اندازه‌گیری ریسک دارایی شرکتها و مؤسسات مالی با استفاده از روش ارزش در معرض ریسک

کامبیز پیکارجو [*]
بهنام شهریار [**]
نیما نوراللهی [***]

آنچه که در نظریات جدید مالی در ارتباط با ریسک و اندازه‌گیری آن وجود دارد ریسک‌های نامطلوب (ریسک‌هایی که با قبول آنها صرف ریسک منفی شده و مخرب می‌باشند) و اندازه‌گیری آنها است. یکی از روشهای اندازه‌گیری اینگونه ریسک‌ها ارزش در معرض

[*]. دکتر کامبیز پیکارجو؛ عضو هیأت علمی دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات تهران.
E. mail: dr.k.peykarjou@gmail.com
[**]. بهنام شهریار؛ دانشجوی دکتری اقتصاد- دانشگاه مازندران.
E. mail: shahriarbehnam@gmail.com
[***]. نیما نوراللهی؛ کارشناس ارشد اقتصاد و مدیر منابع انسانی شرکت بیمه ملت.
E. mail: noor347@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

ریسک(VaR)[1] است[2]. بطور کلی اهمیت VaR که نحوه محاسبه و مبانی نظری آن در این نوشتار بیان شده، در محاسبه سرمایه مورد نیاز شرکتهای مالی برای پوشش فعالیتهای مالی خود (سرمایه اقتصادی[3]) نمایان می‌شود. در واقع هدف اصلی از این نوشتار ارائه روش ارزش در معرض ریسک به عنوان راه حلی مناسب برای اندازه گیری ریسک و تعیین ریسک مدیریت دارایی به عنوان یکی از ارکان اصلی تعیین سرمایه اقتصادی بر مبنای ریسک‌های شرکتهای مالی است. در این مقاله به منظور تعریف و تعیین ارزش در معرض ریسک ابتدا با بیان متدولوژی VaR، از روشهای پارامتریک؛ نظیر روشهای واریانس- کواریانس ساده و برمبنای ARCH و GARCH[4] جهت اندازه گیری ارزش در معرض ریسک پرتفولیوی داراییهای سهام و سرمایه اقتصادی مربوط به آن در یک شرکت سرمایه‌گذاری[5] در بازار بورس اوراق بهادار کشور استفاده کرده ایم.

کلید واژه‌ها:

بورس اوراق بهادار تهران، ریسک، ارزش در معرض ریسک، سرمایه اقتصادی، شبیه‌سازی تاریخی، شبیه‌سازی مونت کارلو، مدلهای ARCH و GARCH

Archive of SID

---

1. Value at Risk.

2. باید متذکر شد که سه روش کلی برای اندازه گیری ریسک وجود دارد که عبارتند از :
الف) واریانس یا انحراف معیار، ب) ضریب تغییرات و ج) VaR . از آنجا که بحث ما مقایسه سه روش فوق نیست، از تعریف موارد (الف و ب) خودداری می‌کنیم.

3. سرمایه اقتصادی یک شرکت حداقل سرمایه مورد نیاز شرکت با توجه به ریسک فعالیتهای آن جهت پوشش دادن مالی می باشد.

4. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity & Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity.

5. شرکت سرمایه‌گذاری میلاد کوثر

www.SID.ir

مقدمه

با گذشت زمان به دلیل گسترش خطرات و حوادث نامطلوب مختلف در جهان که بخشی از آن از افزایش فعالیتهای اقتصادی، اجتماعی و... بشریت نشأت می‌گیرد، بی‌اطمینانی نسبت به آینده بیشتر شده است. خطر یا ریسک[1] یکی از مفاهیم پایه ای در بازارهای مالی می‌باشد. این مفهوم از پیچیدگی خاصی برخوردار است و از آنجا ناشی می‌شود که با توجه به عدم وجود تصویر دقیق از تحقق خطر، بازارهای مالی نیازمند رویکردهای کنترل و مدیریت ریسک هستند. باید توجه کرد که مهمترین تصور از خطر همان احساس بوجود آمدن زیان مالی است. به عبارت دیگر ریسک؛ امکان وقوع حوادث نامطلوب است.

در چند سال اخیر، با بررسی علل نوسانات مالی مشخص می‌شودکه عوامل مختلفی در ایجاد نوسانات فراوان در بازارهای مالی (بیمه‌ها، بانک‌ها و ...) مؤثر بوده اند. از جمله این مسائل تغییرات عظیم در اقتصادهای نوظهور به علت بحران بزرگ سالهای ۱۹۹۸-۱۹۹۷ در جنوب شرق آسیا ، بلایای طبیعی نظیر زمین لرزه سانفرانسیسکو، حملات تروریستی ۱۱سپتامبر در ایالات متحده، جنگ دوم خلیج فارس و غیره می‌باشد. بروز چنین حوادثی موجب ایجاد اختلال در فعالیتهای سازمانها و شرکتهای مالی، تجاری و حتی تولیدی می‌شود. از این‌رو اغلب مالکان مؤسسات مالی مایل به تعیین سرمایه اقتصادی لازم برای پوشش فعالیتهای مالی خود؛ یعنی سرمایه ریسک اقتصادی یا سرمایه بر مبنای ریسک[2]هستند. مباحث مربوط به کفایت سرمایه و توانگری مالی مؤسسات مالی در ابتدا در سال ۱۹۸۸ توسط کمیته بال[3] برای بانک‌های تجاری در مورد ریسک‌های اعتباری الزام شد. این بانک‌ها موظف شدند که با ابزاری نظیر VaR سرمایه اقتصادی خود را تعیین کنند. تعیین سرمایه اقتصادی بر مبنای ریسک موجب محدود شدن ناتوانی شرکتهای مالی، بانک‌ها و بیمه‌ها در پاسخگویی

---

[1]. در ادبیات بیمه ریسک احتمال بروز خطر منجر به خسارت و یا به عبارتی احتمال خسارت بالقوه می باشد.

[2]. Risk-Based Capital.

[3]. کمیته بال(Basle Committee) مسئولیت کنترل توانگری کلیه مؤسسات مالی در سراسر ایالات متحده داشته و مؤسسه NAIC این مسئولیت را برای شرکتهای بیمه در داخل ایالات به عهده دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

به مطالبات احتمالی بستانکاران و پوشش مالی فعالیتهای مالی این شرکتها در بازارهای مالی می‌شود.

همانگونه که گفته شد آنچه که برای یک شرکت یا مؤسسه مالی حائز اهمیت است بررسی ریسک‌های نامطلوب می‌باشد، براین اساس خسارات که منشأ ریسک هستند. در ادبیات ارزش در معرض ریسک به صورت زیر طبقه بندی می‌شوند[1] :

الف) خسارت انتظاری (EL)[2]: شامل خساراتی است که برای افزایش و بهبود زیرساختهای کسب و کار بایستی در نظر گرفته شوند. پوشش این خسارات از محل سود شرکت صورت می‌گیرد.

ب) خسارت غیر منتظره (UEL)[3]: شامل خساراتی است که غیرمعمول بوده، یعنی قابل پیش‌بینی می‌باشند . این خسارات ، خساراتی هستند که شرکت در طول دوره کسب و کار باید قادر به جذب آنها باشد. جذب و پوشش این خسارت (پاسخگویی به خسارات) از محل ذخایر تأمین می‌شود.

ج) خسارات نگران کننده یا فاجعه‌آمیز (CSL)[4]: سناریوهایی از خسارات بوده که اگر چه غیر محتمل هستند، لیکن با وجود آنها شرکتها باید قادر به ادامه فعالیت باشند. جذب و پوشش این خسارات از محل سرمایه و حقوق صاحبان سهام صورت می‌گیرد.

ذکر این نکته در اینجا لازم است که سرمایه اقتصادی مورد نیاز با ریسک پرتفولیو یک شرکت مالی (اعم از بیمه ،بانک و ...) ارتباط تنگاتنگی دارد و این ارتباط خود را در تابع توزیع احتمال خسارات پرتفولیوی شرکت نمایان می‌سازد (شکل ۱).

