



دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده مدیریت و حسابداری
جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مدیریت مالی

عنوان پایان نامه:

بررسی عملکرد ارزش در معرض ریسک ناپارامتریک
در پیش بینی تلاطم‌های بورس اوراق بهادار تهران

استاد راهنما:

دکتر حسین عبده تبریزی

استاد مشاور:

دکتر محمود شیرازی

موسسه مطالعات و تحقیقات علمی
تهران

۱۳۸۹ / ۷ / ۲۴

نگارش:

محمد وطن پور

مردادماه ۱۳۸۸

محمد وطن پور

۱۴۲۷۱۷

نام خانوادگی	وطن پور	نام	محمد
دانشکده	مدیریت و حسابداری	رشته تحصیلی و گرایش	مدیریت مالی
نام استاد راهنما	دکتر حسین عبده تبریزی	تاریخ فراغت از تحصیل	۲۵ شهریور ۱۳۸۸
عنوان پایان نامه	بررسی عملکرد ارزش در معرض ریسک ناپارامتریک در پیش بینی تلاطم های بورس اوراق بهادار تهران		

چکیده تحقیق

اندازه گیری ریسک مسأله ای است که از دیرباز ذهن محققان را به خود مشغول ساخته است. در این زمینه رویکردهای مختلفی ارائه شده است. این رویکردها را می توان بر اساس تکنیک های آماری مورد استفاده در سه طبقه رویکردهای "پارامتریک"، "نیمه پارامتریک" و "ناپارامتریک" تقسیم بندی نمود. این تقسیم بندی این توانایی را دارد که اغلب سنجه های ریسک (Risk Measures) را پوشش دهد. در میان سنجه های مختلف ارزیابی ریسک، ارزش در معرض ریسک (Value-at-Risk)، سنجه ای نوظهور است. در این تحقیق سعی شده است عملکرد ارزش در معرض ریسک ناپارامتریک در پیش بینی تلاطم های بورس اوراق بهادار تهران از طریق مطالعه شاخص سود نقدی و قیمت در طی ۲۳۵۰ روز معاملاتی متوالی مربوط به مردادماه ۱۳۸۷ لغایت مردادماه ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج حاصل از پس آزمایی (Back testing) مدل های ارزش در معرض ریسک در این مطالعه حاکی از اینست که بورس تهران از پویایی قابل توجهی برخوردار است و از همین رو مدل هایی که پویایی های بازده و تلاطم های بازده را در نظر می گیرند، نسبت به سایر مدل ها عملکرد بهتری دارند. در تحقیق پیش روی، هر سه مدل ناپارامتریک بکارگرفته شده تحت رویکرد کرنل (نرمال، اپانچنیکف و جعبه) در سطح اطمینان ۹۹ درصد و با بکارگیری پنجره های ۵۰ تایی دارای "کارایی غیر شرطی" تشخیص داده شد ولیکن "کارایی غیر شرطی" این مدل ها به هنگام استفاده از پنجره های ۱۲۵ تایی و ۲۰۰ تایی (نمونه های متوسط و بزرگ) در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ مورد تأیید قرار نگرفت. همچنین "کارایی شرطی" تمامی مدل ها مورد تأیید قرار نگرفت.

امضاء استاد راهنما



چکیده تحقیق

اندازه‌گیری ریسک مسأله‌ای است که از دیرباز ذهن محققان را به خود مشغول ساخته است. در این زمینه رویکردهای مختلفی ارائه شده است. این رویکردها را می‌توان بر اساس تکنیک‌های آماری مورد استفاده در سه طبقه رویکردهای "پارامتریک"، "نیمه‌پارامتریک" و "ناپارامتریک" تقسیم‌بندی نمود. این تقسیم‌بندی این توانایی را دارد که اغلب سنج‌های ریسک^۱ را پوشش دهد. در میان سنج‌های مختلف ارزیابی ریسک، ارزش در معرض ریسک^۲، سنج‌های نوظهور است. در این تحقیق سعی شده است عملکرد ارزش در معرض ریسک ناپارامتریک در پیش‌بینی تلاطم‌های بورس اوراق بهادار تهران از طریق مطالعه شاخص سود نقدی و قیمت در طی ۲۳۵۰ روز معاملاتی متوالی مربوط به مردادماه ۱۳۸۷ لغایت مردادماه ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج حاصل از پس‌آزمایی^۳ مدل‌های ارزش در معرض ریسک در این مطالعه حاکی از اینست که بورس تهران از پویایی قابل توجهی برخوردار است و از همین رو مدل‌هایی که پویایی‌های بازده و تلاطم‌های بازده را در نظر می‌گیرند، نسبت به سایر مدل‌ها عملکرد بهتری دارند. در تحقیق پیش روی، هر سه مدل ناپارامتریک بکارگرفته شده تحت رویکرد کرنل (نرمال، اپانچنیکف و جعبه) در سطح اطمینان ۹۹ درصد و با بکارگیری پنجره‌های ۵۰ تایی دارای "کارایی غیر شرطی" تشخیص داده شد ولیکن "کارایی غیر شرطی" این مدل‌ها به هنگام استفاده از پنجره‌های ۱۲۵ تایی و ۲۰۰ تایی (نمونه‌های متوسط و بزرگ) در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ مورد تأیید قرار نگرفت. همچنین "کارایی شرطی" تمامی مدل‌ها مورد تأیید قرار نگرفت.

1 Risk Measures

2 Value-at-Risk (VaR)

3 Backtesting

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات تحقیق.....
۲	۱.۱. مقدمه
۳	۱.۲. تعریف موضوع و بیان مسأله
۳	۱.۳. اهمیت و ضرورت تحقیق.....
۵	۱.۴. سئوالات تحقیق.....
۵	۱.۵. قلمرو تحقیق
۶	فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق.....
۷	۲.۱. پیرامون ارزش در معرض ریسک
۷	۲.۱.۱. تعریف ارزش در معرض ریسک
۸	۲.۱.۲. مولفه‌های ریسک؛ عدم اطمینان و مخاطره.....
۹	۲.۱.۳. پیرامون دادگان بکارگرفته شده؛ دادگان بازده به جای دادگان ارزش پرتفوی.....
۱۱	۲.۱.۴. سطح اطمینان و افق زمانی
۱۴	۲.۱.۵. مزیت‌های ارزش در معرض ریسک
۱۷	۲.۲. مدل‌سازی ریسک
۱۷	۲.۲.۱. مقدمه
۱۸	۲.۲.۲. توزیع‌های شرطی در مقابل توزیع‌های غیر شرطی
۱۹	۲.۲.۳. مدل‌های پیش‌بینی بازده و مدل‌های پیش‌بینی تلاطم‌های بازده.....
۳۵	۲.۳. رویکردهای ناپارامتریک مدل‌سازی ریسک.....

