



دانشگاه شیخ بهایی
دانشکده علوم ریاضی و کامپیوتر

عنوان

محاسبه ارزش در معرض ریسک و احتمال ورشکستگی برای فرایندهای انتشار همراه با جهش

استاد راهنما

دکتر افشین پرورده ، دکتر مریم هاشمی

پژوهشگر

اعظم محمدی

چکیده

در این تحقیق بر اساس مقاله‌ی دنیس، فرناندز و مدا (۲۰۰۹) کران‌های بالا و پایین ارزش در معرض ریسک VaR_α ، $0 < \alpha < 1$ ، و کران بالای احتمال ورشکستگی برای سوپریمم یک فرایند داده شده بوسیله‌ی یک حرکت براونی و یک فرایند پواسون مرکب، محاسبه می‌شود. در ابتدا کران‌های بالا و پایین در حالت کلی و بدون در نظر گرفتن نوع توزیع جهش‌ها محاسبه می‌شود. سپس کران‌ها با توجه به نوع توزیع جهش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد و برای هر مورد کران‌های مجانبی برای سطح خطاهای بسیار کوچک، به دست می‌آید و نشان داده می‌شود که این کران‌ها هنگامی که $\alpha \rightarrow 0$ به طور مجانبی بهینه هستند. در آخر نتایج به دست آمده برای یک مورد واقعی‌تر از حرکت براونی به کار می‌رود.

واژه‌های کلیدی: ارزش در معرض ریسک پویا، احتمال ورشکستگی، فرایند انتشار همراه با جهش، بهینگی مجانبی

فهرست مطالب

پ	فهرست مطالب
۱	۱ مقدمه
۱	۱.۱ پیشینه و تاریخچه موضوع
۴	۲.۱ شرح و بیان مساله پژوهشی
۵	۳.۱ چارچوب پایان نامه
۷	۲ تعاریف اولیه و پیش نیازها
۷	۱.۲ تعاریف مالی
۹	۲.۲ بازده و نحوه محاسبه آن
۱۱	۳.۲ ریسک
۱۱	۱.۳.۲ تعریف و اهمیت ریسک
۱۲	۲.۳.۲ دلایل اهمیت ریسک
۱۳	۴.۲ ارزش در معرض خطر (ارزش در معرض ریسک)
۱۵	۱.۴.۲ بیان ریاضی VaR
۱۶	۲.۴.۲ ویژگی‌ها و مزایای VaR
۱۸	۳.۴.۲ برخی انتقادات بر استفاده از VaR به عنوان یک سنج ریسک
۱۹	۵.۲ مروری بر فرایندهای تصادفی

۲۶	۳	محاسبه کران‌های بالا برای $VaR_\alpha(X_t^*)$ و احتمال ورشکستگی
۲۷	۱.۳	مفروضات و نشانه‌گذاری
۲۹	۲.۳	تعیین یک کران بالا برای $VaR_\alpha(X_t^*)$
۳۱	۳.۳	نمونه‌هایی از کران‌های بالا و رفتارهای مجانبی آن
۳۲	۱.۳.۳	فرایندهای فاقد جهش مثبت ($\gamma \leq 0$)
۳۴	۲.۳.۳	فرایندهای دارای جهش با فرایند پواسون ساده
۴۰	۳.۳.۳	فرایندهای دارای جهش با توزیع نمایی
۴۲	۴.۳.۳	محاسبه یک کران بالا برای احتمال ورشکستگی
۴۷	۴	تعیین کران‌های پایین برای $VaR_\alpha(X_t^*)$
۴۸	۱.۴	تعیین کران پایین برای $VaR_\alpha(X_t^*)$ در حالت $\gamma_* \leq 0$
۶۰	۲.۴	تعیین کران پایین $VaR_\alpha(X_t^*)$ در حالت $\gamma_* > 0$
۶۵	۳.۴	بررسی نمونه‌هایی از کران‌های پایین و رفتار مجانبی آن
۶۵	۱.۳.۴	فرایندهای دارای جهش مثبت ($\gamma_* = 0$)
۶۶	۲.۳.۴	فرایندهای دارای جهش با فرایند پواسون ساده
۷۰	۳.۳.۴	فرایندهای دارای جهش با توزیع نمایی
۷۷		فهرست منابع

فصل ۱

مقدمه

در این فصل ابتدا به بیان تاریخچه‌ای مختصر از ارزش در معرض ریسک و مطالعات انجام شده بر روی آن می‌پردازیم. سپس به شرح و بیان مساله مورد بحث می‌پردازیم و در آخر چارچوبی از موارد مندرج در این پایان‌نامه ذکر می‌شود.