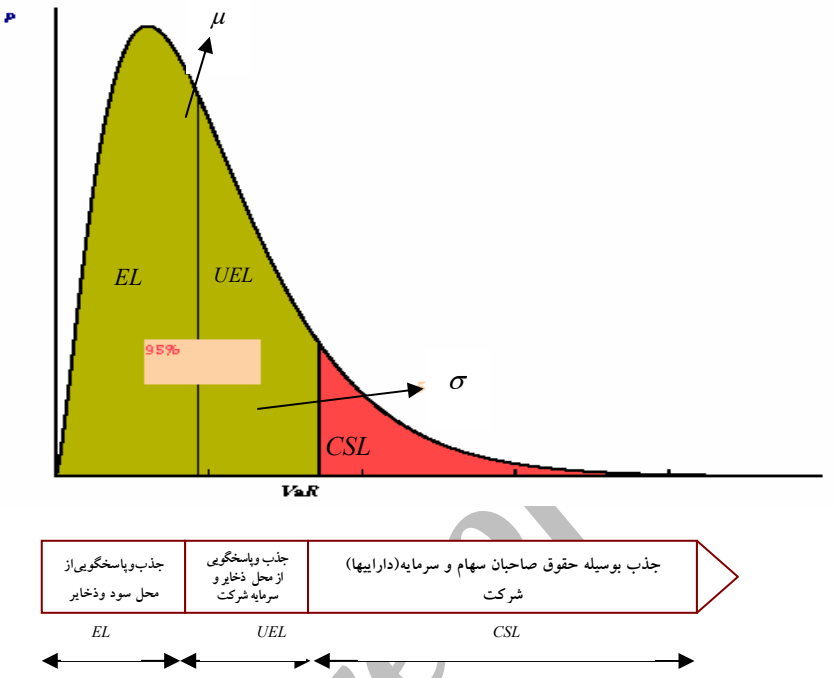
مسأله بسیار مهم در مورد احتمال مربوط به خسارات پرتفولیو این است که خساراتی که از مقدار معین فراتر می‌رود، با استفاده از سطح زیر تابع چگالی -که از سمت راست محدود می‌شود- نمایش داده می‌شوند. همچنین خسارت انتظاری مؤسسه مالی خسارتی است که مؤسسه مذکور انتظار دارد در یک دوره زمانی معین به وقوع بپیوندد.

---

1. J. Alexander, (1999).
2. Expected Loss
3. Unexpected Loss
4. Carastrophic or Stress Loss

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۱. تقسیم بندی ریسک و خسارات در مؤسسات مالی



ارزش در معرض ریسک (VaR) [1]

ارزش در معرض ریسک از خانواده معیارهای اندازه گیری ریسک نامطلوب است. این شاخص حداکثر خسارت انتظاری یک پرتفولیو (یا بدترین زیان ممکن) را برای یک افق زمانی مشخص با توجه به یک فاصله اطمینان معین بیان می‌کند.

حداکثر خسارت ممکن یک پرتفولیو (VaR) با توجه به تابع چگالی خسارت که با f نمایش داده می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردد. ارزش در معرض ریسک در حقیقت چندک [2] تابع f در سطوح بحرانی (۰/۰۵ و ۰/۰۱ = α) است. بنابراین طبق تعریف:

[1]. Jorion. Ph, 2000, Value At Risk, , Mc Graw-Hill, 205-227.
[2]. Quantile

Archive of SID
www.SID.ir

$$P(Loss \le VaR) = \int_0^{VaR} f(L)dL = 1-\alpha \qquad (۱)$$

$$VaR_{1-\alpha} = F^{-1}(1-\alpha) \qquad (۲)$$

مفهوم VaR، یک شیوه پذیرفته شده برای فهم نحوه اندازه‌گیری ریسک یک پرتفولیو است. اصولاً هدف از استفاده از شیوه ارزش در معرض ریسک، حداکثر نمودن ارزش پرتفولیویی است که در یک دوره زمانی مشخص با یک سطح اطمینان مشخص و معین می‌تواند دچار سود یا زیان شود. برای بیان این مفهوم، فرض بر آن است که پرتفولیوی اولیه در یک بازار مالی نظیر بازار بورس اوراق بهادار به صورت W_1 بوده و از طرفی ما دو دوره زمانی داریم؛ در این صورت در پایان دوره، پرتفولیوی با $\%r$ رشد کرده و به W_0 می‌رسد (r می‌تواند مثبت یا منفی باشد) :

$$W_1 = W_0(1+r_1) \qquad (۳)$$

در رابطه بالا r نرخ رشد و یا به عبارتی ضریب سود یا زیان پرتفولیو است.

$$\Delta W = W_1 - W_0 = r_1 W_0 \qquad (۴)$$

حال اگر فرض کنیم که دوره های زمانی محاسبه بازده بیشتر شود، در این صورت دارای یک سری زمانی از بازده خواهیم بود. طبق تعریف VaR در سطح اطمینان $1-\alpha$ برابر است با :

$$P(\Delta W \le VaR) = 1-\alpha \qquad (۵)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$P(r \le VaR_r) = \int_0^{VaR} f(r)d(r) = 1-\alpha$$
$$VaR_r = F^{-1}(1-\alpha) \qquad (۶)$$

در رابطه بالا $f(r)$، تابع توزیع احتمال نرخ تغییرات پرتفولیو است. لازم به تذکر است که اگر r منفی باشد به عنوان درصد خسارت پرتفولیو محسوب می‌شود. VaR_r برابر با نرخ تغییرات بحرانی است و در حقیقت کوانتیل سطح اطمینان $1-\alpha$ می‌باشد. می‌توان گفت که در ازای هر نرخ تغییر r مقدار پرتفولیویی وجود دارد و به ازای نرخ بازده بحرانی r^* نیز مقدار پرتفولیوی بحرانی در سطح اطمینان $1-\alpha$ وجود دارد که اگر آنرا با W^* نمایش دهیم، خواهیم داشت:

$$VaR = E[W] - W^* = -W_0(r^* - \mu) \qquad (۷)$$
$$VaR = W_0 - W^* = -W_0 r^*$$

روشهای اندازه گیری VaR

روش واریانس-کواریانس [1]

این شیوه تخمین، یک روش خطی است. برای تخمین VaR در این روش فرض می‌کنیم، که تغییر در ارزش پرتفولیو ΔW می‌باشد. این روش بیشتر در اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک سرمایه‌گذاریها در بازارهای مالی کاربرد دارد و فرض اساسی آن نرمال بودن توزیع داده های بازده داراییها است. در این روش ابتدا ارزش در معرض ریسک با استفاده از روش واریانس- کواریانس ساده و سپس با استفاده از واریانس- کواریانس براساس مدل‌های ARCH وGARCH (متغیر) محاسبه می‌شود.

[1]. Variance-Covariance Method

Archive of SID
www.SID.ir

روش واریانس- کواریانس ساده

همانگونه که می‌دانیم بازده یک دارایی از نرخ رشد قیمت آن دارایی بدست می‌آید($r = \frac{p_s - p_{s-1}}{p_{s-1}}$) و طبق تعریف داریم:

$$E(r_s) = \sum_{s=1}^{S} r_s P_s$$
$$\sigma_r^{\,2} = \sum_{s=1}^{S} \left(r_s - E(r)\right)^2 P_s \qquad (۸)$$

در رابطه فوق r_s ، P_s ، $E(r)$ و $\sigma_r^{\,2}$ به ترتیب بازده، احتمال، میانگین و واریانس بازده دارایی منفرد هستند (درابطه فوقs مشاهدات سری زمانی r_s است). می‌توان این روابط را برای پرتفولیو یی متشکل از چند دارایی نیز بسط داد. چنانچه از قبل می‌دانیم ، نرخ تغییرات یک پرتفولیو متوسط وزنی نرخ تغییرات عوامل تشکیل‌دهندهٔ پرتفولیو است. بنابراین :

$$r_p = \sum_{i=1}^{n} w_i r_i \qquad (۹)$$

در رابطه بالا w_i وزن دارایی i ام پرتفولیو می‌باشد. از طرفی می‌دانیم که واریانس پرتفولیو نیز برابر با رابطه زیر است[۱] :

$$\sigma_p^{\,2} = \sum_{i=1}^{n} w_i^{\,2} \sigma_i^{\,2} + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i w_j \sigma_{ij} \qquad i = 1,\ldots,n \qquad (۱۰)$$

[۱]. رضا راعی و احمد تلنگی، ***تئوری پرتفولیوی مدرن***، (تهران، انتشارات سمت، ۱۳۸۳)، صص ۱۴۳-۲۳۱».