۲۵	.....	۲.۳.۱	مقدمه
۳۷	.....	۲.۳.۲	ویژگی‌های رویکردهای ناپارامتریک
۳۷	.....	۲.۳.۳	مدل‌های مبتنی بر رویکردهای ناپارامتریک
۵۸	.....	۲.۳.۴	مزایا و معایب رویکردهای ناپارامتریک
۶۱	.....	۲.۳.۵	نتیجه‌گیری
۶۱	.....	۲.۴	پس‌آزمایی ارزش در معرض ریسک
۶۱	.....	۲.۴.۱	مقدمه
۶۲	.....	۲.۴.۲	چیستی پس‌آزمایی
۶۲	.....	۲.۴.۳	اهمیت پس‌آزمایی
۶۳	.....	۲.۴.۴	روش‌های پس‌آزمایی
۷۵	.....	۲.۴.۵	رویکرد مقایسه‌ای؛ راهی برای انتخاب مناسب‌ترین مدل پس‌آزمایی
۷۷	.....	۲.۵	سابقه مطالعات و تحقیقات پیشین
۷۸	.....		فصل سوم: روش تحقیق
۷۹	.....	۳.۱	مقدمه
۷۹	.....	۳.۲	انتخاب مدل‌ها
۷۹	.....	۳.۲.۱	انتخاب مدل‌های ارزش در معرض ریسک
۸۱	.....	۳.۲.۲	انتخاب مدل‌های پس‌آزمایی
۸۱	.....	۳.۳	محاسبه ارزش در معرض ریسک
۸۱	.....	۳.۴	نحوه پس‌آزمایی مدل‌های ارزش در معرض ریسک براساس مدل‌های انتخابی
۸۲	.....	۳.۴.۱	فرضیه پوشش غیرشرطی و آزمون مبتنی بر آن
۸۲	.....	۳.۴.۲	فرضیه پوشش شرطی و آزمون مبتنی بر آن
۸۲	.....	۳.۵	سایر مشخصات تحقیق
۸۳	.....	۳.۵.۱	تعیین نمونه

۸۳	..... دوره زمانی نمونه برداری و اندازه نمونه.....	۳.۵.۲
۸۴	..... نرم افزارهای مورد استفاده.....	۳.۵.۳
۸۵	..... فصل چهارم: تحلیل دادگان.....	
۸۶	..... مقدمه.....	۴.۱
۸۸	..... ارزش در معرض ریسک و پس آزمایی.....	۴.۲
۸۹	..... کدهای بکار گرفته شده.....	۴.۳
۹۶	..... نتایج مرتبط با بکارگیری مدل نرمال.....	۴.۴
۹۶	..... سطح اطمینان ۹۹ درصد.....	۴.۴.۱
۹۶	..... سطح اطمینان ۹۵ درصد.....	۴.۴.۲
۹۷	..... نتایج مرتبط با بکارگیری مدل اپانچنیکف.....	۴.۵
۹۷	..... سطح اطمینان ۹۹ درصد.....	۴.۵.۱
۹۷	..... سطح اطمینان ۹۵ درصد.....	۴.۵.۲
۹۸	..... نتایج مرتبط با بکارگیری مدل جعبه.....	۴.۶
۹۸	..... سطح اطمینان ۹۹ درصد.....	۴.۶.۱
۹۸	..... سطح اطمینان ۹۵ درصد.....	۴.۶.۲
۹۹	..... فصل پنجم؛ تحلیل یافته‌ها و نتیجه‌گیری.....	
۱۰۰	..... مقدمه.....	۵.۱
۱۰۰	..... نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های شاخص بورس تهران.....	۵.۲
۱۰۰	..... نتایج حاصل از پس آزمایی مدل‌های ارزش در معرض ریسک.....	۵.۳
۱۰۱	..... محدودیت‌های تحقیق.....	۵.۴
۱۰۱	..... پیشنهاد برای تحقیقات آتی.....	۵.۵
۱۰۲	..... فهرست منابع و مآخذ.....	

فصل اول: کلیات تحقیق

شامل:

- مقدمه
- تعریف موضوع و بیان مسأله
- اهمیت و ضرورت تحقیق
- سئوالات تحقیق
- قلمرو تحقیق

۱.۱. مقدمه

سرمایه‌گذاران به‌هنگام اخذ تصمیمات سرمایه‌گذاری به‌طور هم‌زمان ریسک و بازده حاصل از گزینه‌های سرمایه‌گذاری را مدنظر قرار می‌دهند. این دو بعد سرمایه‌گذاری یعنی ریسک و بازده اگر نگوئیم که تنها ابعاد تاثیرگذار در زمینه تصمیمات سرمایه‌گذاری هستند، بدون شک مهمترین آن‌ها به شمار می‌روند. در واقع آن‌چه که از آن به‌عنوان رفتار عاقلانه^۱ تعبیر می‌شود، چیزی جز توجه به این دو بعد در هنگام تجزیه و تحلیل فرصت‌های سرمایه‌گذاری نیست. در ادبیات مالی و اقتصادی به‌وضوح عنوان می‌شود که فرد عاقل کسی است که بدنبال دست‌یابی به سطح معینی از بازده با تحمل حداقل ریسک ممکنه است. به‌عبارتی دیگر وی خواستار دستیابی به حداکثر بازده در سطح معینی از ریسک می‌باشد. بنابراین ریسک جزء جدانشدنی بازده است و نمی‌توان در مورد بازده سرمایه‌گذاری بدون توجه به ریسک مترتب بر آن صحبت نمود. به بیانی دیگر ریسک صفت بازده است و نمی‌توان هیچ موصوفی را صرف‌نظر از صفتش تشریح نمود. عکس این مطلب نیز معتبر است یعنی نمی‌توان هیچ صفتی را بدون توجه به موصوفش مورد بررسی قرار داد. دقیقاً به همین دلیل است که مدل‌های موجود برای تشریح بازده دارایی‌ها با مدل‌ها ریسک بازده دارایی‌ها تکمیل می‌گردند و مدل‌های ریسک، دارای جزء بازده می‌باشند. اگر ریسک و بازده یک دارایی را با عنوان متغیر مدنظر قرار دهیم، به تفاوت عمده‌ای میان این دو متغیر دست می‌یابیم. بازده یک متغیر کمی و ریسک یک متغیر کیفی است. بدیهی است که اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل متغیرهای کمی به مراتب ساده‌تر از متغیرهای کیفی است. اندازه‌گیری یک کیفیت و بیان آن در قالب یک کمیت کاری بس چالش برانگیز و مستلزم دقت و تلاشی وصف‌ناپذیر است. به‌همین دلیل است که هنوز هم تلاش برای کمی‌سازی ریسک و جستجو برای ارائه مدل‌های دقیق‌تر و منطقی‌تر ادامه دارد.

