فصلنامه بورس اوراق بهادار شمارهٔ ۲۶ تابستان ۹۳ سال هفتم ــ تاریخ دریافت: ۹۳/۰۱/۰۱ ــ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۵/۰۱ ــ ص ۳- ۲۲

اندازه‌گیری ریسک فراگیر با رویکرد CoVaR و MES در بورس اوراق بهادار تهران

زانیار احمدی[۱] / سید محمد جواد فرهانیان[۲]

چکیده

ریسک فراگیر بیانگر احتمال سقوط کل سیستم مالی در شرایط بحران است. در اکثر موارد، سرمایه‌گذاران نگران از دست دادن ارزش یک سهم و یا کالا هستند درحالی‌که در ریسک فراگیر، تمرکز روی کل بازار است. این سقوط اغلب زمانی رخ می‌دهد که یک شرکت کلیدی در کل سیستم شروع به ورشکستگی می‌کند، ترس حاصل‌شده موج‌وار روی سایر شرکت‌ها اثر منفی می‌گذارد و آنها نیز دچار افت می‌شوند. این واکنش‌های زنجیره‌ای باعث می‌شود بازار دچار استرس شود و در معرض بحران قرار گیرد.

درکل می‌توان اندازه‌های ریسک فراگیر را به دو نوع تقسیم‌بندی کرد؛ نوع اول، اندازه‌هایی که ریسک کل سیستم را در حالتی که یک‌نهاد کلیدی در معرض خطر قرارگرفته است موردسنجش قرار می‌دهند و نوع دوم، اندازه‌هایی هستند که ریسک یک‌نهاد را موقعی که کل سیستم در بحران قرار دارند محاسبه می‌کنند. در همین رابطه اندازه‌های بسیاری از سوی محققان و فعالان بازار پیشنهادشده است. این مقاله ریسک فراگیر مربوط به ۲۰ شرکت معتبر در بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از دو رویکرد MES و CoVaR بررسی و با استفاده از قابلیت اندازه CoVaR اثر بحران شرکت‌ها را یکدیگر را اندازه‌گیری می‌کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژگان کلیدی: ریسک فراگیر، ارزش در معرض خطر شرطی، اندازه ریسک فراگیر.

طبقه‌بندی موضوعی: C22,C580

---

۱. کارشناس ارشد ریاضی مالی،کارشناس مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی سازمان بورس و اوراق بهادار zaniara3@gmail.com

۲. دانشجوی دوره دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد تهران جنوب jfarhanian@gmail.com

۱- مقدمه

چنانچه شرکتی کلیدی در یک صنعت خاص دچار شکست شود، این شوک باعث ایجاد بحران در آن صنعت نیز خواهد شد. سرمایه‌گذاران با مشاهده این‌که یکی از شرکت‌های داخل مجموعه دچار بحران شده است، به‌منظور کاهش ضرر، تلاش خواهند کرد تا با فروش سهام شرکت‌های مشابه، سرمایه خود را حفظ کنند. اما اگر کل سیستم روند کاهشی در پیش بگیرد و دچار بحران شود، در این صورت سرمایه‌گذاران راهی برای فرار از ریسک فراگیر نخواهند داشت، تنها باید با آن کنار بیایند. حتی سبدهای با تنوع بالا نیز دچار ریسک متناظر با سقوط کل بازار خواهد شد.

بحران مالی اخیر (۲۰۰۷-۲۰۰۸) باعث شد تحقیقات گسترده‌ای درزمینه ریسک فراگیر، چه در زمینه تعریف و چه در زمینه اندازه‌گیری و کنترل آن به عمل آید. به‌طور خاص، توجه بیشتر این تحقیقات، شناسایی نهادهای مالی است که در بروز ریسک فراگیر سهم بیشتری داشته‌اند. این نهادها، نهادهای مالی مهم سیستمی (SIFI)[1] خوانده می‌شوند. انجمن ثبات مالی[2]، SIFI را به این صورت تعریف می‌کند: "نهادهای مالی که به علت اندازه، پیچیدگی و ارتباطات متقابل سیستمی دچار آشفتگی شده و در معرض خطر قرارگرفته‌اند، باعث وقفه و شکست در کل سیستم مالی و فعالیت‌های اقتصادی می‌شوند". زمانی که این نهادها تهدیدی جدی برای سیستم به شمار آیند، ناظران و سیاست‌گذاران در سرتاسر جهان خواستار اعمال نظارت‌های سخت‌گیرانه‌تر، مانند الزامات سرمایه موردنیاز اضافی و محدودیت‌های نقدینگی برای این نهادها شده‌اند.

به‌علاوه، بحران مالی اخیر، شکنندگی سیستم مالی و ریسک فراگیر را به عموم نشان داده است. ارزش در معرض خطر[3] (VaR) که مسلماً پراستفاده‌ترین اندازه ریسک توسط نهادهای مالی بوده است، به علت عدم توانایی و ظرفیت برای نشان دادن ریسک فراگیر به‌نقد کشیده شده است؛ زیرا فقط می‌تواند ریسک یک‌نهاد منحصر را اندازه‌گیری کند. ناظران بازار از VaR به‌عنوان ابزاری برای تعیین سطح سرمایه لازم برای مقابله با ریسک بازار استفاده می‌کردند. ازآنجایی‌که VaR فقط ریسکی را در نظر می‌گیرد که یک‌نهاد با آن مواجه است، قادر نیست ریسک فراگیر حاصل از VaR نهاد مالی را اندازه بگیرد. به همین دلیل، اخیراً تلاش‌هایی برای معرفی اندازه ریسک جایگزین که نقایص VaR را نداشته باشد صورت گرفته است.

1. Systemically Important Financial Institution (SIFI)
2. Financial Stability Board
3. Value at Risk (VaR)

در عمل دو رویکرد برای اندازه‌گیری میزان سهم یک‌نهاد مالی از ریسک کل سیستم وجود دارد. رویکرد اول به اطلاعات وضعیت مالی شرکت و در معرض ریسک بودن آن بستگی دارد. این اطلاعات محرمانه توسط بنگاه‌های مالی برای ناظران تهیه می‌شود. رویکرد دوم تنها بر پایه داده‌های منتشرشده بازار مانند بازده سهام، قیمت قراردادهای اختیار یا دامنک‌های تاخت‌های نکول اعتباری[1] (CDS) است. در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری جهت معرفی اندازه مناسب جهت اندازه‌گیری ریسک فراگیر صورت گرفته است، در این میان چهار مثال برجسته از مقیاس‌های پیشنهادشده برای اندازه‌گیری ریسک فراگیر عبارتند از: زیان مورد انتظار حاشیه‌ای[2] (MES)، زیان مورد انتظار سیستمی[3] (SES)، اندازه ریسک فراگیر[4] (SRISK) و دلتا ارزش در معرض خطر شرطی[5] (ΔCoVaR) است. از سری کارهای صورت گرفته در موضوع بحران مالی تعداد اندکی هستند که هم در دانشگاه و هم در مجامع نظارتی مورد استقبال گرفته باشد. تا قبل از چهار یا پنج سال گذشته صدها مقاله در زمینه آزمودن، پیاده‌سازی و تعمیم اندازه‌های ریسک فراگیر صورت گرفته است. به‌علاوه، نظر ناظران و بانک‌های مرکزی این است که این اندازه‌ها در حال حاضر برای نشان دادن شرکت‌های مهم سیستمی به‌کاربرده می‌شوند.