Archive of SID
www.SID.ir

σ_i^2 واریانس بازده دارایی iام ، σ_p^2 واریانس پرتفولیو و σ_{ij} عضو سطر iام ستون jام ماتریس واریانس- کواریانس Ω است و wها وزنهای عوامل تشکیل‌دهندهٔ پرتفولیو و به عبارتی، سهم سرمایه‌گذاری بر روی داراییها هستند. اگر بخواهیم ماتریس واریانس- کواریانس را بنویسیم، خواهیم داشت :

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22}^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ . & & & \\ . & & & \\ . & & & \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn}^2 \end{bmatrix}$$

بنابراین واریانس پرتفولیو برابر است با :

$$\sigma_p^2 = V'\Omega V \qquad (11)$$

در رابطهٔ فوق V بردار وزنها و V' ترانهاده آنست. طبق تعریف اگر $1-\alpha$ سطح اطمینان(۹۵٪ یا۹۹٪) باشد در این صورت ، احتمال اینکه تغییرات پرتفولیو از میزان ارزش در معرض ریسک کمتر باشد برابر با $1-\alpha$ خواهد بود ، یعنی :

$$P(\Delta W \le VaR) = 1-\alpha \qquad (12)$$

اگر دو طرف نا مساوی داخل پرانتز را در معکوس انحراف معیار پرتفولیو ضرب کنیم ، داریم :

$$P\left(\left(\Delta W\sqrt{(V'\Omega V)}\right)^{-1} \le VaR\left(\sqrt{(V'\Omega V)}\right)^{-1}\right) = 1-\alpha \qquad (13)$$

$$P\left(\left(\Delta W\sqrt{(V'\Omega V)}\right)^{-1} \le VaR\left(\sqrt{(V'\Omega V)}\right)^{-1}\right) = F\left(VaR\left(\sqrt{(V'\Omega V)}\right)^{-1}\right) \qquad (14)$$

Archive of SID
www.SID.ir

$$F\left(VaR\left(\sqrt{(V'\Omega V)}\right)^{-1}\right)=1-\alpha \qquad (۱۵)$$

$$VaR=F^{-1}(1-\alpha)\sqrt{(V'\Omega V)} \qquad (۱۶)$$

در رابطهٔ (۱۶) مقدار $F^{-1}(1-\alpha)$ را می‌توان از جدول نرمال استاندارد بدست آورد[۱]. مثلاً داریم $(\alpha=0/05)$:

$$F^{-1}(1-\alpha)=1.64$$
$$VaR=1.64\sqrt{(V'\Omega V)}$$

روش واریانس-کواریانس براساس مدل‌های ARCH و GARCH

آنچه که در زیر بخش (۳-۱-۱) بیان شد مربوط به زمانی است که واریانس سری زمانی را به صورت ثابت در نظر بگیریم، اما باید به این نکته دقت کرد که ممکن است واریانس شرطی در طول زمان ثابت نبوده و متغیر باشد و مثلاً از متغیرهای توضیحی معادله رگرسیونی پیش بینی متغیر تبعیت کند. این امر که در ادبیات اقتصاد سنجی به واریانس ناهمسانی شهرت دارد درسال۱۹۸۲ توسط رابرت انگل[۲] مورد تحلیل قرار گرفت و بر ا ین اساس مدل‌های ARCH معرفی شوند. از آنجا که هدف این نوشتار بررسی اینگونه مدل‌ها نیست؛ فقط به معرفی اجمالی اینگونه مدل‌ها خواهیم پرداخت[۳]. شکل و صورت کلی مدل‌های ARCH به صورت زیر هستند:

---

[1]. R. Gallati, ***Risk Management And Capital Adequacy***, (Mc Graw-Hill, 2003), pp. 389-392.

[2]. Robert Engle, (1982).

[۳]. برای مطالعه بیشتر و اثبات روابط این بخش می توانید به فصل آخرکتاب مراجعه کنید:

An Itroduction To Applied Econometrics: A Time Series Approach By Kerry Patterson

Archive of SID
www.SID.ir

$$ARMA: r = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{n} \alpha_k r_{t-n} + \sum_{z=i}^{m} \lambda_z \varepsilon_{t-m} + \varepsilon_t$$
$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \varepsilon_{t-p}^2 + u_t \qquad (۱۷)$$

در رابطهٔ فوق معادله اول معادله میانگین شرطی و معادله دوم؛ واریانس شرطی هستند، از طرفی n و p به ترتیب تعداد وقفه های معادله میانگین شرطی ARMA و تعداد وقفه های معادله واریانس شرطی می‌باشند. باید خاطر نشان کرد که در مدل ارائه شده توسط انگل (۱۹۸۲) به جای جمله اختلال ε_t از وقفه های متغیر وابسته استفاده شده است. ساده ترین مدل ARCH مدل ARCH(1) با معادله‌ای به صورت زیر است:

$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + u_t \qquad (۱۸)$$

این مدل‌ها توسط «بالراسلو»[1] (۱۹۸۷) توسعه یافته و به مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی اتورگرسیو تعمیم یافته GARCH گسترش یافتند. در این مدل‌ها واریانس شرطی علاوه بر آنکه به جمله اختلال معادله میانگین شرطی (یا متغیر توضیحی)، به وقفه‌های واریانس شرطی (بطور اتورگرسیو) نیز وابسته است. به عبارت دیگر معادله GARCH(q, p) بطور کلی و با وقفه‌های متعدد به صورت زیر می‌باشد:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \varepsilon_{t-p}^2 + \sum_{j=1}^{q} \gamma_j \sigma_{t-q}^2 + u_t \qquad (۱۹)$$

ساده‌ترین این مدل‌ها GARCH(1,1) بوده که معادله این مدل به صورت زیر است:

$$\sigma_t^2 = \omega + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma_1 \sigma_{t-1}^2 + u_t \qquad (۲۰)$$

[1]. Bollerslev, (1987).

Archive of SID
www.SID.ir

تعداد وقفه‌های معادلات مدل‌هایARCH و GARCH را می‌توان با استفاده از معیارهای آکاییک و شوآرتز[1] و سایر معیارهای مربوطه بدست آورد. برای تشخیص وجود یا عدم وجود مدل ARCH و یا GARCH از آزمون تشخیص ناهمسانی واریانس ضریب لاگرانژ انگل (۱۹۸۲) می‌توان استفاده کرد(نحوه تخمین و عملکرد با این مدل‌ها برای تخمین ارزش در معرض ریسک در بخش پنجم توضیح داده شده است).

شبیه‌سازی تاریخی [2]

شبیه‌سازی تاریخی مشتمل بر داده های بازده وخسارات و نرخ تغییرات آن در طول زمان است[3]. این نوع شبیه‌سازی نیازی به فرض تابع توزیع نرخ تغییرات و خسارت پرتفولیو ندارد و از سری‌های زمانی تاریخی نرخ تغییرات و خسارت پرتفولیو برای محاسبه VaR استفاده می‌کند.

روش شبیه‌سازی تاریخی که یکی از شیوه های غیر پارامتریک است که مدل ندارد. در این روش فرض بر آنست که رفتار نرخ تغییرات و خسارت پرتفولیو مانند رفتار گذشته آنست و خصوصیات اعداد و تابع توزیع آن همانگونه که در گذشته بوده، در آینده نیز خواهد بود. به عبارت دیگر تغییرات گذشته ارزیابی شده و بر اساس آن ارزیابی، ریسک محاسبه می‌شود. در حقیقت در این روش تنها انحراف معیار به‌صورت تاریخی شبیه‌سازی می‌شود.

شیوه کار بدین صورت است که اگر t زمان حال باشد و ارزش پرتفولیو در زمان حال p_t باشد ،ارزش آتی در زمان $t + \Delta t$ از طریق ارزش تاریخی و انعکاس در ارزشهای جاری مشخص خواهد شد. Δt عبارت از دوره زمانی انتخاب شده در توزیع نرخ تغییرات تاریخی عوامل تشکیل دهنده پرتفولیو است. حال اگر به دنبال پیش بینی تغییرات ارزش پرتفولیو در زمان $t + \Delta t$ باشیم، با تعیین تغییرات ارزش پرتفولیو در $t + \Delta t - 1$ قادر به این کار خواهیم بود. در حقیقت قیمتهای فرضی آینده بر مبنای تغییرات قیمتهای تاریخی گذشته بدست می‌آیند:

---

[1]. Akaike – Schwarz

[2]. Historical Simulation.

