



دانشگاه علامه طباطبائی  
دانشکده‌ی اقتصاد  
گروه آمار، ریاضی و کامپیوتر  
پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد ریاضیات مالی

عنوان

# بهینه‌سازی سبد دارایی با دو روش آنالیز میانگین - واریانس و آنالیز میانگین - ریسک

پژوهشگر

ایرج محبوب‌نیا

استاد راهنما

دکتر محمد جلوداری ممقانی

استاد مشاور

دکتر حسین عبده تبریزی

دی ۱۳۸۹

الله  
الرحمن الرحيم

---

---

کلیدی حقوق مادی و معنوی اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه، اقتباس و ... از این پایان‌نامه

برای دانشگاه علامه طباطبائی محفوظ است. نقل مطالب با ذکر منبع مانعی ندارد.

---

---

## تأیید پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد توسط دانشجو

عنوان پایان‌نامه:

بهبود سازی سبد دارایی با دو روش  
آنالیز میانگین - واریانس و آنالیز میانگین - ریسک

نام دانشجو: ایرج محبوب‌نیا

شماره‌ی دانشجویی: ۸۷۱۶۰۰۲۱۳

استاد راهنما: دکتر محمد جلوداری ممقانی

اینجانب ایرج محبوب‌نیا دانشجوی کارشناسی ارشد رشته‌ی ریاضیات مالی دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی گواهی می‌نمایم پژوهش‌های ارائه شده در پایان‌نامه با عنوان مذکور توسط شخص اینجانب انجام شده است و درستی مطالب نگارش یافته مورد تایید می‌باشد. همچنین گواهی می‌نمایم مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ کجا ارائه نشده است و در نگارش متن پایان‌نامه شیوه‌ی نگارش مصوب دانشکده‌ی اقتصاد را به‌طور کامل رعایت نموده‌ام. چنانچه در هر زمان خلاف آنچه گواهی نموده‌ام مشاهده گردد خود را از آثار حقیقی و حقوقی ناشی از دریافت مدرک کارشناسی ارشد محروم می‌دانم و هیچ‌گونه ادعایی نخواهم داشت.

امضا دانشجو:

تاریخ:

تقدیم به:

پدرم،

کوه رنج، ایستادگی و تلاش.

مادرم،

سوه مهر، محبت و ایثار.

همسرم،

الهمه زیبایی، عشق و پاکدامنی.

و همه ی آنهایی که،

حقتان بر گردنم است.

## سپاس‌گزاری

سپاس‌گزارم از خداوندی که هر توفیقی در گرو عنایت اوست. اکنون که با یاری او توانسته‌ام تلاشی هر چند ناچیز را در راه کسب دانش به انجام رسانم، بر خود لازم می‌دانم از استاد راهنمای بزرگووارم، جناب آقای دکتر محمد جلوداری ممقانی، که به پایان رساندن این تحقیق جز با راهنمایی‌های پدرانه و هدایت‌های بی‌دریغ ایشان میسر نبود، قدردانی نمایم.

از استاد مشاورم جناب آقای دکتر حسین عبده تبریزی که تذکراتشان باعث غنای پایان‌نامه شد، تشکر می‌نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر عبدالساده نیسی و جناب آقای دکتر رضا پورطاهری که زحمت داوری این اثر را به عهده داشتند سپاس‌گزارم.

در پایان، از خانواده‌ام، به‌ویژه پدر و مادر و همسر که با حمایت‌های خویش، همواره مرا پشتیبانی کرده‌اند نهایت سپاس و قدرشناسی را دارم.

امیدوارم بتوانم از عهده‌ی ادای حق این عزیزان برآیم.

