و قازبه (۱۳۹۲) سعی شده است تا روش‌های مبتنی بر نظریه مقدار حدی به منظور محاسبه ارزش در معرض خطر بازده و قیمت نفت خام ایران مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج حاصل نشان داد که روش مقادیر فراتر از استانه از روش‌های دیگری چون فراتر از استانه شرطی،^۱ GARCH و GARCH^۲ بی‌استودنت و بهتر جواب داده است.

از روش ارزش فرین برای محاسبه ارزش در معرض خطر نرخ ارز هم استفاده شده است. صادقی و بهبودی (۱۳۹۴) به بررسی نوسانات نرخ دلار از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ با روش ارزش در معرض خطر با استفاده از هر دو رویکرد مقدار فراتر از استانه و حداکثر بلاک پرداختند. نتایج نشان‌دهنده برتری به کارگیری رویکرد ارزش فرین در مدل‌سازی نوسانات دلار آمریکا، نسبت به سایر روش‌ها بر پایه نرمال بودن بازده‌ها) است.

هاشمی نژاد و همکاران (۱۳۹۶) برای سنجش ارزش در معرض ریسک شرطی از ترکیب روش مدل FIGARCH^۳ و نظریه ارزش فرین استفاده کردند و در نهایت از چهار آزمون تابع زیان لویز، پس آزمایی ریزش مورد انتظار، جز اخلال مزاد استاندارد شده و فرایند نقض تجمعی برای بررسی دقت مدل‌ها استفاده کردند.

در پژوهش سارنج و نوراحمدی (۱۳۹۷)، به رتبه‌بندی رویکردهای مختلف ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار بر روی داده‌های روزانه شاخص صنعت بانکداری در طی دوره زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۵ با تأکید بر رویکرد ارزش فرین شرطی پرداخته شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد ارزش فرین شرطی در هر دو رویکرد ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار در رتبه اول قرار دارد.

کارنامه حقیقی و رستمی (۱۳۹۷) با استفاده از نظریه ارزش فرین به بررسی ارزش در معرض خطر و حافظه بلند مدت بازار سهام ایران پرداختند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد در سطوح اطمینان مختلف، الگوی ترکیبی

¹ General Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)
² Fractionally Integrated Generally Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (FIGARCH)

بدست آورد و به این نتیجه رسید که نسبت خطای ارزش فرین نسبت به روش‌های دیگر ارزش در معرض خطر کمتر است.

فلاح‌پور و یاراحمدی (۱۳۹۱) از دو رویکرد ارزش داده‌های فرین (فراز از استانه) و توزیع نرمال برای بررسی ارزش در معرض خطر شاخص بورس تهران استفاده کردند و در نهایت با استفاده از معیار لویز به مقایسه این دو رویکرد پرداختند. آماره لویز نشان می‌دهد در تمام سطوح اطمینان عملکرد مدل ارزش فرین از مدل دیگر بهتر است. علت این برتری تمرکز مدل ارزش فرین به دنباله تابع توزیع است. با توجه به این که در روش‌های کلاسیک کل تابع توزیع در نظر گرفته می‌شود، در حالی که در تابع توزیع بازده بورس اوراق بهادار تهران دنباله پهن هستند، به همین دلیل توزیع‌های مرسوم آماری از مدل‌سازی ریسک بازار ناآوان هستند.

زمانی و همکاران (۱۳۹۲) به مقایسه ارزش در معرض ریسک با استفاده از نظریه ارزش فرین و روش واریانس-کوارپانس و شیمسازای تاریخی پرداختند. نتایج نشان دهنده دقت بالای نظریه ارزش فرین در دنباله سمت راست توزیع داده‌ها است.

سجاد و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهش خود به برآورد ارزش در معرض خطر به ۷ روش مختلف از جمله روش‌های سنی برآورد ارزش در معرض ریسک (مانند شیمسازای تاریخی و روش پارامتریک) و رویکرد نظریه ارزش فرین برای بازده لگاریتمی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، نرخ برابری دلار و یورو و برای سه سطح اطمینان پرداختند. نتایج نشان دادند که محاسبه ارزش در معرض خطر با روش‌های سنتی همیشه به نتایج بهتری نمی‌رسد و در برخی موارد، استفاده از نظریه ارزش فرین منجر به دست یافتن به نتایج بهتری می‌شود. فلاح‌طلب و غزیزی (۱۳۹۳) از روش فراتر از استانه برای محاسبه ارزش فرین شاخص بورس تهران استفاده کرد و سپس با روش‌های خود رگرسیونی مشروط بر ناهمبانی واریانس، شیمسازای تاریخی و روش واریانس-کوارپانس مقایسه کردند. نتایج تحقیق نشان می‌داد که استفاده از این روش در سطوح اطمینان بالا قابل اتکا است.