[3]. رضا راعی و علی سعیدی، ***مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک***، (تهران، سمت، ۱۳۸۳)، صص ۱٤٤-۱٤٦.

Archive of SID
www.SID.ir

$$p_{t+\Delta t} = p_{t+\Delta t-1} + \Delta p_{t+\Delta t-T} \qquad (۲۱)$$

در رابطهٔ فوق T افق زمانی بازگشت به دوره‌های قبل بوده و $\Delta p_{t+\Delta t-T}$ تغییرات قیمت در T می‌باشد. VaR پرتفولیو در شبیه‌سازی تاریخی از تابع چگالی احتمال بازده (تغییرات قیمت) بدست آمده از طریق شبیه‌سازی حاصل می‌شود:

$$F_{T,\Delta p}(VaR) = P(\Delta p_{t+\Delta t-T} \le VaR) = 1-\alpha \qquad (۲۲)$$

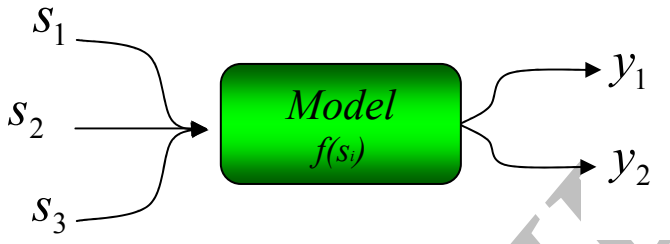
شبیه‌سازی مونت کارلو [1]

در روش شبیه‌سازی مونت کارلو بر اساس مدل بندی آماری عوامل ریسک پرتفولیو است. در این شیوه، رفتار عوامل ریسک در بازه زمانی [t, t + Δt] با فرض مشخص بودن تابع توزیع احتمال آنها و با ایجاد اعداد تصادفی شبیه‌سازی می‌شود.[2] پس از آن VaR پرتفولیو با استفاده از تابع توزیع احتمال ارزش پرتفولیو که حاصل شبیه‌سازی با کامپیوتر است بدست می‌آید. این شیوه شبیه‌سازی مربوط به زمانی است که ما هیچگونه آماری در ارتباط با رفتار عوامل ریسک پرتفولیو نداریم. قبل از بحث در ارتباط با نحوه انجام شبیه‌سازی ، ابتدا بایستی متدلوژی و متغیرهای مربوطه را تعریف کنیم. این متدولوژی را می‌توان به صورت شکل (۲) نشان داد. در این شکل s ها به عنوان عوامل ریسک وارد رابطه $\begin{cases} y = f(s_i) = \alpha + \beta S + u \\ S = s_1, s_2, \ldots, s_n \end{cases}$ شده و با ایجاد اعداد تصادفی u (جملات اختلال) ، y های تصادفی را بوجود می‌آورند.

[1]. Monte Carlo Simulation, MCS.
[2]. Paul Glasserman, Philip Heidelberger and Perwez Shahabuddin, "Efficient Monte Carlo Methods For Value-At-Risk", ***Research Report***, (April 2003).

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۲. نمای کلی شبیه‌سازی مونت کارلو



برای فرمول‌بندی شبیه‌سازی مونت کارلو متغیرهای زیر در نظر گرفته می‌شود :

S = بردار عوامل ریسک

Δt = افق زمانی محاسبه VaR

ΔS = تغییرات عوامل ریسک در Δt

L = خسارات ارزش پرتفولیو ناشی از تغییرات(ΔS) عوامل ریسک در Δt

در اینجا خسارت عبارت است از تفاوت ارزش جاری پرتفولیو و ارزش آن در پایان افق زمانی Δt محاسبه VaR ، که در این صورت ارزش پرتفولیو از S به S + ΔS تغییر می‌یابد.

باید توجه داشت که دو موضوع بسیار مهم در ارتباط با دنباله توزیع خسارت وجود دارد:

اول آنکه: احتمال خسارات و تعیین آستانه توزیع خسارات در صورتی که $P(L > X_p)$ باشد ، باید مد نظر قرار گیرند.

و دوم آنکه: کوانتیل X_p برای رابطه $P(L > X_p)$ (0.01 یا $\alpha = 0.05$) باید بدست آید.

X_p در حقیقت مقدار عددی VaR است. به هر حال ، محاسبه احتمالات خسارات پیش شرط محاسبه کوانتیل است ، بنابراین ما باید ابتدا مسئله اول؛ یعنی آستانه توزیع خسارات را بررسی کنیم و سپس کوانتیل مورد نظر را برای محاسبه VaR بدست آوریم.

Archive of SID
www.SID.ir

• مبانی مراحل شبیه‌سازی مونت کارلو برای اندازه گیری VaR :

مراحل اصلی برای شبیه‌سازی مونت کارلو برای تخمین احتمالات خسارات بصورت زیر است:

۱. تولید N سناریو با استفاده از تغییرات نمونه‌ای عوامل ریسک $(\Delta S^{(1)}/\ldots/\Delta S^{(n)})$ در افق زمانی Δt.

۲. ارزش‌گذاری مجدد پرتفولیو در پایان دوره زمانی Δt در سناریوهای مختلف $(S+\Delta S^{(1)}/\ldots/S+\Delta S^{(n)})$ و تعیین خسارت $L^{(1)}/\ldots/L^{(n)}$ با کاهش ارزش پرتفولیو در هر یک از سناریوهای ساخته شده بر اساس ارزش فعلی پرتفولیو.

۳. محاسبه تابع توزیع سناریوها در مقادیر مختلف خسارات ، به عبارت دیگر:

$$L: N^{-1}\sum_{i=1}^{n} \mathrm{I}(L > X_p) \qquad (۲۳)$$

$$\begin{cases} \mathrm{I} = 1; t < T < t + \Delta t \\ \mathrm{I} = 0; T < t \end{cases}$$

در رابطه بالا، T پایان دورهٔ $(t + \Delta t)$ است.

بنابراین با ساختن مقادیر متعددی (اعداد تصادفی خسارات) برای ارزش پرتفولیو و تخمین تابع توزیع و محاسبه کوانتیل آن می‌توان مقدار عددی VaR؛ یعنی X_p را محاسبه نمود.

لازم به ذکر است که با افزایش تعداد مشاهدات تابع توزیع به سمت نرمال شدن میل نموده و نظریه حد مرکزی در اینجا نیز می‌تواند صادق باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

ارزش در معرض ریسک و افق زمانی محاسبه آن[1]

نکته حائز اهمیت آنست که واریانس بدست آمده از روابط بخش(۳) برای افق زمانی یک دوره‌ای (یک روزه، یک ماهه و...) می‌باشد و این نیز بدان دلیل است که بازده محاسبه شده، یک دوره‌ای؛ مثلاً روزانه می‌باشد. بنابراین اگر بخواهیم این واریانس را برای چند دوره درنظر بگیریم رابطه واریانس به صورت زیر خواهد بود:

$$\sigma_{p_T}{}^2 = T \times \sigma_p{}^2 \qquad (۲۴)$$

در رابطه فوق $\sigma_{p_T}{}^2$ واریانس پرتفولیو برای افق زمانی T می‌باشد. حال برای شرح بیشتر فرض می‌کنیم که بازده محاسبه شده به صورت یک روزه و درنتیجه واریانس بدست آمده برای بازده واریانس یک روزه می‌باشد. بنابراین اگر ما درصدد محاسبه واریانس سی روزه براساس واریانس یکروزه باشیم داریم:

$$\begin{aligned} \sigma_{p_{30}}{}^2 &= 30 \times \sigma_p{}^2 \\ \sigma_{p_{30}} &= \sqrt{30} \times \sigma_p \end{aligned} \qquad (۲۵)$$

همانگونه که از مبانی علم آمار می‌دانیم بین ضریب همبستگی و کواریانس بین دو متغیر رابطه زیر صادق است:

$$\sigma_{ij} = \rho \sigma_i \sigma_j \qquad (۲۶)$$

σ_i و σ_i انحراف معیار داراییهای iام و jام پرتفولیو برای یک دوره است. اگر طبق مطالب مذکور در بالا σ_{ij} را -که براساس انحراف معیارهای یک دوره ای محاسبه شده است- برای افق زمانی T (مشترک بین داراییهای پرتفولیو) محاسبه کنیم داریم:

[1]. P. Jorion, ***Value At Risk***, (Mc Graw-Hill, 2000), pp. 148-179.

