بررسی اقتصادی انتشار اوراق بهادار فاجعه آمیز براساس داده‌های شبیه‌سازی شده خسارات زلزله تهران[1]

دکترکامبیز پیکارجو[2]

حانیه داودی رستمی[3]

چکیده

با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور ایران و قرار گرفتن بر روی کمربند زلزله و اینکه بشر در کنترل این ریسک فاجعه آمیز موفق نبوده است، بنگاههای اقتصادی در جهت کاهش عواقب ناگوار این حوادث تلاش کرده اند. اما در صورت وقوع حوادث فاجعه آمیز طبیعی از جمله زلزله این بنگاهها (در این تحقیق شرکتهای بیمه مد نظر هستند) دیگر توانایی پوشش ریسکها را ندارند و در نتیجه دچار ورشکستگی می‌شوند و از ادامه فعالیت باز می‌مانند. در حال حاضر بسیاری از کشورهای صنعتی و پیشرفته بحث فرایند شناسایی، ارزیابی، نگهداری و انتقال ریسک از جمله فرایندهای پیچیده اقتصادی می‌باشد. در این تحقیق به علت نبود اطلاعات آماری از خسارت زلزله متغیر خسارت آتش سوزی به عنوان یک متغیر جانشین برای متغیر خسارت زلزله میزان کشیدگی و چولگی این متغیر را مشخص کرده و در ادامه با استفاده از مدل رگرسیون خطی به وجود ارتباط مثبت بین خسارت آتش سوزی و حق بیمه های دریافتی از آتش سوزی پی بردیم. سپس با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو توانستیم با تولید هزار تکرار فراوانی توزیع خسارت را بدست آورده و در مرحله بعد ارزش در معرض ریسک را محاسبه نمودیم و با استخراج نقطه ارزش در معرض ریسک توانستیم نواحی نگهداری و انتقال ریسک را مشخص کنیم. به این ترتیب فضای زیر تابع توزیع را می‌توان به سه ناحیه تقسیم نمود. ناحیه دوم که در محدوده خسارت ۵۰ تا ۶۰ میلیارد ریال قرار دارد، به عنوان منطقه انتقال ریسک تعیین شد. به این ترتیب مشخص شد که خسارات ۵۰ تا ۶۰ میلیارد ریال به حجم ۱۰ میلیارد ریال در قالب انتشار اوراق بهادار ریسک زلزله قابل انتقال خواهند بود.

واژگان کلیدی

حوادث فاجعه آمیز، نگهداری ریسک، بیمه اتکایی، روشهای انتقال ریسک، اوراق بهادار فاجعه‌آمیز، شبیه‌سازی مونت کارلو، میزان ارزش در معرض ریسک

۱- مقدمه

رشد و توسعه اقتصادی، اساسی ترین هدفی است که تمامی کشورها و جوامع دنبال می‌کنند. فراهم کردن زندگی مناسب برای تمام آحاد جامعه خواست و آرزوی دیرینه‌ای می باشد که مدتهاست در سرلوحه اهداف و برنامه‌ریزی‌های

---

۱ این مقاله در فصلنامه صنعت بیمه، پژوهشکده بیمه، بیمه مرکزی ایران، شماره ۱ و ۲ سال ۲۴، بهار و تابستان ۱۳۸۸ چاپ گردیده است.

۲ استادیار و عضوهیات علمی دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. dr.k.peykarjou@gmail.com

۳ کارشناس ارشد اقتصاد برنامه ریزی و تحلیل سیستم های اقتصادی.

گوناگون کشورها قرار گرفته است. در واقع امروز، هیچ برنامه‌ای بدون هدف دست یابی به توسعه تنظیم نمی‌شود. تحقق رشد اقتصادی به ساز و کارهای مناسبی نیاز دارد و یکی از ساز و کارهای لازم و ضروری، بازارهای مالی کارآمد می‌باشند که نقش عمده‌ای در دستیابی به رشد اقتصادی دارد بنگاه‌های اقتصادی در تولید ناخالص ملی به عنوان شاخص مهم رشد و توسعه اقتصادی نقش دارند. این بنگاهها به منظور تهیه و تدارک منابع مورد نیاز تولید کالاها و خدمات خود به منابع مالی نیاز دارند در واقع تداوم فعالیت آنها به در اختیار داشتن منابع بستگی دارد. منابع مالی به فعالیتهای اقتصادی جان می‌بخشد و در واقع نبض اقتصادی هر کشور است که خود از دو بخش بازار پولی و بازار سرمایه تشکیل می شود هر چند این دو بازار مکمل یکدیگرند اما نظریه ها و سیاست های بازار پول، خاص این بازار بوده و در بازار سرمایه از کارایی لازم برخوردار نیست. ماهیت منابع بازار پولی کوتاه مدت می‌باشد، از طرفی بازار سرمایه نیازمند منابع بلندمدت و ارزان قیمت است. در کل، بازار سرمایه یا بازار اوراق بهادار درمقایسه با بازار پولی با سهولت بیشتری می‌تواند منابع مالی را به واحدهای مختلف اقتصادی تخصیص دهد. در واقع این بازار منابع و سرمایه‌های کوچک، سرگردان و پراکنده را تجهیز و تجمیع می‌کند. بازار مالی، خصوصاً بازار سرمایه برای این که بتواند کارا عمل کند نیازمند سازمانها و نهادهای مالی مناسب، فعال و کارآمد است. وجود این نهادها در بازارهای مالی و درست و بجا عمل کردن آنها، دستاوردهای ارزشمندی همچون رشد و توسعه اقتصادی را به همراه دارد. سمبل فعالیت در بازار پولی، بانک ها و سایر نهاد های پولی هستند و نماد بازار سرمایه، بورس اوراق بهادار و نهادهای آن می‌باشد. شواهد و آمارها حاکی از آن است که حجم فعالیت بازار سرمایه یا بورس در کشور های پیشرفته به مراتب بیشتر از کشور های در حال توسعه است پس می‌توان عنوان نمود این بازار ها، تأثیر شگرفی در رشد و توسعه اقتصادی کشور های پیشرفته ایفا می کنند.

در دنیای مدرن امروزی بحث شناسایی، ارزیابی، نگهداری، انتقال و حتی پرداخت خسارت(جبران خسارت) انواع ریسک ها از طریق بازارهای مالی(خصوصاً بازار سرمایه) انجام می گیرد و لذا بحث های نظری زیادی در خصوص هر یک از مراحل مذکور وجود دارد. در حال حاضر در بسیاری از کشور های صنعتی و پیشرفته بحث فرآیند شناسایی تا انتقال آن در زمره فرآیند های پیچیده توأم با ملاحضات اقتصادی و محاسبات ریاضی احتمالات می باشد. در این فرآیند مهمترین بحث، بحث محاسبه و تصمیم گیری اقتصادی در چگونگی نگهداری ریسک و موازنه سهم‌ها بین نگهداری و واگذاری(انتقال) آن از روشهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک است. این نگرانی و چالش در اکثر این نوع کشور ها در زمینه‌ها و رشته‌های مختلف ریسک توانسته است در قالب محاسبات اقتصادی و اکچوئری دیده شود اما تنها بحثی که همچنان چالش برانگیز است بحث ریسک های بلایای طبیعی و خطرات فاجعه آمیز است. در این شرایط کشور های توسعه یافته با بهره گیری از روش های نوین اقتصادی و ابزارهای اشتقاقی مدرن در بازارهای مالی خصوصاً بازارهای سرمایه توانسته اند ضمن افزایش توان نگهداری ریسک بوسیله انتقال آن در سطوح خرد از ناحیه کانالها و ابزارهای مختلف این امر را در داخل کشور یا منطقه بطور سیستماتیک حل نمایند. اما کشور های در حال توسعه در کنترل و نگهداری این ریسک ها به دلیل عدم بلوغ بازارهای مالی و عدم امکان استفاده بهینه از ابزارهای مالی در زمینه انتقال ریسک چندان موفق نبوده اند. علاوه بر ریسک های مصنوع دست بشری دسته ای از ریسک ها نیز وجود دارند که شدت و بزرگی آنها خارج از دست بشر می باشد و به علت وسعت بروز و بزرگی مقیاس معمولاً ریسک های غیر مترقبه یا ریسک های بلایای طبیعی یا فاجعه آمیز

نامیده می شوند. این نوع ریسک ها که همچنان بشر در کنترل آنها بطور کامل موفق نبوده است کاملاً وابسته به شرایط محیطی و اقلیمی می باشد. از مهمترین این دسته ریسک ها می توان به ترتیب ریسک های زمین لرزه و سیل را نام برد. حال با توجه به موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن کشور ما بر روی کمربند زلزله و همچنین وجود سیلاب های مختلف در استان های مختلف که معمولاً از استانداردهای ایمنی راه و ساختمان نیز بی‌بهره هستند، بررسی امکان برآورد و طراحی ابزارهای انتقال برای این نوع ریسک، امکان ایجاد فضاهای جدید کسب و کار در بازارهای مالی و سرمایه(همچنین افزایش توان نگهداری داخلی در شرایط تحریم و...) نشانگر اهمیت این موضوع می باشد.