طبقه‌بندی‌های گوناگونی از ریسک ارائه شده است. یکی از طبقه‌بندی‌ها بر اساس عوامل ایجاد تلاطم‌های در بازده دارایی‌ها می‌باشد. بر اساس این طبقه‌بندی ریسک به ریسک بازار، اعتباری، عملیاتی، نقدینگی، سیاسی و ... تقسیم می‌شود. مثلاً ریسک بازار، ریسک زیان ناشی از حرکات^۲ یا تلاطم‌های^۳ غیر منتظره در قیمت‌ها یا نرخ‌های بازار می‌باشد و با این تعریف می‌توان آن را از سایر انواع ریسک مثل ریسک اعتباری و عملیاتی تمیز داد.

در پی مطالعات محققان، ابزارهای مختلفی برای اندازه‌گیری ریسک، معرفی شده است. هر کدام از این ابزارها، اغلب برای اندازه‌گیری نوع معینی از ریسک توسعه یافته است. در سال‌های اخیر، سنج‌های عمومی برای اندازه‌گیری ریسک وارد ادبیات مالی شده است. ابزاری که بدلیل ویژگی‌هایش به سنج‌های استاندارد برای اندازه‌گیری انواع مختلف ریسک تبدیل گشته است. شاهد این

1 Rational Behaviour

2 Movements

3 Volatilities

مدعا پیمان کمیته نظارت بر بانک‌ها یعنی بال^۱ در جهت کمی‌سازی ریسک موسسات مالی و خصوصا بانک‌ها است. این پیمان به بانک‌ها توصیه می‌کند که برای اندازه‌گیری ریسک بازار، اعتباری^۲ و عملیاتی^۳ از مدل‌های این سنج ریسک استفاده کنند. علاوه الزامات کفایت سرمایه بانک‌ها نیز بر اساس پیش‌بینی‌های این سنج از ریسک پیش‌روی موسسات مالی تعیین می‌گردد. همچنین بسیاری از بورس‌های اوراق بهادار از جمله بورس اوراق بهادار نیویورک^۴ شرکت‌های پذیرفته شده را ملزم به افشای ریسک بر اساس این سنج به‌عنوان یکی از گزینه‌های افشا نموده‌اند. این سنج ارزش در معرض ریسک^۵ می‌باشد.

۱.۲. تعریف موضوع و بیان مسأله

تحقیقات در جهت ارائه مدل‌های اندازه‌گیری ریسک همچنان ادامه دارد. در کشور ما معمولا از سنج‌های سنتی ریسک جهت اندازه‌گیری ریسک دارایی‌های مالی استفاده می‌گردد و این در حالی است که سنج‌هایی همانند ارزش در معرض ریسک که هم به لحاظ مفهومی ساده‌اند و هم بر اساس شواهد عملکرد بهتری دارند، کمتر مورد توجه فعالان بازار سرمایه کشور است. علت انتخاب ارزش در معرض ریسک به‌عنوان موضوع اصلی این مطالعه، توجه غیر قابل انکار محققین، تحلیل‌گران، سرمایه‌گذاران، موسسات مالی، نهادهای نظارتی و دیگر فعالان موجود در بازار به آن می‌باشد. دیگر کمتر کتابی را در زمینه ریسک، مدیریت و اندازه‌گیری آن می‌توان یافت که از این سنج به‌عنوان یک ابزار مهم در مدیریت ریسک، نام نبرده و یا لااقل از مفهوم آن جهت کمی‌سازی ریسک استفاده نکرده باشد.

بررسی توانمندی این سنج در جهت ارائه پیش‌بینی‌های دقیق‌تر از ریسک پیش‌روی دارایی‌های مالی، مسأله‌ای است که در

این مطالعه پیش روی ما قرار دارد.

۱.۳. اهمیت و ضرورت تحقیق

هدف از این تحقیق معرفی ارزش در معرض ریسک به‌عنوان سنج ریسک بازار می‌باشد. سنج‌های که به‌دلیل ویژگی‌ها و جذابیت‌های آن توجه بسیاری از فعالان ریسک را در سال‌های اخیر به خود معطوف داشته است. آزمون‌های موجود در این تحقیق به ارزیابی Var در پیش‌بینی تلاطم‌های آتی بازده سهام می‌پردازند و در نهایت مناسبت استفاده از این سنج در جهت پیش‌بینی تلاطم‌های بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته و یا رد می‌شود. در صورت تأیید توانمندی مدل‌های Var می‌توان از آن به‌جای سنج‌های سنتی ریسک استفاده نمود. بدین ترتیب پیش‌بینی‌های حاصل از این سنج ریسک را می‌توان در جهت تعیین صرف

1 Basel

2 Credit

3 Operational

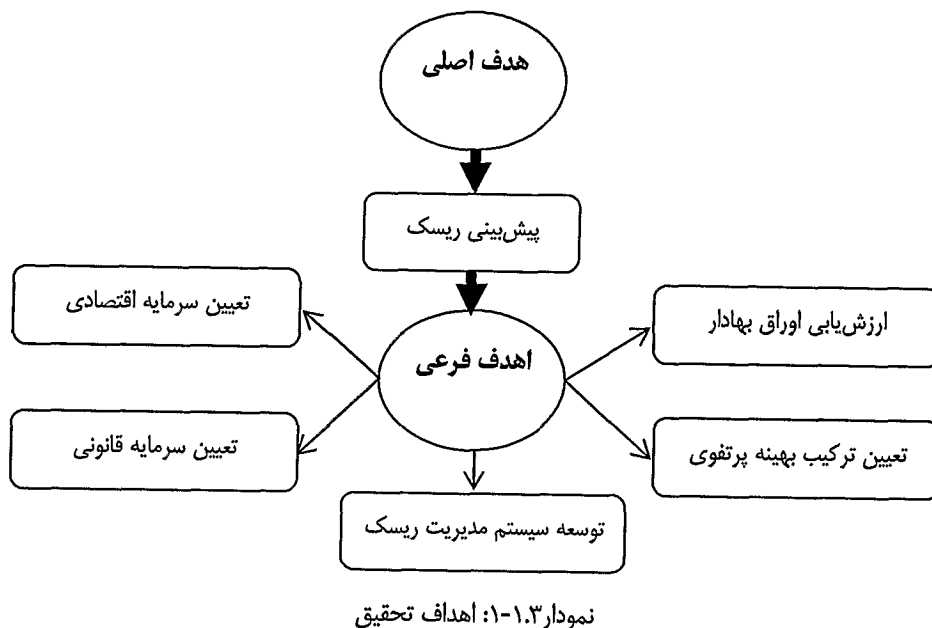
4 NYSE

5 Value-at-Risk

ریسک دارایی‌های مالی و نهایتاً ارزش‌یابی اوراق بهادار مورد استفاده قرار داد. بعلاوه از این سنجه می‌توان جهت بهینه‌سازی ترکیب اوراق بهادار موجود در پرتفوی نیز استفاده نمود.