Archive of SID
www.SID.ir

$$\sigma_{ij}(T) = \rho\sigma_i\sqrt{T}\sigma_j\sqrt{T}$$
$$\sigma_{ij}(T) = \rho\sigma_i\sigma_j T \qquad (۲۷)$$

در رابطه (۲۷) $\sigma_{ij}(T)$ کواریانس محاسبه شده براساس انحراف معیارهای افق زمانی T است. آنچه که در رابطهٔ بالا ذکر شد محاسبه ارزش در معرض ریسک برای افق زمانی T با فرض آنکه افق زمانی کلیه داراییها برابر با T است، می‌باشد، در حالیکه در واقعیت ممکن است که افق زمانی داراییهای یک پرتفولیو متفاوت باشد. اگر افق زمانی داراییها با یکدیگر برابر نباشند، رابطه فوق به صورت زیر خواهد بود:

$$\sigma_{ij}(T) = \rho\sigma_i\sqrt{T_i}\sigma_j\sqrt{T_j}$$
$$\sigma_{ij}(T) = \sigma_{ij}\sqrt{T_i}\sqrt{T_j} \qquad (۲۸)$$

در رابطه (۲۸) T_i افق زمانی دارایی iام و T_j افق زمانی دارایی jام است. اگر ما پرتفولیویی متشکل از چند دارایی داشته باشیم که افق زمانی هر یک با دیگری متفاوت باشد در این صورت برای واریانس پرتفولیو داریم:

$$\sigma_{i_T}{}^2(T) = T_i \times \sigma_i{}^2$$
$$\sigma_{p_T}{}^2(T) = \sum_{i=1}^{n} w_i{}^2 T_i \sigma_i{}^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_i w_j \sqrt{T_i}\sqrt{T_j}\sigma_{ij} \quad , i \neq j \qquad (۲۹)$$

در حقیقت می‌توان گفت که به جای یک افق زمانی مشترک برای داراییهای پرتفولیو برداری از افقهای زمانی داراییها وجود دارد، بنابراین ماتریس واریانس - کواریانس به صورت زیر خواهد بود . در ماتریس زیر $\sigma_{ij}, \begin{cases} i = 1,\ldots,n \\ j = 1,\ldots,n \end{cases}$ کواریانس یک دوره ای($i \neq j$) و واریانس یک دوره ای($i = j$) می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 \sqrt{T_1}\cdot\sqrt{T_1} & \sigma_{12}\sqrt{T_1}\cdot\sqrt{T_2} & \cdots & \sigma_{1n}\sqrt{T_1}\cdot\sqrt{T_n} \\ \sigma_{21}\sqrt{T_2}\cdot\sqrt{T_1} & \sigma_2^2\sqrt{T_2}\cdot\sqrt{T_2} & \cdots & \sigma_{2n}\sqrt{T_2}\cdot\sqrt{T_n} \\ \vdots & & & \\ \sigma_{n1}\sqrt{T_n}\cdot\sqrt{T_1} & \sigma_{n2}\sqrt{T_n}\cdot\sqrt{T_2} & \cdots & \sigma_n^2\sqrt{T_n}\cdot\sqrt{T_n} \end{bmatrix}$$

تحلیل نتایج

در این نوشتار از آنجا که به بررسی و اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک پرتفولیوی یک شرکت مالی و سرمایه گذاری در بازار بورس اوراق بهادار در سال ۱۳۸۳ پرداخته ایم و از داده های بازده داراییهای این پرتفولیو در سال۱۳۸۳ استفاده کرده‌ایم. برای محاسبه و کمی سازی این شاخص از روش واریانس کواریانس بهره جسته ایم. همانگونه که گفته شد روش واریانس کواریانس را در این نوشتار با استفاده از دو شیوه واریانس- کواریانس ساده با فرض واریانس ثابت (غیر شرطی) و واریانس کواریانس با واریانس متغیر (شرطی) مورد بررسی قرار داده ایم. این شرکت در ۳۳ شرکت از بازار بورس اوراق بهادار سرمایه‌گذاری کرده است که در درون متن به صورت $A_1, A_2, \ldots, A_{33}$ نشان داده شده‌اند. نام این سهم‌ها و سایر اطلاعات از قبیل میزان سرمایه‌گذاری، سهم سرمایه‌گذاری و تعداد روزهای نگهداری سهام مذکور به ترتیب از (A_1 تا A_{33}) در ضمیمه (۱) آمده‌اند.

روش واریانس-کواریانس ساده

در این روش فرض برآنست که تمامی سری‌ها دارای توزیع نرمال با میانگین و واریانس ثابت هستند. در این روش ما سطح اطمینان را برابر با ۹۵٪ در نظرگرفته ایم. در جدول ضمیمه (۱) و (۳) به ترتیب انحراف معیار هر سهم و تعداد روزهای مالکیت این سهام در سال۱۳۸۳ و ماتریس واریانس- کواریانس پرتفولیوی مزبور نمایش داده شده اند، لیکن باید توجه داشت که از آنجا که تنوع در پرتفوی سهام موجب کاهش ریسک پرتفولیو می‌شود؛ لذا از انحراف معیارهای مذکور در محاسبه ریسک پرتفولیوی سهام در بازار بورس اوراق بهادار

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده می‌شود. نتایج این محاسبات که در جدول (۴) آمده، حاکی از وجود ۱۷/۶ درصد و ۶۵/۰۱۲ میلیارد ریال ارزش در معرض ریسک پرتفولیو شرکت مذکور در سال ۱۳۸۳ است.

روش واریانس-کواریانس با استفاده از مدل‌های GARCH

همانطور که در زیر بخش (۳-۱-۲) بیان شد اغلب سری‌های زمانی در طول زمان دارای یک واریانس شرطی ثابت نیستند. در این مواقع از روشهای **ARCH** و **GARCH** برای پیش بینی واریانس استفاده می‌کنند. برای این کار ما به ترتیب مراحل زیر را انجام داده‌ایم:

- **آزمون ریشه واحد**

همانگونه که از مباحث سری‌های زمانی می‌دانیم اغلب سری‌های زمانی در طول زمان گرایش خاصی به یک جهت خاص دارند. این امر موجب ایجاد رگرسیون‌های کاذب می‌شود و به چنین سری‌هایی، سری‌های زمانی ناپایا می‌گویند و این بدان جهت است که میانگین، واریانس و خودکواریانس این سری‌ها در طول زمان ثابت نیستند. جهت بررسی پایایی یک سری زمانی همانطور که می‌دانیم بایستی سری مورد نظر ریشه واحد نداشته باشد[۱]. برای آزمون ریشه واحد و تعیین مانایی و عدم مانایی متغیرهای مورد استفاده در این نوشتار از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته[۲] استفاده می‌کنیم.

نتایج حاصل از آزمون ADF که با استفاده از نرم افزار Eviews برآورد شده، درجدول (۱) آورده شده اند. همانطور که از جدول هم مشخص است، تمامی سری‌های زمانی داده‌های بازده سهام در سطح معنی‌دار ۵٪ ریشه واحد ندارند و فرضیهٔ H_0 مبنی بر وجود ریشه واحد برای سری زمانی به نفع فرضیه H_1 عدم وجود ریشه واحد، رد می‌شود.

- **برآورد و تعیین مدل کوتاه مدت به روش باکس - جنکینز**[۳]

برای پیش بینی با مدل‌های ARCH و یا GARCH ابتدا بایستی میانگین شرطی و جملات اختلال مربوط به معادله واریانس شرطی را برآورد کرد. برای این کار ما مدل

---

۱. دامودار گجراتی، ***مبانی اقتصاد سنجی***، ترجمهٔ دکتر حمید ابریشمی، (تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۷٤)، صص ۹۰٦-۹۳۲.