۲- ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

در حوزه مدل‌سازی ریسک فجایع و بلایای طبیعی، از سال ۲۰۰۰ به بعد، مقالات و روشهای متعدد و پیچیده‌ای منتشر گردیده است که با استفاده از رویکردهای مختلف ریاضی طراحی و تبیین شده است. اما یکی از مرسوم‌ترین روش در این خصوص استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو[۱] و ارزش در معرض ریسک[۲] می‌باشد(Jorion,۲۰۰۰). روش شبیه‌سازی مونت کارلو و ارزش در معرض ریسک از آن جهت با استقبال محققین قرار گرفته است که با استفاده از این روش می‌توان آستانه‌های احتمالی تحمل فشار بار خسارات ناشی از وقوع یک زمین لرزه قریب‌الوقوع بسیار نادر را برآورد نمود. به این ترتیب روش مذکور از سال ۲۰۰۴ مورد کاربرد وسیعی در حوزه اقتصاد بیمه و اقتصاد مالی یافت. در این خصوص برجسته‌ترین مقالات منتشره را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد:

گروه اول شامل تحقیقاتی در زمینه بررسی مدلهای پیش‌بینی با استفاده از ارزش در معرض ریسک جهت برآورد پتانسیل خسارات ناشی از بلایای طبیعی می‌باشد. از مهمترین این تحقیقات می‌توان به تحقیق براندون(Brandon,۲۰۰۵) اشاره نمود که با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو میزان ارزش سیل در ایالتهای در معرض ریسک سیل امریکا را برای یک دوره ده ساله بررسی کرده و نتیجه گرفت که با توجه به حق‌بیمه‌های عایدشده از بیمه‌گذاران در صورت تحقق یک سیل قوی تمامی بیمه‌گران محلی ورشکست شده و بیمه‌گذاران نخواهند توانست میزان خسارات وارده خود را دریافت نمایند. همچنین تحقیق مشابهی نیز توسط کامینس(Cummins,۲۰۰۵) انجام شد. در این تحقیق که در فاصله زمانی یکساله انجام شد، تحقیق مشابهی برای ایالتهای جنوبی هندوستان تعریف و نتایج مشابه تحقیق براندون بدست آمد. البته در این‌خصوص تحقیقات مشابه دیگری مانند تحقیقات گلدبرگ(Gordon,۲۰۰۳)، هارینگتون(Haringtон,۲۰۰۳) و نظایر آنها را می‌توان اشاره نمود که رویکرد و نتایجی مشابه دو تحقیق قبلی داشتند.

گروه دوم تحقیقاتی هستند که صرفاً تاکید بر محاسبه و برآورد پتانسیل خسارات ناشی از زمین‌لرزه با استفاده از شبیه‌سازی تابع توزیع خسارات زیان داشته‌اند. مانند تحقیقات میجر(Major,۲۰۰۲)، بانتوال و کونروتر(Bantwal & Kunreuther,۲۰۰۰)، کاگس و پدرسن(Cox & Pedersen,۲۰۰۰)، دوهرتی(Doherty,۲۰۰۲) و بنکز (Banks,۲۰۰۴,۲۰۰۵) که این تحقیقات با استفاده از داده‌های شبیه‌سازی با روشهای مختلف ریاضی و آماری توابع توزیع وایبلی را برآورد و با استفاده

---

۱ Monte Carlo

۲ Value at Risk

از آنها دم‌های توزیع پهن را شناسایی و مورد تحلیل قرار دادند. نکته حائز اهمیت در تمامی تحقیقات انجام شده محققین به این نتیجه رسیدند که مبلغ حق بیمه دریافتی بابت ریسکهای مورد بررسی توسط بیمه‌گران به مراتب کمتر از احتمال و پتانسیل واقعی خسارات بوده و زیانهای متعدد و پراکنده پرداخت شده اثر معنی‌داری در افزایش حق بیمه‌ها نداشته است. در این شرایط بیمه‌گران مستقیم محلی و یا غیرمحلی که بیمه‌نامه‌های اتکائی با بیش از ۶۰ درصد واگذاری داشته‌اند از منطقه ورشکستگی قادر به رهایی خواهند بود اما این امکان برای سایرین وجود ندارد .همچنین بیمه‌گرانی که در لیست بیمه‌گران اتکایی خود بیمه‌گران با گرید A به بالا داشتند، زیان کمتری دیده‌اند.

گروه سوم شامل محققین است که در حوزه اقتصادمالی تخصص داشتند. این افراد در بررسیهای خود سئوال جدیدی را اضافه کردند:

"آیا بیمه‌گران می‌توانند به عوض بیمه‌اتکایی از روشهای دیگر انتقال ریسک استفاده کنند و منتفع گردند؟"

پاسخ این سئوال سبب بوجود آمدن مسیری جدید در تحقیقات گردید که از این دسته از تحقیقات می توان به تحقیقات افرادی چون گالاتی(Gallati,۲۰۰۳)، نواز و استین(Nawaz & Stein,۲۰۰۰)، چودهری(Choudhry,۲۰۰۶)،می(Mey,۲۰۰۷) و کلین(Klein,۲۰۰۷) اشاره نمود. آنها همگی بدنبال ارائه پیشنهاداتی بودند که با استفاده از ابزارهای انتقال ریسک[۱]، می‌توان به جای بیمه اتکایی از انواع شقوق مختلف اوراق بهادار ریسک[۲] استفاده نمود(Butt,۲۰۰۷). شاید اولین بار بحث انتشار اوراق بهادار ریسک از اوایل سال ۱۹۹۰ به طور جامع در بین اقتصاددانان مالی مطرح گردید اما در حوزه انتقال سهم عدم نگهداری بیمه‌گران مستقیم به بازار اوراق بهادار صحبت علمی و جدی انجام نگرفته بود. محققین مذکور در تحقیقات متعدد خود در دانشگاههای ال اس ای، کمبریج و آگسفورد به سفارش شرکتهای بیمه بزرگ همچون ای آی جی و شرکت بیمه اتکائی سوئیس و سندیکای بیمه‌گران لویدز راههای مختلف استفاده از ART را بررسی نمودند.

نکته قابل توجه در این خصوص امکان انتشار اوراق بهادار ریسک برای بلایای طبیعی(فاجعه آمیز) توسط بیمه‌گران و یا دولتهای مرکزی و محلی بود که بر اساس قوانین هر کشور متفاوت می‌باشد اما این اوراق قابل خرید و فروش در بورسهای داخلی و بین‌المللی با نرخ بهره بسیار بالاتر از اکثر سهام‌های مورد داد و ستد در بورسهای بزرگ جهان بودند که این امر بر جذابیت معامله آنها می‌افزاید(Cummins,۲۰۰۶). نتیجه این تحقیقات انتشار اولین اوراق بهادار ریسک در آمریکا برای برخی از ایالات سیل و یا گردباد خیز در سال ۲۰۰۲ بود که با مورد استقبال قرار گرفتن آنها توسط سفته‌بازان بازارهای سهام و اوراق بهادار اولین تجربه موفق در دنیا را به ثبت رساند و در حال حاضر بیش از ۲۵ نوع از این اوراق برای حوادث فاجعه‌آمیز آمریکا، استرالیا، ژاپن، فرانسه، آلمان و برمودا منتشر می‌شود.

در چارچوب مطالب مذکور این مقاله سعی بر آن خواهد داشت تا مباحث فوق را با استفاده از داده‌های شبیه‌سازی شده روش مونت‌کارلو و تعیین ارزش در معرض ریسک وضعیت ریسک زلزله برای شهر تهران برآورد و امکان انتشار اوراق بهادار ریسک را به عنوان یک روش انتقال ریسک را بررسی نماید.

---

۱ Alternative Risk Transfer-ART

۲ Securitization

۳- مبانی نظری تحقیق

۳-۱- مبانی نظری انتقال ریسک‌های فاجعه‌آمیز

در مباحث مقدماتی ریسک، انتخاب بین مقدار حجم نگهداری ریسک و انتقال آن، در قالب مباحث بهینه‌گی مورد بررسی قرار می‌گیرد. استراتژی تعیین میزان نگهداری و انتقال ریسک و یا حفظ تراز ریسک را می‌توان براساس دو شاخص"شدت مورد انتظار خسارت"[۱] و" فراوانی انتظار شده خسارت"[۲] بررسی نمود. نحوه این بررسی بدین‌گونه است که در زمان انتخاب و گزینش بهینه مختلط از دو وضعیت نگهداری و انتقال ریسک، اگر شدت و فراوانی انتظار شده خسارت هر دو کم و یا اگر شدت مورد انتظار کم ولی فراوانی مورد انتظار زیاد باشد، در هر دو حالت استراتژی مسلط، نگهداری ریسک خواهد بود. اما اگر شدت مورد انتظار زیاد و فراوانی مورد انتظار کم باشد حتماً باید سهم قابل توجهی از ریسک را واگذار کرد. بدین‌ترتیب با توجه به مباحث مذکور مشخص می‌شود که داده‌ها و اطلاعات مربوط به فراوانی و شدت خسارات، نقش قابل توجهی در شناسایی خسارت و شناخت راهکارهای انتقال یا نگهداری ریسک دارد.