# فهرست مطالب

ب	فهرست مطالب
ث	فهرست جدول‌ها
ج	فهرست شکل‌ها
چ	نمادها و علائم اختصاری
۱	۱ مفاهیم و کلیات
۱	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ مفاهیم و تعاریف مالی
۲	۱-۲-۱ ریسک
۳	۱-۲-۱-۱ انواع ریسک
۵	۲-۱-۲-۱ سنجه‌های ریسک
۳۴	۲-۲-۱ سبد مالی (پورتفولیو)
۳۴	۳-۲-۱ بازده سبد مالی
۳۵	۳-۱ مفاهیم و تعاریف ریاضی و آماری
۳۵	۱-۳-۱ متغیر تصادفی، تابع توزیع و تابع چگالی
۳۶	۲-۳-۱ مقدار مورد انتظار یک متغیر تصادفی
۳۷	۳-۳-۱ گشتاورها
۳۸	۴-۳-۱ گشتاورهای حاصل ضربی
۳۹	۵-۳-۱ برنامه‌ریزی خطی
۴۰	۶-۳-۱ توابع محدب و مقعر
۴۱	۴-۱ چشم‌انداز فصل‌های آینده

۴۳	۲	مدل‌های کلاسیک انتخاب سبب
۴۳	۱-۲	مقدمه
۴۴	۲-۲	مدل‌های میانگین-واریانس
۴۴	۱-۲-۲	مقدمه‌ای بر نظریه انتخاب سبب
۴۵	۲-۲-۲	روابط بین مفاهیم مالی و آماری
۴۶	۳-۲-۲	مدل‌های کلاسیک مارکویتز
۵۳	۳-۲	نتیجه‌گیری
۵۵	۳	مدل‌های کلاسیک بهبود یافته
۵۵	۱-۳	مقدمه
۵۵	۲-۳	نارسایی‌های مدل‌های کلاسیک
۵۷	۳-۳	مدل‌های میانگین - واریانس بهبود یافته
۵۷	۱-۳-۳	مدل میانگین - واریانس - چولگی
۵۸	۲-۳-۳	مدل میانگین - واریانس با هزینه‌های معاملاتی مقعر
۶۶	۳-۳-۳	مدل میانگین - واریانس - چولگی با هزینه‌های معاملاتی ۷-شکل
۶۸	۴-۳	مدل‌های میانگین - انحراف مطلق
۶۸	۱-۴-۳	مدل میانگین - انحراف معیار
۶۹	۲-۴-۳	مدل میانگین - انحراف مطلق
۷۲	۳-۴-۳	مدل میانگین - انحراف مطلق - چولگی
۷۶	۴-۴-۳	مدل میانگین - انحراف مطلق با هزینه‌های معاملاتی
۸۳	۵-۳	مدل‌های میانگین - ریسک
۸۳	۱-۵-۳	مدل میانگین - ارزش در معرض ریسک
۸۹	۲-۵-۳	مدل میانگین - ارزش در معرض ریسک شرطی
۹۹	۳-۵-۳	مدل میانگین - بدترین شرایط مورد انتظار
۱۱۰	۶-۳	نتیجه‌گیری
۱۱۲	۴	مدل‌های مدرن
۱۱۲	۱-۴	مقدمه
۱۱۲	۲-۴	مدل ماکس مین با واریانس
۱۳۱	۳-۴	مدل مین ماکس با انحراف مطلق