۱.۱ پیشینه و تاریخچه موضوع

یکی از مهمترین روش‌های سنجش ریسک بازار استفاده از روش محاسبه ارزش در معرض ریسک می‌باشد. بکار بردن فرایندهای انتشار و یا حتی مدل‌های انتزاعی‌تر برای توصیف ارزش‌داری‌ها کاملاً معمول است. این مدل‌ها شامل حرکت براونی هندسی، کاکس اینگرسول‌راس یا مدل واسی‌چک می‌باشد. در این مسیر می‌توان به کارهایی که توسط دیویس^۱ (۱۹۸۲) [۱۵] برکوچ^۲ و کلاپل‌برگ^۳ (۱۹۹۸) [۱۴] انجام شده، اشاره کرد. پس از آن که شرکت جی.پی.مورگان مدل

^۱Davis

^۲Borkoves

^۳Kluppelberg

ریسک سنجی را در سال ۱۹۹۴ برای اندازه گیری ارزش در معرض ریسک معرفی کرد، این مدل به عنوان روشی برای اندازه گیری ریسک بازار مطرح شد، بانک تسویه بین الملل در سال ۱۹۹۶ مدل ارزش در معرض ریسک را توسط کمیته بال در قالب رهنمودهای نظارت بانکی برای مدیریت ریسک بازار مطرح کرد. هال و وایت^۴ (۱۹۹۸) [۱۹] در تحقیقات خود به بررسی مدل شبیه سازی تاریخی در پیش بینی ریسک بازار پرداختند. در سال های بعد مدل های دیگری نظیر نظریه ارزش نهایی^۵، داده های پر نوسان^۶ و مدل هایی مبنی بر ناهمسانی شرطی واریانس نظیر مدل *GARCH*^۷ در تحقیقات افرادی نظیر بلتراتی و مورانو^۸ (۱۹۹۹) [۱۰] به عنوان روش های سنجش ارزش در معرض ریسک مطرح شد. پاسکال و رومو روئیز^۹ (۲۰۰۱) در تحقیق خود با پیش بینی پارامتریک خطاها و مدلسازی واریانس سبد سرمایه، ارزش در معرض ریسک سبد سرمایه را پیش بینی کردند. بیلینو و پلینزن^{۱۰} (۲۰۰۱) [۱۲] و فن و گو^{۱۱} (۲۰۰۳) [۱۷] روش های شبه پارامتری را جهت پیش بینی ارزش در معرض ریسک مورد استفاده قرار دادند.

تالای^{۱۲} و ژنگ^{۱۳} (۲۰۰۳) [۲۹]، مدل های مونت کارلو را با بسط اولر برای محاسبه ارزش در معرض ریسک برای فرایندهای انتشار با استفاده از چگالی ها ترکیب کردند. از دیگر تحقیقات اخیر در رابطه با سنجش ریسک بازار می توان به تحقیقات سو و یو^{۱۴} (۲۰۰۵) [۲۸] اشاره نمود

^۴Hull and White

^۵Extream value theory

^۶High frequency Data

^۷ General Auto Regressive Conditional Hetrochedasticity

^۸Beltratti and Morana

^۹Pascual, Romo

^{۱۰}Billio Pelizzen

^{۱۱}Fan and Go

^{۱۲}Talay

^{۱۳}Zheng

^{۱۴}So, Yu

که عملکرد مدل های GARCH را در محاسبه ارزش در معرض ریسک پرتفوی سهام در بورس نیویورک مورد بررسی قرار دادند. دنیس^{۱۵}، فرناندز^{۱۶} و مدا^{۱۷} (۲۰۰۷) [۱۶] چندین نوع ارزش در معرض ریسک پویا را برای فرایندهای انتشار کلی تر، اما همچنان بدون جهش معرفی کردند. بیور^{۱۸} (۱۹۶۶) [۱۲] اولین محققى بود که در زمینه ورشکستگی فعالیت کرد و شش نسبت مالی را برای سنجش سلامت شرکتها انتخاب کرد، پس از آن آلمن^{۱۹} (۱۹۶۸) [۶] مدل پیش بینی چند متغیره را برای پیش بینی ورشکستگی بنگاهها معرفی کرد، مدل آلمن به مدل امتیاز Z معروف است. اوهلسون^{۲۰} (۱۹۸۰) [۲۴] از تکنیک لجیت^{۲۱}، مدلی را برای پیش بینی ورشکستگی ارائه کرد. آسموسن^{۲۲} (۲۰۰۰) [۹] و بسیاری محققان دیگر روش هایی از قبیل نمونه گیری مهم را برای تخمین احتمال ورشکستگی در مدل ریسک کلاسیک گسترش دادند. استفاده از احتمال ضمنی اختیاری توسط هیلجست و همکارانش^{۲۳} در سال ۲۰۰۴ برای احتمال ورشکستگی پیشنهاد شد.