جدول (۱)- انتخاب بهینه مختلط نگهداری و انتقال ریسک

استراتژی بهینه	شدت مورد انتظار خسارت	فراوانی مورد انتظار خسارت	توضیحات
نگهداری کامل ریسک	کم	کم	تمام ریسک به دو صورت تامین مالی شده و یا نشده نگهداری می‌شود
نگهداری و انتقال ریسک	کم	زیاد	تمام بزرگی از ریسک نگهداری و سهم کمی انتقال می‌یابد
انتقال ریسک	زیاد	کم	سهم بزرگی یا در صورت امکان تمامی ریسک منتقل می‌شود
پرهیز از ریسک	زیاد	زیاد	ریسک نه قابل انتقال نمی‌باشد و نه قابل نگهداری

با دانستن نقش عوامل موثر بر ریسک و نقش شدت و فراوانی مورد انتظار خسارت همچنین می‌توان از زاویه‌ای دیگر ریسک را به دو دسته قابل انتقال و قابل نگهداری تقسیم نمود. اگر ریسک نگهداری شوند[۳]، باید آن را از داخل و از محل وجوه تأمین شده[۴] و یا تأمین نشده[۵] تامین مالی کرد[۶]. همچنین روش تامین می‌تواند خود به دو بخش مشروط و پرداخت

---

۱ Expected Severity of Loss-ESL

۲ Expected Frequancy of Loss-EFL

۳ Retained

۴ Funded

۵ Unfunded

۶ منظور از قسمت تأمین شده یا برنامه‌ریزی شده این است که ریسک نگاهداری شده، براساس یک موافقتنامه یا توافق نامه‌ای رسمی بین دو طرف ذی‌نفع-واگذارنده و پذیرنده- ریسک منعقد گردد به نحوی که مدیون متعهد شود که منابع مقرر را در زمان و مکان معین بپردازد تا ریسک حذف یا اصطلاحاً بومی یا داخلی شود

شده تقسیم گردد(مسلماً همین مورد برای قسمت تامین نشده یا برنامه ریزی نشده نیز صادق است، با این تفاوت که در سهم نگاهداری تأمین نشده ریسک معمولاً میزان ریسکی که نگاهداری شده است چندان زیاد نیست). بطور مرسوم ریسک نگاهداری شده، از طریقه ایجاد کپتیوها[۱] ، انجام عملیات خود بیمه‌گری[۲]، سرمایه های احتیاطی یا مشروط[۳] و ریسک‌های محدود یا صرف شده[۴] نگهداری می‌شود. حال اگر ریسک قابل انتقال باشد، آنگاه این ریسک از طریق تفکیک و جزء به جزء کردن یا ابزارهای اشتقاقی، واگذاری دارایی یا مسئولیت، انتشار اوراق بهادار، بیمه یا بیمه‌اتکایی و روشهای دیگرانتقال ریسک انجام شود(Christopher,L.C.,۲۰۰۲).

روش انتقال ریسک عمدتاً اشاره به مکانیزم‌هایی برای همکاری‌هایی به منظور بیمه نمودن ریسکهای خود بنگاه‌ها از طریق کپتیوها، گروههای نگهداری ریسک، صندوق‌ها و غیره داشت. اما پس از سال ۲۰۰۰-۱۹۹۹، این مفهوم دامنه وسیع‌تری یافت و تمامی شکل‌های انتقال ریسک و راه‌حل‌های تامین مالی ریسک به جز بیمه و بیمه اتکایی سنتی را شامل گردید به نحوی که قادر به توزیع ریسک در طی زمان و در داخل ریسک بنگاه اقتصادی می باشند(TotteEnciso & Laye۲۰۰۱). با شرط ثبات سایر شرایط، بازار ART "بازار مدیریت ریسک برای همکاری مشترک از طریق راه حلهای مبتکرانه بیمه و بازار سرمایه" می باشد و روش جایگزین انتقال ریسک، راه حلی است که میزان مشخصی از ریسک را از بازارهای بیمه به بازارهای سرمایه و بر عکس انتقال می دهد تا اهداف اقتصادی انتقال ریسک جهت کاهش شدت و فراوانی خسارات تحقق یابد. در نتیجه، روش ART در شرایطی بوجود می آیدکه معمولاً برای ریسک های مدرنی که بازار سنتی بیمه مرسوم قادر به بیمه کردن آن نیستند(چرا که آن را ریسک بیمه نشدنی می دانند) یا برای آن نرخهای بسیار بالایی پیشنهاد می کنند. بدین ترتیب حوزه استحفاظی بحث ART می تواند در بخش ریسک های قابل انتقال، بخش تامین شده(برنامه ریزی شده) و نگهداری ریسک تعمیم یابد. لذا از مهمترین کاربردهای ART شرایط زیر است:

- سطح بالایی از میزان نگهداری ریسک وجود داشته باشد.
- میزان زمان پوشش طی چندین سال باشد.
- چندین منبع درگیر ریسک باشند یا منابع چندگانه ای از ریسک وجود داشته باشد.
- بیمه نامه ها و قرار دادهای بیمه ای نتوانسته اند بطور کامل ریسک را تحت پوشش قرار داده باشند.

با توجه به مطالب مذکور بطور دقیق می توان ART را روشی برای انتقال ریسک دانست که کارکرد آن بسیار نزدیک به ابزارهایی است که در بازار بیمه مورد استفاده قرار می گیرد(Schochlin۲۰۰۲). بطورکلی ART وابسته به ساختارهای بیمه‌ای و بیمه اتکایی سنتی نیست چرا که در مفاهیم سنتی ART بیشتر در حکم یک روش جانشینی برای بیمه مطرح می شد اما در شرایط جدید ART بیشتر به بخش کارکرد محصولات نوین ریسک که بیشتر شبیه ابزارهای بازار سرمایه است، می‌ماند. اما با تمام این حرفها محصولات ART را می‌توان از مشتقات مالی جانشین بازار بیمه دانست. بطورکلی محصولات ART؛

---

۱ Captives

۲ Self-insurance

۳ Contingent Capital

۴ Finite Reek

قراردادها، ساختارها و یا راهکارهایی است که از طریق شرکتهای بیمه مستقیم یا اتکایی قابل ارائه نمی‌باشند، بطوری که شرکت‌ها را قادر می سازند تا ریسک‌های خود را به افراد(اعم از حقیقی یا حقوقی) واگذار و یا بنیه مالی خود را برای ارائه خدمات بهتر از طریق تامین اعتباری جدید تقویت کنند(Stultz۲۰۰۴,Lee & Yu۲۰۰۲).

۳-۲- مبانی نظری اوراق بهادار ریسک فاجعه‌آمیز

در اوراق بهادارسازی ریسک فاجعه‌آمیز، اوراق توسط یک شرکت بیمه مستقیم و یا یک شرکت بیمه اتکایی یا یک شرکت و سازمان ناظر و قانون‌گذار، منتشر می‌شوند و توسط مؤسسات سرمایه‌گذاری خریداری می شوند. ریسک اصلی این اوراق یک "ریسک حداکثری"[۱] می باشد و پرداخت بهره و/یا سرمایه اصلی بستگی به وقوع یا شدت یک "واقعه بیمه" دارد. بازار برای اوراق بهادار مرتبط با بیمه شامل "اوراق قرضه حادثه"، " اوراق شرایط جوی یا فاجعه‌آمیز(یا بلایای طبیعی)"، "اوراق قرضه جمع آوری شده قابل معامله عمر"[۲] و "اوراق بهادار قابل فروش با قیمت مورد انتظار"[۳] می‌شود، اما در این مقاله تاکید بر اوراق فاجعه‌آمیز می‌باشد.