از این سنجه هم‌چنین می‌توان در راستای تعیین سرمایه اقتصادی^۱ و نیز سرمایه قانونی^۲ در موسسات مالی استفاده نمود. هم‌چنین در این تحقیق برخی از معروف‌ترین مدل‌های *VAR* معرفی شده‌اند. به دلیل وجود فشارهای قانونی و نظارتی مبنی بر استفاده از این سنجه ریسک، مدل‌های معرفی شده در این تحقیق می‌تواند راهنمای موسسات مالی و خصوصاً بانک‌ها در جهت توسعه سیستم‌های مدیریت ریسک سازگار با الزامات قانونی باشد. با توسعه چنین سیستم‌هایی می‌توان وجاهت موسسات مالی را در عرصه بین‌المللی مورد تأیید قرار دارد چراکه مقامات ناظر همچون کمیته بال، استفاده از چنین سیستم‌هایی را در جهت مدیریت ریسک و نیز تعیین الزامات کفایت^۳ سرمایه به موسسات مالی و خصوصاً بانک‌ها توصیه نموده‌اند.

در نمایه زیر اهداف اصلی و فرعی حاصل از این مطالعه ارائه شده‌اند:



از آنجا که ریسک جزء جدانشدنی تصمیمات سرمایه‌گذاری است، نتایج حاصل از این مطالعه به‌طور عام مورد استفاد تمامی فعالان بازار سرمایه و به‌طور خاص مورد استفاده شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بانک‌ها، تحلیل‌گران و معامله‌گران حقیقی و حقوقی می‌باشد.

۱.۴. سؤالات تحقیق

سؤالات کلی این تحقیق به صورت زیر بیان می‌شود:

(۱) مدل‌های ارزش در معرض ریسک بکارگرفته شده در این تحقیق به لحاظ "کارآیی غیرشرطی" چگونه هستند؟

(۲) مدل‌های ارزش در معرض ریسک بکارگرفته شده در این تحقیق به لحاظ "کارآیی شرطی" چگونه هستند؟

ما به این سؤالات در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد و افق زمانی یک روزه پاسخ می‌دهیم. هم‌چنین منظور از مدل در سؤالات بالا مدل‌های سه‌گانه ناپارامتریکی هستند که زیر مجموعه‌های رویکرد کرنل از مجموعه رویکردهای متصور در تخمین چگالی ناپارامتریک به شمار می‌روند. این سه مدل عبارتند از:

(۱) مدل تخمین چگالی ناپارامتریک نرمال (تحت رویکرد کرنل)

(۲) مدل تخمین چگالی ناپارامتریک اپانیچنیکف (تحت رویکرد کرنل)

(۳) مدل تخمین چگالی ناپارامتریک جعبه^۱ (تحت رویکرد کرنل)

هم‌چنین بررسی کارآیی مدل‌های فوق از طریق مقایسه خروجی مدل‌ها با آنچه در عالم واقع رخ داده است، تحت مدل‌های

پس‌آزمایی زیر صورت می‌پذیرد:

(۱) مدل پس‌آزمایی پوشش غیرشرطی

(۲) مدل پس‌آزمایی پوشش شرطی

در این تحقیق برای پاسخگویی به سؤالات پژوهشی مطرح شده در زمینه کارآیی شرطی و غیر شرطی مدل‌ها، دو فرضیه

آماري طراحی شده است که از طریق مدل‌های پس‌آزمایی فوق‌الذکر مورد آزمون قرار می‌گیرند. این فرضیات به ترتیب عبارتند از:

• تعداد تخطی‌ها^۲ از مقدار Var برابر با تعداد تخطی‌های مورد انتظار مدل است.

• در پیش‌بینی‌های مدل‌های Var تخطی‌های متوالی ملاحظه نمی‌گردد.

۱.۵. قلمرو تحقیق

با توجه به رویکرد و مدل‌های برگزیده شده جهت اجرای این تحقیق، دادگان مربوط به شاخص بازده نقدی و قیمت مربوط به

دوره زمانی ۷۸/۵/۳ لغایت ۸۸/۵/۱۰ که طی آن دوره‌های مختلفی از نظر اجرای حد تلاطم قیمت از سر گذشته است، مورد استفاده

قرار گرفته است. این مجموعه از دادگان در مجموع مربوط به ۲۳۵۰ روز معاملاتی است.

^۱ Box

^۲ Number of Violations

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق

شامل:

- ارزش در معرض ریسک
- مدل‌سازی ریسک
- رویکردهای ناپارامتریک
- پس‌آزمایی
- سابقه مطالعات و تحقیقات پیشین

۲.۱. پیرامون ارزش در معرض ریسک

Var پیش از آن که یک سنجۀ ریسک باشد یک مفهوم است و دقیقاً به همین دلیل، روش‌ها و رویکردهای متعددی برای محاسبه و اندازه‌گیری آن ایجاد شده است. هر کدام از این رویکردها به نوبه خود سعی در برآورد مفهوم ارزش در معرض ریسک دارند. در این بخش ابتدا به تعریف ارزش در معرض ریسک می‌پردازیم و پس از ارائه فرآیند محاسبه آن، به محاسن و معایب این سنجه می‌پردازیم.