^{۱۵}Denis

^{۱۶}Fernandez

^{۱۷}Meda

^{۱۸}Beaver

^{۱۹}Altman

^{۲۰}Ohlson

^{۲۱}Logit model

^{۲۲}Asmossen

^{۲۳}Hillegeist and et al

۲.۱ شرح و بیان مساله پژوهشی

در دهه‌های اخیر، قوانین بین‌المللی، بانک‌ها و موسسه‌های بیمه را ملزم به پس انداز کردن بخشی از سرمایه‌شان کرد که این پس انداز بر طبق کمیته بال^{۲۴} در سال ۱۹۹۶ باید زیان روزانه را برای ۹۵ درصد از موارد و ۹۹ درصد در یک دوره ده روزه پوشش می‌داد. چنین سرمایه‌ای ارزش در معرض ریسک نامیده می‌شود و در میان ریاضیدانان به عنوان یک چندک ۹۵ درصد (و یا ۹۹ درصد) شناخته می‌شود. تخمین چندک‌های بالا یا دم یک توزیع همیشه یک مشکل آماری مهم بوده است. در این تحقیق بر اساس مقاله لورند دنیس، بگونا فرناندز و آنا مدا (۲۰۰۹)، کران‌های بالای VaR_α ، $0 < \alpha < 1$ و احتمال ورشستگی برای سوپریمم یک فرایند داده شده با یک حرکت براونی و یک فرایند پواسون مرکب به دست می‌آید. این فرایند در واقع ارزش سبد سرمایه ای است که توسط موسسه‌های بیمه و یا بانک‌ها سرمایه‌گذاری شده و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$X_t = m + \int_0^t \sigma_s dB_s + \int_0^t b_s ds + \int_0^t \gamma_s - d\tilde{N}_s, \quad t > 0$$

که در آن B یک حرکت براونی، \tilde{N} یک فرایند پواسون مرکب مستقل از B و b یک فرایند انتگرال‌پذیر سازگار است و تنها فرضی که می‌توانیم برای σ و γ داشته باشیم قابل پیش بینی بودن آن و از این رو تصادفی بودن آن است، که مدل‌های تلاطم تصادفی را در برمی‌گیرند. در این تحقیق با فرض این که σ ، γ و b شرایط مناسبی را احراز کنند حدهای بالایی (U_α) و حدهای پایینی (L_α) برای $VaR_\alpha(X_t^*)$ که به صورت زیر تعریف شده است، بدست آمده است.

$$VaR_\alpha(X_t^*) = \inf \{z \in \mathbb{R}, P(X_t^* > z) < \alpha\} = \inf \{z \in \mathbb{R}, P(X_t^* \leq z) \geq q\}$$

که در آن $q = 1 - \alpha$ و X_t^* به صورت زیر تعریف شده است.

$$X_t^* = \sup_{0 < u < t} X_u$$

^{۲۴}Basel Committee

در این تحقیق نشان داده شده که کران‌های به‌دست آمده بهینه مجانبی هستند. (بهینگی مجانبی به این معناست که $\limsup_{\alpha \rightarrow 0} \frac{U_\alpha}{L_\alpha}$ متناهی است) این کار با نتایج تحقیقات دنیس و همکارانش^{۲۵} (۲۰۰۷) متفاوت است زیرا:

(۱) یک مدل کلی‌تر همراه با جهش در نظر گرفته شده که جهش‌ها با یک فرایند پواسون مرکب داده شده‌اند.

(۲) کران بالای احتمال ورشکستگی محاسبه شده است.

(۳) در بعضی موارد کران‌های بالا و پایین برای VaR_α وقتی α به سمت صفر میل می‌کند بطور مجانبی بهینه هستند، که این بهینگی کران‌ها را نشان می‌دهد.

۳.۱ چارچوب پایان‌نامه

در فصل ۲ به ارایه تعاریف و مفاهیم اولیه مالی، فرایندهای تصادفی و هم‌چنین قضیه‌هایی که در این تحقیق مورد نیاز است پرداخته می‌شود. در ابتدای فصل ۳ کران بالای $VaR_\alpha(X_t^*)$ در حالت کلی به دست می‌آید. نمونه‌های مطرح شده در این فصل فرایندهای بدون جهش مثبت، فرایندهای دارای جهش با توزیع پواسون و فرایندهایی دارای جهش با توزیع نمایی هستند. همچنین در این فصل رفتار مجانبی کران‌های بالا هنگامی که $\alpha \rightarrow 0$ مورد بررسی قرار می‌گیرد و کران بالای احتمال ورشکستگی برای یک فرایند داده شده که ارزش دارایی‌های مالی را مدل می‌کند، به دست می‌آید.