۴-۴ نتیجه‌گیری ..... ۱۴۴

مرجع‌ها ۱۴۶

واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی ۱۴۹

پیوست الف فرآیند محاسبه ارزش در معرض ریسک ۱۵۴

# فهرست جدول‌ها

۸۸	نتایج محاسباتی برای مدل $(P_3)$ با ۱۰۰ داده و حداقل بازدهی مورد نیاز زیاد . . .	۱-۳
۸۸	نتایج محاسباتی برای مدل $(P_3)$ با ۱۰۰ داده و حداقل بازدهی مورد نیاز کم . . .	۲-۳
۸۹	نتایج محاسباتی برای مدل $(P_2)$ با ۱۰۰ داده . . . . .	۳-۳
۸۹	نتایج محاسباتی برای مدل $(P_2)$ با ۱۰۰ داده . . . . .	۴-۳
۱۰۹	نتایج محاسباتی برای توزیع خطی صعودی . . . . .	۵-۳
۱۰۹	نتایج محاسباتی برای توزیع یکنواخت . . . . .	۶-۳
۱۰۹	تعداد دارایی در سبد بهینه (توزیع خطی صعودی) . . . . .	۷-۳
۱۱۰	تعداد دارایی در سبد بهینه (توزیع یکنواخت) . . . . .	۸-۳
۱۶۷	مقادیر تخمینی پارامترهای آلفا و بتا . . . . .	۱-۴

# فهرست شکل‌ها

- ۱-۱ ارزش در معرض ریسک نرمال و سطح اطمینان ..... ۱۴
- ۲-۱ ارزش در معرض ریسک نرمال و دوره نگهداری ..... ۱۵
- ۳-۱ ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار نرمال ..... ۲۶
- ۴-۱ ریزش مورد انتظار نرمال و سطح اطمینان ..... ۲۷
- ۵-۱ ریزش مورد انتظار نرمال و دوره نگهداری ..... ۲۷
- ۶-۱ اوزان طیفی- نمایی ..... ۳۲
- ۷-۱ تغییرات سنجه ریسک طیفی- نمایی نسبت به درجه ریسک‌گریزی ..... ۳۳
- ۸-۱  $(a)$  یک تابع محدب.  $(b)$  یک تابع مقعر.  $(c)$  تابعی که نه محدب است و نه مقعر. . ۴۱
- ۱-۳ تابع هزینه معاملاتی مقعر ..... ۵۹
- ۲-۳ تقریب زدن با تابع خطی ..... ۶۱
- ۳-۳ تابع هزینه معاملاتی مقعر ..... ۷۷
- ۴-۳ تقریب زدن با تابع خطی ..... ۷۹
- ۵-۳ تقریب زدن با تابع خطی ..... ۸۱
- ۱-۴ شرایط مرز کارایی در صفحه  $e-\sigma^2$  ..... ۱۲۱
- ۲-۴ شرایط مرز کارایی در صفحه  $e-\sigma$  ..... ۱۲۱
- ۳-۴ فرآیند انتقال برای تابع نگاشت خطی ..... ۱۵۹
- ۴-۴ فرآیند انتقال برای تابع نگاشت غیر خطی ..... ۱۵۹
- ۵-۴ توزیع ارزش نرمال و ارزش در معرض ریسک ..... ۱۶۰
- ۶-۴ توزیع لاگ‌نرمال با میانگین ۵۹۴۹۶ و واریانس ۳۷۰۹۵۶۷۰ ..... ۱۷۱
- ۷-۴ ارزش بحرانی برای توزیع لاگ‌نرمال با میانگین ۵۹۴۹۶ و واریانس ۳۷۰۹۵۶۷۰ ..... ۱۷۳

## نمادها و علائم اختصاری

نماد	تعریف
$\hat{\beta} := b$	$\hat{\beta}$ را $b$ تعریف کنید
$\mathbf{a}$	بردار $a$
$F(\cdot)$	تابع توزیع متغیر و بردار تصادفی $\mathbf{x}$
$f(\mathbf{x}_i)$	تابع چگالی بردار $\mathbf{X}_i = \mathbf{x}_i$
$V@R_{\beta}(x)$	ارزش در معرض ریسک $x$ در سطح $\beta$
$CV@R_{\beta}(x)$	ارزش در معرض ریسک شرطی $x$ در سطح $\beta$
$WCE_{\beta}(x)$	بدترین شرایط مورد انتظار $x$ در سطح $\beta$
$TCE_{\beta}(x)$	انتظار مشروط بر دنباله $x$ در سطح $\beta$
$ES_{\beta}(x)$	ریزش مورد انتظار $x$ در سطح $\beta$
$\bar{\sigma}$	متوسط قدر مطلق انحرافات
$\sigma^2$	متوسط مجذور انحرافات
$I_x$	تابع مشخصه $x$