۲.۱.۱. تعریف ارزش در معرض ریسک

ارزش در معرض ریسک، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده با ضریب اطمینان مشخصی، از آن بیشتر نمی‌شود. به عبارتی دیگر Var بدترین زیان مورد انتظار را تحت شرایط عادی بازار و طی یک دوره زمانی مشخص و در یک سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد. Var به این سؤال پاسخ می‌دهد که با x درصد احتمال و در طی یک افق زمانی تعیین شده، حداکثر چه میزان از ارزش دارایی یا پرتفوی دارایی‌ها در معرض خطر قرار دارد. برای مثال، ارزش در معرض ریسک در سطح اطمینان ۹۹٪ برای یک بازه زمانی ۱۰ روزه گویای این است که حداکثر زیان احتمالی طی ۱۰ روز بعدی تنها یک بار در هر صد نمونه از مقدار ارزش در معرض ریسک فراتر می‌رود. به بیانی دیگر می‌توان گفت که Var کاهش در ارزش بازار یک دارایی یا یک پرتفوی است که می‌توان انتظار داشت طی یک فاصله زمانی معین و با یک احتمال خاص، از عدد معینی فراتر نمی‌رود. تصور کنید که ارزش روز سبدي از اوراق بهادار برابر ۱۰۰ میلیون تومان است و با ضریب اطمینان ۹۵٪ مطمئن هستیم که حداکثر کاهش ارزش این سبد طی هفته آینده ۶۰ میلیون تومان است. بدین ترتیب ارزش در معرض ریسک این پرتفوی برای یک هفته آینده و در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۶۰ میلیون تومان پیش‌بینی می‌شود. به عبارتی ساده‌تر از ۱۰۰ میلیون تومان ارزش پرتفوی، به احتمال ۹۵ درصد، حداکثر ۶۰ میلیون تومان آن در معرض خطر قرار دارد. یعنی می‌توان گفت که در سطح اطمینان ۹۵٪، ارزش سبد اوراق بهادار در دوره آتی (هفته آینده) از ۴۰ میلیون تومان کمتر نمی‌شود. بدیهی است که بر اساس اهداف مدیریت ریسک و ویژگی‌های پرتفوی می‌توان دوره‌های بزرگتر و یا کوچکتری را انتخاب نمود و حداکثر زیان پرتفوی را در دوره مورد نظر بررسی نمود. از نظر ریاضی می‌توان ارزش در معرض ریسک را به صورت ذیل نشان داد:

$$\Pr\{p_0 - P_1 \geq Var\} \leq \alpha \quad (1-2.1.1)$$

و یا

$$\Pr\{P_1 - p_0 \leq -Var\} \leq \alpha \quad (2-2.1.1)$$

که p_0 ارزش پرتفوی در زمان صفر و P_1 ارزش پرتفوی در زمان ۱ می‌باشد و α نیز سطح خطای آماری است. رابطه فوق بیان می‌کند که احتمال این که کاهش ارزش پرتفوی در دوره آتی، بیش از ارزش در معرض ریسک باشد، حداکثر برابر α است. به عبارتی دیگر احتمال این که زیان پرتفوی در دوره آتی کمتر از ارزش در معرض ریسک باشد، $1-\alpha$ است. اگر تابع توزیع تجمعی^۱ ارزش پرتفوی در دوره آتی را با $F(P)$ نشان دهیم؛ معکوس آن یعنی $F_p^{-1}(\alpha)$ نشان‌دهنده صدک‌های ارزش پرتفوی در دوره پیش روی می‌باشد. بدین ترتیب ارزش در معرض ریسک پرتفوی از طریق رابطه ذیل بدست می‌آید.

$$VaR = p_0 - F_p^{-1}(\alpha) \quad (3-2.1.1)$$

که $F_p^{-1}(\alpha)$ صدک آلفای^۲ توزیع ارزش پرتفوی می‌باشد.

۲.۱.۲. مولفه‌های ریسک؛ عدم اطمینان و مخاطره

نگرانی‌های ما راجع به آینده در دو حالت کاهش می‌یابد. اول این که بدانیم که عوامل ریسک به چه صورتی حرکت می‌کنند و دوم این که بدانیم چه قدر در معرض خطرات ناشی از تحرکات عوامل ریسک قرار داریم. بنابراین ریسک قابل تقسیم به دو قسمت می‌باشد:

الف. عدم اطمینان^۳

ب. مخاطره (در معرض خطر بودن)^۴

به مثابه یک توضیح ساده می‌توان چنین گفت که آنچه به عنوان ریسک ما را تهدید می‌کند از دو پارامتر متاثر است: نخست آنکه موضوع تهدیدآمیز جامه واقعیت ببوشد و عملی شود (عدم اطمینان)، و دوم آنکه به فرض وقوع حادثه مخاطره‌آمیز، تبعات آن دامنگیر ما شود (مخاطره).

همانگونه که می‌دانیم جابجایی شاخص سهام، یکی از عوامل تشریح‌کننده نوسانات بازده می‌باشد به‌طوری‌که مدل تک شاخصی آن را به‌عنوان تنها عامل مهم تشریح‌کننده نوسانات بازده سهام معرفی می‌کند. حالا فرض کنید شما مدیر پرتفوی یک شرکت سرمایه‌گذاری هستید. شما از نوسانات شاخص سهام در روزهای آتی اطلاع ندارید و از این جهت دچار "عدم اطمینان" هستید هم‌چنین از اینکه پرتفوی سهام شما تا چه میزان در معرض افت بازده (ناشی از نوسانات شاخص سهام) قرار دارد، "نامطمئن" هستید.

1 Cumulative Distribution Function

2 α -Quantile

3 Uncertainty

4 Exposure

۲.۱.۳. پیرامون دادگان بکارگرفته شده؛ دادگان بازده به جای دادگان ارزش پرتفوی

تا کنون، آنچه که مبنای محاسبه ارزش در معرض ریسک قرار گرفت، توزیع احتمال ارزش پرتفوی می‌باشد. در بسیاری از موارد کار کردن با دادگان سود/زیان یا دادگان زیان/سود و یا دادگان مربوط به بازده پرتفوی این داده‌ها ساده‌تر از داده‌های مربوط به ارزش پرتفوی می‌باشد، چراکه اغلب تئوری‌های مالی به دنبال تشریح نحوه شکل‌گیری بازده‌های اوراق بهادار هستند و گاهی اوقات نیز به تشریح سود و زیان آتی پرتفوی می‌پردازند. در اینجا به نحوه استخراج بازده از روی داده‌های تاریخی پرداخته می‌شود. سپس نحوه استخراج Var بر اساس این داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲.۱.۳.۱. داده‌های مبتنی بر بازده حسابی^۱ و برآورد ارزش در معرض ریسک مبتنی بر آن