2. Augmented Dickey-Fuller (ADF)

3. Box – Jenkins.

Archive of SID
www.SID.ir

ARIMA را انتخاب کرده‌ایم و جهت برآورد و تصریح مدل با استفاده از برنامه‌نویسی در نرم‌افزار Eviews[1] تعدادی از معادلات را تخمین زده و براساس معیارهای آکائیک- شوارتز[2]، دست به انتخاب مدل زده‌ایم. در جدول (۳) بهترین مدل‌های ARIMA بر اساس معیارهای مذکور برآورد شده‌اند. لازم به ذکر است که از آنجا که تمامی سری‌ها انباشته از مرتبه صفر بوده اند، بنابراین مدل‌های برآورد شده ARIMA(n,0,m) می‌باشند.

• آزمون ناهمسانی واریانس و تشخیص مدل GARCH

حال به مرحله‌ای رسیدیم که می‌خواهیم ببینیم آیا بین باقیمانده‌های مدل‌های موجود، ناهمسانی واریانس وجود دارد یا نه. وجود ناهمسانی واریانس در اجزای اختلال، دلیلی بر وجود مدل‌هایی از نوع مدل‌های ARCH و GARCH خواهد بود. همانطور که انگل (۱۹۸۲) نیز پیشنهاد کرده است، برای تشخیص وجود یا عدم وجود مدل ARCH و یا GARCH از آزمون تشخیص ناهمسانی واریانس ضریب لاگرانژ استفاده می‌کنیم که در نرم افزار اقتصادسنجی Eviwes به عنوان آزمون ARCH LM مشخص شده و نتایج حاصل از این آزمون در جدول (۲) نیز آمده است. از تمامی شرکتهای جدول قبل، این آزمون فقط برای شانزده متغیر معنی‌دار بوده است.

• تخمین مدل GARCH

برای برآورد مدل‌های GARCH همانند مدل‌های ARMA براساس معیارهای آکائیک- شوارتز و با توجه به سایر معیارها از جمله R^2، $\bar{R}^2$ تعدیل شده و انحراف معیار خطاها، بهترین مدل‌ها را برای مدل‌های GARCH(q,p) برآورد شده که ضرایب و مراتب ARCH وGARCH آنها در جدول (۳) آمده است. همچنین در جدول (۳) پیش بینی واریانس ناهمسان برای یک روز بعد که برای محاسبه VaR لازم است، برآورد شده است در این جدول ضریب Con عرض از مبدأ و ضریب Co_1 ضریب متغیر روند می‌باشند. نمودارهای روند تغییرات واریانس نیز در ضمیمه (۲) آمده‌اند.

[1]. Hossein Abbasi Nejad, Shapour Mohammadi, "An Eviews Program for ARMA Modeling and Forecasting", ***University of Tehran, Working Paper***, (2005).
[2]. Akaike – Schwarz

Archive of SID
www.SID.ir

با تخمین مدل‌های GARCH اینک می‌توانیم به اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک بپردازیم. همانگونه که گفته شد از کلیه سهام مورد بررسی فقط شانزده سهم دارای واریانس ناهمسانی شرطی اتورگرسیو بوده اند، بنابراین واریانس سری‌های حذف شده بطور ثابت در نظر گرفته شده و مانند روش واریانس – کواریانس ساده محاسبه شده اند. به هر حال با توجه به جدول(۴) ارزش در معرض ریسک معادل ۱۳/۲ درصد و ۴۸/۸۹۲۹۴۵ میلیارد ریال برآورد شده است. چنانچه از این جدول مشخص است، میزان ارزش در معرض ریسک تخمینی مطابق آنچه که در بخش (۴) ذکر شد، برای سال ۱۳۸۳[1] از روش واریانس ناهمسانی شرطی اتو رگرسیو یا GARCH کمتر از روش واریانس-کواریانس ساده است و دلیل این امر نیز تمایل به کاهش واریانس شرطی در طول زمان می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله با فرض اینکه شرکت سرمایه گذاری مورد بررسی در سهام سی و سه شرکت موجود در بورس اوراق بهادار تهران سرمایه گذاری کرده است، آزمونهای مختلف ریشه واحد، ARIMA، ناهمسانی واریانس شرطی اتورگرسیو و ... انجام گردید و بالاخره با استفاده از تخمین مدل‌های واریانس کواریانس ساده و GARCH به اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک سهام در دست شرکت مذکور پرداخته‌ایم. براساس اطلاعات استخراج شده از مدل VaR مشخص شد که میزان ارزش در معرض ریسک پرتفولیوی دارایی مورد بررسی از دو روش به ترتیب ۱۷/۶ و ۱۳/۲ درصد بوده است[2]. همانگونه که از ضمیمه (۱) مشخص است شرکت مذکور سرمایه گذاری خود را بر روی شرکتهای با سرمایه بالا و در سه طبقه خودروسازی، نفت و انرژی و برخی شرکتهایی که در خلال سالهای ۸۳-۱۳۸۱ دارای نوسانات

---

[1]. منظور از ارزش یکساله تعداد روزهای سال است که حداقل یکی از سهام پرتفولیو در تابلوی بورس اوراق بهادار تهران قیمت خورده است.

[2]. توجه شود که این ارزش در معرض ریسک می تواند در نسبت کفایت سرمایه نیز بکار رود.

$$RBC = \mathrm{MR} + \mathrm{CR} + \mathrm{OPR}$$

$$CAPRatio = \left(Capital \Big/ RBC \right) * 100 \approx 8\%$$

در رابطهٔ فوق MR، CR و OPR به ترتیب ریسک مدیریت دارایی، ریسک اعتباری و ریسک عملیاتی هستند.

Archive of SID
www.SID.ir

قیمت منفی کمتری بوده اند، متمرکز کرده است، این امر موجب شده که با توجه به وضعیت نابسامان بازار در سال ۱۳۸۳، حداکثر خسارت ممکنی (VaR) در حدود ۱۳٪ در سال باشد. ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که انتخاب بهینه ترکیب پرتفولیوی داراییها موجب کاهش ریسک پرتفولیو می‌شود.

جدول ۱. آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته

سهام شرکتهای معامله شده در بورس	ADF Test Statistic	Critical Value1 %	Critical Value 5%	Critical Value 10%	سهام شرکتهای معامله شده در بورس	ADF Test Statistic	Critical Value1 %	Critical Value 5%	Critical Value 10%
A_1	-4/82	-3/57	-2/92	-2/60	A_{18}	-4/65	-3/49	-2/89	-2/58
A_2	-4/56	-3/57	-2/92	-2/60	A_{19}	-4/34	-3/55	-2/91	-2/59
A_3	-3/44	-3/73	-2/99	-2/63	A_{20}	-3/09	-3/86	-3/04	-2/66
A_4	-5/69	-3/46	-2/88	-2/57	A_{21}	-5/31	-3/47	-2/88	-2/58
A_5	-5/54	-3/46	-2/88	-2/57	A_{22}	-5/13	-3/47	-2/88	-2/58
A_6	-2/95	-3/55	-2/92	-2/60	A_{23}	-5/22	-3/49	-2/89	-2/58
A_7	-2/81	-3/59	-2/93	-2/60	A_{24}	-2/99	-3/72	-2/99	-2/63
A_8	-6/32	-3/48	-2/88	-2/58	A_{25}	-3/10	-3/48	-2/88	-2/58
A_9	-4/64	-3/55	-2/91	-2/59	A_{26}	-4/64	-3/59	-2/93	-2/60
A_{10}	-5/36	-3/47	-2/88	-2/58	A_{27}	-3/98	-3/63	-2/95	-2/61
A_{11}	-4/38	-3/57	-2/92	-2/60	A_{28}	-4/88	-3/49	-2/89	-2/58
A_{12}	-5/60	-3/47	-2/88	-2/57	A_{29}	-3/36	-3/66	-2/96	-2/62
A_{13}	-3/54	-3/49	-2/89	-2/58	A_{30}	-4/95	-3/47	-2/88	-2/58
A_{14}	-5/86	-3/55	-2/91	-2/59	A_{31}	-4/87	-3/55	-2/91	-2/59
A_{15}	-4/24	-3/59	-2/93	-2/60	A_{32}	-3/72	-3/52	-2/90	-2/59
A_{16}	-4/86	-3/55	-2/91	-2/59	A_{33}	-7/24	-3/46	-2/88	-2/57
A_{17}	-4/50	-3/46	-2/88	-2/57	-	-	-	-	-