ارزش فرین و FIAPARCH^۱ اعتبار مطمئنی برای سنجش ریسک یک روز جلوتر بازار دارد و برای سری‌های مختلف مطالعه‌شده، بهتر عمل می‌کند.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای ارزش فرین در بهینه‌سازی سید سرمایه است. سینا و فلاح (۱۳۹۸) از سنجش ارزش فرین برای بررسی نوسانات سید سرمایه استفاده کردند. در گام اول با استفاده روش گارچ و حداکثر سازی تابع درستنمایی، نوع توزیع بازده شرکت‌های فعال و برتر بورسی مشخص گردید و در گام بعد مرز کاراً سرمایه‌گذاری ریسکی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی درجه دو با رویکرد ارزش فرین محاسبه و با مرز کارای مدل مارکوبتز مقایسه گردید. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که تشکیل سید سهام بهینه، با استفاده از نظریه ارزش فرین تفاوت چندانی با مدل میانگین - واریانس مارکوبتز ندارد.

۲-۳ مرور ادبیات رمزارزها

با توجه به جدید بودن مبحث رمزارزها، تعداد مقالاتی که در این زمینه نوشته شده است زیاد نیست، و قدیمی‌ترین مقالات که به سال‌های ۲۰۱۰ برمی‌گردند که بیشتر در حوزه فناوری بلاکچین^۲ هستند و به مباحث اقتصادی رمزارزها به ندرت پرداخته شده است.

سال ۱۹۹۸ مفهوم پول رمزنگاری‌شده به منظور تسهیل انجام امور مطرح شد ولی این موضوع تا سال ۲۰۰۹ در حد نظریه باقی ماند (فران دوست حبیبی و نداف، ۱۳۹۷) سال ۲۰۰۹ فردی (افراد) ناشناس به نام ساتوشی ناکاماتو^۳ بیت‌کوین را اختراع کرد. بیت‌کوین یک نسخه کاملاً همتا به همتا از پول نقد مجازی است که در آن امکان پرداخت آنلاین به طور مستقیم از یک جا به یک جای دیگر ممکن می‌شود. (ناکاماتو، ۲۰۰۸) این

¹ Fractionally Integrated Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
² Blockchain
³ Satoshi Nakamoto

رمزنگاری غیر متمرکز جدید، مردم را قادر می‌سازد تا بین خودشان معاملات را انجام دهند و در نهایت واسطه ها را ریشه‌کن کنند (پنگ^۱، ۲۰۱۳).

با بررسی عوامل اقتصادی پول مانند قیمت، نوسان، نقدشوندگی و هزینه تراکنش بیت‌کوین و مقایسه آن با ارز با پشتوانه و طلا، سوردا^۲ (۲۰۱۲) به این نتیجه رسید که بیت‌کوین وضعیت بهتری نسبت به پول بدون پشتوانه طلا خواهد داشت. همچنین در شرایطی که قانون‌گذاری‌ها در این زمینه مساعد باشند و تعداد افراد بیشتری با بیت‌کوین آشنا شوند، بیت‌کوین خواهد توانست جای پول با پشتوانه را بگیرد.

مقالات متعددی در حوزه استقبال از بیت‌کوین به عنوان پول، نگارش شده‌اند. بیت‌کوین به عنوان جایگزینی از پول مجازی (گرینبرگ^۳، ۲۰۱۱)، بیت‌کوین به عنوان پول بهتر (باربر^۴، ۲۰۱۲)، اقتصاد استخراج بیت‌کوین (کروول و همکاران^۵، ۲۰۱۳)، بیت‌کوین به عنوان وسیله مبادله (مور و کریستین^۶، ۲۰۱۳) بیت‌کوین یک حباب است یا نه؟ (یوور^۷ و همکاران، ۲۰۱۴) از جمله مقالات این حوزه بودند.

سوریک و کوپنایک^۸ (۲۰۱۴) نوسانات بیت‌کوین را موضوع تحقیق خود قرار داد و به این نتیجه رسید که اگر تراکنش‌های روزانه را در بررسی نوسانات دخیل شوند، بازده بیت‌کوین ثابت‌تر خواهد شد.

بریر و همکاران^۹ (۲۰۱۵) به تجزیه و تحلیل سید سرمایه‌گذاری متنوع با اضافه کردن بیت‌کوین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بیت‌کوین بسیار بی‌ثبات است و بازده متوسط زیادی دارند. همچنین بیت‌کوین همبستگی کمی با سایر دارایی‌ها دارد، اما همچنان می‌تواند به تنوع سید سرمایه‌گذاری کمک کند.

- ¹ Peng
- ² Surda
- ³ Grinberg
- ⁴ Barber
- ⁵ Knoll et al.
- ⁶ Moore and Christin
- ⁷ Bouoiyour et al.
- ⁸ Saparito and Kokkianaki
- ⁹ Briere et al.