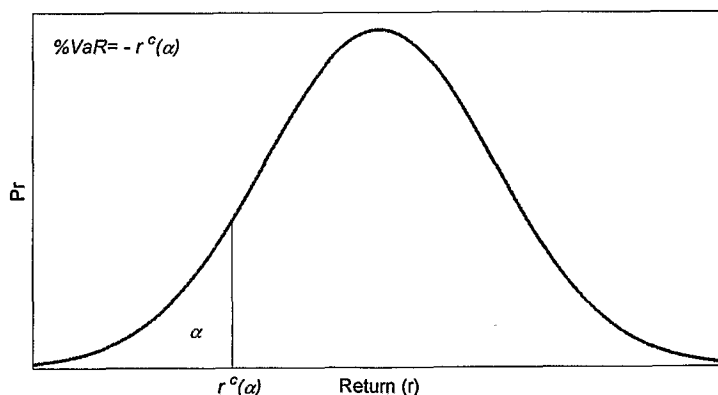
داده‌ها می‌توانند به شکل بازده‌های حسابی یا ساده^۲ باشند. بازده حسابی طی دوره t به صورت ذیل محاسبه می‌شود:

$$r_t = \frac{P_t + D_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (۱-۲.۱.۳.۱)$$

که حاصل تقسیم سود / زیان در طی دوره t بر ارزش دارایی در پایان دوره $t-1$ است. در محاسبه بازده حسابی به سادگی فرض می‌کنیم که پرداخت‌های میان دوره‌ای به خودی خود هیچ بازدهی ایجاد نمی‌کنند. بدیهی است که این فرض برای دوره‌های بلندمدت چندان مناسب نیست چراکه جریان‌های نقد میان دوره‌ای معمولاً مشمول سرمایه‌گذاری مجدد می‌شوند. بنابراین از بازده‌های حسابی نباید برای افق‌های زمانی بلندمدت استفاده نماییم.

Var را می‌توان بر اساس درصدی از ارزش پرتفوی تعریف کرد که در معرض کاهش ارزش قرار دارد. به این Var ، ارزش

در معرض ریسک درصدی می‌گوییم و آن را با $\%Var$ نمایش می‌دهیم. به نمودار ذیل توجه کنید.



نمودار ۱-۲.۱.۳.۱: بازده حسابی نرمال و ارزش در معرض ریسک

همان‌گونه که ملاحظه می‌کنید، در این نمودار $\%VaR$ در سطح اطمینان $1 - \alpha$ با فرض نرمال بودن توزیع بازده‌های

حسابی ارائه شده است. بدیهی است که طبق تعریف $\%VaR$ برابر صدک آلفای توزیع بازده پرتفوی با علامت منفی می‌باشد:

$$\%VaR = -r^C(\alpha) = -q_r(\alpha) = -F_r^{-1}(\alpha) \quad (2-2.1.3.1)$$

که $r^C(\alpha)$ بازده بحرانی پرتفوی می‌باشد، صدک آلفای بازده پرتفوی، و $F_r^{-1}(\alpha)$ معکوس تابع توزیع تجمعی

بازده پرتفوی است. بدیهی است که تمامی این علائم معانی یکسانی دارند. با داشتن $\%VaR$ محاسبه VaR کار ساده‌ای است. برای

این کار کافی است که ارزش پرتفوی در دوره جاری را در $\%VaR$ ضرب کنیم:

$$VaR = p_0 \times \%VaR \quad (3-2.1.3.1)$$

با فرض این که بازده‌های پرتفوی به صورت نرمال توزیع شده‌اند، می‌توان نوشت:

$$\%VaR = -(\mu_r - \sigma_r z_\alpha) \quad (4-2.1.3.1)$$

که μ_r و σ_r به ترتیب میانگین و انحراف معیار بازده حسابی پرتفوی می‌باشند و z_α نیز معکوس تابع توزیع تجمعی

نرمال استاندارد در سطح اطمینان $1 - \alpha$ است. بدین ترتیب VaR از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$VaR = p_0 \times \%VaR = -p_0(\mu_r - \sigma_r z_\alpha) \quad (5-2.1.3.1)$$

۲.۱.۳.۲. داده‌های مبتنی بر بازده هندسی^۱ و برآورد ارزش در معرض ریسک مبتنی بر آن

بازده‌ها هم‌چنین می‌توانند به شکل هندسی یا مرکب^۲ باشند. بازده هندسی به صورت ذیل محاسبه می‌شود:

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t + D_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1-2.1.3.2)$$

البته این رابطه مربوط به یک نوع خاص از انواع مختلف بازده‌های هندسی یا مرکب، یعنی بازده مرکب مستمر^۳ است. در این

مطالعه هر جا از بازده هندسی نام می‌بریم منظورمان این نوع بازده است که به آن بازده لگاریتمی^۴ نیز می‌گویند. بازده هندسی به‌طور

ضمنی فرض را بر این می‌گیرد که پرداخت‌های میان دوره‌ای به‌طور مستمر مجدداً سرمایه‌گذاری می‌شوند. بازده هندسی نسبت به

بازده حسابی اغلب به لحاظ اقتصادی بار معنایی بیشتری دارد چراکه بدون توجه به چگونگی بازده‌های منفی، ضامن منفی نشدن

قیمت دارایی یا پرتفوی می‌باشد. به عبارتی دیگر، در بازده‌های حسابی یک بازده بسیار پایین یا یک زیان بزرگ گویای این است که

ارزش دارایی یعنی P می‌تواند منفی باشد و منفی بودن قیمت دارایی به ندرت حاوی مفهوم اقتصادی است.

برای محاسبه برآورد VaR بر اساس داده‌های مبتنی بر بازده هندسی و $\%VaR$ از طریق رابطه ذیل استفاده می‌کنیم:

1 Geometric Return
2 Compound
3 Continuous Compound Return
4 Logarithmic Return

$$\%VaR = -R^C(\alpha) = -q_R(\alpha) = -F_R^{-1}(\alpha) \quad (2-2.1.3.2)$$

که $R^C(\alpha)$ بازده هندسی بحرانی است. با فرض این که بازده‌های هندسی دارای توزیع نرمال هستند، خواهیم داشت:

$$\%VaR = -(\mu_R - \sigma_R z_\alpha) \quad (3-2.1.3.2)$$

که σ_R و μ_R به ترتیب میانگین و انحراف معیار بازده هندسی پرتفوی می‌باشند و z_α نیز معکوس تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد در سطح اطمینان $1 - \alpha$ است. برای محاسبه VaR خواهیم داشت:

$$R^C = \ln\left(\frac{P^C}{P_0}\right)$$

$$\Rightarrow \exp(R^C) = \frac{P^C}{P_0}$$

$$\Rightarrow P^C = P_0 \exp(R^C) \quad (4-2.1.3.2)$$

$$VaR = p_0 - P_0 \exp(R^C)$$

$$VaR = p_0 (1 - \exp(R^C))$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$VaR = p_0 [1 - \exp(\mu_R - \sigma_R z_\alpha)] \quad (5-2.1.3.2)$$

توجه داشته باشید که اگر بازده‌های هندسی دارای توزیع نرمال باشند، قیمت‌ها از توزیع لاگ‌نرمال تبعیت می‌کنند. یعنی وقتی $\%VaR$ را برای بازده‌های هندسی نرمال برآورد می‌کنیم، VaR بر اساس صدک مورد نظر بر روی توزیع ارزش (قیمت) لاگ‌نرمال بدست می‌آید. به همین دلیل به این VaR ، ارزش در معرض ریسک لاگ‌نرمال می‌گویند. همیشه به خاطر داشته باشید که وقتی معتقدیم بازده‌های هندسی دارای توزیع نرمال هستند، الزاما باید ارزش در معرض ریسک لاگ‌نرمال را محاسبه نماییم.