## چکیده

یکی از مهمترین مسائلی که موسسات مالی فعال در بازارهای مالی با آن روبرو هستند چگونگی تخصیص<sup>۱</sup> ثروت به دارایی‌های متفاوت می‌باشد. نظریه سبد دارایی (پورتفولیو)<sup>۲</sup> برای حل این مسئله اساسی بوجود آمده است. فعالان در بازارهای بورس همواره در تلاشند که با انتخاب سبد بهینه<sup>۳</sup> به حداکثر میزان سوددهی با سرمایه موجود دست یابند و جهت رسیدن به این مهم از تکنیک‌ها و روش‌هایی که مطلوبیت مورد نظر را بدست می‌دهد استفاده می‌کنند. این مهم در صورتی که از رویکرد احتمالی بررسی شود، با حداکثر کردن میانگین بازده دارایی‌ها و حداقل کردن ریسک سبد حاصل می‌شود. بنا به تعریف بازده هر دارایی متناظر با امید ریاضی قیمت آن دارایی است، ولی از آنجا که تعریف هر شخص از ریسک متفاوت می‌باشد و سنجه‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری ریسک وجود دارد، بنابراین می‌توان مدل‌های متنوعی را برای انتخاب سبد ارایه نمود، به عنوان مثال با در نظر گرفتن واریانس بازده هر دارایی به عنوان ریسک آن دارایی مدل میانگین-واریانس به دست می‌آید.

هدف این تحقیق بررسی مدل‌های کلاسیک و مدرن انتخاب سبد مالی بهینه با اندازه‌های ریسک متفاوت است. سپس نقاط قوت و ضعف هر کدام از این مدل‌ها را شرح می‌دهیم و این نقاط ضعف را با افزودن پارامترهای جدید برطرف می‌کنیم. در نهایت با بررسی‌های انجام شده مدل‌هایی که نتایج قابل قبول‌تری دارند به عنوان مدل بهینه معرفی می‌شوند و افراد و موسسات مالی فعال در بازارهای مالی می‌توانند با به کار بردن این مدل‌ها و ریسک‌پذیری خود، سبد بهینه خود را انتخاب و سرمایه‌گذاری مطمئنی را در بازارهای مالی انجام دهند.

**واژگان کلیدی.** بهینه‌سازی سبد دارایی<sup>۴</sup>؛ برنامه ریزی خطی<sup>۵</sup>؛ مدل‌های مینی ماکس<sup>۶</sup>؛  
مرز کارایی<sup>۷</sup>؛ برنامه ریزی عدد صحیح<sup>۸</sup>؛ سنجه ریسک<sup>۹</sup>؛ بازدهی<sup>۱۰</sup>.

---

<sup>۱</sup> Allocation  
<sup>۲</sup> Portfolio Theory  
<sup>۳</sup> Optimal Portfolio  
<sup>۴</sup> Portfolio Optimization  
<sup>۵</sup> Linier Progrmming  
<sup>۶</sup> Minimax Models  
<sup>۷</sup> Efficient Frontier  
<sup>۸</sup> integer programming  
<sup>۹</sup> risk measure  
<sup>۱۰</sup> return

ما، همیشه

صدای بلندی شنویم،

پررنگها را می بینیم،

سختها را می خواهیم،

غافل از اینکه خوبان

آسان می آیند،

بی رنگ می مانند،

و بی صدا می روند.