فصل ۴ به مطالعه‌ی کران‌های پایین، رفتارهای مجانبی کران‌ها و نسبت آنها با کران‌های بالا اختصاص داده شده است. محاسبه کران‌های پایین به‌طور تکنیکی، کاملاً متفاوت از کران‌های بالایی می‌باشند و فرم آنها به علامت کران پایین فرایند گاما بستگی دارد، به همین دلیل هر مورد به‌طور جداگانه محاسبه می‌شود. در ابتدای این فصل تکنیک اصلی برای به‌دست آوردن کران‌های

^{۲۵}Denis et all

پایین $VaR_\alpha(X_t^*)$ نشان داده شده است و با استفاده از آن کران‌های پایین در حالت کلی و بدون در نظر گرفتن نوع توزیع جهش‌ها محاسبه شده است. در ادامه رفتارهای مجانبی کران‌های پایین برای فرایندهایی که دارای جهش با همان توزیع‌های مطرح شده در فصل قبل می‌باشند به دست آمده و با نتایج مجانبی کران‌های بالا مقایسه و نشان داده شده است که در برخی نمونه‌ها کران‌ها هنگامی که $\alpha \rightarrow 0$ ، بهینه مجانبی هستند.

در انتها، در مثال مطرح شده، نشان داده شده است که چگونه می‌توان نتایج به دست آمده را برای یک مورد واقعی‌تر از حرکت براونی به کار برد.

فصل ۲

تعاریف اولیه و پیش نیازها

مقدمه

در این فصل گذری بر مفاهیم و تعاریف اولیه‌ای شده است که در این تحقیق به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به آن‌ها اشاره یا از آن‌ها استفاده شده است.

۱.۲ تعاریف مالی

۱.۱.۲. دارایی^۱ - در اصطلاحات مالی هر چیزی که توان منفعت رسانی داشته باشد را دارایی می‌نامند. در اقتصاد، دارایی‌ها به دو دسته دارایی‌های مالی و دارایی‌های واقعی تقسیم می‌شوند: دارایی‌های مالی، دارایی‌هایی هستند که به لحاظ فیزیکی ارزش ندارند (و فقط یک برگه کاغذ هستند) و به صورت اوراقی هستند که توسط شرکت‌ها و دولت‌ها منتشر می‌شوند. دارایی‌های واقعی، دارایی‌هایی هستند که به لحاظ فیزیکی دارای ارزش ذاتی هستند و می‌توان آن‌ها را لمس

^۱Asset

کرد، ارزش این دارایی‌ها بسته به مطلوبیتی است که ایجاد می‌کنند، مانند طلا، نقره، اتومبیل، آپارتمان و... [۱]

۲.۱.۲. بازار مالی^۲ - بازار شبکه‌ای است که خرید و فروش کالاها و خدمات در آن انجام می‌پذیرد. بازار نباید لزوماً مفهومی فیزیکی داشته و فضای مشخصی را در بر گیرد. به عنوان مثال بازار معاملات سهام در سطح جهانی، بازاری است که عملیات آن صرفاً از طریق شبکه مخابرات بین‌المللی انجام می‌گیرد و در مجموع جای معینی ندارد، و بازار مالی، بازاری است که در آن، دارایی‌های مالی مبادله (خرید و فروش) می‌شوند. [۱]

۳.۱.۲. بورس اوراق بهادار - بورس کلمه‌ای فرانسوی، به معنای کیف پول می‌باشد. بورس اوراق بهادار به معنی یک بازار رسمی سرمایه است که در آن خرید و فروش سهام شرکت‌ها یا اوراق قرضه دولتی یا مؤسسات معتبر خصوصی، تحت ضوابط و قوانین و مقررات خاصی، انجام می‌شود. مشخصه‌ی مهم بورس اوراق بهادار، حمایت قانون از صاحبان پس‌اندازها و سرمایه‌های راکد و الزامات قانونی برای متقاضیان سرمایه است. بورس اوراق بهادار، از سویی مرکز جمع‌آوری پس‌اندازها و نقدینگی بخش خصوصی به منظور تأمین مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری بلندمدت است و از سویی دیگر، مکان رسمی و مطمئنی است که دارندگان پس‌اندازهای راکد می‌توانند در آن محل مناسب و ایمن، وجوه مازاد خود را برای سرمایه‌گذاری در شرکت‌ها به کار انداخته یا با خرید اوراق قرضه‌ی دولت‌ها و شرکت‌های معتبر، از سود معین و تضمین شده‌ای برخوردار شوند. [۲]