یک شرکت بیمه یا بیمه اتکایی اوراق بهادار فاجعه‌آمیز را از طریق یک شرکت با هدف خاص[۴](SPV) منتشر می‌کند و پرداخت بهره و/یا سرمایه اصلی را براساس خسارتهای قرار می‌دهد که از وقایع بیمه ای مشخص ناشی می‌شوند، مورد تعهد خود قرار می‌دهد. اگر خسارتها بیشتر از یک حد نصاب از پیش تعیین شده شوند، دیگر نیاز نمی‌باشد که بیمه گر/بیمه گر اتکایی به سرمایه‌گذاران بهره پرداخت کنند. از طریق این ساختار بنیادی، "عرضه جدید برای ریسک جدیدی"[۵] ایجاد می‌شود: ناشر یک میزان ارزشی موسوم به ارزش مشخصی که در حکم میزان ریسک‌پذیری خریدار(یا ارزش مواجهه با ریسک) به ازاء هر سهم است را به سرمایه‌گذاران بازار سرمایه(با پایین آوردن احتمال بروز ریسکش) منتقل می کند. این امر کاهش وابستگی بیمه‌گر به میزان سرمایه و سطح ذخیره‌های احتیاطی جبران خسارات را فراهم می‌کند و جریان وجوه نقد عظیمی را به بازارهای سرمایه سرازیر می‌نماید.

اوراق بهادارسازی ریسکهای فاجعه‌آمیز بیمه به طرفهای مختلفی از جمله شرکتهای منتشرکننده، سرمایه‌گذاران و واسطه‌ها سود می‌رساند. درواقع در طی یک بازار بیمه اتکایی با قیمت بالا، شرکت منتشر نده یا واگذارنده (معمولاً یک بیمه‌گر) می‌تواند به جای خرید بیمه اتکایی از این مکانیزم تامین مالی خسارت بمنظور مدیریت ریسک استفاده کند. علاوه بر این، از آنجایی که ریسکهای بیمه‌گر مجدداً در اوراق بهادارکوتاه مدت بسته‌بندی می‌شوند و از طریق شرکت با هدف خاص به سرمایه‌گذاران فروخته می شود، بیمه گر واگذارنده دیگر احتیاج نیست از سلامت و پشتوانه قوی پوشش ریسک عملیات انتقال مجدد ریسک توسط بیمه‌گر اتکایی نگران باشد. همچنین، سرمایه‌گذاران با خریداری اوراق بهاداری که محتمل است ارتباط کمی یا هیچ ارتباطی با دیگر دارائیهای ریسک در پرتفولیوشان داشته باشند، سود ببرد.

---

۱ Peak risk.

۲ Life securitization bonds

۳ Residual value securities

۴ Special Purpose Vehicle.

۵ New risk supply .

بهرحال منفعتهای اوراق بهادار مرتبط با بیمه همچنین با معایب و هزینه های به خصوصی همراه می شوند. ایجاد کردن ساختاری که برمبنای هزینه های مربوط به تشکیل SPV ها، تهیه سند، جلب توجه بانکهای سرمایه گذاری به خریداری این نشر (اگرچه روابط قراردادی یا حرفه ای با شرکت بیمهٔ دریافت کننده پوشش ندارند) ، انجام مطالعات تحلیلی در ارزیابی و قیمت‌گذاری اوراق بهادارو غیره می باشد، می‌تواند نسبتاً گران باشد. همچنین، در وضعیت عدم وجود نقدینگی در بازار و فقدان ابزارهای داد و ستد تامینی مناسب برای واسطه‌ها، معایب دیگری برای انتشار بوجود می‌آید. بنابراین وضعیت نقدینگی مناسب و یکسان‌سازی(استانداردسازی)[1] برای موفقیت اجرای سیاست اوراق بهادارسازی بسیار مهم می باشد. به این ترتیب اوراق بهادار فاجعه‌آمیز تنها در چارچوب هزینه/منفعت توجیه‌پذیر هستند زمانی‌که دیگر روش‌های جایگزین تامین مالی خسارت مانند بیمه اتکائی گران‌تر و یا سود ناشی از این واگذاری بسیار زیادتر از قیمتهای انتقال آنها باشد. البته در برخی مواقع به علت تزریق نقدینگی سرگردان از ناحیه فروش اوراق به بازارهای سرمایه و توسعه اشتغال در این بازارها این روش می‌تواند به جز یک روش انتقال ریسک در حکم یک سیاست اقتصادی فرار از رکود در معاملات بازارهای سرمایه نیز (در مقیاس بزرگ) به حساب آید به شرط آنکه ابزارهای سیاستی و کنترلی بازار سرمایه کارا باشند. بطور معمول به جز دلایل فوق‌الذکر، اوراق قرضه فاجعه‌آمیز بیشتر بدلیل عدم وجود ظرفیت مناسب در بازارهای اتکایی بوجود می‌آیند. اگرچه بازار این اوراق هنوز در مقایسه با بازارهای سنتی بیمه و بیمه اتکایی نسبتاً کوچک می باشد، اما انتظار می رود که به رشد و اعمال یک بررسی و موازنه مهم برروی شیوه های قیمت گذاری و بیمه گری در بازارهای سنتی بیمه و بیمه اتکایی ادامه دهد.

۴- متدولوژی محاسبه ارزش در معرض ریسک با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو

برای محاسبه ارزش در معرض ریسک(VaR) دو فرض به طور ضمنی پذیرفته می شود. فرض اول، ارزش سرمایه مورد بحث در افق زمانی مورد بررسی بدون تغییر باشد یا به عبارتی مولفه‌ها و معیارهای ریسک ثابت بماند.فرض دوم، ارزش سرمایه موجود در افق زمانی هدف، به قیمت جاری بازار، قیمت‌گذاری شود. در شرایط معمول و متداول، VaR از توزیع احتمال ارزش آتی ارزش سرمایه [F(W)] استخراج می شود. به نحوی که در یک سطح اطمینان معین C بدنبال آن می‌باشیم تا بدترین رخداد ممکن W* را طوری بیابیم که احتمال تجاوز از این مقدار، C باشد: $C = \int_{w^*}^{\infty} f(w)dw$ یا به گونه ای که احتمال ارزش کمتر CW*، (۱-C) باشد: $1-C = \int_{-\infty}^{w^*} f(w)dw = p(w \le w^*)p$ در این شرایط عدد W* کوانتیل توزیع نامیده می شود که برابر با عددی است که احتمال تجاوز از آن برابر با مقدار ثابتی می‌باشد. اگر فرض شود که توزیع بازده به خانواده خاصی از توزیع‌ها، نظیر توزیع نرمال تعلق دارد محاسبه VaR به طور قابل ملاحظه ای ساده خواهد شد. در این صورت عدد VaR مستقیماً از انحراف معیار ارزش سرمایه با استفاده از یک ضریب عامل که به سطح اطمینان بستگی دارد، قابل استخراج خواهد بود. این روش گاهی اوقات روش پارامتریک خوانده می شود، زیرا در بر دارنده تخمین پارامترهایی نظیر انحراف معیار می باشد.

---

[1] Standardization.

در عمل محاسبه VaR به روش پارامتریک، مبتنی بر فرض‌های ساده کننده ای است که ممکن است در حالت کلی بر قرار نباشند. برای مثال فرض این که توزیع بازده نرمال باشد، معمولاً فرض درستی نیست و اکثر توزیع های حقیقی دارای دم‌های سنگین[1] هستند(بعضاً توزیع های واقعی دارای چولگی نیز می‌باشند). همین امر باعث شده است که بخش عمده ای از ادبیات ارزش در معرض ریسک به دنبال راه حل‌هایی برای پرداختن به این مسائل باشد(پیکارجو و شهریار، ۱۳۸۵).

مدل های ریاضی در حیطه مدیریت مالی و اقتصاد به طور اخص و در حیطه علوم انسانی به طور اعم از فروضی برخوردارند که سطح پیچیدگی برای تحلیل سیستم را کاهش دهد. به عنوان مثال در مدل اقتصادی مطرح کینزی فرضی مبنی بر ثبات قیمت ها در طول مدل وجود دارد. این فرض به این مدل اجازه ارائه تئوری های خاص خود را می دهد و روش VaR نیز از این حالت مستثنی نمی باشد. بطورکلی سه روش پایه و اصلی برای محاسبه VaR، روش پارامتریک(روش واریانس – کواریانس یا دلتا نرمال)، روش شبیه‌سازی تاریخی و روش شبیه سازی مونت کارلو وجود دارند(Peykarjou & Shahriar,۲۰۰۸).