۲- پیشینه تحقیق

یکی از کارهای انجام‌شده در همین زمینه به مطالعه آدریان و همکاران (Adrian, et al., 2011) برمی‌گردد که اندازه ریسک جدید به اسم ارزش در معرض خطر شرطی یا CoVaR را معرفی کردند. آن‌ها $\mathrm{CoVaR}^{i|j}$ را به‌صورت VaR نهاد i به این شرط که نهاد j در معرض خطر بحران مالی باشد تعریف کردند، یعنی نهاد j در VaR متناظر خود قرارگرفته باشد. آدریان و برونرمیر با قرار دادن شرط قرار گرفتن در معرض خطر یک‌نهاد دیگر، یک گام فراتر از ریسک غیرسیستماتیک نهاده و ریسک ممکن پخش‌شده میان نهادهای مالی را اندازه گرفته‌اند.

اندازه $\mathrm{CoVaR}^{i|j}$ می‌تواند برای هر دو نهاد مالی i و j محاسبه شود؛ ادریان و برونرمیر i را یک سیستم مالی در نظر گرفتند. در این حالت CoVaR، ارزش در معرض خطر سیستم مالی به این شرط است که

1. Credit Default Swaps (CDSs) spreads
2. Marginal Expected Shortfall
3. Systemic Expected Shortfall
4. Systemic Risk
5. Delta Conditional Value at Risk

نهاد j در معرض بحران باشد، بنابراین می‌تواند سهم یک‌نهاد مالی را در ریسک فراگیر اندازه‌گیری کند.

از میان کارهای دیگر صورت گرفته به‌منظور کمی‌سازی ریسک فراگیر می‌توان به کارهای زیر اشاره کرد: بیلو و همکاران (Billio, 2010) که از تحلیل مؤلفه‌ای و آزمون اثر گرنجر، ریسک فراگیر مرتبط میان بازده‌های صندوق‌ها، بانک‌ها، کارگزاران و شرکت‌های بیمه را اندازه‌گیری کرده‌اند. ژاو (Zhou, 2010) با استفاده از نظریه ارزش فرین چندمتغیره دو اندازه ریسک فراگیر تهیه کرد: شاخص اثر سیستمی و شاخص آسیب‌پذیری. اولی ریسکی که یک‌نهاد بر سیستم مالی اعمال می‌کند را اندازه می‌گیرد و دیگری ریسکی که سیستم بر یک‌نهاد اعمال می‌کند را اندازه می‌گیرد. هوانگ و همکاران (Huang, et al, 2009) با استفاده از اطلاعات تاخت‌های نکول اعتباری نهادهای مالی و همبستگی بازده سهام ریسک فراگیر را به‌عنوان قیمت بیمه در مقابل حوادث مالی مدل کردند. سوگویانو و همکاران (Segoviano, et al., 2009) نیز با استفاده از اطلاعات CDS*ها* سهم نهاد مالی را در سیستم مالی اندازه گرفتند. آچاریا و همکاران (Acharya, 2010) با استفاده از بازده سهام نهادهای مالی زیان مورد انتظار سیستمی (SES) و زیان مورد انتظار حاشیه‌ای (MES) را اندازه گرفتند. زیان مورد انتظار حاشیه‌ای، میانگین زیان نهاد مالی در موقعی است که سیستم مالی در دُم سمت چپ قرار دارد و زیان مورد انتظار سیستمی میانگین موزون MES*های* نهادها و اهرم‌های آنهاست. درنهایت، آلن و همکاران (Allen, et al., 2012) یک اندازه از ریسک‌های سیستمی تجمعی به اسم CATFIN پیشنهاد دادند که برخلاف اندازه‌های ریسک فراگیر سطح خرد مانند CoVaR و MES است و اثرات اقتصاد کلان ریسک فراگیر را در کل سیستم بانکی اندازه می‌گیرد.

تفاوت اندازه‌های CoVaR و MES در جمله شرطی موجود در تعریف اندازه‌ها است. زیان مورد انتظار حاشیه‌ای (MES) به بازده یک‌نهاد درزمانی که سیستم مالی دچار آشفتگی و رکورد شده است نگاه دارد درحالی‌که CoVaR در مقابل، به بازده سیستم مالی درزمانی که یک‌نهاد دچار آشفتگی شده و در رکود قرارگرفته است نگاه دارد. این اختلاف به علت ویژگی‌های ذاتی اندازه‌ها نیست بلکه به علت کاربردی است که آن‌ها دارند. در حقیقت، از هر دو اندازه می‌توان در تحلیل‌ها بهره جست. در حالتی که CoVaR متناظر VaR یک‌نهاد باشد به شرطی که سیستم مالی در استرس قرارگرفته است، می‌توان آن را متناظر با تعریف MES مدنظر قرارداد.

۳-فرضیات و روش پژوهش

۳-۱-اندازه‌های ریسک فراگیر

بنویت و همکاران (Benoit and et al, 2013) در سال ۲۰۱۳ به معرفی و مقایسه مقیاس‌های مهم اندازه‌گیری ریسک فراگیر (MES، SES، SRISK و CoVaR) پرداختند. در این بخش از تعاریف بنویت و همکاران به‌منظور معرفی اندازه‌های ریسک فراگیر استفاده می‌کنیم. این اندازه ریسک‌ها دارای تفسیر اقتصادی خوبی هستند. اول، MES متناظر با زیان مورد انتظار بنگاه موقعی است که بازار در یک افق زمانی داده‌شده به زیر یک آستانه معین سقوط کند. برای مثال، در مورد MES کوتاه‌مدت، بازار ۲٪ در یک روز سقوط کند و یا ۴۰٪ در شش ماه برای MES بلندمدت. ایده اولیه این اندازه این است که شرکت‌ها با بالاترین MES بیشترین سهم را در سقوط بازار دارند، بنابراین این شرکت‌ها بزرگ‌ترین محرک‌های ریسک فراگیر هستند. دوم اینکه اندازه CoVaR متناظر است با ارزش در معرض خطر (VaR) سیستم مالی به‌شرط اینکه یک‌نهاد در معرض خطر یا بحران باشد. سهم یک‌نهاد در ریسک فراگیر با $\Delta CoVaR$ محاسبه می‌شود که تفاضل بین CoVaR دو موقعیت شرکت درزمانی است که در بحران مالی باشد یا نباشد.