۴.۱.۲. سهم (سهام) - سهم به معنای بخشی از دارایی‌های یک شرکت یا کارخانه است. دارنده سهم، به همان نسبتی که سهم در اختیار دارد، در مالکیت شرکت یا بنگاه تولیدی شریک است. [۳]

^۲Financial Market

۵.۱.۲. سرمایه‌گذاری - سرمایه‌گذاری یعنی صرف نظرکردن از مصرف در زمان حال به امید مصرف بیشتر در آینده. سرمایه‌گذاری در بورس، به معنای خرید سهام است که معمولاً با دو دیدگاه انجام می‌شود: بهره بردن از افزایش قیمت سهام و یا سرمایه‌گذاری برای بهره بردن از سود سالیانه سهم. [۳]

۶.۱.۲. سبد سرمایه^۳ - عبارت است از ترکیبی از دارایی‌ها که توسط یک سرمایه‌گذار برای سرمایه‌گذاری تشکیل می‌شود. این سرمایه‌گذار می‌تواند یک فرد یا یک مؤسسه باشد. از نظر تکنیکی، یک پرتفولیو در برگیرنده مجموعه‌ای از دارایی‌های واقعی و مالی سرمایه‌گذاری شده‌ی یک سرمایه‌گذار است (پرتفولیو عبارت است از سبد سهامی که برای کاهش ریسک سرمایه‌گذاری تهیه می‌شود). [۳]

۲.۲ بازده و نحوه محاسبه آن

کسب سود از یک دارایی، در یک سرمایه‌گذاری را بازدهی دارایی گویند. در اینجا سه نوع بازدهی معرفی شده است:

۱.۲.۲. بازدهی یک دوره‌ای ساده - اگر P_t قیمت دارایی در زمان t باشد و دارایی را برای یک دوره، یعنی از زمان $t-1$ تا زمان t در اختیار بگیریم، بازدهی مورد انتظار ساده عبارت است از: [۳]

$$R_t = (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1} \quad (۱.۲)$$

۲.۲.۲. بازدهی مرکب پیوسته - بازدهی مرکب پیوسته یا بازدهی لگاریتمی را با r_t نشان می‌دهند و به صورت زیر تعریف می‌شود: [۳]

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln(P_t / P_{t-1}) \quad (۲.۲)$$

^۳Portfolio

۳.۲.۲. بازدهی سبد سرمایه- فرض کنید در یک سبد سرمایه مانند Π ، N نوع دارایی مختلف شرکت دارند و فرض کنید برای هر $1 \leq i \leq N$ ، وزن i امین دارایی شرکت کننده در این سبد سرمایه ω_i است. در اینجا منظور از ω_i ، درصدی از ارزش سبد سرمایه است که به سرمایه گذاری روی دارایی i ام اختصاص یافته است، با این فرض ها بازدهی ساده Π در زمان t به صورت زیر تعریف می شود:

$$R_{\Pi,t} = \sum_{i=1}^N \omega_i R_{i,t} \quad (۳.۲)$$

که در آن $R_{i,t}$ بازدهی دارایی i ام در زمان t است.

در حالی که کلیه بازدهی های ساده دارایی های شرکت کننده در سبد سرمایه بسیار کوچک هستند، می توان بازدهی مرکب پیوسته برای سبد سرمایه را به طور تقریبی به صورت زیر محاسبه کرد: [۳]

$$r_{\Pi,t} = \sum_{i=1}^N \omega_i r_{i,t} \quad (۴.۲)$$

۴.۲.۲. بازدهی تحقق یافته (بازدهی واقعی)- بازدهی تحقق یافته، بازدهی است که واقع شده است، یا بازدهی که کسب شده است. در واقع بازدهی تحقق یافته بازدهی است که برای ما حاصل شده است. [۳]

۵.۲.۲. بازدهی مورد انتظار^۴ - بازدهی مورد انتظار، عبارت است از بازده تخمینی یک دارایی که سرمایه گذاران انتظار دارند در یک دوره آینده به دست آورند. بازده مورد انتظار با عدم اطمینان همراه است و احتمال دارد برآورده شود و یا برآورده نشود. سرمایه گذاران برای کسب بازدهی مورد انتظار بایستی یک نوع دارایی را خریداری و توجه داشته باشند که این بازده ممکن است تحقق نیابد. [۳]

^۴ Realize Return

برای مثال، سرمایه‌گذاری روی اوراق بهادار ریسک‌دار و بلند مدت می‌تواند باعث برآورده شدن بازدهی مورد انتظار سرمایه‌گذاران شود، در حالی که در کوتاه مدت این امر کمتر اتفاق می‌افتد.