این مطالعه‌ها روی پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین نتایج متفاوتی داشته‌اند اما در مقایسه با یکدیگر روش شبکه عصبی دقت بالاتری از خود نشان داده است.

برای بررسی تأثیرات اضافه شدن رمزارزها به سید سرمایه نیز مطالعات متعددی انجام شده است. ایسل و همکاران^۱ (۲۰۱۴) اولین پژوهشگرانی بودند که به بررسی این موضوع پرداختند. آن‌ها اثر افزودن بیت‌کوین را به مجموعه دارایی‌های مالی چون دارایی با درآمد ثابت، سهام، املاک و کامودیتی را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که افزودن بیت‌کوین به سید دارایی‌های مالی باعث افزایش بازده نسبت به ریسک شده است.

نسبت شارپ در اثر افزودن بیت‌کوین به سید شامل سهام، اوراق قرضه، شاخص بال‌تیک^۲، طلا، املاک و مستغلات و نفت خام مورد مطالعه قرار گرفت. برای ایجاد سید از روش وزندهی $w = \frac{1}{N}$ و مقدار حداکثر نسبت شارپ استفاده شده و نتیجه نشان داد که اضافه کردن بیت‌کوین به سید باعث بالا رفتن نسبت شارپ شده است (گنگوال^۳، ۲۰۱۶).

به منظور ارزیابی روش میانگین-واریانس مارکوویتز، برانیز و مستل^۴ (۲۰۱۹) برای ایجاد سید سرمایه شامل ۵۰۰ رمزارز با بیشترین حجم بازار از روش‌های مختلف وزندهی مانند $w = \frac{1}{N}$ ، حداکثر بازده، حداقل واریانس و ... استفاده کردند و نمودار مدل بهینه مارکوویتز را با استفاده از روش‌های مختلف وزندهی بدست آوردند.

پتوخینا و همکاران^۵ (۲۰۱۸) اثرات اضافه کردن ارزهای رمزیابه به دارایی‌های سنتی در سید سرمایه مورد بررسی قرار دادند. از روش‌های مختلفی برای ایجاد سید سرمایه از جمله بهینه‌سازی میانگین واریانس، استراتژی برابری ریسک و استراتژی‌های متنوع سازی حداکثر مورد مطالعه قرار گرفتند.

گکیلاس و کاتسیمیلا^۶ (۲۰۱۸) در ابتدا پارامترهای نظریه ارزش فرین ۵ رمزارز معروف (بیت‌کوین، اتریوم، ریبیل، لایت‌کوین و بیت‌کوین کش) را بدست آورد و در نهایت ارزش در معرض خطر هر کدام رو محاسبه کرد. هدف از

- ¹ Eisl, A. et al.
- ² Baltic Dry Index.
- ³ Gangwal
- ⁴ Brannicis and Mestel
- ⁵ Penkhtina, A. et al.
- ⁶ Gkiliass and Katsiampa

جو و همکاران (۲۰۱۵) اولین تحلیل آماری از بیت‌کوین را ارائه دادند. آنها پانزده تا از متداول‌ترین توزیع‌های مورد استفاده در امور مالی را به‌روزی بازده بیت‌کوین سوار کردند و نشان دادند که توزیع هذلولی تعمیم یافته بهترین تناسب را دارد.

تحقیقات زیادی به بررسی عوامل تأثیرگذار بر بیت‌کوین و پیش‌بینی قیمت پرداخته‌اند. عوامل آنلاین مانند تعداد جستجو در گوگل و ویکی‌پدیا (کریستوفک^۱، ۲۰۱۳)، حجم توئیتهای (گارسیا^۲ و همکاران، ۲۰۱۴)، فرم‌های آنلاین (کیم^۳ و همکاران، ۲۰۱۸) و ریدیت (فیلیپس و گورس، ۲۰۱۷) همگی همبستگی مثبتی با قیمت بیت‌کوین داشته‌اند.

قیمت رمزارزها به خصوص بیت‌کوین نوسانات بسیار بالایی را تجربه کرده‌اند. بعد از بررسی عوامل تأثیرگذار بر قیمت بیت‌کوین، به تأثیرگذاری شدید عوامل آنلاین و شبکه‌های اجتماعی به صورت دوره‌ای پی بردند (فیلیپس^۴، ۲۰۱۷).

جان و همکاران (۲۰۱۷) نیز به تحلیل آماری رمزارزها پرداختند. آن‌ها ابتدا به بررسی وجود خود همبستگی میان رمزارزها پرداختند و به این نتیجه رسیدند که داده‌ها را می‌توان تقریباً مستقل از هم دانست. با ترسیم نمودار داده‌های رمزارزها نشان دادند که توزیع بازده رمزارزها نرمال نیست و با سوار کردن هشت توزیع معروف مالی روی بازده داده‌ها، به این نتیجه رسیدند همه رمزارزها دنباله‌پهن هستند ولی توزیع‌های مختلفی دارند.