- در روش پارامتریک(واریانس – کوواریانس یا دلتا نرمال) به علت وجود فرض اساسی وجود تابع توزیع نرمال، امکان استفاده‌ای بسیار محدودی در بررسیهای ریسکهای نامتقارن دارد و در اکثر بررسی‌ها به علت وجود توابع توزیع غیرنرمال، امکان استفاده از آن ممکن نمی‌باشد.
- در هرچند روش شبیه سازی تاریخی برای برآورد ارزش در معرض ریسک، فرض خاصی در مورد توزیع تغییرات عوامل بازار در نظر نمی گیرد و بر پایه تقریب خطی قرار ندارد. اما در عوض، این روش چنین فرض می کند که توزیع تغییرات احتمالی عوامل بازار برای دوره بعدی مشابه توزیع مشاهده شده درN دوره گذشته می‌باشند. در این روش فرض بر این است که رفتار شاخص مورد بررسی مانند رفتار گذشته آن بوده و توزیع احتمال عیناً با توزیع گذشته آن یکسان است. به عبارت دیگر تغییرات پارامترهای بازار در گذشته مورد ارزیابی قرار می گیرد و بر آن اساس پرتفوی موجود نیز مشابه تغییرات گذشته ارزیابی و ریسک آن محاسبه می شود به این صورت تغییرات پارامترهای بازاردر گذشته به آینده نسبت داده وتغییرات آتی تخمین زده می شوند. لذا بدیهی است این فرض برای ریسکهای فجایع و بلایای طبیعی فرضی

---

[1] Fat tails، یک معیار استاندارد از سنگینی دم، کشیدگی است که عبارت است از توان چهارم مورد انتظار شوک $E(S_t^4)$ است. این بدان معناست که تخمین کشیدگی نسبت به بازده های فوق العاده بزرگ، خیلی حساس است. کشیدگی آن است که احتمال حرکات خیلی کوچک و خیلی بزرگ در مقدار متغیر بازار را افزایش می دهد، در حالی که احتمال حرکات متوسط کاهش می یابد. اگر بخواهیم مقدار ارزش در معرض ریسک بازارهای بنیادی را اندازه گیری کنیم آن گاه یک معیار مناسب تر از سنگینی دم، تعداد انحراف معیارهای مرتبط با مقادیر بحرانی توزیع بازده ارزش سرمایه خواهد بود. برای دم های سنگین این عدد بزرگ تر است چولگی مقدار مورد انتظار توان سوم شوک هاست $E(S_t^3)$. دلیل این امر را می‌توان در چولگی منفی که سبب می‌شود تا بازده های منفی بزرگ معمول تر از بازده های مثبت بزرگ شوند، دانست. در بیشتر بازارها شوک بازده، دم های سنگین‌تری نسبت به توزیع نرمال دارد. بیشتر بازده های بنیادی معمول، هم از چپ و هم از راست، هم در افق های زمانی کوتاه مدت و هم در افق های بلند مدت، دم های سنگینی دارد. بطورکلی دلایل نظری بسیاری برای دم های سنگین وجود دارد. دم های سنگین به واسطه انواع مختلفی از مدل ها ممکن است ایجاد شوند. از این میان تمرکز بر روی "پرش ها" که به معنی تغییرات گسسته غیر منتظره در قیمت هاست و "نوسانات(تغییر پذیری) تصادفی" که به صورت تصادفی در طول زمان و با اندکی سماجت تغییر می کند، بیشتر است. بسیاری از دم های سنگین را می توان با ایده "ترکیب توزیع های نرمال" توضیح داد. ایده این است که اگر واریانس مورد استفاده برای تولید بازده های نرمال به صورت تصادفی تعیین شود، آن گاه نتیجه کلی دارای دم سنگین خواهد بود.در واقع رویکرد سنتی به مدل سازی غیرنرمال نتایج مشاهده شده در یک سری زمانی بر مبنای این فرض است که اگر چه بازده های غیرشرطی نرمال نیستند اما بازده هایی که به طور مناسب مشروط شده‌اند، نرمال می‌باشند.

محدودکننده و توام با تورش در بررسیها خواهد بود که این امر از غنا و دقت بررسیهای ریسک به مقداری زیادی خواهد کاست.

- سومین روش، روش شبیه‌سازی مونت کارلو است. در این روش فرض نرمال بودن توزیع بازدهی، برای ابزارهای مالی که دارای تابع بازدهی غیرخطی می‌باشند الزامی نیست. در روش شبیه‌سازی مونت کارلو از اطلاعات تاریخی استفاده نمی‌شود بلکه با استفاده از فرایندهای تصادفی و استفاده از نمونه‌های شبیه‌سازی شده زیاد که توسط رایانه ساخته می‌شود، پیش‌بینی تغییرات آتی به انجام می‌رسد.

مراحل شبیه‌سازی مونت کارلو برای محاسبه ارزش در معرض ریسک عبارتست از:

۱) تعیین فرایندهای احتمالی و پارامترهای فرایند برای متغیرهای مالی.

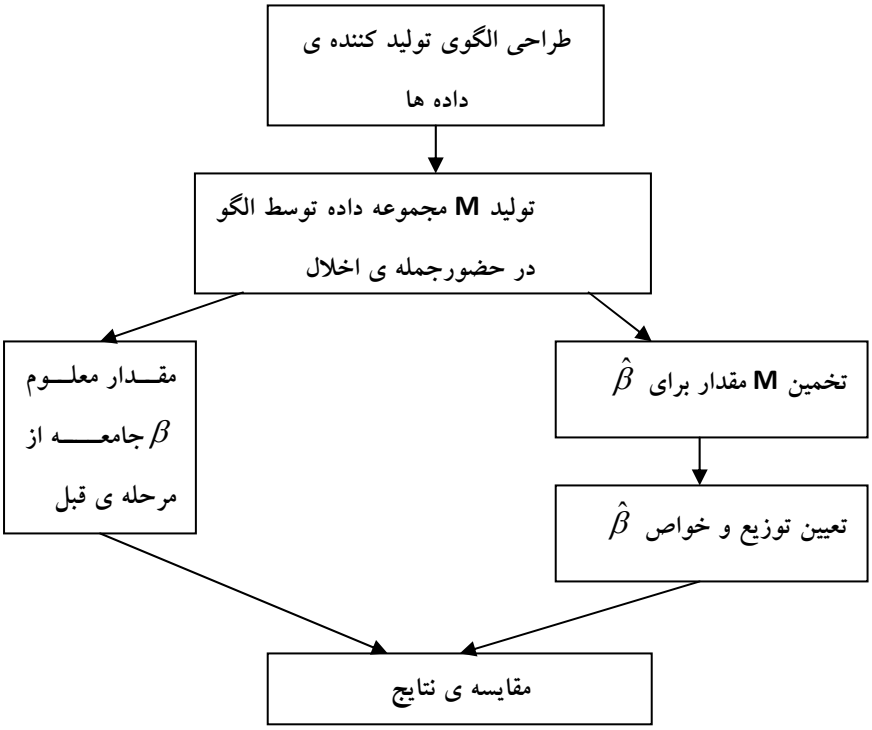
۲) شبیه‌سازی فرضی قیمت برای کلیه متغیرهای مورد استفاده. تغییرات قیمت‌های فرضی از شبیه‌سازی توزیع‌های مشخص شده به دست می‌آیند.

۳) محاسبه و تعیین قیمت دارایی یا دارایی‌های مالی در زمان t و بازده دارایی از روی قیمت‌های شبیه‌سازی شده و محاسبه ارزش پرتفوی سرمایه‌گذاری در زمان t.

۴) تکرار مراحل ۲ و ۳ به دفعات زیاد مثلاً ۱۰۰۰ یا ۱۰.۰۰۰ بار به منظور تشکیل توزیع احتمال ارزش پرتفوی.

۵) اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک در سطح اطمینان $(\alpha-۱)$ از روی توزیع شبیه‌سازی شده بازدهی (P_i) و زمان t.

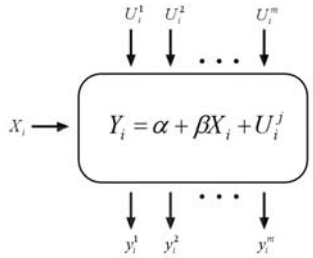
شکل۲- ساختار یک مطالعه مونت کارلو



روش مطالعه مونت کارلو یک تمرین شبیه سازی با الگوریتم تکرار است تا با آن بتوان خـواص تخمـین زننـده‌هـای برآورد شده در نمونه‌های کوچک را بررسی کرد. در این روش بواسطه نمونه‌های تکرار شونده حجم نمونه را آنقدر افزایش می‌دهند تا تخمین بدست آمده از روش مونت کارلو، تخمین زننده نمونه‌های بزرگ باشد، سپس ویژگی تخمین زننـده‌هـای نمونه کوچک را با آن مقایسه می‌کنند. کاربرد مطالعات مونت کارلو بواسطه ی گسترش فن آوری محاسباتی توسط کامپیوتر روز به روز در مطالعات اقتصادی سنجی بیشتر می شود.ایده عمومی یک مطالعه مونت کارلو عبارتست از: الـف) طراحـی الگوی تولید کننده داده ها، ب) تولید چندین مجموعه داده های مصنوعی توسط الگوی مرحله قبل، ج) بکارگیری مجموعه داده های مصنوعی برای تخمین زننده‌های الگو، و) استفاده از این تخمین ها برای بررسی خواص توزیعی تخمین زننده‌ها.