۳.۲ ریسک

۱.۳.۲ تعریف و اهمیت ریسک

۱- تعریف ریسک

زیان بالقوه قابل اندازه‌گیری یک سرمایه‌گذاری را ریسک می‌نامند. از طرفی، هر نوع سرمایه‌گذاری با عدم اطمینان‌هایی مواجه می‌گردد که بازده سرمایه‌گذاری را در آینده مخاطره‌آمیز می‌سازد، در واقع ریسک یک دارایی سرمایه‌ای بدین خاطر است که این احتمال وجود دارد که بازده حاصل از دارایی کمتر از بازده مورد انتظار شود، بنابراین ریسک عبارت است از احتمال تفاوت بین بازده واقعی و بازده پیش‌بینی شده (مورد انتظار). همان‌طور که از این تعاریف برمی‌آید، ریسک یعنی احتمال زیان، و این تعریف شامل دو جنبه اصلی از ریسک است:

۱- مقدار زیان می‌بایست قابل اندازه‌گیری باشد.

۲- عدم اطمینان در رابطه با آن زیان نیز می‌بایست وجود داشته باشد (یعنی در سرمایه‌گذاری رانت اطلاعاتی وجود نداشته باشد).

در اکثر تعاریفی که از ریسک شده است به صورت روشن به دو جنبه آن، یعنی زیان و عدم اطمینان، اشاره شده است. ولی سومین جنبه آن، یعنی انتخاب معمولاً به صورت ضمنی مورد اشاره قرار می‌گیرد که منظور از انتخاب، چگونگی توجه نمودن به آن است. این سه شرط، پایه‌های اساسی ریسک و مبنایی برای بررسی عمیق‌تر آن است. [۱]

۲- اهمیت ریسک

ریسک یکی از کلیدی‌ترین مشخصه‌های شکل‌گیری تصمیم در حوزه سرمایه‌گذاری، امور مربوط به بازارهای مالی و انواع فعالیت‌های اقتصادی است. در بیشتر کتب اقتصادی، از سه عامل کار، زمین و سرمایه به عنوان نهاده‌های اصلی تولید نام برده می‌شود. اما با کمی تأمل دانسته می‌شود که سه عامل شرط لازم برای تولید است؛ اما شرط کافی در فرایند تولید چیزی جز عامل ریسک نیست. به عبارت دیگر، چنانچه سه عامل وجود داشته باشد، اما تولید کننده زیان‌های احتمالی این فرایند را متقبل نشود، هرگز تولید صورت نخواهد گرفت. از این رو در برخی مطالعات از عامل ریسک به عنوان عامل چهارم در فرایند تولید یاد می‌شود. [۱]

۲.۳.۲ دلایل اهمیت ریسک

۱- تبدیل دارایی‌ها به اوراق بهادار

تبدیل دارایی‌ها به اوراق بهادار، سازوکاری است که به وسیله آن دارایی‌ها به وجه نقد تبدیل می‌شوند. به عبارت دیگر، تبدیل به اوراق بهادار کردن، تکنیکی است که در آن، شرکتی به فروش دارایی‌های مالی خود به شخصیت حقوقی جدید اقدام کرده و آن شخصیت حقوقی نیز جهت تأمین مالی خرید انجام‌شده، به انتشار اوراق بهادار اقدام می‌کند، که در واقع این فرایند منافع بسیاری برای صادرکنندگان اوراق دارد و ریسک را به وام‌دهندگان انتقال می‌دهد. بنابراین نوآوری‌های مالی، موجب طراحی ابزارهای مالی جدید شده است که پیچیدگی فراوانی دارند.

۲- اندازه‌گیری عملکرد بر مبنای ریسک

اندازه‌گیری بازده به تنهایی اطلاعاتی در زمینه ریسک و نوسان بازده به دست نمی‌دهد. از آنجا که کسب بازده فقط در مقابل هزینه ریسک بالاتر قابل حصول است، ارزیابی عملکرد مدیران نمی‌تواند مبتنی بر محاسبه‌ی بازده باشد؛ بلکه بازدهی تعدیل شده ریسک، مبنای ارزیابی است.

در دو دهه‌ی گذشته، عوامل ریسک بازار موجب ورشکستگی شرکت‌ها و بانک‌های بزرگی نظیر بانک‌ها و شرکت‌های زیر شده است:

- اورنج کانتی^۵ به سبب نوسان نرخ بهره.
- بانک برنبرگ^۶ به سبب نوسان بازار سهام ژاپن.
- ناتوست و یو.اس.بی.^۷ به سبب اشتباه در قیمت‌گذاری اختیار معامله، به سبب پذیرش ریسک بالا.