# فصل ۱

## مفاهیم و کلیات

### ۱-۱ مقدمه

سرمایه‌گذاران به هنگام اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری به طور هم‌زمان ریسک<sup>۱</sup> و بازده<sup>۲</sup> حاصل از گزینه‌های مختلف را مد نظر قرار می‌دهند. ریسک و بازده اگر تنها ابعاد تاثیرگذار در زمینه تصمیمات سرمایه‌گذاری نباشند، بی‌شک مهمترین آنها به شمار می‌روند. در واقع آنچه که در دانش مالی از آن به عنوان رفتار عقلایی<sup>۳</sup> تعبیر می‌شود، چیزی جز توجه صرف به این دو بعد به هنگام تجزیه و تحلیل فرصت‌های سرمایه‌گذاری نیست. در ادبیات مالی و اقتصادی به وضوح عنوان می‌شود، فرد عاقل کسی است که به دنبال دستیابی به سطح معینی از بازده با تحمل حداقل ریسک ممکن است. به عبارت دیگر، وی خواستار دستیابی به حداکثر بازده در سطح معینی از ریسک است. بنابراین، ریسک جزء جدانشدنی بازده است و نمی‌توان در مورد بازده سرمایه‌گذاری بدون توجه به ریسک مترتب بر آن صحبت نمود. به بیان دیگر، ریسک صفت بازده است و نمی‌توان هیچ موصوفی را صرف‌نظر از صفتش تشریح کرد.

---

<sup>۱</sup>Risk

<sup>۲</sup>Return

<sup>۳</sup>Rational Behavior

در این فصل ابتدا به بیان تعاریف و مفاهیم مالی نظیر ریسک، بازده، سنجه ریسک<sup>۱</sup> می‌پردازیم و سپس به بیان ابزارهای آماری و ریاضی لازم جهت سنجش و اندازه‌گیری این مفاهیم و فرمول‌بندی ساختاری آنها می‌پردازیم. این فصل در حقیقت مقدمه‌ای برای مطالب ارائه شده در فصل‌های بعدی می‌باشد.

## ۱-۲ مفاهیم و تعاریف مالی

### ۱-۲-۱ ریسک

هر فرد نسبت به موقعیتی که در آن قرار دارد تعریف خاصی از ریسک دارد، که با روحیه خطرپذیری فرد نیز بستگی مستقیم دارد و با توجه به تعریف خود از ریسک تصمیمات لازم را جهت مدیریت و کنترل ریسک در یک سطح معین اتخاذ می‌کند. اما می‌توان ادعا کرد که با وجود این تنوع در نظرات، موقعیتهای توأم با ریسک سه عامل مشترک دارند:

- عمل یا اقدامی بیش از یک نتیجه به بار می‌آورد.
- تا زمان ملموس شدن نتیجه نهایی، از حصول هیچ کدام از نتایج آگاهی قطعی در دست نیست.
- حداقل یکی از نتایج ممکن‌الوقوع، پیامدهای نسبتاً نامطلوبی به همراه دارد.

پس، عدم اطمینان<sup>۲</sup> از نتایج عمل و قرار گرفتن در معرض این عدم اطمینان از مهمترین مولفه‌های تشکیل‌دهنده انواع ریسک به شمار می‌رود. در برخی موارد، در مورد چگونگی نتایج آینده، اطلاعی در دست نداریم و در موارد دیگر با فرض آشنایی با گزینه‌های مختلف نتایج آتی، بر پایه تجربه و حدس، تقریب‌هایی در مورد امکان وقوع هر یک بدست می‌آوریم. در حالت‌های خاص نیز مشروط به حاضر بودن پیش‌فرض‌هایی که آن حالت خاص را ساخته است، می‌توان با استفاده از فنون آماری و قوانین احتمال، با دقت نسبی، شناخت دقیق‌تری از احتمال وقوع این نتایج به دست آورد. بدیهی است با حرکت از سوی عدم اطمینان کامل نتایج به سمت عدم اطمینان نسبی آنها، میزان ریسک نیز کمتر می‌شود. این واقعیت با ادراک متعارف ما نیز هم‌خوانی دارد، چرا که هر چه آینده برای ما

<sup>۱</sup>Risk Measure

<sup>۲</sup>Uncertainty



روشن‌تر و عدم اطمینان کمتر باشد، خود را در معرض ریسک کمتری می‌بینیم و برعکس.