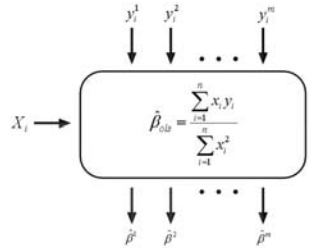
در این روش الگوی رگرسیونی ساده خطی را بصورت ذیل در نظر می‌گیـریم: $Y_i = \alpha + \beta X_i + U_i$ سـری X_i بـا n مشاهده را در آزمایش‌های تکراری مونت کارلو ثابت و بدون تغییر فرض می‌کنیم(فرض غیرتصادفی بودن X_i). سـپس بـه تعداد m بار با تولید سریهای تصادفی U_i که دارای توزیع نرمال(استاندارد) هستند و با فرض اطلاع از پـارامتر α و β جامعه اقدام به تولید m سری که دارای n مشاهده برای Y_i است مـی کنـیم. اکنـون بـا رگـرس کـردن $Y_i^m,\cdots,Y_i^2,Y_i^1$ $(i=1,2,\cdots,n)$ دقیقاً m تا تخمین زننده ی $\hat{\alpha}^m,\cdots,\hat{\alpha}^2,\hat{\alpha}^1$ و بطور مشابه $\hat{\beta}^m,\cdots,\hat{\beta}^2,\hat{\beta}^1$ را بدست مـی آوریـم. بـا میانگین گیری از $\hat{\alpha}$ ها و $\hat{\beta}$ های بدست آمده می توان نشان داد که امید ریاضی $\hat{\alpha}$ برابر با α امید ریاضی $\hat{\beta}$ برابر بـا β است. نمودار ذیل فرآیند آزمایش مونت کارلو را نشان می دهد .

شکل۳- شیوه تولید داده ها در یک مطالعه m مرحله ای مونت کارلو



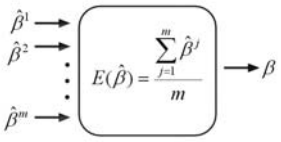
سپس با رگرس کردن y_i^jها بر x_i می توان به $\hat{\beta}^j$ دست یافت. این را می توان به عنوان بخشی از یک آزمایش مونت کارلو مشاهده کرد .

شکل۴- شیوه ی تخمین ضرایب مجهول $\hat{\beta}$ در یک مطالعه mمرحله ای مونت کارلو



اگر تعداد دفعات شبیه‌سازی و تخمین پارامترهای مجهول $\beta\,(m)$ افزایش یابد، می‌توان نشان داد که امید ریاضی(میـانگین حسابی) تخمینهای $\hat{\beta}$ با پارامتر مفروض β است. در صورت برابر بودن امید ریاضی $\hat{\beta}$ با β می‌توان ادعا کرد که در بعد آزمایشگاهی تخمین زننده‌های حداقل مربعات معمولی نااریب هستند.

شکل۵- امید ریاضی $\hat{\beta}$



بهرحال پس از تولید داده‌های مورد نیاز با تکرارهای انجام شده سری از دادها بدست می‌آیند که با رسم تابع توزیع ایـن داده‌ها می‌توان مقادیر محاسبه شده ارزش در معرض ریسک را در آن مشخص و حد و آستانه‌ای که فعالیـت پـس از آن در معرض زیان مطلق و ورشکستگی قرار می‌گیرد را تعیین و تحلیل را ادامـه داد. در ایـن قسـمت لازم بـه توجـه اسـت کـه بکارگیری تحلیل رگرسیون که اساسی‌ترین بخش اقتصادسنجی را تشکیل می‌دهد و بدون دسترسی به کامپیوتر و نرم‌افزارهای تخصصی غیرقابل تصور جلوه می‌کند. خوشبختانه امروزه طیف گسترده‌ای از نرم افزارهای محاوره‌ای و برنامه‌نویسـی بـرای انجام تحلیل رگرسیون وجـود دارد. نـرم افزارهـای GAUSS، EViews، Microfit، Shezam، Stata، EasyReg، MATLAB، SAS، ... از مهمترین این نرم افزارها هستند.

۵- برآورد مدل- طراحی و فرمول نویسی یک برنامه شبیه سازی مونت کارلو

همانگونه که عنوان گردید روش شبیه سازی مونت کارلو یک روش برای تولید داده‌ها در مقیاس بـزرگ بـا اسـتفاده از اطلاعات پایه‌ای یک سری زمانی می باشد. در این شرایط با داشتن پارامتر مکان یا استقرار[۱]، پارامتر بتا(β) و پارامتر شکل[۲] با طراحی فرمولی بر اساس اعداد تصادفی می توان یک سری جدیدی با تعداد زیادی تکرار ساخت. در این شرایط با اسـتفاده از پارامترهای فوق به ترتیب زیر شبیه سازی مونت کارلو انجام داده شده است.

---

[۱] (KURTOSIS) LOCATION PARAMETER:

نشاندهنده قله مندی یک توزیع احتمال است. مفهوم کشیدگی را در تابع توزیع بیان می کند

[۲] (SKEWNESS) SHAPE PARAMETER:

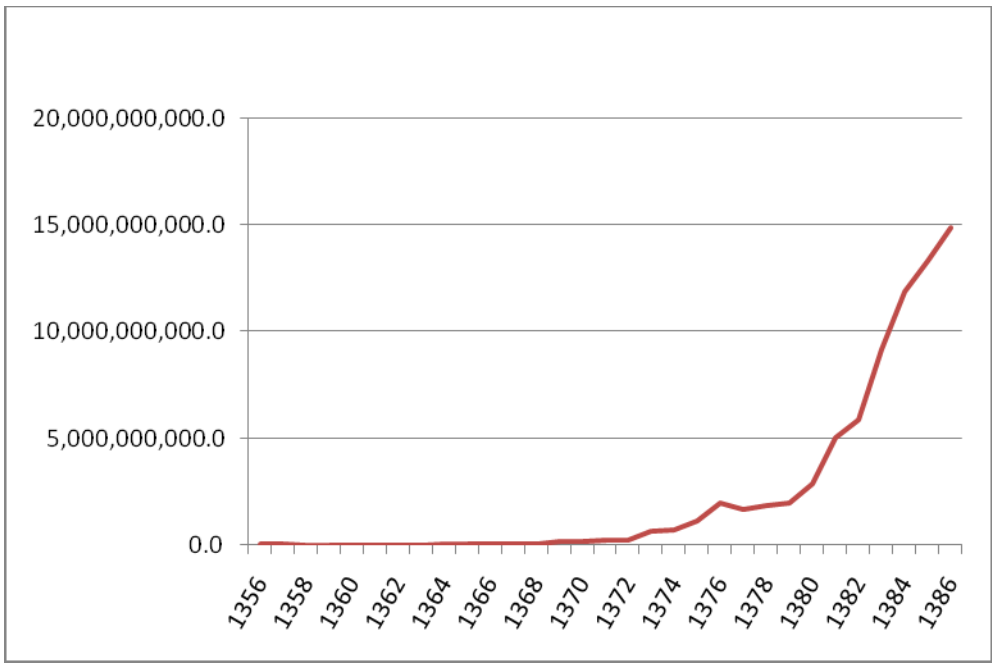
با توجه به این فاکتور چولگی تابع توزیع مشخص می شود. در بررسی ضریب چولگی هدف این است که داده های ما نسبت به منحنی نرمال به چه میـزان کـج مـی باشد و نشان دهنده میزان عدم تقارن توزیع احتمال است.

در بازار بیمه، بیمه مستقلی برای ریسک (بطورعام) فجایع طبیعی و (بطور اخص) زلزله به بیمه گذاران و متقاضیان ارائه نمی‌گردد، بلکه پوشش زلزله به عنوان ریسک تبعی بیمه آتش سوزی در این بازار وجود دارد. از این‌رو در این مطالعه ما داده‌های سالیانه مربوط به خسارات آتش‌سوزی که خسارات جزئی و کلی[1] را که طی ۳۰ سال اخیر به بناها و ساختمانها وارد آورده‌اند، استخراج کرده و آنها را به عنوان متغیر جانشین خسارات زلزله در نظر گرفته‌ایم چرا که در اثر بروز زلزله صرف‌نظر از میزان ریشتر زلزله، حوادثی بعدی آن نظیر قطعی کانالهای فشار قوی، تخریب پستهای برق، شکسته‌شدن لوله‌های گاز و ... همگی سبب بروز خسارات مضاعفی بر ساختمانها خواهند شد و ساختمانها با توجه به عمربنا و کیفیت مصالح بکار رفته و طراحی مهندسی مقاوم در برابر زلزله خسارات متفاوت خواهند دید. لذا در شرایطی که آمارهای موثقی از زلزله‌های گذشته در مطالعات وجود نداشته باشد و یا در گذشته‌ای نزدیک زلزله‌ای اتفاق نیافتاده باشد که سوابق خسارتی آن قابل شبیه‌سازی باشند، آنگاه توصیه شرکتهای معتبر محاسبه ریسک مانند مرکز تحقیقات سوئیس‌ری و مونیخ‌ری بر استفاده از آمارهای آتش‌سوزی می‌باشد. دلیل این امر همانگونه که ذکر شد این است که خسارات ناشی از آتش‌سوزی و زلزله هر دو به نحو موثری بر عمر بنا و کیفیت ساخت موثر بوده و به شدت همبستگی دارند.