۴.۲ ارزش در معرض خطر (ارزش در معرض ریسک)

ارزش در معرض خطر، حداکثر زیان مورد انتظار سبد دارایی‌ها (سبد سرمایه)، در شرایط عادی بازار، در طول افق زمانی معین (یک روز، یک ماه، یا یک هفته) و برای یک سطح اطمینان معین است. تعیین ارزش در معرض خطر، تلاشی است برای اینکه عدد معینی به تحلیل‌گر ارائه شود که در آن اطلاعات در مورد ریسک سبد سرمایه به طور فشرده و تلخیص شده موجود باشد. در واقع ارزش در معرض خطر انواع ریسک‌ها را در یک عدد خلاصه می‌کند تا بدین وسیله اطلاعات مفید و قابل استفاده‌ای برای سرمایه‌گذار فراهم شده و از محاسبات ریسک تا حدود زیادی کاسته شود. امروزه این روش در سطح گسترده‌ای بین شرکت‌ها، مدیران و مؤسسات مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

معیار VaR را می‌توان به صورت زیر نیز تفسیر نمود:

”به اندازه $(1 - \alpha)$ درصد اطمینان داریم که در N روز آینده بیش از V دلار از دست نخواهیم داد”، که در آن متغیر V همان ارزش در معرض خطر یا VaR سبد سرمایه می‌باشد که در بردارنده

^۵Orange county

^۶Berenberg

^۷Natwest & usb

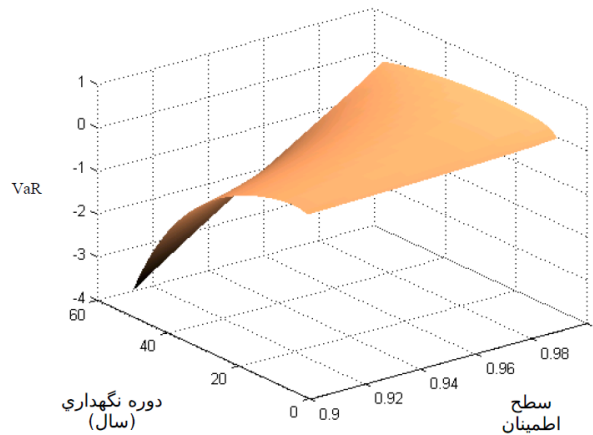
دو پارامتر N یعنی افق زمانی و $1 - \alpha$ یعنی سطح اطمینان است. برای محاسبه حد کفایت سرمایه لازم جهت نگهداری در یک بانک و به منظور اجتناب از ریسک بازار، ضابطان ناظر بر بانک‌ها، $N = 10$ و $(1 - \alpha) = 99$ درصد را در نظر می‌گیرند. [۱۸]

همان طور که در تعریف VaR مشاهده می‌شود، این معیار به سه پارامتر که ذیلاً شرح داده می‌شود وابسته است:

(الف) **افق زمانی محاسبه VaR** - مدت یک دوره‌ی زمانی را نشان می‌دهد که انتظار می‌رود در این دوره، مبلغی از ارزش سبد سرمایه (حداکثر زیان) از دست برود. در این جا این پارامتر را با N و افق زمانی را به صورت تعداد روز نشان می‌دهد، که بر اساس اهداف مدیریت و ویژگی‌های سبد سرمایه، می‌تواند تغییر کند. [۱۸]

(ب) **سطح اطمینان** - میزان احتمال معینی را نشان می‌دهد که انتظار داریم مبلغی از ارزش سبد سرمایه، ظرف مدت یک دوره‌ی زمانی مشخص (افق زمانی) و با این میزان احتمال معین از دست برود. در این جا این پارامتر با $(1 - \alpha)\%$ نشان داده شده است که به α سطح خطا گفته می‌شود. توجه کنید که ضریب اطمینان معمولاً بین ۹۰ تا ۹۹ درصد انتخاب می‌شود اما در عین حال امکان انتخاب دیگر ضرایب نیز برای کاربر وجود دارد. برخی از شرکت‌ها به جای استفاده از یک ضریب اطمینان، از ضرایب اطمینان مختلف استفاده می‌کنند. طریقه انتخاب ضریب اطمینان مناسب، با توجه به بالاترین میزان ضرر و زیانی که بنا بر مورد استفاده بااهمیت است، تعیین می‌شود. [۱۸] شکل زیر ارتباط بین سطح اطمینان و بازه زمانی را به‌طور هندسی نمایش می‌دهد.