۳-۲-روش‌شناسی

در این بخش تعاریف مرسوم هر یک از اندازه ریسک‌های ذکرشده بیان خواهد شد. N نهاد را در نظر بگیرید و فرض کنید r_{it} نشان‌دهنده بازده نهاد iام در زمان t باشد. بازده بازار به‌صورت میانگین موزون بازده تمام نهادها خواهد بود، $r_{mt} = \sum_{i=1}^{N} w_{it} r_{it}$، به‌طوری‌که w_{it} ارزش بازار نسبی بنگاه i را نشان می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

MES

MES سهم حاشیه‌ای نهاد i در ریسک فراگیر است که بازیان مورد انتظار (ES) سیستم اندازه گرفته می‌شود. این اندازه ابتدا در سال ۲۰۱۰ توسط آچاریا (Acharya, 2010) پیشنهاد شد. MES در سال ۲۰۱۲ توسط براونلس و آنگل (Brownlees and Engle, 2012) به‌صورت شرطی تعمیم داده‌شده است. با توجه به تعریف، ES با سطح $\alpha\%$ بازده مورد انتظار در بدترین $\alpha\%$ تمام حالت‌ها است، اما می‌توان آن را به‌صورت عمومی تعمیم داد به‌طوری‌که بازده از یک آستانه C داده‌شده تجاوز کند. در کل، نمایش ریاضی ES به‌صورت زیر است.

$$ES_{mt}(C) = \mathbb{E}_{t-1}(r_{mt} | r_{mt} < C) = \sum_{i=1}^{N} w_{it} \mathbb{E}_{t-1}(r_{it} | r_{mt} < C) \qquad (۱)$$

که $\mathbb{E}_{t-1}$ امید شرطی تا اطلاعات زمان $t-1$ است. آنگاه، MES مشتق جزئی ES سیستم نسبت به وزن نهاد i در سیستم مالی است:

$$MES_{it}(C) = \frac{\partial ES_{mt}(C)}{\partial w_{it}} = \mathbb{E}_{t-1}(r_{it}|r_{mt} < C) \quad (۲)$$

MES افزایش ریسک سیستم (اندازه گرفته‌شده با ES) را با افزایش حاشیه‌ای وزن نهاد i در سیستم اندازه می‌گیرد. شرکت با MES بالاتر سهم بیشتری در افزایش ریسک فراگیر دارد.

ΔCoVaR

آخرین اندازه ریسک فراگیر ΔCoVaR است که در سال ۲۰۱۱ توسط آدریان و برونرمیر پیشنهاد شد. این اندازه بر پایه مفهوم ارزش در معرض خطر $VaR(\alpha)$ است که بیشینه زیان در بازده اطمینان $\alpha\%$ است. CoVaR متناظر است با ارزش در معرض خطر بازده بازار به شرطی که پیشامد $\mathbb{C}(r_{it})$ برای نهاد i مشاهده‌شده باشد.

$$Pr(r_{mt} \le CoVaR_t^{m|\mathbb{C}(r_{it})} | \mathbb{C}(r_{it})) = \alpha \quad (۳)$$

ΔCoVaR نهاد i به‌صورت تفاضل میان VaR سیستم مالی به شرطی که این نهاد در وضعیت بحرانی باشد و VaR سیستم مالی به شرطی که نهاد i در حالت عادی (میانه) باشد تعریف می‌شود. تعاریف متعددی را برای $\mathbb{C}(r_{it})$ به‌منظور تعریف وضعیت بحرانی نهاد مالی می‌توان در نظر گرفت. ازآنجایی‌که آچاریا و همکارانش از رهیافت رگرسیون چندکی در محاسبات استفاده کردند، حالت بحرانی را دقیقاً برابر VaR در نظر گرفتند:

$$\Delta CoVaR_{it}(\alpha) = CoVaR_t^{m|r_{it}=VaR_{it}(\alpha)} - CoVaR_t^{m|r_{it}=Median(r_{it})} \quad (۴)$$

یک رهیافت دیگر برای تعریف وضعیت بحرانی نهاد i را می‌توان به‌صورت زیر در نظر گرفت:

$$\Delta CoVaR_{it}(\alpha) = CoVaR_t^{m|r_{it}\le VaR_{it}(\alpha)} - CoVaR_t^{m|r_{it}=Median(r_{it})} \quad (۵)$$

۳-۳-مدل‌سازی

در سال ۲۰۱۱ آدریان و برونمیر (Adrian and Brunnermeier, 2011) اندازه‌ای برای ریسک نامطلوب شرطی بین یک سبد فردی با سبد دیگر پیشنهاد کردند. سبد دوم می‌تواند یک سبد فردی دیگر یا کل سیستم مالی باشد. به‌موازات تعریف ارزش در معرض خطر (VaR) اندازه ریسک CoVaR به‌صورت بیشینه زیان مورد انتظار در یک سبد معین برای یک سطح اطمینان و افق زمانی داده‌شده است. به‌صورت واضح‌تر، برای یک شرکت و کل سیستم، $100\% \times \lambda$ CoVaR سیستم S

با $\lambda \times 100\%$ VaR داده‌شده شرکت i، به‌صورت $\mathrm{CoVaR}_{\lambda,t}^{S|i}$ نمایش داده‌شده و به‌صورت چندک λ تابع زیان شرطی تعریف می‌شود:

$$\Pr\left(X_t^S \le \mathrm{CoVaR}_{\lambda,t}^{S|i} \middle| X_t^i = \mathrm{VaR}_{\lambda,t}^i\right) = \lambda \qquad (۶)$$

که X_t^S و X_t^i به ترتیب بازده‌های کل سیستم مالی و شرکت فردی را نمایش می‌دهند و $\mathrm{VaR}_{\lambda,t}^i$ ارزش در معرض خطر شرکت i برای یک سطح احتمال دلخواه $0 < \lambda < 1$ است.

لوپز اسپینوزا و همکاران (López-Espinosa and et al, 2013) اندازه سهم حاشیه‌ای یک بنگاه بر سیستم را به‌صورت $\Delta\mathrm{CoVaR}_{\lambda,t}^{j|i}$ تعریف کردند. این اندازه به‌صورت مقدار نموی CoVaR با شرط اینکه بنگاه در شرایط ریسک باشد نسبت به CoVaR با شرط اینکه بنگاه در شرایط متوسط یا نرمال باشد، تعریف می‌شود. شرایط بحران و نرمال به ترتیب با $\lambda \times 100\%$ و $\lambda \times 50\%$ VaR بنگاه در نظر گرفته می‌شود. به‌طور کل، سهم ریسک شرکت در کل سیستم به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Delta\mathrm{CoVaR}_{\lambda,t}^{j|i} = \mathrm{CoVaR}_{\lambda,t}^{S|X^i=\mathrm{VaR}_{\lambda,t}^i} - \mathrm{CoVaR}_{\lambda,t}^{S|X^i=\mathrm{Median}^i} \qquad (۷)$$

تک سهم

برای هر شرکت بازده‌های هفتگی سبد تشکیل‌شده از ارزش بازاری دارایی کل بنگاه محاسبه‌شده است. به‌منظور برآورد ارزش بازاری دارایی کل، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری سرمایه به ارزش اسمی دارایی کل شرکت اضافه‌شده است.

$$X_t^i = \frac{\mathrm{MA}_t^i - \mathrm{MA}_{t-1}^i}{\mathrm{MA}_{t-1}^i} = \frac{\mathrm{LEV}_t^i \mathrm{ME}_t^i - \mathrm{LEV}_{t-1}^i \mathrm{ME}_{t-1}^i}{\mathrm{LEV}_t^i \mathrm{ME}_{t-1}^i} \qquad (۸)$$

که MA ارزش بازاری دارایی کل، ME ارزش بازاری سهام و اهرم LEV_t^i به‌صورت $\frac{\mathrm{BA}_t^i}{\mathrm{BE}_t^i}$ است که BA ارزش دفتری دارایی کل و BE حقوق صاحبان سهام است.