جدول ۲. نتایج آزمون ARCH LM

Co.Name	F-Statistic	Prob	Co.Name	F-Statistic	Prob
A_1	3/34	0/09	A_{15}	4/65	0/042
A_4	15/13	0/00013	A_{17}	5/46	0/0203
A_5	10/65	0/0012	A_{21}	6/7	0/0104
A_6	7/34	0/009	A_{22}	19/07	0/00002
A_8	3/43	0/065	A_{23}	4/87	0/029
A_{10}	4/51	0/034	A_{30}	9/45	0/0024
A_{12}	2/9	0/09	A_{32}	7/95	0/0061
A_{14}	7/34	0/0089	A_{33}	9/14	0/0028

www.SID.ir

جدول ۳. نتایج تخمین مدل‌های GARCH

Series Name	KIND OF EQU	AR & ARCH	MA & GARCH	CON	CO1	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	CO8	CO9	CO10	CO11	σ_t^2
A_1	ARMA	0	5	-0/003	0/000	0/06	0/05	-0/30	-0/15	-0/03	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	3	2	0/000	0/24	-0/22	-0/04	0/64	0/33	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00013
A_4	ARMA	4	4	0/003	0/000	0/61	-0/15	-0/05	-0/30	-0/20	0/10	-0/04	0/49	0/00	0/00	-
	GARCH	1	3	0/000	0/46	0/13	-0/19	0/23	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00019
A_5	ARMA	4	5	-0/001	0/320	0/02	0/08	0/11	0/33	0/22	-0/06	-0/07	-0/12	0/00	0/00	-
	GARCH	1	1	0/600	0/470	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00003
A_6	ARMA	4	4	-0/007	0/0001	0/17	0/12	0/06	-0/09	0/17	0/10	0/06	-0/09	0/00	0/00	-
	GARCH	4	4	0/000	0/090	-0/03	-0/05	-0/03	-0/05	0/35	0/05	0/07	0/08	0/00	0/00	0/00011
A_8	ARMA	4	3	-0/003	0/130	0/01	0/02	-0/13	0/14	-0/01	-0/03	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	3	6	0/000	0/120	-0/13	0/03	0/30	0/02	0/04	0/02	0/02	0/03	0/00	0/00	0/00023
A_{10}	ARMA	1	0	0/001	0/480	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	3	1	0/000	0/170	-0/02	0/12	0/36	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00022
A_{12}	ARMA	1	0	-0/001	0/000	0/50	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	3	1	0/000	0/160	-0/08	0/11	0/70	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00012
A_{14}	ARMA	3	3	-0/003	0/000	0/23	0/02	0/10	-0/17	-0/21	-0/44	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	8	1	0/000	0/170	-0/05	-0/04	-0/01	-0/02	0/04	0/04	0/01	0/31	0/00	0/00	0/00014
A_{15}	ARMA	1	2	-0/003	0/000	0/08	0/08	-0/01	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	4	3	0/000	0/070	-0/11	-0/05	0/35	0/01	0/02	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00005
A_{17}	ARMA	5	5	-0/003	0/000	-0/10	0/27	0/07	-0/59	0/20	0/43	-0/22	-0/05	0/78	0/12	-
	GARCH	1	1	0/000	0/260	0/62	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00002
A_{21}	ARMA	2	5	0/001	0/000	0/24	-0/58	0/09	0/63	0/05	-0/09	0/22	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	1	1	0/000	0/750	0/27	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00008
A_{22}	ARMA	2	2	0/011	0/000	0/13	0/08	0/10	0/09	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	4	3	0/000	0/440	-0/24	-0/09	0/14	0/52	0/18	0/04	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00012
A_{23}	ARMA	3	1	-0/004	0/000	0/11	0/32	-0/06	0/57	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	1	1	0/000	0/830	0/23	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00012
A_{30}	ARMA	0	2	0/008	0/000	0/37	0/28	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	1	1	0/000	0/930	0/11	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00023
A_{32}	ARMA	3	1	-0/001	0/000	0/17	0/22	-0/02	0/27	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	1	2	0/001	0/110	-0/76	0/33	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00058
A_{33}	ARMA	3	1	-0/007	0/000	0/88	-0/05	-0/16	0/52	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	-
	GARCH	1	1	0/000	0/460	0/18	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00018

جدول ۴. نتایج تخمین ارزش در معرض ریسک

Model	VaR Return	Portfolio Value	VaR Portfolio
GARCH V-C	-0/132	370/133962	-48/892945
SIMPLE V-C	-0/176	370/133962	-65/012277

Archive

www.SID.ir

پی‌نوشتها:

۱. راعی، رضا و سعیدی، علی. ***مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک***، تهران: انتشارات سمت، ۱۳۸۳.

۲. گجراتی، دامودار. ***مبانی اقتصاد سنجی***. ترجمهٔ دکتر حمید ابریشمی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.

3. Abbasi Nejad, H. Mohammadi, S. "An Eviews Program for ARMA Modeling and Forecasting", ***Working Paper***, University of Tehran., (2005).

4. Alexander, J. "Extreme Value Theory for Risk Managers"., McNeil Department Mathematics, ***Working Paper***, 1999.

5. Danielsson, J. "Value–At–Risk and Extreme Returns"., London School of Economics, ***Working Paper***, 2000.

6. Enders, W. ***Applied Econometric Time Series***, Wiley & Sons Ince., 1995.

7. Engle. R, "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation"., ***Econometrica***, Vol. 55, (Jul 1982): 987-1008.

8. Frain, J. Meegan, C. "Market Risk: An Introduction to the Concept & Analytics of Value-At-Risk", ***Economic Analysis Research & Publications Department, Working Paper***, Central Bank of Ireland, P.O. Box 559, Dublin 2, (1996).

9. Gallati, R. ***Risk Management and Capital Adequacy***. Mc Graw-Hill., 2003.

10. Glasserman, P. Heidelberger, P. and Shahabuddin, P. "Efficient Monte Carlo Methods for Value-At-Risk"., ***Working Paper***, Columbia University, 2002.

11. Huisman, R. Koedijk, K. G. Pownall, R. A. "Asset Allocation in a Value-at-Risk Framework"., ***Journal of Banking & Finance***, Vol. 25, (2001): 1789-1804.

12. Jorion, P. ***Value at Risk***. Mc Graw-Hill., 2000.

13. Patterson Kerry, ***An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach***. Palgrave Macmillan, 2002.

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست‌ها:

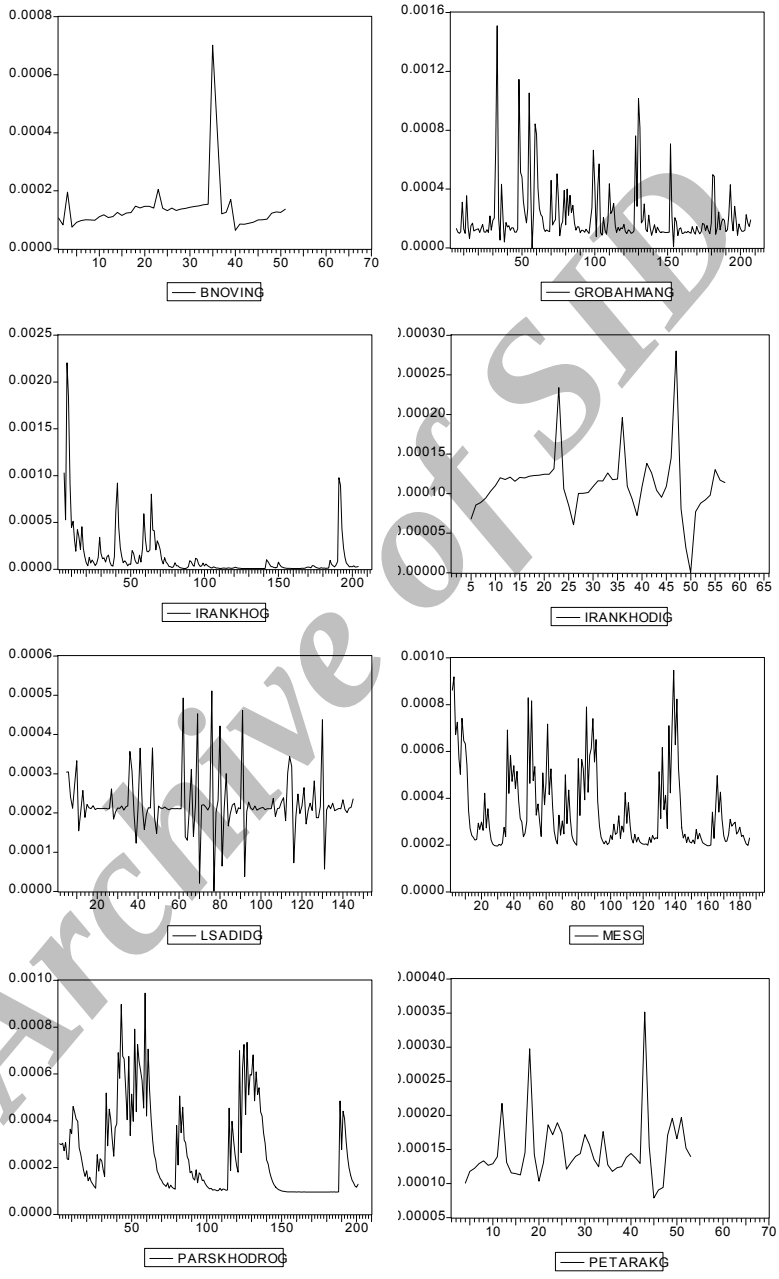
جدول ۱. اطلاعات سرمایه‌گذاری در بازار بورس اوراق بهادار تهران