تمام موسسات انتفاعی و غیرانتفاعی، از کارگاه‌های کوچک گرفته تا شرکت‌های بزرگ، به نوعی با ریسک مواجه هستند. هر جا برای یک انتخاب، گزینه‌های گوناگون وجود داشته باشد و آن گزینه‌ها با آثار و نتایج مختلف همراه باشند، ریسک وجود دارد. به خصوص اگر حداقل یکی از این نتایج، آثار نامطلوبی نسبت به سایر رویدادها داشته باشد. برای موسسات مالی، ریسک از مفهوم وسیع‌تری برخوردار می‌باشد. محور فعالیت‌های بسیاری از بنگاه‌های مالی مانند شرکت‌های بیمه و صندوق‌های بازنشستگی بر کنترل ریسک استوار است.

### ۱-۱-۲-۱ انواع ریسک

تمامی بنگاه‌ها با توجه به فعالیت‌های خود در معرض دو گروه کلی از ریسک، یعنی ریسک‌های تجاری<sup>۱</sup> و ریسک‌های غیرتجاری<sup>۲</sup> قرار دارند.

**ریسک‌های تجاری**، ریسک‌هایی هستند که از بطن کسب و کار شرکت و فعالیت‌های آن ناشی می‌شوند. این ریسک‌ها به بازار محصولات و خدماتی بستگی دارند که بنگاه در آن فعالیت می‌کند و شامل نوآوری‌ها در فن‌آوری، طراحی خدمات و محصولات و بازاریابی آن‌ها می‌شود. فعالیت‌های تجاری هر بنگاه در معرض ریسک‌های کلان اقتصادی نیز قرار دارند. این ریسک‌ها از چرخه اقتصادی و یا حتی از تغییر سیاست‌های پولی و مالی دولت ناشی می‌شوند.

**ریسک‌های غیر تجاری**، شامل تمامی ریسک‌ها غیر از ریسک‌های تجاری است. ریسک‌های استراتژیک از این جمله‌اند که حاصل جابجایی‌های اساسی در محیط‌های اقتصادی یا سیاسی هستند. سلب مالکیت و ملی شدن بنگاه‌ها از نمونه‌های این ریسک‌ها هستند.

**ریسک‌های مالی<sup>۳</sup>** در حیطه ریسک‌های غیرتجاری قرار دارند. این ریسک‌ها ناشی از تقبل زیان‌های احتمالی در بازارهای مالی مانند بورس می‌باشند. در موسسات مالی مدیران ریسک به دنبال

<sup>۱</sup> Business Risks

<sup>۲</sup> Nonbusiness Risks

<sup>۳</sup> Financial Risks

آن هستند که با ایجاد توازن بین ریسک و بازده به هدف نهایی موسسه که حداکثر کردن ثروت سهامداران است، دست یابند.

از آنجا که تلاطم<sup>۱</sup> یا نوسان بازده عامل اصلی بوجود آمدن ریسک‌های مالی می‌باشد، می‌توان این ریسک‌ها را از دیدگاه فراگیر یا اختصاصی بودن عوامل ایجاد تلاطم تقسیم‌بندی کرد. از این دیدگاه ریسک‌های مالی به دو دسته ریسک‌های سیستماتیک<sup>۲</sup> و ریسک‌های غیرسیستماتیک<sup>۳</sup> تقسیم می‌شوند.

در تحلیل‌های مدرن سرمایه‌گذاری، منابع ریسک، به‌عنوان عوامل ایجاد تلاطم در بازده دارایی‌ها، به دو گروه کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

- دسته اول، عواملی هستند که کلیه اوراق بهادار را تحت تاثیر قرار می‌دهند، نرخ بهره، تورم و نرخ ارز از این دسته‌اند. به ریسکی که به واسطه این عوامل بوجود می‌آید، ریسک سیستماتیک یا تنوع‌ناپذیر<sup>۴</sup> گفته می‌شود.