(ج) **واحد پول** - یکی از ویژگی‌های مهم معیار VaR این است که، این معیار میزان ریسک را به مقیاس یک واحد پولی تعیین می‌کند و معمولاً بر اساس پول رایج هر کشور و یا واحد پولی که توسط شرکت معین می‌شود، بیان می‌شود. به عنوان مثال یک بانک آمریکایی ممکن است از واحد دلار یا یک بانک سوئیسی از واحد فرانک برای محاسبه ریسک استفاده نمایند. [۱۸]



شکل ۱.۲: رابطه‌ی ارزش در معرض خطر، سطح اطمینان و بازه زمانی [۱۸]

۱.۴.۲ بیان ریاضی VaR

فرض کنید (Ω, F, P) یک فضای احتمال و X یک متغیر تصادفی حقیقی مقدار است که تغییرات ارزش سبد سرمایه (مقدار سود یا زیان سبد سرمایه) را در یک افق زمانی معین نشان می‌دهد. فرض کنید $F_X(x) = P[X \leq x]$ تابع توزیع تجمعی X باشد، در این صورت VaR برای یک سطح اطمینان $(1 - \alpha)\%$ ، آن مقداری است که در رابطه‌ی زیر صدق می‌کند:

$$P[X \leq VaR] = \alpha \quad (۵.۲)$$

رابطه (۵.۲) بیان می‌کند که احتمال این که زیان سبد سرمایه در دوره زمانی داده شده، کمتر از ارزش در معرض خطر باشد، برابر α است. در واقع می‌توان نوشت:

$$VaR = F_X^{-1}(\alpha) \quad (۶.۲)$$

همچنین:

$$VaR = F_X^{-1}(\alpha) = \inf\{x : F_X(x) \geq \alpha\} \quad (۷.۲)$$

در رابطه (۷.۲)، مقدار $\inf\{x : F_X(x) \geq \alpha\}$ کوچک‌ترین عدد x را نشان می‌دهد که احتمال اینکه زیان X کوچک‌تر یا مساوی x باشد، بزرگ‌تر از α شود.

۲.۴.۲ ویژگی‌ها و مزایای VaR

۱. VaR را می‌توان در مورد سبد سرمایه متشکل از سهام، اوراق قرضه، کالا و ابزارهای مشتقه به کار برد. همچنین می‌توان از آن برای تجمیع ریسک گروه‌های مختلفی از دارایی‌ها و مقایسه ریسک بازار دارایی‌ها و پرتفوی‌های مختلف استفاده کرد. این ویژگی VaR، این امکان را فراهم می‌آورد تا مدیران سهم هر یک از عوامل ریسک، پرتفوی‌ها و گروه‌های مختلف دارایی‌ها را در تعیین ریسک کل مشخص کنند. این معیار کاربرد زیادی برای قانون‌گذاران و دستگاه‌های نظارتی دارد. به عنوان مثال کمیسیون بورس و اوراق بهادار در ژانویه ۱۹۹۷، همه مؤسسات مالی و شرکت‌های سهامی عام با ارزش سهام بیش از ۲/۵ میلیارد دلار را موظف کرد تا ریسک بازار خود را با معیار ارزش در معرض خطر اعلام و محاسبه کنند. همچنین کمیته بال، بانک‌ها را از سال ۱۹۹۵ موظف کرد تا سقف سرمایه خود را بر این اساس مشخص و رعایت کنند.

۲. ارزش در معرض خطر برای ابزارهای مالی که توزیع احتمال بازده شان نرمال یا غیر نرمال است قابلیت کاربرد دارد. در واقع تمرکز VaR بر روی دُم توزیع است. به طور خاص، ارزش در معرض ریسک، معمولاً برای سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد و حتی بالاتر محاسبه می‌شود. در نتیجه، این روش به عنوان معیاری برای ریسک رو به پایین (ریسک نامطلوب) مطرح است و می‌توان از آن برای توزیع‌های نامتقارن و دارای چولگی استفاده کرد. در حالی که استفاده از انحراف معیار به توزیع‌های متقارن و نرمال محدود می‌شود. VaR برای توزیع نرمال با سطح اطمینان $(1 - \alpha)$ درصد در شکل (۲.۲) نمایش داده شده است.

۳. ارزش در معرض خطر چارچوبی برای اندازه‌گیری و تحلیل ریسک است که می‌توان آن را در مورد انواع دارایی‌ها به صورت یکسان به کار برد. در نتیجه با استفاده از VaR، سبد سرمایه متشکل از اوراق قرضه با پرتفوی تشکیل یافته از سهام، قابل مقایسه خواهد بود. همچنین ارزش در معرض خطر در مورد ماهیت و انواع ریسک به سرمایه‌گذاران