سبد سیستمی

برای هر شرکت، یک سبد سیستم متفاوت حاصل از میانگین موزون بازده‌های شرکت‌ها باقی‌مانده در نمونه ساخته می‌شود. یعنی بازده سبد سیستم مؤسسه i مانند زیر توصیف می‌شود:

$$X_t^{S,i} = \sum_{j=1,j\neq i}^{n} \omega_{t,j} X_t^j, \qquad \omega_{t,i} = W_t^i \left(\sum_{j=1,j\neq i}^{n} W_t^j\right)^{-1} \qquad (۹)$$

که X_t^j به بازده ساده مؤسسه jام و W_t^j متغیر اکیداً مثبت استفاده‌شده برای وزن دهی است؛ به‌طوری‌که $\omega_{t,j}$ بین صفر و یک می‌باشد. دلیل استفاده از این رهیافت در زیر آمده است:

اول اینکه هرکدام از شاخص‌های حاصل‌شده سبدی از شرکت‌های بزرگ است و سبد سیستمی را نمایش می‌دهند. این مسئله ما را قادر می‌سازد تا چگونگی پخش شوک در شرکت بحران‌زده، در این

دسته خاص را مشاهده کنیم. دوم حذف شرکتی از ترکیب خطی که باعث می‌شود سبد سیستمی آن به‌گونه‌ای باشد که سیستم مرجع برای هر شرکت با شاخص تشکیل‌شده از سایر شرکت‌های باقیمانده در نمونه شکل بگیرد مشخص شود. این رویه یک تعدیل نمونه خرد را تضمین می‌کند و از اثر همبستگی مکانیکی در موقعی که تعداد کل نهادها (N) در نمونه بزرگ نیست و یا زمانی که یک‌نهاد وزن معناداری در کل سیستم داشته باشد جلوگیری می‌کند. درنهایت، از مقدار دارای وقفه متغیر دارایی کل به‌منظور متغیر وزن دهی استفاده می‌شود.

۳-٤-برآورد VaR یک شرکت و یک سیستم

محاسبه CoVaR نیاز به برآورد مقدار VaR برای هر شرکت و برای هر سیستم از شرکت‌ها دارد. اگرچه می‌توان VaR را با روش‌های مختلفی برآورد کرد، اما در اینجا از روش رگرسیون چندکی استفاده‌شده است. زیرا این روش در قلب مدل CoVaR نهفته است.

فرض کنید $Z_t = (1, F_{1t}, F_{2t}, \dots, F_{nt})'$ یک بردار از متغیرهای حالت باشد. مدل رگرسیون چندکی به‌صورت زیر است:

$$X_t^i = Z'_{t-1}\beta_\lambda^i + u_{\lambda,t}^i \; ; \qquad t = 2, \dots, T \qquad (۱۰)$$

در چندک‌های $\lambda = \{0.05, 0.50\}$ با متغیر وابسته بازده شرکت iام و جمله خطای $u_{\lambda,t}^i$ که در محدودیت $Q(u_{\lambda,t}^i | Z_{t-1}) = 0$ صدق می‌کند. $Q(.)$ تابع چندکی شرطی است. انتخاب ۵٪ در احتمال رکود متناظر باتجربه‌های مدیریت ریسک بوده و همچنین تعادل مناسبی را بین مشخص کردن مقادیر با احتمال رخداد بزرگ در دُم چپ توزیع زیان و دشواری‌های آماری مربوط به شناسایی پارامتر را زمانی که تابع هدف نزدیک محدودیت‌های مرزی در رگرسیون چندکی است، برقرار می‌کند. چندک ۵۰٪ با توجه به معادله محاسبه $\Delta CoVaR_{\lambda,t}^{j|i}$ انتخاب‌شده است. این انتخاب ما را در مشخص کردن دینامیک چندک شرطی X_t^i بدون اعمال هرگونه محدودیتی روی توزیع داده کمک می‌کند. این رویه به برآورد سازگار از بردار β_λ^i تحت شرایط نرمال می‌انجامد که می‌توان VaR را با توجه به آن محاسبه کرد: $VaR_{\lambda,t}^i = \hat{\beta}_\lambda^i Z_{t-1}$.

۳-۵-محاسبه $CoVaR_{\lambda,t}^{S|i}$ و $\Delta CoVaR_{\lambda,t}^{i}$

گام مهم در روش محاسبه CoVaR برآورد اندازه تغییرات مشترک شرطی است. با استفاده از رگرسیون چندکی بازده سیستم روی بازده همزمان شرکت iام و بعد از کنترل مجموعه متغیرهای

حالت بحث شده در قبل، برای مثال، $X_t^{S,i} = Z'_{t-1}\beta_\lambda^S + \delta_\lambda^i X_t^i + u_{\lambda,t}^S$ می‌توان این اندازه تغییرات را اندازه گرفت.

ازآنجایی‌که CoVaR مخصوصاً برای اندازه‌گیری ریسک رکود به‌کاربرده می‌شود، در مدل‌سازی آن باید احتیاط کرد. به‌خصوص، ضرایب برآورد شده اثر بازده یک شرکت بر کل سیستم میانگین پاسخ چندک شرطی توزیع بازده سبد به توزیع کل بازده شرکت را نشان می‌دهد. ازآنجاکه تحلیل‌های ما بیشتر بروی رفتار دُم چپ توزیع متمرکز است، به همین علت مقادیر VaR منفی خواهد بود. مدل ذکرشده قبل را به‌صورت مدل نامتقارن زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$X_t^{S,i} = Z'_{t-1}\beta_\lambda^S + \delta_{\lambda,i}^{S,-} X_{t-1}^i I_{(X_{t-1}^i<0)} + \delta_{\lambda,i}^{S,+} X_{t-1}^i I_{(X_{t-1}^i\geq 0)} + u_{\lambda,t}^{S,\pm} \qquad (۱۱)$$

که $I_{(.)}$ تابع مشخصه است. در کل، با داشتن مقادیر برآورد شده تابع CoVaR به‌صورت زیر برآورد می‌شود:

$$CoVaR_{\lambda,t}^{S|X^i=VaR_{\lambda,t}^i} = Z'_{t-1}\widehat{\beta}_\lambda^S + [\delta_{\lambda,i}^{S,-} I_{(X_{t-1}^i<0)} + \delta_{\lambda,i}^{S,+} I_{(X_{t-1}^i\geq 0)}]\, VaR_{\lambda,t}^i \qquad (۱۲)$$

برای هر $0 < \lambda < 1$ و به‌طور خاص در $\lambda = 0.05$ داریم:

$$\Delta CoVaR_{0.05,t}^{S|i} = CoVaR_{0.05,t}^{S|X^i=VaR_{0.05,t}^i} - CoVaR_{0.5,t}^{S|X^i=VaR_{0.5,t}^i} \qquad (۱۳)$$

٤-داده‌ها و یافته‌ها

در این بخش با پیروی از مدل ذکرشده در قسمت قبل به پیاده‌سازی رهیافت CoVaR و MES پرداخته خواهد شد. در ادامه، اندازه ریسک CoVaR از سه‌نقطه نظر محاسبه خواهد شد، ابتدا اثر ریسک هرکدام از شرکت‌ها بر کل سیستم بررسی می‌شود، سپس ریسک متقابل شرکت‌ها مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت و نهایتاً ریسک هر یک از شرکت‌ها را زمانی که کل سیستم در معرض خطر است مورد سنجش قرار خواهد گرفت. به دلیل مشابهت دیدگاه سوم با تعریف MES مورد آخر با MES محاسبه می‌شود و شرکت‌های داخل نمونه با هر دو روش رتبه‌بندی خواهند شد.