- دسته دوم، عواملی هستند که تنها بر یک یا چند ورقه بهادار خاص اثر می‌گذارند، اعتصاب کارکنان شرکت، آتش‌سوزی در یکی از واحدها و فوت یکی از افراد کلیدی سازمان مثال‌هایی از این عوامل هستند. ریسکی که به واسطه این عوامل بوجود می‌آید، به ریسک غیر سیستماتیک یا تنوع‌پذیر<sup>۵</sup> معروف است.

دارایی ریسکی<sup>۶</sup> به دارایی‌هایی که میزان سود آنها در تاریخ سررسید به طور قطعی از قبل مشخص نمی‌باشد، مانند سهام، اختیار معامله و اوراق قرضه اطلاق می‌شود.

دارایی بدون ریسک<sup>۷</sup> به دارایی‌هایی که میزان سود آنها در تاریخ سررسید، در هنگام سرمایه‌گذاری به طور قطعی مشخص می‌شود مانند سپرده‌های سرمایه‌گذاری اشخاص در بانکها گفته می‌شود.

<sup>۱</sup>Volatility

<sup>۲</sup>Systematic Risk

<sup>۳</sup>Nonsystematic Risk

<sup>۴</sup>Nondiversifiable Risk

<sup>۵</sup>Diversifiable Risk

<sup>۶</sup>Risky Asset

<sup>۷</sup>Risk-Free Asset

## ۲-۱-۲-۱ سنجه‌های ریسک

به ابزارها و فرمول‌های ریاضی که به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری ریسک به کار می‌روند سنجه گفته می‌شود. تاکنون دانشمندان سنجه‌های مختلفی برای اندازه‌گیری ریسک معرفی کرده‌اند که هر یک به جنبه‌های متفاوتی از عدم اطمینان اشاره دارند و بعضاً مکمل یکدیگرند. معیارهای اندازه‌گیری ریسک در ابتدا با مطالعه شاخص‌های پراکندگی آماری تعیین شد و پس از آن سنجه‌های جدیدتری مانند دیرش<sup>۱</sup>، ضریب بتا<sup>۲</sup> و ارزش در معرض ریسک<sup>۳</sup> مورد توجه قرار گرفتند.

تلاش‌ها برای طراحی ابزارهای اندازه‌گیری ریسک از نیمه اول قرن بیستم آغاز شد. مکالی<sup>۴</sup> در سال ۱۹۳۸، دیرش را به عنوان سنجه ریسک معرفی کرد که ابزاری ساده و در عین حال کارآمد برای سنجش ریسک اوراق بهادار با درآمد ثابت است. ادامه بررسی‌های مکالی به شناسایی رابطه غیرخطی ارزش اوراق بهادار با درآمد ثابت و نرخ بهره بازار منتهی شد و معیار تحدب<sup>۵</sup> به عنوان شاخصی مکمل برای محاسبه ریسک این اوراق معرفی گردید. در سال ۱۹۵۲، مارکوویتز<sup>۶</sup> با ارائه مدلی کمی جهت انتخاب سبد دارایی‌ها، برای اولین بار مقوله ریسک را در کنار بازده مدنظر قرار داد. وی انحراف معیار<sup>۷</sup> را به عنوان سنجه ریسک در نظر گرفت. شاگرد او ویلیام شارپ<sup>۸</sup>، شاخص بتا را برای اندازه‌گیری تغییرات نسبی ارزش هر سهم در قبال تغییرات نسبی ارزش بازار با معرفی خط مشخصات<sup>۹</sup> ارائه کرد. وی با طراحی مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، مدیریت علمی سبد دارایی را پایه‌گذاری نمود.