۲.۱.۴. سطح اطمینان و افق زمانی

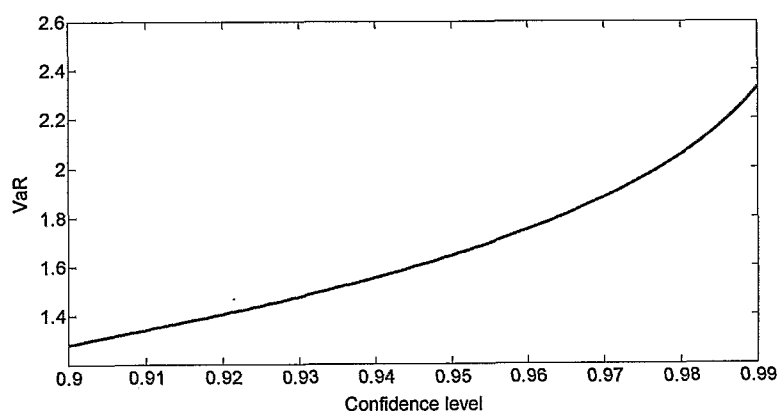
استفاده از VaR مستلزم انتخاب اختیاری دو پارامتر می‌باشد. این دو پارامتر، سطح اطمینان و افق زمانی (دوره نگهداری) هستند. اما چگونه می‌توانیم این پارامترها را تعیین کنیم؟ تعیین سطح اطمینان به اهداف ما بستگی دارد مثلا اگر از VaR برای تعیین الزامات سرمایه کل موسسه استفاده می‌کنیم، به دنبال سطوح اطمینان بالا هستیم اما برای پس‌آزمایی^۱، اغلب از سطوح اطمینان پایین‌تر استفاده می‌کنیم تا به یک نسبت منطقی از تخطی‌ها^۲ دست یابیم. در انتهای این فصل در مورد پس‌آزمایی و روش‌های آن به‌طور مفصل به بحث خواهیم پرداخت. برای تعیین حدود ریسک^۳ معمولا سطوح اطمینان را در بازه ۹۵٪ تا ۹۹٪ تعیین می‌کنیم

1 Backtesting

2 Violations

3 Risk Limits

چراکه این سطوح اطمینان، تعداد کمی تخطی ایجاد می‌نمایند و در نتیجه سرمایه‌گذاران را وادار به جدی تلقی کردن حدود می‌نماید. وقتی از Var برای اهداف گزارش‌دهی و یا مقایسه استفاده می‌کنیم، احتمالاً سطح اطمینان را طوری تعیین می‌نماییم که قابل قیاس با دیگر موسسات باشد. در این مورد هم سطوح اطمینان را در طیفی از ۹۵٪ تا ۹۹٪ انتخاب می‌نماییم. درحالی‌که برای مدیریت ریسک داخلی، سطح اطمینان مورد استفاده برای کنترل مخاطرات ناشی از ریسک حدود ۹۵٪ است. نمودار ذیل چگونگی تغییر Var را در مقابل تغییر سطح اطمینان به نمایش می‌گذارد. در این نمودار برای یک دارایی با ارزش جاری ۱۰۰ تومان که دارای توزیع بازده نرمال می‌باشد ($\sigma = 0.01, \mu = 0$)، اقدام به محاسبه Var نموده‌ایم. این شکل به ما می‌گوید که Var نه تنها با افزایش سطح اطمینان افزایش می‌یابد بلکه همراه با یک نرخ افزایشی می‌باشد و این نکته برای مدیریت ریسک حائز اهمیت است.

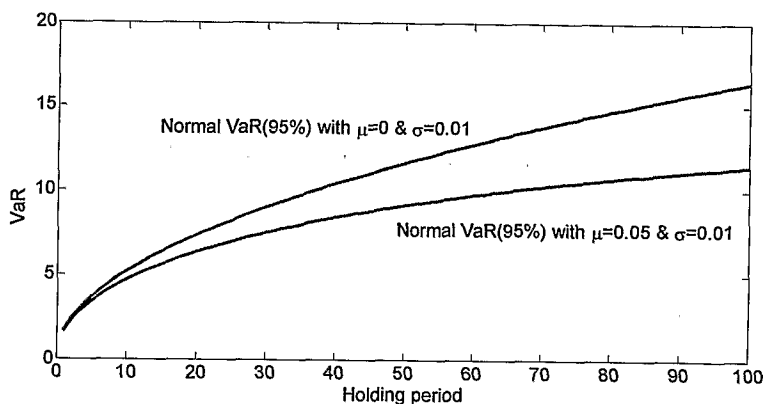


نمودار ۲-۱۴: ارزش در معرض ریسک نرمال و سطح اطمینان

دوره‌های نگهداری رایج یک روز و یا یک ماه هستند اما موسسات می‌توانند دوره‌های نگهداری دیگری را نیز اختیار کنند. مثلاً بسته به افق سرمایه‌گذاری و یا گزارش‌دهی می‌توانند از دوره‌های نگهداری سه ماهه و یا بیشتر نیز استفاده نمایند. دوره نگهداری به نقدینگی بازارهایی که موسسه در آن فعالیت می‌کند نیز بستگی دارد. دوره نگهداری ایده‌آل در یک بازار خاص، مدت زمانی است که ضامن نقدشوندگی مرتب موقعیت‌ها در آن بازار باشد. دوره نگهداری هم‌چنین به نوع موسسه نیز بستگی دارد. افق زمانی می‌تواند از چند ساعت برای یک شرکت فعال در معاملات تا یک سال برای یک صندوق بازنشستگی باشد. از آنجا که Var به دوره نگهداری نیز بستگی دارد، می‌توانیم تغییرات آن را در مقابل تغییرات دوره نگهداری مورد بررسی قرار دهیم. نمودار ذیل گویای چگونگی این تغییرات است. در این نمودار ارزش در معرض ریسک نرمال را برای دو مقدار اختیاری از میانگین و برای دوره‌های نگهداری متغیر از ۱ تا ۱۰۰ روز ترسیم کرده‌ایم. نحوه بررسی تغییرات بر اساس قاعده جذر زمان^۱ است. برای $\mu = 0$ ، Var چند دوره‌ای برابر با حاصل ضرب ریشه دوم تعداد دوره‌ها در Var یک دوره‌ای می‌باشد. مثلاً Var برای دوره‌های بیش از یک روز بر اساس جذر تعداد روزهای دوره مورد نظر در ارزش در معرض ریسک یک روزه بدست می‌آید. بنابراین ارزش در معرض