با بررسی آمارهای آتش‌سوزی به وقوع پیوسته در تهران در خلال سالهای ۱۳۵۶-۱۳۸۶ مشخص می‌شود در شهر تهران تعداد حریق‌های گزارش شده و مبالغ کل خسارت ناشی از آنها روبه ازدیاد بوده به طوری که ارزش خسارات وارده به ساختمانهای مذکور از سال ۱۳۶۸ به بعد سیری فزاینده گرفته و این رقم در سالهای اخیر رشد چشمگیری یافته است. با توجه به آمارها و گزارشات منتشره سازمان آتش‌نشانی‌ها وابسته به وزارت کشور مشخص می‌شود که افزایش ارزش بهای ساخت(ارزشهای عیانی) ساختمانها و مصالح و تاسیسات آنها از یک طرف و از طرف دیگر به علت پیری بناها و ساخت غیرمهندسی که سبب می‌شود تا حریق‌های نه چندان بزرگ آسیبها و خسارات بزرگی بر ساختمانها به بار آورند، علت اصلی این افزایشهای انفجاری بوده است.

شکل ۶- بررسی آمارهای خسارات ناشی از آتش‌سوزی در شهر تهران

[1] Total Loss



در ادامه با توجه به آزمون علیت گرنجر مشخص شد که یک رابطه یک طرفه بین متغیر سرمایه(حق‌بیمه در این تحقیق به عنوان نماینده و متغیر جانشینی که حاصلضرب نرخ ریسک در سرمایه مورد بیمه بوده و به دلیل عدم وجود و دسترسی به مبالغ سرمایه مورد بیمه، حق‌بیمه در اکثر تحقیقات به عنوان جانشین آن بکار می‌رود) و خسارت آتش‌سوزی وجود دارد به نحوی که میزان خسارت آتش‌سوزی در هر دوره تابعی از متغیر حق بیمه آن می باشد همچنین با بررسی ریشه واحد مشخص شد که تمامی آماره‌های آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته بزرگتر از ارزش بحرانی آزمون مک‌کینون می‌باشد(به ضمیمه۱مراجعه گردد) و لذا هیچ یک از متغیرها در سطح، دارای ریشه واحد نمی باشد و از آنجائیکه با توجه به احتمال آماره جارک‌وبرا[۱]، پذیرش فرضیه صفر وجود توزیع نرمال قبول می‌شود پس توزیع اختلال مورد بررسی نرمال می‌باشد(به ضمیمه۲ مراجعه گردد). به این ترتیب می‌توان فرم رگرسیون خطی زیر را با روش حداقل مربعات معمولی(OLS) تخمین زد:

LOG(LOSS)= ۰/۸۶ LOG(CAPITAL) + [MA(۱)=۰/۳۷]

t-statistic: (۷۷/۴) (۲/۹)

R^2 =۰/۹۷ DW= ۱/۶

به این ترتیب ضریب بتا(β) برابر ۰/۸۶ خواهد بود(به ضمیمه۳ مراجعه گردد).

در ادامه با استفاده از شاخص‌های اساسی متغیر خسارت به جای متغیر شکل مقدار چولگی سری زمانی لگاریتم خسارت و به جای متغیر استقرار مکانی، مقدار کشیدگی سری‌زمانی لگاریتم خسارت یعنی به ترتیب اعداد ۰/۶۱- و ۲/۹۷ قرار می‌گیرد. سپس شبیه سازی را برای ۱۰۰۰ تکرار انجام می دهیم. با توجه به اعداد استخراجی مراحل قبل، مشخص می‌گردد که اگر شبیه‌سازی تصادفی مونت کارلو را براساس شاخص‌ها و اعداد مذکور برای ۱۰۰۰ حادثه ممکنه انجام دهیم

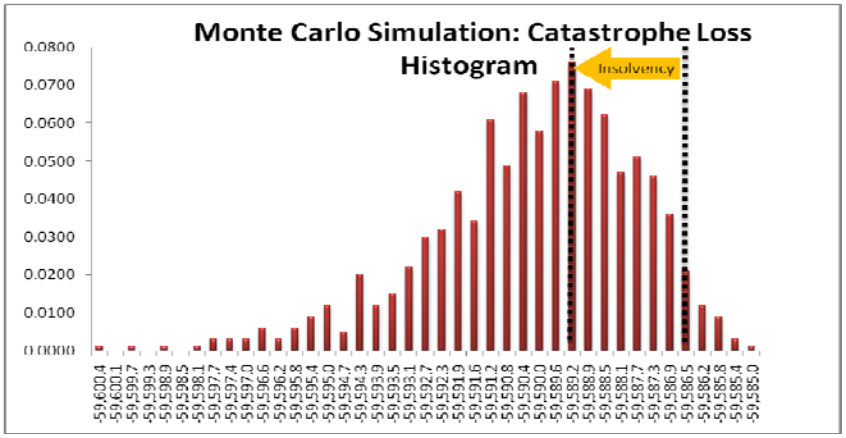
[۱] Jarque-Bera

و پایه خسارات احتمالی را بر اساس آمارهای اعلامی وزارت کشور و کمیته بحران ملی این وزارتخانه با بروز حداقل زلزله هفت ریشتری بررسی نماییم یعنی معیار خود را خسارت جدی اولیه ۶۹،۱۰۰ میلیارد ریال در نظر بگیریم آنگاه می‌توانیم سری زمانی خسارت احتمالی را بسازیم(پیکارجو،۱۳۸۳).

۶- تجزیه و تحلیل نتایج

با توجه به مراحل مورد اشاره و برآورد تابع زیان و خسارات آتش‌سوزی که ریسک زمین‌لرزه به عنوان خسارتی تبعی از این نوع ریسک در بیمه‌نامه‌های صنعت بیمه کشور دسته‌بندی و داده‌های آن ثبت می‌گردد و همچنین برآورد عددی مقدار ارزش در معرض ریسک می‌توان شکل زیر را رسم و مورد تحلیل قرار داد:

شکل ۷- تابع توزیع خسارت برآورد شده از روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو



بدین ترتیب با داشتن سری جدید خسارت ناشی از زلزله احتمالی شهر تهران می توان جدول توزیع خسارت را مطابق جدول زیر استخراج نمود. در این شرایط با داشتن تابع توزیع خسارت و مقدار استخراجی ارزش در معرض ریسک[۱] با عددی معادل۵۹۵۸۶/۵ میلیارد ریال و اینکه حداکثر توان بازپرداخت کل صنعت بیمه کشور (ذخایر و سرمایه) که معادل ۵۰،۰۰۰ میلیارد ریال می باشد می توان ناحیه توزیع مذکور را به سه منطقه تقسیم نمود که در آن منطقه اول شامل کلیه خسارات کمتر از ۵۰،۰۰۰ میلیارد ریال، منطقه دوم بین ۵۰ تا ۶۰ هزار میلیارد ریال و منطقه سوم ناحیه‌ای است که شامل خسارات بزرگتر از ۶۰ هزار میلیارد ریال را نشان می دهد. در این شرایط مشخص می‌گردد که در منطقه اول نوع خسارت کاملاً توسط شرکتهای بیمه قابل پوشش و نگهداری می باشد و مقداری از آن قابل انتقال است. اما منطقه دوم منطقه‌ای است که شرکتهای بیمه ریسک آن قسمت را حتماً باید منتقل نمایند و منطقه سوم ریسک، منطقه پرهیز از ریسک است که اصلاً نباید تحت پوشش قرار گیرد. دراین شرایط تمرکز ما بر مناطق اول و دوم است که مشخص می کند در منطقه اول بدلیل ریسک پایین‌تر شرکتهای بیمه می توانند ریسک را نگهداری نمایند اما ریسکهای ناحیه دوم را می‌توان از طریق انتشار اوراق بهادار، منتقل کرد که آستانه آن از ۵۰ هزار میلیارد ریال آغاز می‌گردد وحجم قابل انتشار اوراق به میزان ۱۰ میلیارد ریال

---

۱ Value at Risk

می‌باشد. در منطقه دوم در شرایط ریسک‌های پایین انتشار اوراق بهادار ریسک و در شرایط ریسکهای بالاتر، از طریـق بیمـه اتکایی باید اقدامات لازم به عمل آورد.