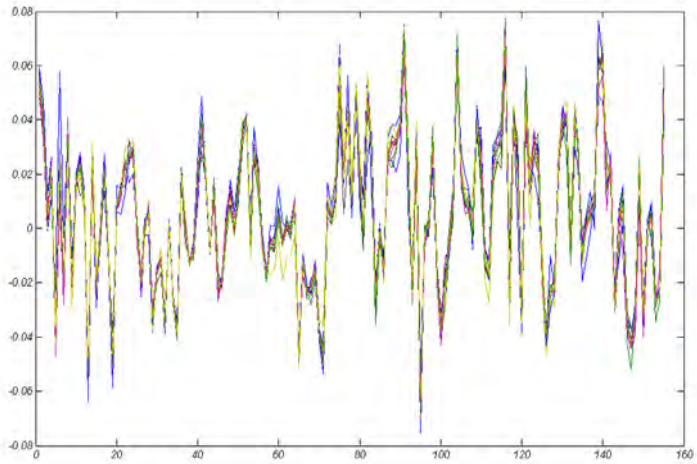
در این تحقیق ۲۰ شرکت بزرگ در بورس اوراق بهادار تهران طوری انتخاب‌شده‌اند که از ابتدای سال ۹۰ تا پایان سال ۱۳۹۲ روزانه به‌طور میانگین بیشتر از نیم درصد ارزش کل بازار را داشته باشند و دارای بیشترین تعداد روزهای معاملاتی باشند. بعد از انتخاب شرکت‌ها، با استفاده از صورت‌های مالی میان‌دوره‌ای هر شرکت و ارزش بازاری آن‌ها از ابتدای سال ۹۰ تا پایان سال ۱۳۹۲ سری زمانی هفتگی از ارزش بازاری دارایی کل هر شرکت را به‌دست‌آمده و با استفاده از فرمول (۸) بازده هرکدام از ۲۰ شرکت به‌صورت هفتگی محاسبه‌شده است. در جدول (۱) اسامی شرکت‌های داخل نمونه آمده است.

نویسندگان تأکید می‌کنند که نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق صرفاً جهت آزمودن روش‌های اندازه‌گیری ریسک فراگیر برای ۲۰ شرکت نمونه در بورس اوراق بهادار تهران بوده است و دلیلی برای ریسکی بودن شرکت‌ها در واقعیت نیست.

جدول (۱): نماد و اسم ۲۰ شرکت نمونه

ردیف	نماد	اسم شرکت
۱	اخابر	مخابرات ایران
۲	بترانس	ایران ترانسفو
۳	ساخت	سرمایه‌گذاری ساختمان ایران
۴	خبهمن	گروه بهمن
۵	خساپا	سایپا
۶	همراه	ارتباطات سیار ایران
۷	رانفور	خدمات انفورماتیک
۸	ستران	سیمان تهران
۹	شپدیس	پتروشیمی پردیس
۱۰	شیراز	پتروشیمی شیراز
۱۱	فاسمین	کالسیمین
۱۲	فخاس	فولاد خراسان
۱۳	فخوز	فولاد خوزستان
۱۴	فملی	ملی صنایع مس ایران
۱۵	فولاد	فولاد مبارکه اصفهان
۱۶	کچاد	معدنی و صنعتی چادرملو
۱۷	کروی	توسعه معادن روی ایران
۱۸	والبر	سرمایه‌گذاری البرز
۱۹	وغدیر	سرمایه‌گذاری غدیر
۲۰	ونیکی	سرمایه‌گذاری ملی ایران

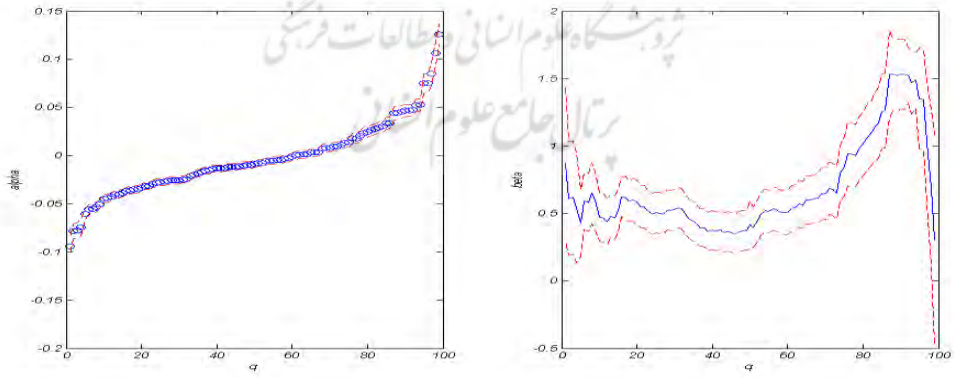
بازده کل سیستم نیز با رابطه بیان‌شده (۹) محاسبه می‌شود. شکل (۱) بازده موزون هفتگی کل سیستم با حذف شرکت iام را نشان می‌دهد.



شکل (۱): بازده موزون کل سیستم

٤-۱-دیدگاه اول (شرکت بر سیستم)

در این قسمت ابتدا ارزش در معرض خطر هر شرکت با استفاده از رگرسیون چندکی شرح داده‌شده در فرمول (۱۰) محاسبه می‌شود. متغیر حالت Z_t در نظر گرفته‌شده به‌صورت $Z_t = (1, \mathrm{ind}_t)'$ است که ind_t بازده شاخص کل در زمان t را نشان می‌دهد. شکل (۲) ضرایب برآورده شده از رگرسیون چندکی برای یک شرکت نمونه را نمایش می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که چگونه با افزایش λ در رگرسیون چندکی ضرایب تغییر می‌کنند.