نام شرکت	شاخص در متن	میزان سرمایه گذاری (MIRR)	سهم از سرمایه گذاری	تعداد روزهای نگهداری سهام	میانگین بازده سهم	انحراف معیار بازده سهم	نام شرکت	شاخص در متن	میزان سرمایه گذاری (MIRR)	سهم از سرمایه گذاری	تعداد روزهای نگهداری سهام	میانگین بازده سهم	انحراف معیار بازده سهم
بانک اقتصاد نوین	A_1	3,494	0/0047	60	0	0/0141	سایپا دیزل	A_{18}	24,961	0/0337	109	0	0/0184
داروسازی اکسیر	A_2	2,689	0/0036	52	0	0/0042	صنعتی بهشهر	A_{19}	135	0/0002	60	0/0000	0/0191
داروسازی فارابی	A_3	9,861	0/0133	26	0	0/0079	سرمایه گذاری بهمن	A_{20}	32,978	0/0446	20	0/0037	0/0281
گروه بهمن	A_4	76,425	0/1033	206	0/0017	0/0164	سرمایه گذاری بانک ملی	A_{21}	73,449	0/0992	178	0/0025	0/0192
ایران خودرو	A_5	116,354	0/1572	203	0	0/0116	سرمایه گذاری غدیر	A_{22}	11,645	0/0157	156	0/0035	0/0153
ایران خودرو دیزل	A_6	29,407	0/0397	56	0	0/0129	سیمان فارس و خوزستان	A_{23}	6,158	0/0083	108	0	0/0138
لوله و ماشین سازی	A_7	9198	0/0124	45	0	0/0077	سیمان غرب	A_{24}	11,477	0/0155	27	0	0/0034
لوله سازی سدید	A_8	383	0/0005	144	0/0000	0/0183	سیمان ایلام	A_{25}	1,057	0/0014	129	0	0/0093
مارگارین	A_9	40	0/0001	60	0	0/0251	سیمان کرمان	A_{26}	9,944	0/0134	45	0	0/0071
مس شهید باهنر	A_{10}	16,314	0/0220	185	0/0014	0/0219	سیمان شاهرود	A_{27}	8,985	0/0121	37	0	0/0135
پارس دارو	A_{11}	9,743	0/0132	60	0	0/0087	سیمان شمال	A_{28}	899	0/0012	115	0	0/0692
پارس خودرو	A_{12}	5,463	0/0074	200	0/0011	0/0186	سرمایه گذاری ملی	A_{29}	15,793	0/0213	33	0	0/0055
پارس مینو	A_{13}	268	0/0004	112	0	0/0112	سرمایه گذاری صندوق بازنشستگی	A_{30}	24,512	0/0331	176	0/0045	0/0201
پتروشیمی اراک	A_{14}	16,976	0/0229	60	0	0/0154	توسعه صنایع بهشهر	A_{31}	887	0/0012	60	0/0038	0/0192
پتروشیمی اصفهان	A_{15}	36,189	0/0489	46	0	0/0138	تراکتور سازی	A_{32}	11,095	0/0150	81	0/0022	0/0335
پتروشیمی خارک	A_{16}	66,423	0/0898	58	0	0	زامیاد	A_{33}	25,367	0/0343	209	0	0/0187
سایپا	A_{17}	81,477	0/1101	214	0	0/0100	-	-	-	-	-	-	-

Archive of SID

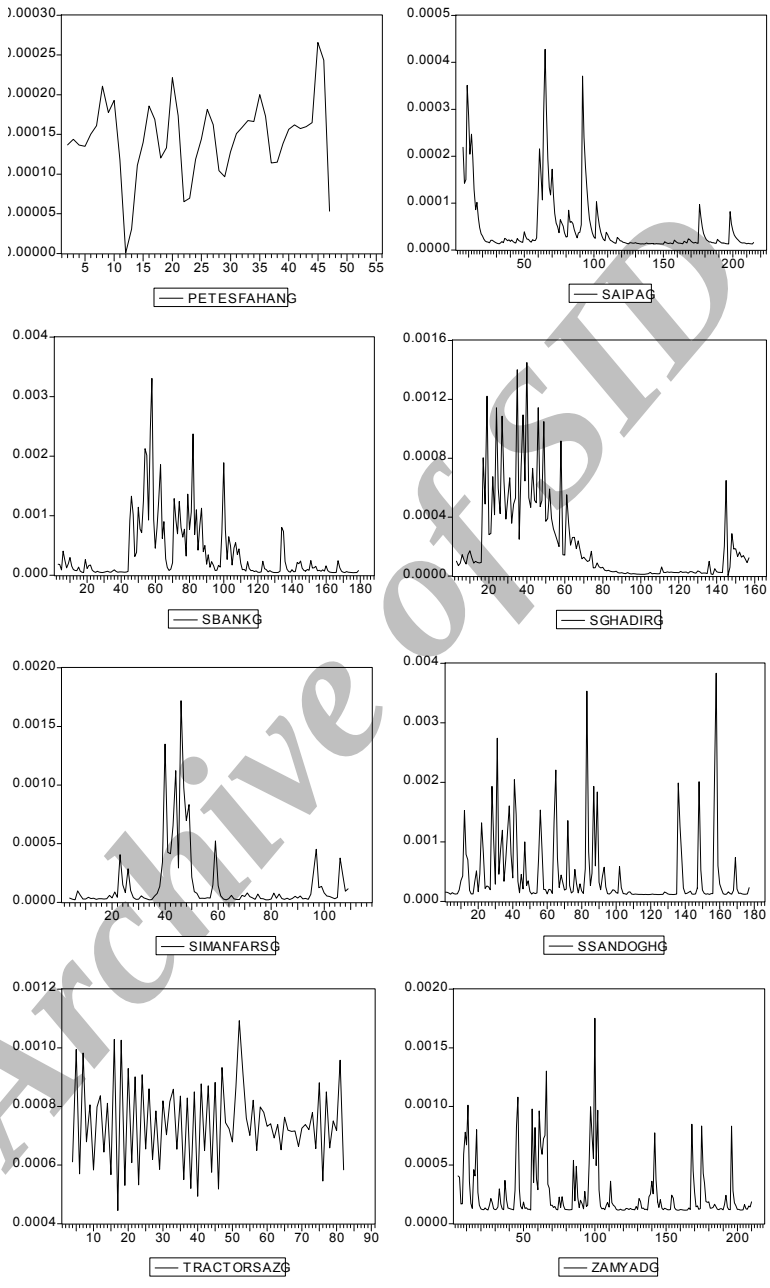
www.SID.ir

نمودارهای واریانس شرطی اتورگرسیو تعمیم‌یافته GARCH



Archive of SID

www.SID.ir



Archive of SID

www.SID.ir