موفقیت روش‌های یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی بازدهی سهام (هوانگ و همکاران^۵، ۲۰۰۵) موجب شده است که از روش‌های یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی قیمت رمزارزها نیز استفاده کنیم. الگوریتم‌های پیش‌بینی قیمت با یادگیری ماشینی در حوزه رمزارزها بیشتر به شبکه عصبی (مکنلی^۶ و همکاران، ۲۰۱۸)، شبکه عصبی بیزین (جانگ و لی، ۲۰۱۷)، رندوم فارست (مادان و همکاران^۷، ۲۰۱۵) و رگرسیون محدود می‌شود. هر کدام از

- ¹ Kristoufek
- ² Garcia
- ³ Kim et al.
- ⁴ Phillips
- ⁵ Huang et al.
- ⁶ McNally et al.
- ⁷ Madan et al.

این پژوهش بررسی دنباله رمزارزها بود که این نتیجه رسیدند تمام رمزارزهای بررسی شده دنباله پهن هستند و بیت‌کوین‌کن بیشترین نوسانات را دارد. در صورتی که بیت‌کوین و لایت‌کوین نوسانات کمتری دارند که آن‌ها را دارایی‌های امن‌تری برای سرمایه‌گذاری نشان می‌دهد.

منسی و همکاران^۱ (۲۰۱۹) رابطه همبستگی بین رمزارزها را مطالعه کردند و از معیارهای متفاوتی مانند ارزش در معرض خطر، ارزش در معرض خطر شرطی و نیم-واریانس برای محاسبه ریسک سید شامل رمزارزها استفاده کردند.

۲-۴ جمع‌بندی کلی

با توجه به حجم بالای مقالات و پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام شده است، مقالاتی که در روند اجرایی پایان‌نامه به صورت مستقیم‌تری استفاده شده‌اند در جدول ۲-۱ خلاصه می‌شوند. در این جدول نام پژوهشگر به همراه سال انجام پژوهش در ستون اول، روش کار انجام پژوهش در ستون دوم و داده‌های مورد استفاده در انجام پژوهش در ستون آخر نشان داده شده است. پژوهش‌های مورد استفاده در این پژوهش به دو دسته بهینه‌سازی سید رمزارزها و استفاده از روش ارزش فرین در ایجاد سید سرمایه است. در سال‌های اخیر که توجه سرمایه‌گذاران به رمزارزها زیاد شده است، محققین نیز به بررسی تأثیر سودآوری رمزارزها در سید و میزان ریسک تحمیلی آن پرداخته‌اند.

¹ Mensi et al.

جدول ۲-۱ مقالات مورد استفاده پژوهش

نام محقق	روش کار	داده
سجاد و همکاران ۱۳۹۳	برآورد ارزش در معرض خطر با استفاده از روش‌های مختلف و مقایسه با روش ارزش فرین بررسی کفایت مدل با استفاده از آزمون‌های کوپیک، لویز و ...	شاخص کل بورس نرخ برابری دلار و یورو
سینا و فلاح ۱۳۹۸	بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با رویکرد نظریه ارزش فرین و بدست آوردن مرز کار مقایسه مرز کار بدست آمده با مرز کار مارکویتز	۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران
پنوخینا و همکاران ۲۰۱۸	روش‌های مختلفی برای ایجاد سبد سرمایه از جمله بهینه‌سازی میانگین واریانس، استراتژی برابری ریسک و استراتژی‌های متنوع سازی حداکثر برای افزودن رمزارزها به دارایی‌های سنتی	نملا شاخص NIKKIE و شاخص S&P، اوراق ۱۰ ساله اروپا و رمزارزها
گیکلاس و کاتسیمیا ۲۰۱۸	برآورد پارامترهای ارزش فرین رمزارزها و محاسبه ارزش در معرض خطر هر کدام	بیت‌کوین، اتریوم، ریبیل، بیت‌کوین‌کش و لایت‌کوین
سیتومورانگ ۲۰۱۹	ایجاد سبد سهام با استفاده از نظریه مارکویتز استفاده از ارزش فرین برای بدست آوردن ریسک	ده شرکت برتر شاخص IDX
نوترمان ۲۰۱۰	ایجاد سبد سهام با استفاده از نظریه مارکویتز استفاده از ارزش فرین برای بدست آوردن ریسک	شاخص S&P و شاخص NASDAQ

ارزش فرین در ایجاد سبد به دفعات زیادی استفاده شده است اما همان‌طور که قابل توجه است هیچ بررسی برای ایجاد سبد رمزارزها با استفاده از ارزش فرین نشده است. از این رو تلاش این پایان‌نامه ایجاد سبد سرمایه با استفاده از ارزش فرین است.