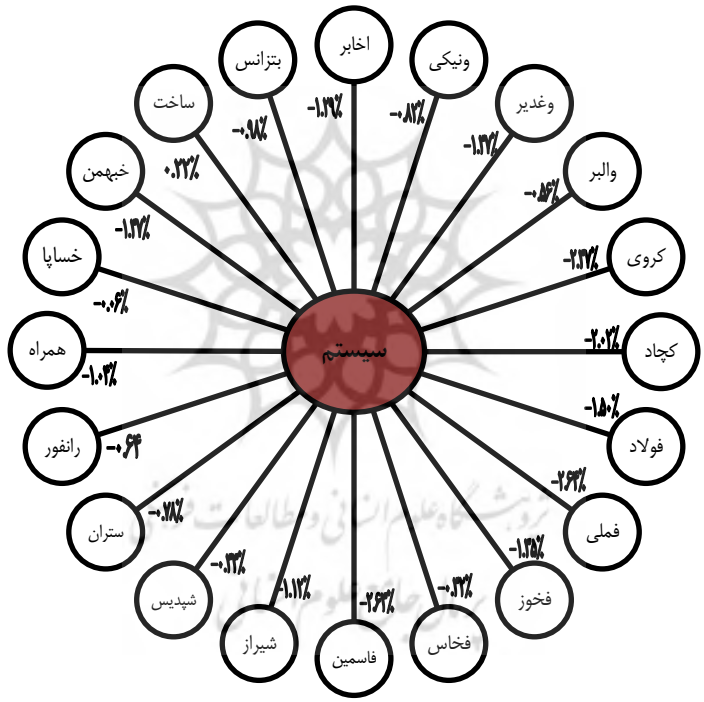
شکل (۲): ضرایب برآورد شده به ازای سطوح مختلف q در رگرسیون چندکی فرمول (۱۴) برای یک شرکت نمونه.
آلفا ضریب ثابت و بتا ضریب بازده شاخص کل

با استفاده از ارزش در معرض‌های برآورده شده و همچنین رگرسیون چندکی متقارن شرح داده‌شده در بخش قبل می‌توان $\mathrm{CoVaR}_{0.05}$ و $\mathrm{CoVaR}_{0.5}$ را محاسبه کرده و ریسک فراگیر $\Delta\mathrm{CoVaR}$ را اندازه‌گیری کرد. در جدول (۲) مقادیر $\mathrm{CoVaR}_{0.05}$ ، $\mathrm{CoVaR}_{0.5}$ و $\Delta\mathrm{CoVaR}$ را برای ۲۰ شرکت منتخب خلاصه شده است. هر کدام از مقادیر ریسک ناشی از در بحران قرار گرفتن کل سیستم می‌باشد با این فرض که شرکت iام در شرایط بحرانی قرار دارد.

جدول (۲): مقادیر $CoVaR_{\lambda,t}^{S|X^i=VaR_{\lambda,t}^i}$ و $\Delta CoVaR_{0.05,t}^{S|i}$ در حالت متقارن

Company	CoVaR_0.05	CoVaR_0.5	Delta_CoVaR
اخابر	-۰.۰۵	-۰.۰۳۷	-۰.۰۱۳
بترانس	-۰.۰۴۷	-۰.۰۳۷	-۰.۰۱
ساخت	-۰.۰۳۵	-۰.۰۳۷	۰.۰۰۲
خبهمن	-۰.۰۵۱	-۰.۰۳۸	-۰.۰۱۴
خساپا	-۰.۰۳۹	-۰.۰۳۹	-۰.۰۰۱
همراه	-۰.۰۴۴	-۰.۰۳۳	-۰.۰۱
رانفور	-۰.۰۴۳	-۰.۰۳۶	-۰.۰۰۶
ستران	-۰.۰۴۵	-۰.۰۳۷	-۰.۰۰۸
شپدیس	-۰.۰۴۲	-۰.۰۳۸	-۰.۰۰۳
شیراز	-۰.۰۴۸	-۰.۰۳۷	-۰.۰۱۱
فاسمین	-۰.۰۵۳	-۰.۰۲۷	-۰.۰۲۶
فخاس	-۰.۰۴۳	-۰.۰۴	-۰.۰۰۳
فخوز	-۰.۰۵	-۰.۰۳۷	-۰.۰۱۳
فملی	-۰.۰۴۹	-۰.۰۲۳	-۰.۰۲۶
فولاد	-۰.۰۴۵	-۰.۰۳	-۰.۰۱۵
کچاد	-۰.۰۵۱	-۰.۰۳۱	-۰.۰۲
کروی	-۰.۰۵۲	-۰.۰۲۸	-۰.۰۲۴
والبر	-۰.۰۴۴	-۰.۰۳۹	-۰.۰۰۶
وغدیر	-۰.۰۴۶	-۰.۰۳۳	-۰.۰۱۴
ونیکی	-۰.۰۴۷	-۰.۰۳۹	-۰.۰۰۸

با توجه به جدول (۲) شرکت‌های فاسمین، فملی، کچاد و کروی درصورت قرار گرفتن در بحران بیشترین تأثیر را بر کل سیستم تحمیل می‌کنند و کمترین تأثیر را شرکت خساپا دارا می‌باشد. از جدول فوق می‌توان نتیجه گرفت که یک مقام ناظر با مشاهده خطر سقوط یک شرکت بزرگ مانند شرکت‌های فاسمین، فملی، کچاد و کروی لازم است چاره‌ای برای نجات شرکت بیندیشد تا این خطر به سایر شرکت‌های موجود در سیستم سرایت نکند. زیرا همان‌طور که در ادامه اشاره خواهیم کرد این شرکت‌ها با وزن زیادی سایر شرکت‌ها را تحت تأثیر قرار خواهند داد که نهایتاً باعث ایجاد سقوط در کل سیستم خواهد شد. دیاگرام نمایش داده‌شده در شکل (۳) دلتا ارزش در معرض خطر شرطی را نشان داده است.



شکل(۳): دیاگرام تأثیر شرکت‌های بر کل سیستم

در گام بعدی پژوهش، با استفاده از فرمول نامتقارن بیان‌شده در معادله (۱۱) به محاسبه ارزش در معرض خطر شرطی (CoVaR) پرداخته می‌شود. در این گام رگرسیون چندکی روی متغیر حالت و بازده‌های مثبت و منفی شرکت‌ها اعمال می‌شود. جدول (۳) مقادیر $\mathrm{CoVaR}_{\lambda,t}^{S|X^i=VaR_{\lambda,t}^i}$ و $\Delta\mathrm{CoVaR}_{0.05,t}^{s|i}$ متناظر ۲۰ شرکت منتخب را نمایش می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقادیری

که بعضی از شرکت‌ها متفاوت از نتایج موجود در جدول (۲) است، علت این امر آن است که در جدول (۲) حالت متقارن در نظر گرفته‌شده است یعنی فرض شده است بازده‌های مثبت و منفی شرکت حالت متقارن دارند و با ضریب یکسان با بازده سیستم رابطه دارند اما در حالت نامتقارن (جدول (۳)) فرض شده است که بازده‌های مثبت و منفی شرکت‌ها با ضرایب متفاوتی با بازده سیستم در ارتباط است، همین موضوع باعث می‌شود که نتایج حاصل متفاوت از هم باشند. همان‌گونه که از جدول (۳) پیداست شرکت‌های *فاسمین*، *فملی*، *کچاد* و *کروی* جزو شرکت‌های تأثیرگذار بر سیستم اما شرکت *خساپا* که در جدول (۲) کمترین تأثیر را بر سیستم داشت در حالت نامتقارن جزو تأثیرگذارترین‌ها بر سیستم است.