بعد از دهه ۱۹۷۰ و افزایش روزافزون ریسک در جنبه‌های مختلف تصمیمات مالی، توجه مدیران بیش از پیش به اندازه‌گیری و مدیریت ریسک جلب شد. در این دوران، کنترل ریسک به عنوان عاملی برای ایجاد ارزش بیشتر مورد توجه قرار گرفت و نرخ‌های بازدهی تعدیل‌شده بر اساس ریسک<sup>۱۰</sup>، ملاک ارزیابی‌ها قرار گرفت.

<sup>۱</sup>Duration<sup>۲</sup>Beta Coefficient<sup>۳</sup>Value at Risk (V@R)<sup>۴</sup>Macaulay<sup>۵</sup>Convexity<sup>۶</sup>Markowitz<sup>۷</sup>Standard Deviation<sup>۸</sup>William Sharpe<sup>۹</sup>Characteristic Line<sup>۱۰</sup>Risk-Adjusted Returns

برخی نظریه‌های قدیمی که به علت زمان‌بر بودن و پیچیدگی محاسباتی کنار گذاشته شده بودند، هم‌زمان با پیدایش ابررایانه‌ها مجدداً مطرح شدند. ریسک نامطلوب<sup>۱</sup> از جمله این نظریه‌ها بود که قبلاً توسط پیش‌گامان علم مالی مطرح شده بود و در سال ۱۹۹۶ دوباره مورد توجه قرار گرفت و تحقیقات مفصلی در مورد آن انجام گرفت که چالش‌های آن هنوز ادامه دارد.

در سال ۱۹۹۳، موسسه جی. پی. مورگان<sup>۲</sup> مدل ارزش در معرض ریسک را معرفی کرد. این معیار که تمامی انواع ریسک را در یک عدد خلاصه کرد، برای استفاده کنندگان بسیار جذاب به نظر آمد و هر روز به کاربردهای آن افزوده شد. به دنبال آن، روش‌های محاسباتی پیچیده‌ای همانند فرآیندهای تصادفی<sup>۳</sup> و شبیه‌سازی<sup>۴</sup> برای افزایش دقت مدل‌های این سنجه توسعه یافت.

با توجه به تاریخچه تحقیقات و تلاش‌های به عمل آمده در جهت اندازه‌گیری ریسک و پیشرفت‌هایی که در هر دوره به وقوع پیوسته است، می‌توان گروه‌بندی‌ای از سنجه‌های ریسک ارائه داد که بر نحوه اندازه‌گیری ریسک استوار می‌باشد:

\* **سنجه‌های تلاطم<sup>۵</sup> (نوسان)** : این سنجه‌ها، پراکندگی یک متغیر را در اطراف میانگین و یا پارامترهای دیگر اندازه‌گیری می‌کنند. واریانس و انحراف معیار دو نمونه از این سنجه‌ها می‌باشند.

\* **سنجه‌های حساسیت<sup>۶</sup>** : موضوع اندازه‌گیری این سنجه‌ها تغییرات متغیر وابسته بر اثر تغییرات متغیر مستقل است. دیرش، تحدب و ضریب بتا از این نوع‌اند.

\* **سنجه‌های ریسک نامطلوب<sup>۷</sup>** : این سنجه‌ها برعکس سنجه‌های تلاطم، تنها بر بخش مخرب ریسک تمرکز دارند و تلاطم‌های زیر سطح میانگین و یا متغیر هدف را محاسبه می‌کنند. این گروه از سنجه‌ها خود به دو زیر گروه نیم‌سنجه‌های ریسک<sup>۸</sup> و سنجه‌های ریسک مبتنی بر

<sup>۱</sup> Downside Risk

<sup>۲</sup> J. P. Morgan

<sup>۳</sup> Stochastic Processes

<sup>۴</sup> Simulation

<sup>۵</sup> Volatility Measures

<sup>۶</sup> Sensitivity Measures

<sup>۷</sup> Downside Risk Measures

<sup>۸</sup> Semi Risk Measures