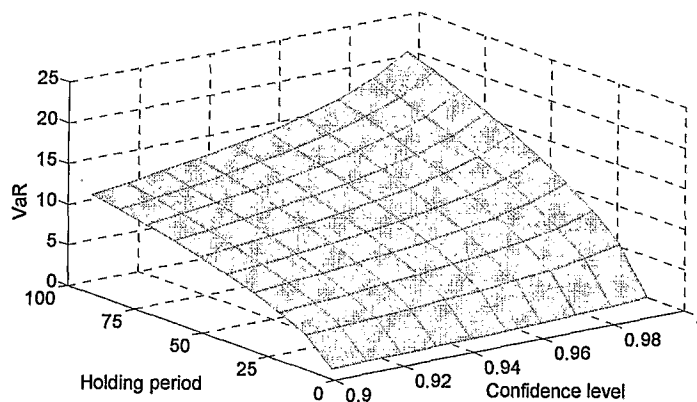
1 Square Root of Time

ریسک برای یک دوره ۱۰۰ روزه ۱۰ برابر ارزش در معرض ریسک یک روزه خواهد بود. برای $\mu > 0$ ، VaR با نرخ پایین‌تری افزایش می‌یابد. بدین ترتیب VaR با تغییر دوره نگهداری تغییر می‌کند و نحوه تغییر آن به طرز قابل ملاحظه‌ای به μ بستگی دارد.



نمودار ۲-۱.۴: ارزش در معرض ریسک نرمال و دوره نگهداری

بنابراین بهترین انتخاب برای این پارامترها به شرایط و اهداف ما بستگی دارد. به هر حال کار کردن با طیفی از این پارامترها نسبت به انتخاب یک مقدار برای آن‌ها ایده خوبی به نظر می‌رسد. بدین ترتیب با انتخاب مقادیر مختلفی از این دو پارامتر به سطوح مختلف ارزش در معرض ریسک^۱ دست می‌یابیم که اطلاعات بیشتری در اختیار قرار می‌دهد. نمودار ذیل گویای سطح ارزش در معرض ریسک نرمال در بازه‌های مختلفی از سطح اطمینان و دوره نگهداری می‌باشد.



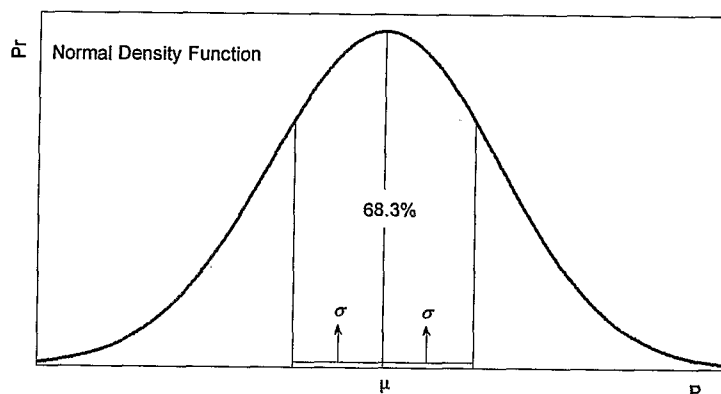
نمودار ۳-۲.۱.۴: سطح ارزش در معرض ریسک نرمال با توجه به سطح اطمینان و دوره نگهداری

۲.۱.۵. مزیت‌های ارزش در معرض ریسک

سؤال می‌شود که چرا ارزش در معرض ریسک بازار اینقدر مورد اقبال بازیگران بازار سرمایه قرار گرفته است. به عبارت دیگر مزیت ارزش در معرض ریسک بازار به‌عنوان یک ابزار سنجش ریسک نسبت به سایر سنجش‌های ریسک چیست؟

ارزش در معرض ریسک بازار با از میان برداشتن مفروضاتی که عموماً برای سنجش ریسک بازار در نظر گرفته می‌شود، تخمین‌های معقول‌تری از ریسک سبد دارایی‌ها بدست می‌دهد به‌طوری‌که کارآمدی آن مورد تأیید مجامع مالی قرار گرفته و جای خود را به‌عنوان سنج مناسب ریسک کاملاً باز کرده است. علت این امر را می‌توان منوط به عوامل ذیل دانست:

یکی از مفروضاتی که در مورد توزیع بازده سری‌های مالی در نظر گرفته می‌شود، نرمال بودن آن‌هاست، درحالی‌که توزیع بسیاری از سری‌های بازده مالی نرمال نیستند و به‌طور فراگیری دارای چولگی^۱ و کشیدگی^۲ هستند. انحراف معیار و شاخص بتا برای محاسبه ریسک بر اساس فرض نرمال عمل می‌کنند و بدین ترتیب در صورت بروز انحراف از توزیع نرمال، احتمال می‌رود که خطاهای قابل ملاحظه‌ای بروز کنند. به نمودار ذیل توجه کنید.



نمودار ۲-۱.۵: انحراف معیار و تابع چگالی احتمال نرمال

همان‌طور که می‌دانیم اگر از میانگین توزیع نرمال به اندازه یک انحراف معیار به سمت چپ و راست منحرف شویم. محدوده حاصل حدود ۶۸ درصد از سطح زیر نمودار می‌باشد. بدین ترتیب تا زمانی که توزیع ارزش پرتفوی، نرمال باشد. انحراف معیار به‌عنوان سنج مناسب ریسک سبد دارایی‌ها، تداعی‌کننده احتمال زیان خواهد بود. اما به محض این‌که توزیع ارزش پرتفوی، از توزیع نرمال فاصله می‌گیرد انحراف معیار کارایی خود را از دست می‌دهد. به نمودار ذیل توجه کنید.

1 Skewness
2 Leptokurtosis