٤-۲-دیدگاه دوم (شرکت بر شرکت)

در این قسمت سعی شده است با استفاده از رهیافت‌های ذکرشده در بخش قبل ریسک یک شرکت j زمانی که شرکت i در معرض خطر قرارگرفته موردسنجش قرارگرفته شود. تمامی محاسبات مشابه قسمت قبل است به‌استثنای اینکه در سیستم جای خود را به شرکت i می‌دهد. نتایج به دست آمده در شکل‌های (۴) و (۵) به تصویر درآمده است.

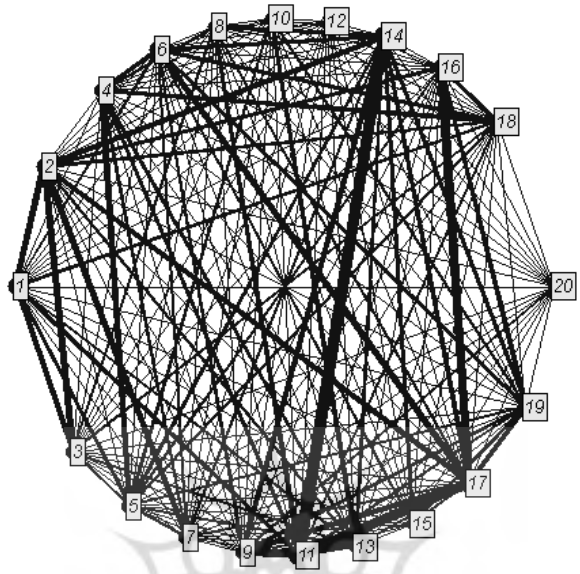
شکل‌های (۴) و (۵) گراف تأثیر شرکت‌ها بر یکدیگر را نشان می‌دهد. شکل (۴)، گرافی را نشان می‌دهد که رأس‌های آن متناظر با شرکت‌های ۱ تا ۲۰ و یال‌های آن متناظر با $\Delta CoVaR_{0.05}^{j|i}$ به‌دست‌آمده از حالت نامتقارن می‌باشد. این گراف تأثیر شرکت‌های با نماد کوچک‌تر بر بزرگ‌تر را نشان می‌دهد و ضخامت یال‌ها نشان‌دهنده میزان تأثیر شرکت بر هرکدام از شرکت‌های دیگر است. برای مثال شرکت بترانس روی شرکت‌های ساخت، رانفور، فملی و کروی تأثیر بیشتری می‌گذارد. به‌عنوان‌مثال دیگر شرکت فملی روی شرکت وغدیر تأثیرگذار است. شکل (۵) تأثیرپذیری شرکت‌های با نماد کوچک‌تر از شرکت‌های با نماد بزرگ‌تر را نشان می‌دهد. برای مثال شرکت بترانس بیشترین تأثیرپذیری را در میان شرکت‌ها دارد. یعنی شرکت بترانس شرکتی وابسته است و هرکدام از شرکت‌های داخل مجموعه در بحران قرار گیرند شرکت بترانس را تحت تأثیر قرار خواهند داد و اگر شرکت بترانس دچار سقوط شود شرکت‌های ساخت، رانفور، فملی و کروی نیز تحت تأثیر قرار خواهند گرفت. از شکل‌های (۴) و (۵) بیشترین ضخامت یال مربوط به یال بین شرکت فاسمین و فملی در شکل (۴) است. این یال میزان تأثیر شرکت فاسمین بر شرکت فملی را نشان می‌دهد درحالی‌که در شکل (۵) میران تأثیر شرکت فملی بر شرکت فاسمین چندان زیاد نیست.

بدون شک بررسی‌های در مقیاس بالا و محاسبه رابطه و اثرات متقابل شرکت‌ها می‌تواند در زمینه مدیریت بحران و همچنین تعیین استراتژی‌های معقولانه توسط مقامات ناظر کمک‌رسان باشد.

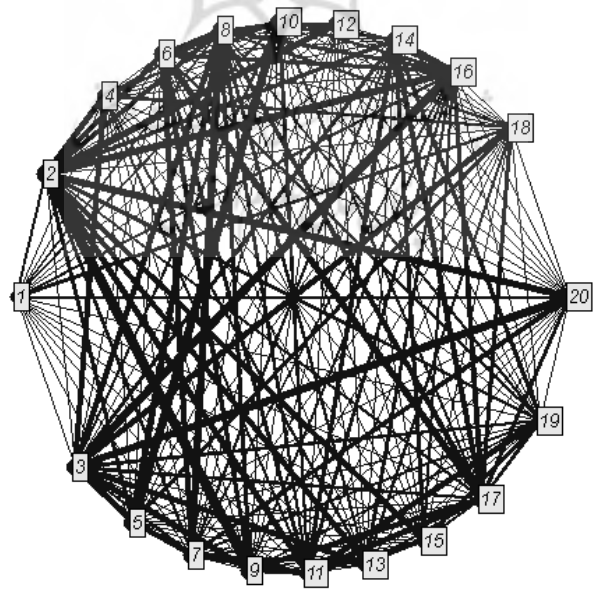
جدول (۳): مقادیر $CoVaR_{\lambda,t}^{S|X^i=VaR_{\lambda,t}^i}$ و $\Delta CoVaR_{0.05,t}^{S|i}$ با حالت نامتقارن

شرکت	CoVaR_0.05	CoVaR_0.5	Delta_CoVaR
اخابر	-۰.۰۴۰	-۰.۰۴۲	۰.۰۰۱
بترانس	-۰.۰۵۲	-۰.۰۲۶	-۰.۰۲۶
ساخت	-۰.۰۳۷	-۰.۰۴۰	۰.۰۰۳
خبهمن	-۰.۰۵۶	-۰.۰۳۴	-۰.۰۲۲
خساپا	-۰.۰۵۲	-۰.۰۳۲	-۰.۰۲۰
همراه	-۰.۰۶۲	-۰.۰۲۸	-۰.۰۳۴
رانفور	-۰.۰۴۳	-۰.۰۳۶	-۰.۰۰۶
ستران	-۰.۰۵۱	-۰.۰۳۴	-۰.۰۱۷
شپدیس	-۰.۰۵۵	-۰.۰۲۷	-۰.۰۲۸
شیراز	-۰.۰۴۳	-۰.۰۳۷	-۰.۰۰۵
فاسمین	-۰.۰۶۶	-۰.۰۱۷	-۰.۰۴۹
فخاس	-۰.۰۵۲	-۰.۰۳۲	-۰.۰۱۹
فخوز	-۰.۰۵۰	-۰.۰۳۶	-۰.۰۱۴
فملی	-۰.۰۵۰	-۰.۰۲۲	-۰.۰۲۸
فولاد	-۰.۰۴۴	-۰.۰۳۴	-۰.۰۱۰
کچاد	-۰.۰۶۲	-۰.۰۲۹	-۰.۰۳۳
کروی	-۰.۰۶۶	-۰.۰۲۷	-۰.۰۳۹
والبر	-۰.۰۳۹	-۰.۰۴۰	۰.۰۰۱
وغدیر	-۰.۰۵۴	-۰.۰۳۲	-۰.۰۲۲
ونیکی	-۰.۰۵۱	-۰.۰۳۳	-۰.۰۱۸