منابع و ماخذ

۱. پیکارجو، کامبیز(۱۳۸۴)، بررسی نقش سرمایه گذاری و پوششهای نوین بیمه ای در افزایش ضریب ایمنی و کیفیت ساختمان، دومین همایش صنعت بیمه و کنترل کیفیت ساختمان.

۲. پیکارجو، کامبیز و بهنام شهریار(۱۳۸۵)، نحوه اندازه‌گیری ریسک صدور در شرکتهای بیمه با استفاده از روش ارزش در معرض ریسک، فصلنامه صنعت بیمه، پژوهشکده بیمه، شماره۴.

۳. ونوس، داور و حجت ا... گودرزی، (۱۳۸۵)، مدیریت ریسک، نگاه‌دانش، تهران، صفحات مختلف.

٤. Banks, E., (٢٠٠٤), Alternative Risk Transfer. Integrated Risk Management through Insurance, Reinsurance and the Capital Markets. Chichester, John Wiley & Sons Ltd.

٥. Banks, E., (٢٠٠٥), Catastrophic Risk. Analysis and Management. Chichester, John Wiley & Sons Ltd.

٦. Bantwal, V. J. and H. C. Kunreuther, (٢٠٠٠), "A Cat Bond Premium Puzzle?" Journal of Psychology and Financial Markets ١.

٧. Brandon, K. L. and F. A. Fernandez ,(٢٠٠٥), "Financial Innovation and Risk Management: An Introduction to Credit Derivatives," Journal of Applied Finance ١٥.

٨. Butt, M, (٢٠٠٧), "Insurance, Finance, Solvency II and Financial Market Interaction," The Geneva Papers on Risk and Insurance ٣٢.

٩. Christopher,L.C.,(٢٠٠٢),"The ART of Risk Mnagement", John Wiley & Sons,pp.٣٥٠-٣٨١

١٠. Cox, S. H. and H. W. Pedersen, (٢٠٠٠), "Catastrophe Risk Bonds," North American Actuarial Journal ٤.

١١. Cummins, J. D., (٢٠٠٥), "Convergence in Wholesale Financial Services: Reinsurance and Investment Banking," The Geneva Papers on Risk and Insurance ٣٠.

١٢. Cummins, J. D., (٢٠٠٦), "Should the Government Provide Insurance for Catastrophes?" Federal Reserve Bank of St. Louis Review ٨٨.

١٣. Doherty, N. A. and A. Richter, (٢٠٠٦), "Moral Hazard, Basis Risk, and Gap Insurance," The Journal of Risk and Insurance ٦٩.

١٤. Doherty, N. A., (٢٠٠٢), "Financial Innovation in the Management of Catastrophe Risk," Journal of Applied Corporate Finance ١٠.

١٥. Gallati. R.,(٢٠٠٣),Risk Management and Copital Adequacy, Mc Graw- Hill.

١٦. Gordon, A., (٢٠٠٣), Risk Financing, (٢nd Edition) Institute of Risk Management, Witherby, London.

١٧. Harrington, S. and G. Niehaus, (٢٠٠٣), "Basis Risk with PCS Catastrophe Insurance Derivative Contracts," Journal of Risk and Insurance ٦٦.

١٨. Jorion. ph.,(٢٠٠٠),Value at Risk, Mc Graw- Hill.

١٩. Lee, J. P. and M.-T. Yu., (٢٠٠٢), "Pricing Default-Risky CAT Bonds with Moral Hazard and Basis Risk," The Journal of Risk and Insurance ٦٩.

٢٠. Major, J. A., (٢٠٠٢), "Advanced Techniques for Modeling Terrorism Risk," The Journal of Risk Finance ٤.

٢١. Mey, J. D., (٢٠٠٧), "Insurance and the Capital Markets." The Geneva Papers on Risk and Insurance ٣٢.

٢٢. Moorad Choudhry,(٢٠٠٦), An Introduction to Value- At- Risk, Wiley, Chichester, W Sussex, England.

٢٣. Nawaz, S & Stein, W., (٢٠٠٠), Risk Financing, 'ART' and the Future, Journal of the Society of Fellows, The Chartered Insurance Institute, Vol ١٣.

٢٤. Peykarjou K.,(٢٠٠٨), A Method for Measuring of Maximum Possible Loss of Catastrophic Risk, Journal of Financial Studies, Science and Research Branch of IAU University,Vol.١,Summer.

۲۵. Robert, klein, (۲۰۰۷), Catastrophe Risk Financing in the US and the EU: A Comparative Analysis of Alternative Regulatory Approaches, Georgia State University.

۲۶. Schöchlin, A., (۲۰۰۲), "Where's the Cat Going? Some Observations on Catastrophe Bonds," Journal of Applied Corporate Finance ۱٤.

۲۷. Stultz, R. M, (۲۰۰٤), "Should we Fear Derivatives?," The Journal of Economic Perspectives ۱۸.

۲۸. Torre-Enciso, I. M. and J. E. Laye., (۲۰۰۱), "Financing Catastrophe Risk in the Capital Markets," International Journal of Emergency Management ۱.

ضمائم و پیوست‌ها

ضمیمه۱- خروجی بررسی ریشه واحد

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on LOG_CAPITAL

Null Hypothesis: LOG_CAPITAL has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		10.83569	1.0000
Test critical values:	1% level	-2.598907	
	5% level	-1.945596	
	10% level	-1.613719	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOG_CAPITAL)
Method: Least Squares
Date: 12/17/09 Time: 22:29
Sample (adjusted): 1318 1386
Included observations: 69 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG_CAPITAL(-1)	0.022634	0.002089	10.83569	0.0000

R-squared	0.012377	Mean dependent var	0.185319
Adjusted R-squared	0.012377	S.D. dependent var	0.143474
S.E. of regression	0.142584	Akaike info criterion	-1.043391
Sum squared resid	1.382444	Schwarz criterion	-1.011012
Log likelihood	36.99698	Durbin-Watson stat	1.453554

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on LOG_LOSS

Null Hypothesis: LOG_LOSS has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		2.206919	0.9929
Test critical values:	1% level	-2.606911	
	5% level	-1.946764	
	10% level	-1.613062	

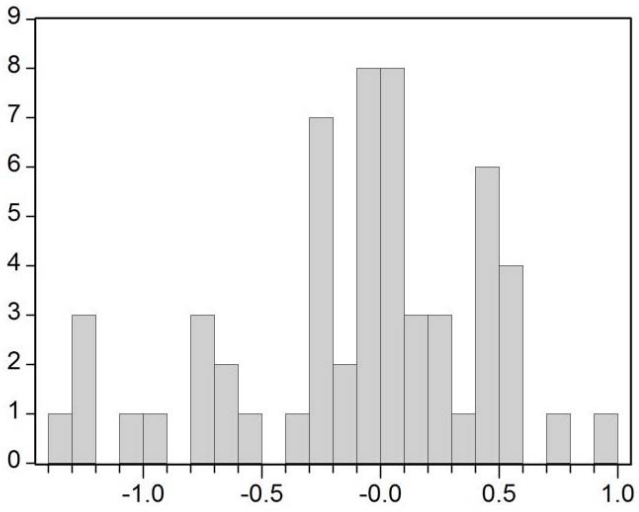
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOG_LOSS)
Method: Least Squares
Date: 12/17/09 Time: 22:42
Sample (adjusted): 1329 1384
Included observations: 56 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG_LOSS(-1)	0.023049	0.010444	2.206919	0.0315

R-squared	-0.023148	Mean dependent var	0.191846
Adjusted R-squared	-0.023148	S.D. dependent var	0.573964
S.E. of regression	0.580569	Akaike info criterion	1.768080
Sum squared resid	18.53833	Schwarz criterion	1.804247
Log likelihood	-48.50625	Durbin-Watson stat	2.746158

ضمیمه۲- بررسی نرمال بودن جمله اختلال



Series: Residuals
Sample 1328 1384
Observations 57

Mean	-0.092917
Median	-0.021527
Maximum	0.952751
Minimum	-1.340519
Std. Dev.	0.527823
Skewness	-0.616841
Kurtosis	2.967927
Jarque-Bera	3.617122
Probability	0.163890

ضمیمه۳- خروجی برآورد مدل اقتصادسنجی

Dependent Variable: LOG(LOSS)
Method: Least Squares
Date: 12/17/09 Time: 22:25
Sample (adjusted): 1328 1384
Included observations: 57 after adjustments
Convergence achieved after 27 iterations
Backcast: 1327

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(CAPITAL)	0.862261	0.011134	77.44328	0.0000
MA(1)	0.368032	0.125385	2.935209	0.0049

R-squared	0.969021	Mean dependent var	6.930994
Adjusted R-squared	0.968458	S.D. dependent var	3.045775
S.E. of regression	0.540934	Akaike info criterion	1.643419
Sum squared resid	16.09354	Schwarz criterion	1.715105
Log likelihood	-44.83745	Durbin-Watson stat	1.648677
Inverted MA Roots	-.37		