شکل (۴) : دیاگرام تأثیر شرکت‌های با نمادهای کوچکتر بر نمادهای بزرگتر



شکل (۵): دیاگرام تأثیر شرکت‌های با نمادهای بزرگتر بر نمادهای کوچکتر



۴-۳-دیدگاه سوم (سیستم بر شرکت)

بسیاری از سرمایه‌گذاران و سهامداران علاقه‌مند هستند بدانند اگر در یک سیستم بحران ایجاد شود شرکت‌های زیرمجموعه آن سیستم تا چه حد تحت تأثیر این شوک قرار خواهند گرفت تا به‌وسیله آن بتوانند ریسک فراگیر سبد خود را کاهش دهند. با استفاده از دو رویکرد CoVaR و MES ریسک فراگیر حاصل از وقوع بحران برای یک سیستم را می‌توان برآورد کرد.

همانند بخش قبل می‌توان با استفاده از رگرسیون چندکی دلتا ارزش در معرض خطر شرطی را که یک سیستم در معرض خطر گرفته محاسبه نمود، همچنین با توجه به تعریف اندازه MES، فرمول (۲) ما را قادر می‌سازد تا ریسک فراگیر را با این رویکرد محاسبه کنیم. توجه شود که با توجه به تعریف اندازه ریسک‌های یادشده نمی‌توان انتظار داشت که هر دو اندازه دارای جواب‌های یکسانی باشند. به‌طور مثال ممکن است ریسک شرکت i از شرکت j با استفاده از رهیافت CoVaR بیشتر باشد، یعنی $\Delta CoVaR_{0.05}^{j|S} < \Delta CoVaR_{0.05}^{j|S}$ اما در رهیافت ریسک فراگیر حاشیه‌ای، ریسک شرکت j بیشتر از شرکت i باشد، یعنی $MES_i < MES_j$. در این حالت این سؤال برای سرمایه‌گذار یا ناظر پیش خواهد آمد که به‌راستی کدام شرکت از ریسک فراگیر بالاتر برخوردار خواهد شود؟ جواب این سؤال را می‌توان به این صورت داد؛ ابتدا ریسک شرکت‌ها برحسب هرکدام از رویکردها برآورد می‌شود، سپس شرکت‌ها بر اساس پر ریسک به کم ریسک متناظر با هر رویکرد مرتب خواهند شد و درنهایت شرکت‌هایی که در یک سطح اول مشترک هستند جز شرکت‌های پر ریسک خواهند بود.

در جدول (۴) تمام بیست شرکت نمونه بر اساس هر دو رهیافت رتبه‌بندی شده‌اند.

جدول (۴): رتبه‌بندی شرکت‌ها بر حسب ریسک فراگیر با استفاده از دو رویکرد CoVaR و MES

رتبه	ΔCoVaR	MES
۱	ساخت	ستران
۲	بترانس	خبهمن
۳	خساپا	ساخت
۴	ستران	فملی
۵	خبهمن	خساپا
۶	فملی	فخوز
۷	فولاد	کروی
۸	ونیکی	بترانس

وغدیر	فخوز	۹
ونیکی	فاسمین	۱۰
شیراز	رانفور	۱۱
اخابر	کچاد	۱۲
همراه	شیراز	۱۳
کچاد	کروی	۱۴
والبر	فخاس	۱۵
فاسمین	شپدیس	۱۶
شپدیس	همراه	۱۷
فولاد	والبر	۱۸
رانفور	وغدیر	۱۹
فخاس	اخابر	۲۰

اگر ده شرکت اول جز شرکت‌های پر ریسک شمرده شود، دو رویکرد دارای ۸ شرکت مشترک در این سطح هستند و این شرکت‌ها در ردیف شرکت‌های با ریسک فراگیر بالا در نظر گرفته می‌شوند. نماد این ۸ شرکت به ترتیب به‌صورت زیر که در جدول (۵) آمده است، در یک ردیف قرار می‌گیرند.

جدول (۵): ۸ شرکت با سه سطح ریسک

سطح اول	ساخت، خساپا، فملی و ونیکی
سطح دوم	ستران، خبهمن و فخوز
سطح سوم	بترانس

۵-نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن اندازه‌های ریسک فراگیر به‌عنوان ابزاری جهت سنجش لطمه پذیر بودن شرکت‌ها در زمان بحران یا استرس، می‌توان ادعا کرد که ناظران و تنظیم‌کنندگان بازار می‌توانند با برداشت درست از این ابزار بازار را در زمان‌های بحران مهار کنند. همان‌گونه که در مقاله ذکر شد این روش‌ها

(CoVaR و MES) دوتا از چند روش موجود به‌منظور اندازه‌گیری ریسک فراگیر هستند و تجربه نشان داده است استفاده از چند روش برای محاسبه ریسک فراگیر می‌تواند بینش بهتری به ناظران و فعالان بازار جهت درک درست مسیر کنترل بازار و سرمایه‌گذاری در سهام در زمان‌های بحران اهدا کند.

مجدداً متذکر می‌شود نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق صرفاً جهت آزمودن روش‌های اندازه‌گیری ریسک فراگیر برای ۲۰ شرکت نمونه در بورس اوراق بهادار تهران بوده است و دلیلی برای ریسکی بودن شرکت‌ها در واقعیت نیست.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مأخذ

1. Adrian, T. and M.K. Brunnermeier, (2011), CoVaR, National Bureau of Economic Research.
2. Billio, M., et al.,(2010), Econometric measures of systemic risk in the finance and insurance sectors National Bureau of Economic Research.
3. Zhou, C., (2010), Are banks too big to fail? Measuring systemic importance of financial institutions. International Journal of Central Banking. 6(4): p. 205-250.
4. Huang, X., H. Zhou, and H. Zhu,(2009), A framework for assessing the systemic risk of major financial institutions. Journal of Banking & Finance. 33(11): p. 2036-2049.
5. Segoviano, M.A. and C.A.E. Goodhart,(2009), Banking stability measures. International Monetary Fund.
6. Acharya, V.V., et al., (2010), Measuring systemic risk.
7. Allen, L., T.G. Bali, and Y. Tang,(2012), Does systemic risk in the financial sector predict future economic downturns? Review of Financial Studies. 25(10): p. 3000-3036.
8. Benoit, S., et al.,(2013), A theoretical and empirical comparison of systemic risk measures.
9. Brownlees, C.T. and R.F. Engle,(2012), Volatility, correlation and tails for systemic risk measurement. Available at SSRN 1611229.
10. Acharya, V., R. Engle, and M. Richardson, (2012), Capital shortfall: A new approach to ranking and regulating systemic risks. The American Economic Review. 102(3): p. 59-64.
11. López-Espinosa, G., et al.,(2013), Good for one, bad for all: Determinants of individual versus systemic risk. Journal of Financial Stability. 9(3): p. 287-299.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی