

Computing the CVaR of Islamic Securities (Sukuk) (Case study of Murabahah, Ijarah and Musharakah Securities)

Rafi Hasani Moghadam*

Received:2021/10/30

Accepted:2021/11/27

Abstract


Over the past few years, the issuance of Islamic financial securities (sukuk) in the country's capital market (OTC) has become very popular. The important thing about these securities is that they buy and sell in the secondary market, which may be more or less than their nominal price, and from this perspective, it is risky. Therefore, various sukuk issued in the country's capital market have risks in terms of price fluctuations that should be quantified and bonds should be classified on this basis. Conditional Value at Risk (CVaR) is one of the risk measures that shows the maximum amount of loss of an asset with a probability q percent (confidence level). Due to the fact that the price of these bonds in the secondary market is determined indefinitely and randomly, so in this study using geometric Brownian motion, the value at risk of conditional risk of the bonds for selected symbols using coding in software MATLAB is calculated. Finally, it is found that on average, the symbols related to participation bonds have the highest value of conditional risk and then are assigned to the symbols of rent and participation, respectively. It is also shown that the amount of price Volatility (σ) is inversely related to the value at conditional risk. The value of the average price (μ) is directly related to the value at risk.

Keywords: Conditional Value at Risk; Brownian Geometric Motion; Sukuk; Matlab; Over The Counter.

JEL Classification: C69, G13, P40, G29, C88.

*Assistant Professor of Economics, Damghan University, Damghan, Iran.

hmoghadam@du.ac.ir

 0000-0001-8351-2068

محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) برای اوراق مالی اسلامی (صکوک) (مطالعه موردی اوراق مرابحه، اجاره و مشارکت)

رفیع حسینی مقدم*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۶

چکیده

طی چند سال گذشته انتشار اوراق مالی اسلامی (صکوک) در بازار سرمایه کشور (فراپورس) بسیار رواج یافته است. نکته مهم در مورد این اوراق، خرید و فروش آن در بازار ثانویه است که ممکن است بیشتر یا کمتر از قیمت اسمی آن باشد و از این منظر دارای ریسک می‌باشد. لذا صکوک مختلف منتشر شده در بازار سرمایه کشور دارای ریسک‌هایی از لحاظ نوسان قیمتی است که باید بر اساس ریسکشان طبقه‌بندی شوند. ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) یکی از سنجه‌های ریسک است که نشان می‌دهد حداکثر مقدار ضرر یک دارایی با احتمال q درصد (سطح اطمینان^۱) چقدر می‌باشد. با توجه به اینکه قیمت این اوراق در بازار ثانویه به صورت غیر قطعی و تصادفی تعیین می‌شود، ضروری است از مدل غیر متعین و تصادفی جهت سنجه ریسک محاسبه شود. لذا در این تحقیق با استفاده از حرکت براونی هندسی^۲، ارزش در معرض ریسک شرطی اوراق مذکور، برای نمادهای منتخب با استفاده از کدنویسی در نرم‌افزار متلب محاسبه شده است. در نهایت مشخص می‌شود به طور متوسط نمادهای مربوط به اوراق مشارکت بیشترین مقدار ارزش در معرض ریسک شرطی را داشته و بعد از آن به ترتیب به نمادهای اجاره و مرابحه اختصاص دارد. همچنین مشخص می‌شود با افزایش نوسان قیمتی (σ) یک نوع از صکوک، حداکثر مقدار ضرر این صکوک با احتمال ۹۵ درصد (سطح اطمینان^۳) زیاد می‌شود و از دیگر سو هرچه مقدار میانگین قیمتی صکوک (μ) کمتر باشد، حداکثر مقدار ضرر با احتمال ۹۵ درصد (سطح اطمینان) کمتر خواهد بود و بالعکس.

واژگان کلیدی: ارزش در معرض ریسک شرطی؛ فرآیند براونی هندسی؛ صکوک؛ نرم‌افزار متلب؛ فراپورس.

طبقه‌بندی JEL: C69, G13, P40, G29, C88

* استادیار، رشته اقتصاد، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران.

۱- مقدمه

تمامی بنگاه‌ها در معرض دو گروه کلی از ریسک، یعنی ریسک‌های تجاری^۵ و غیرتجاری^۶ اند. ریسک‌های تجاری، ریسک‌هایی است که از بطن کسب و کار شرکت و فعالیت‌های آن ناشی می‌شود. این ریسک‌ها به بازار محصولات و خدماتی بستگی دارد که بنگاه در آن فعالیت می‌کند و شامل نوآوری‌ها در فناوری، طراحی خدمات و محصولات و بازاریابی آنها می‌شود. فعالیت‌های تجاری هر بنگاه در معرض ریسک‌های کلان اقتصادی نیز قرار دارد. این ریسک‌ها از چرخه‌های اقتصادی و یا حتی از تغییر سیاست‌های پولی و مالی دولت ناشی می‌شود (Hull, 2005, p.149).

ریسک‌های غیرتجاری شامل تمامی ریسک‌ها غیر از ریسک‌های تجاری است. ریسک استراتژیک از این جمله است که حاصل جابجایی‌های اساسی در محیط‌های اقتصادی یا سیاسی است. سلب مالکیت و ملی شدن بنگاه‌ها از نمونه‌های این ریسک است. ریسک‌های مالی^۶ در حیطه ریسک‌های غیرتجاری قرار می‌گیرد. این ریسک‌ها ناشی از تقبل زیان‌های احتمالی در بازارهای مالی است. برخلاف بنگاه‌های صنعتی، وظیفه اصلی مؤسسات مالی، مدیریت فعال ریسک‌های مالی است. مدیریت ریسک‌های مالی به طراحی و اجرای رویه‌هایی اشاره دارد که به کنترل ریسک‌های مالی منجر می‌شود (همان).

کمی‌سازی ریسک‌های مالی و اقتصادی یکی از اهداف مهم در علم مالی به خصوص در بحث مدیریت ریسک می‌باشد. تا کنون روش‌های مختلفی جهت کمی‌سازی ریسک توسط متخصصان حوزه مالی پیشنهاد شده است. یکی از مهمترین و کاربردی‌ترین روش‌ها، روش یا تکنیک ارزش در معرض ریسک شرطی^۷ است. ارزش در معرض ریسک شرطی یکی از سنجه‌های ریسک است که نشان می‌دهد حداکثر مقدار ضرر یک دارایی با احتمال q درصد (سطح اطمینان^۸) چقدر می‌باشد (Cai & Wang, 2008, P. 46).

از دیگر سو طی چند سال اخیر انتشار اوراق مالی اسلامی (صکوک) در کشورهای اسلامی و به خصوص در ایران بسیار رواج یافته است. تجربه انتشار این اوراق در فرابورس کشور در قالب انواع اوراق مرابحه، اجاره، خزانة اسلامی، مشارکت و... نشان داد، این اوراق ابزاری مطمئن و کارآمد جهت جبران کسری بودجه دولت بدون تبعات تورمی و همچنین تأمین مالی بنگاه‌های خصوصی و دولتی است. نکته مهم در مورد این اوراق، خرید و فروش آن در بازار ثانویه است که ممکن است بیشتر یا کمتر از قیمت اسمی آن باشد و از این منظر دارای ریسک است. لذا صکوک مختلف منتشر شده در بازار سرمایه کشور دارای ریسک‌هایی از لحاظ نوسان قیمتی است که باید کمی و اوراق بر این مبنا طبقه‌بندی شوند.

با توجه به مباحث مطرح شده در بالا، هدف از این تحقیق، کمی‌سازی ریسک قیمتی صکوک مرابحه، اجاره و مشارکت در نمادهای مخلف منتشر شده در فرابورس کشور است. به عبارت دیگر با توجه به قیمت این صکوک و متغیرهای دیگر و با استفاده از کدنویسی در نرم‌افزار متلب، ارزش در معرض ریسک شرطی برای برخی از نمادهای منتخب اوراق مرابحه، مشارکت و اجاره که در فرابورس کشور منتشر شده، محاسبه شده است. به دیگر بیان با توجه به اینکه قیمت این اوراق در بازار ثانویه به صورت غیر قطعی و تصادفی تعیین می‌شود، لذا در این تحقیق با استفاده از حرکت براونی هندسی^۹، ارزش در معرض ریسک شرطی اوراق مذکور برای نمادهای منتخب محاسبه می‌شود. از این‌رو ساختار اصلی این تحقیق به این صورت است: پس از مقدمه مروری بر مطالعات پیشین در حوزه ریسک صکوک ارائه می‌شود. در ادامه سؤالات تحقیق که باید طی تحقیق به آن پاسخ داده شود، مطرح می‌شود. قسمت بعد اختصاص به معرفی اوراق مالی اسلامی اجاره، مرابحه و مشارکت و ویژگی‌های آن دارد. سپس بحث کمی‌سازی ریسک در علم مالی بررسی می‌شود. در ادامه دو سنجه مهم کمی‌سازی ریسک یعنی ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی از لحاظ

مفهومی، هندسی و ریاضی تشریح می‌شود. قسمت بعد اختصاص به معرفی فرآیند تصادفی براونی هندسی و ویژگی‌های آن دارد. مدل اصلی تحقیق یعنی مدل محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی برای اوراق مالی اسلامی در گام بعدی ارائه می‌شود. پس از این قسمت حل عددی مدل و کالیبراسون آن تشریح شده و با استفاده از کدنویسی در نرم‌افزار متلب، ارزش در معرض ریسک صکوک مرابحه، اجاره و مشارکت با نمادهای مختلف محاسبه و پارامترهای مؤثر در این سنجه ریسک (ارزش در معرض ریسک شرطی) مشخص می‌شوند. قسمت آخر این تحقیق نیز اختصاص به نتیجه‌گیری و پیشنهادات دارد.

با توجه به اینکه در این پژوهش ریسک اوراق مالی اسلامی برای صکوک مرابحه، اجاره و مشارکت مورد کمی‌سازی قرار گرفته، از این منظر روش به کار گرفته شده در این پژوهش می‌تواند در بازار سرمایه کشور مورد استفاده قرار گرفته تا ضمن مدیریت ریسک اوراق مالی اسلامی، هر کدام از این اوراق با توجه به نوع و نماد انتشار آن رتبه‌بندی شود تا به خریداران این اوراق در تصمیم‌گیری جهت خرید یاری رساند. در این تحقیق در جمع‌آوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای بهره گرفته شده و این پژوهش به لحاظ روش از نوع توصیفی - اکتشافی و به لحاظ هدف از نوع کاربردی است.

۲) مروری بر مطالعات پیشین

در این قسمت به بررسی مطالعات پیشین در حوزه ارزیابی ریسک صکوک پرداخته می‌شود. در حوزه محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی برای صکوک نیز تا کنون در داخل و خارج مطالعات مشابهی یافت نشد. مهمترین مطالعات در حوزه ریسک صکوک عبارتند از:

نظر پور، حبیبیان و کفشگر (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با عنوان "اولویت‌بندی ریسک صکوک مرابحه از طریق نظرسنجی توسط خبرگان مالی و مقایسه آن با دیگر ابزارهای

بازار سرمایه " با استفاده از روش SAW و روش TOPSIS به رتبه‌بندی ریسک‌های صکوک مباحه و همچنین با استفاده از منابع کتابخانه‌ای به توصیف و مقایسه آن با ابزارهای با بازدهی انتفاعی پرداخته شده و مشخص شده اوراق با بازدهی ثابت مانند اوراق مباحه در معرض ریسک کمتری نسبت به اوراق با بازدهی انتظاری قرار دارند. نظریه‌پردازان، فاضلیان و مؤمنی نژاد (۱۳۹۳) در یک پژوهش با عنوان "ارائه الگوی مطلوب تأمین مالی صنعت نفت ایران بر پایه صکوک استصناع و رتبه‌بندی ریسک‌های آن با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی" ضمن ارائه الگوهای عملیاتی انتشار صکوک استصناع، صکوک ترکیبی استصناع و اجاره به شرط تملیک و صکوک ترکیبی استصناع و مباحه، آثار اقتصادی انتشار و ریسک‌های بازار ثانویه مترتب بر این اوراق را برشمرده و با به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی و انجام مطالعات میدانی به رتبه‌بندی ریسک‌ها پرداخته‌اند. موسویان، وثوق و فرهادیان (۱۳۹۲) در تحقیقی با عنوان "شناخت و رتبه‌بندی ریسک‌های ابزارهای مالی اسلامی (صکوک)" با روش دلفی، ریسک‌های مشترک و اختصاصی مهم‌ترین ابزارهای مالی اسلامی را شناسایی نمودند و سپس، با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ریسک‌های مشترک شناخته را در ابزارها بر اساس مقدار ریسک، رتبه‌بندی نمودند. با توجه به آمارهای دقیق به دست آمده مشخص شد اوراق مشارکت، اجاره، مضاربه، استصناع، مباحه، سلف و مشارکت کاهنده، پر کاربردترین ابزارهای تأمین مالی اسلامی در جهان است؛ سپس، طی سه دور روش دلفی، ضمن تعیین ریسک‌های اختصاصی هر یک از اوراق، مشخص شد که مهم‌ترین ریسک‌های مشترک این اوراق مالی عبارت است از: ریسک‌های بازار، تورم، نقدشوندگی، عملیاتی، شریعت، عدم جمع‌آوری وجوه به میزان کافی و اعتباری. طالبی و محمد رحیمی (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با عنوان "شناسایی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی ریسک‌های مربوط به اوراق بهادار اجاره (صکوک اجاره)" با استفاده از روش دلفی به بررسی انواع ریسک اوراق اجاره پرداختند.

Khan & Ahmed (2001) در تحقیقی با عنوان "مدیریت ریسک: یک بررسی در صنعت مالی اسلامی" در تحقیقی به بررسی ریسک‌های چهارگانه عملیاتی، اعتباری، نقدینگی و بازار برای عقود مالی اسلامی پرداختند و آن را طبقه‌بندی کردند. Nasir & Farooq (2017) در یک مقاله با عنوان "تحلیل ارزش در معرض ریسک صکوک و اوراق قرضه متداول در پاکستان" به بررسی و ارزیابی ریسک در صکوک و اوراق قرضه منتشر شده در پاکستان پرداختند و نتیجه گرفتند اوراق صکوک به نسبت اوراق قرضه ریسک کمتری دارد.

۳) سؤالات تحقیق

مهمترین سؤالاتی که در این تحقیق به آن پاسخ داده می‌شود عبارتند از:

۱. چگونه می‌توان ریسک اوراق اجاره، مرابحه و مشارکت را با توجه به قیمت آن در بازار ثانویه فرابورس کشور کمی نمود؟
۲. کدام یک از اوراق ذکر شده کمترین و بیشترین ریسک را با توجه به قیمت‌شان در بازار ثانویه دارند؟
۳. با توجه به قیمت اوراق مذکور در بازار ثانویه، چه پارامترهایی در ریسک این اوراق مؤثرند؟

۴) اوراق مالی اسلامی

ابزارهای مالی اسلامی (صکوک)، اوراق بهادار با ارزش مالی یکسان و قابل معامله در بازارهای مالی هستند که بر پایه یکی از قراردادهای مورد تأیید اسلام طراحی شده‌اند و دارندگان اوراق به صورت مشاع مالک یک یا مجموعه‌ای از دارایی‌ها و منافع حاصل از آن‌ها می‌باشند (موسویان، ۱۳۸۶، ص. ۱۹۶).

متفکران مسلمان توانستند با رعایت ضوابط شرعی و نیازهای واقعی جوامع اسلامی، انواعی از ابزارهای مالی ارائه کنند. این ابزارها که برخی بیش از ده سال تجربه عملی دارد و برخی در حد ایده و فکر است به سه گروه تقسیم می‌شوند:

گروه نخست؛ ابزارهای مالی غیر انتفاعی که بر اساس قرارداد قرض الحسنه طراحی شده‌اند.

گروه دوم؛ ابزارهای مالی انتفاعی با نرخ‌های سود معین که مبتنی بر قراردادهای مبادله‌ای ارائه شده‌اند.

گروه سوم؛ ابزارهای مالی انتفاعی با نرخ‌های سود انتظاری که با توجه به قراردادهای مشارکتی عرضه شده‌اند (همان).

در ادامه به بررسی سه نوع از متداول‌ترین اوراق مالی اسلامی که در بازار سرمایه کشور نیز منتشر و مبادله خواهد شد، پرداخته می‌شود.

۴-۱) اوراق مرابحه

به جهت اختلاف انواع اوراق مرابحه، نمی‌توان تعریف دقیقی از این اوراق ارائه کرد، اما از منظر عام می‌توان گفت: اوراق مرابحه، اوراق بهاداری است که حکایت از بدهی ناشی از بیع مرابحه می‌کند و دارنده ورق، مالک و طلبکار دین است (همان). برای اوراق مرابحه انواع مختلفی پیشنهاد و برخی به مرحله‌ی اجرا گذاشته شده است. مهمترین آن‌ها عبارتند از:

• اوراق بدهی دولت (اوراق خرید دولت)

این اوراق به صورت دو طرح مستقل، اما مشابه هم از طرف بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و وزارت امور اقتصادی و دارایی تهیه و پیشنهاد شده‌اند (تاری، ۱۳۹۱، صص. ۸۷ - ۸۹).

مطابق طرح پیشنهادی بانک مرکزی، بخش خصوصی، کالاهای مورد نیاز دولت را خریداری کرده، آن‌ها را به قیمت بیشتری به صورت نسیه به دولت می‌فروشد. دولت در مقابل آن، اسناد بهاداری با مبالغ اسمی معین و با سررسیدهای مشخص (اوراق بدهی دولت) به فروشنده تحویل می‌دهد. دارندگان اوراق می‌توانند تا سررسید منتظر بمانند و مبالغ اسمی سند را از دولت دریافت کنند و یا قبل از سررسید در بازار ثانوی

به فروش برسانند (تنزیل کنند). مطابق این طرح، اوراق بدهی دولت توسط بانک‌های تجاری و بانک مرکزی نیز قابل خرید و فروش است. بر اساس طرح پیشنهادی وزارت امور اقتصادی و دارایی، بانک‌ها و مؤسسه‌های مالی اعتباری، از محل منابع خود، کالاهای مورد نیاز دولت را به صورت نقد خریداری و به صورت نسبه مدت‌دار به دولت می‌فروشند. دولت در قبال خرید کالاهای مذکور، اسناد مالی با مبالغ معین و سررسیدهای مشخص (اوراق خرید دولتی) به بانک‌ها و مؤسسه‌های مالی (فروشنندگان کالا) می‌پردازد. آن‌ها نیز می‌توانند تا سررسید اوراق منتظر بمانند و در سررسید مبلغ اسمی را دریافت کنند و یا می‌توانند قبل از سررسید در بازار ثانوی به مردم و یا بانک مرکزی بفروشند (تنزیل کنند) و پول نقد دریافت دارند (همان).

• اوراق مرابحه باز خرید دارایی‌ها

در این روش مؤسسه ناشر اوراق، دارایی‌های دولت، سازمان‌ها و بنگاه‌های اقتصادی را به صورت نقد خریده، پولش را می‌پردازد، سپس با قیمتی بالاتر به صورت نسبه مدت-دار به خود آن‌ها می‌فروشد و در مقابل آن‌ها اسناد مالی با مبالغ و سررسیدهای معین دریافت می‌کند. مؤسسه ناشر می‌تواند منتظر بماند تا در زمان سررسید، مبلغ اسمی اسناد را از خریداران دریافت کند، کما این که می‌تواند در بازار ثانوی آن‌ها را بفروشد (تنزیل کند) (همان).

• اوراق مرابحه مؤسسات مالی

در این نوع از اوراق مرابحه، مؤسسه مالی با انتشار و واگذاری اوراق مرابحه، وجوه نقدی مازاد افراد را جمع‌آوری کرده، به وکالت از طرف آنان، کالاهای مورد نیاز دولت، سازمان‌های دولتی، شرکت‌های وابسته به دولت و بنگاه‌های اقتصادی بخش خصوصی و مصرف‌کنندگان را به صورت نقد خریده، سپس با افزودن نرخ معینی به عنوان سود، به صورت نسبه به آن‌ها می‌فروشد. سود حاصل از عملیات خرید و فروش نیز پس از

کسر درصد به عنوان حق الوکاله مؤسسه مالی (ناشر) به صورت فصلی یا سالانه بین صاحبان اوراق توزیع می‌شود.

در هر مقطع زمانی، دارایی مؤسسه ترکیبی از پول نقد، اجناس و مطالبات خواهد بود که صاحبان اوراق به نحو مشاع مالک آن هستند و می‌توانند در مواقع نیاز به دیگری واگذار کنند. قیمت خرید و فروش اوراق مرابحه به تناسب نرخ سود پرداختی مؤسسه مالی به صاحبان اوراق در مقایسه با ابزارهای مالی مشابه، از قیمت اسمی کمتر یا بیشتر برخوردار خواهد بود (همان).

۴-۱-۱) بازار ثانوی اوراق مرابحه

انواع اوراق مرابحه از نوع ابزارهای مالی انتفاعی با سود معین می‌باشند. بر این اساس می‌توانند اهداف و سلیقه‌های بخش مهمی از صاحبان وجوه مازاد که قصد سرمایه‌گذاری بدون ریسک دارند را پوشش دهد. در نتیجه اگر بدون شکل فقهی باشند، قابلیت خرید و فروش در بازار ثانوی را خواهند داشت.

در نوع اول و دوم اوراق مرابحه در حقیقت دارنده ورق مرابحه، مالک سند مالی یا سررسید معین است، بنابراین می‌تواند با توجه به نرخ تنزیل، آن را به مبلغی کمتر از قیمت اسمی به شخص ثالث (خریدار) بفروشد، مابه‌التفاوت قیمت خرید و قیمت اسمی ورق سود خریدار از سرمایه‌گذاری در اوراق مرابحه خواهد بود که نرخ معین است.

در نوع سوم دارنده‌ی ورق مرابحه در حقیقت مالک مشاع بخشی از دارایی مؤسسه ناشر اوراق است و با واگذاری ورق در حقیقت مالکیت خود از آن دارایی مشاع را به دیگری واگذار می‌کند. لذا خریدار ورق، مالک آن دارایی شده و به تبع آن دریافت‌کننده سود مؤسسه مالی از محل فعالیت خرید و فروش مرابحه‌ای خواهد بود؛ این نرخ نیز تقریباً معین است (موسویان، ۱۳۸۶، ص. ۱۹۹).

۴-۲) اوراق اجاره

اوراق اجاره، اوراق بهاداری است که دارنده آن مالک بخشی از دارایی است که بر اساس قرارداد به او واگذار می‌شود.

یک مؤسسه مالی با انتشار اوراق اجاره، منابع مورد نیاز را جمع‌آوری می‌کند، سپس با استفاده از آن منابع، کالاهای سرمایه‌ای و مصرفی با دوام مورد نیاز دولت، بنگاه‌ها، مؤسسه‌ها و اشخاص حقیقی و حقوقی را خریداری کرده، به آنان اجازه می‌دهد. از آنجا که کالاهای مذکور با استفاده از منابع صاحبان اوراق خریداری می‌شود، آنان مالک کالاها بوده و به تبع آن مالک اجاره بها نیز خواهند بود.

اوراق بهادار اجاره به طور عمده به دو نوع اوراق اجاره عادی و اوراق اجاره به شرط تملیک تقسیم می‌شوند (موسویان، ۱۳۸۶، صص. ۲۰۳ - ۲۰۵).

• اوراق اجاره عادی

در این اوراق، مؤسسه مالی کالاهای سرمایه‌ای و مصرفی با دوام را متناسب با عمر مفید آنها برای مدت زمان مشخص به متقاضیان اجاره می‌دهد. مؤسسه در پایان قرارداد، کالای مذکور را تحویل گرفته در بازار کالاهای مستهلک (دست دوم) به فروش می‌رساند و قیمت حاصل از فروش را به خرید کالاهای جدید اختصاص می‌دهد و یا به حساب صاحبان اوراق واریز می‌کند (همان).

• اوراق اجاره به شرط تملیک

در این روش مؤسسه مالی با استفاده از منابع حاصل از واگذاری اوراق اجاره، کالا یا کالاهای سرمایه‌ای و مصرفی با دوام را خریداری و به صورت اجاره به شرط تملیک به متقاضیان واگذار می‌کند. به این بیان که مستأجر با پرداخت آخرین اجاره بها، مالک عین مستأجره می‌شود (همان).

۴-۲-۲) بازار ثانوی اوراق اجاره

همه‌ی صور اوراق اجاره قابل خرید و فروش در بازار ثانوی هستند، به این بیان که بعد از تبدیل وجوه حاصل از واگذاری اوراق اجاره به کالاهای سرمایه‌ای و مصرفی با دوام، صاحبان اوراق اجاره به صورت مشاع مالک آن کالاها و به تبع آن مالک اجاره بهای حاصل از اجاره دادن آن کالاها هستند. لذا در هر زمان می‌توانند سهم خودشان از آن مالکیت مشاع را به هر شخص دیگری منتقل کنند. بعد از انتقال، صاحب جدید اوراق مالک سهم مشاع از دارایی خواهد بود. رابطه وکالتی مؤسسه با صاحب قبلی اوراق قطع شده و با صاحب جدید برقرار می‌شود. منافع حاصل از اوراق از این تاریخ به بعد نیز به صاحب جدید تعلق خواهد گرفت.

قیمت اوراق اجاره تحت تأثیر عوامل مختلف، به ویژه نوع قرارداد اجاره، نرخ بازدهی اوراق، نرخ بازدهی اوراق مشابه، نرخ تورم تغییر می‌کند. ممکن است قیمت معاملاتی اوراق پایین‌تر یا بالاتر از قیمت اسمی اولیه آن‌ها باشد، در نتیجه بازدهی اوراق برای صاحبان اوراق عبارت است از: سهم اوراق از اجاره بهای ماهانه به اضافه مابه‌التفاوت قیمت خرید با قیمت فروش (همان).

۴-۳) اوراق مشارکت

یکی دیگر از ابزارهای مالی قابل استفاده در بازار سرمایه کشورهای اسلامی، اوراق بهادار مشارکت است که بر اساس قرارداد شرکت به دو صورت منتشر می‌شود.

۱. ناشر اوراق مشارکت بخشی از سرمایه مورد نیاز تأسیس یک بنگاه اقتصادی یا فعالیت سودآور را تهیه و بخش دیگر را از طریق واگذاری اوراق مشارکت تأمین می‌کند. دارندگان اوراق مشارکت در واقع به صورت مشاع به همراه ناشر اوراق به تناسب سرمایه‌شان مالک بنگاه و فعالیت و به تبع آن در سود حاصل نیز شریک خواهند بود.

۲. ناشر اوراق تنها به مدیریت پروژه و فعالیت اقتصادی می‌پردازد و همه‌ی سرمایه مورد نیاز پروژه و فعالیت را از طریق انتشار اوراق جذب می‌کند. در این روش ناشر وکیل صاحبان اوراق مشارکت خواهد بود که به نحو مشاع، مالک اصل فعالیت و سود آن هستند. ناشر می‌تواند به عنوان وکالت، از حق مدیریت برخوردار شود (همان).

۴-۳-۱) بازار ثانوی اوراق مشارکت

مطابق ماده ۲ قانون اوراق مشارکت، خرید و فروش این اوراق مستقیماً و یا از طریق بورس اوراق بهادار مجاز می‌باشد. مطابق ماده ۶ شرکت‌های سهامی عام می‌توانند طبق این قانون، اوراق مشارکت قابل تبدیل یا تعویض یا سهام منتشر کنند. وجود ویژگی‌های قابلیت فروش، تبدیل و تعویض، به اوراق مشارکت اهمیت دو چندان داده، زمینه را برای ورود و خروج بانک مرکزی و استفاده از آن به عنوان ابزاری برای سیاست‌های پولی فراهم می‌کند (همان).

جدول ۱، مقایسه اوراق مالی اجاره، مرابحه و مشارکت را از ابعاد مختلف نشان می‌دهد:

جدول ۱: مقایسه ابزارهای مالی مشروع از ابعاد فقهی، حقوقی و اقتصادی (موسویان، ۱۳۸۶،

ص. ۶۳۴)

ویژگی‌ها انواع ابزارهای مالی	ماهیت حقوقی	سود	مشروعیت فقهی	عامل توسعه اقتصادی	عامل عدالت اقتصادی	قابلیت برای سیاست مالی	قابلیت برای سیاست پولی	جمع امتیازها
اوراق مشارکت	شرکت	نامعین	خوب (۸۰)	عالی (۱۰۰)	خوب (۸۰)	عالی (۱۰۰)	عالی (۱۰۰)	۶۶۰
اوراق مرابحه	بیع	معین	عالی (۱۰۰)	خوب (۸۰)	خوب (۸۰)	خوب (۸۰)	متوسط (۶۰)	۴۰۰
اوراق اجاره	اجاره	معین	عالی (۱۰۰)	خوب (۸۰)	خوب (۸۰)	خوب (۸۰)	خوب (۸۰)	۴۲۰

۵) کمی سازی ریسک

با توجه به تاریخ تحقیقات و تلاش‌های به عمل آمده در جهت اندازه‌گیری ریسک و پیشرفت‌هایی که در هر دوره به وقوع پیوسته است، می‌توان گروه‌بندی‌ای از سنجه‌های ریسک ارائه داد که بر نحوه اندازه‌گیری ریسک استوار است: (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۸۸، صص. ۵۸ - ۵۶)

✓ سنجه‌های نوسان^{۱۰}: این سنجه‌ها، پراکندگی یک متغیر را در اطراف میانگین و یا پارامتر تصادفی دیگر اندازه‌گیری می‌کند. واریانس و انحراف معیار دو نمونه از این سنجه‌هاست.

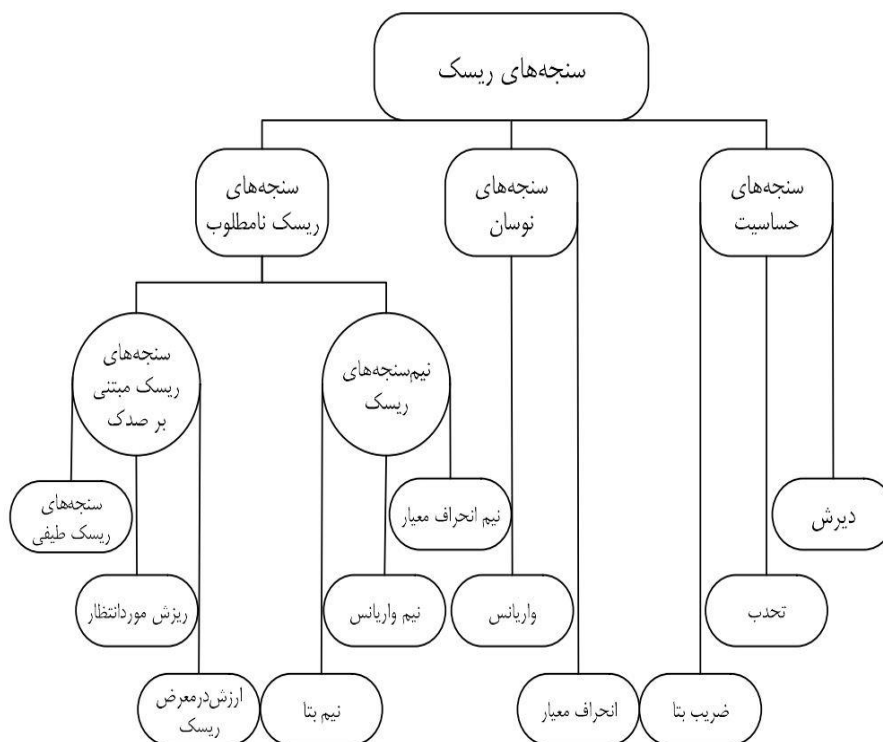
✓ سنجه‌های حساسیت^{۱۱}: موضوع اندازه‌گیری این سنجه‌ها تغییرات متغیر وابسته بر اثر تغییرات متغیر مستقل است. دیرش و ضریب بتا دو نمونه از این سنجه‌هاست.

✓ سنجه‌های ریسک نامطلوب: این سنجه‌ها برعکس سنجه‌های تلاطم، تنها بر بخش

✓ مخرب ریسک تمرکز دارد و تلاطم‌های زیر سطح میانگین و یا متغیر هدف را محاسبه

✓ می‌کند. نیم واریانس، نیم بتا و ارزش در معرض ریسک از این نوع سنجه - هاست (همان)

شکل (۲)، گروه‌بندی یادشده را به نمایش می‌گذارد.



شکل (۲): گروه‌بندی سنجه‌های ریسک (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۸۸)

همانگونه که ملاحظه می‌شود سنجه‌های ریسک نامطلوب، به دو زیرگروه تقسیم‌بندی شده است. این زیرگروه‌ها شامل نیم سنجه‌های ریسک^{۱۲} و سنجه‌های ریسک مبتنی بر صدک^{۱۳} است. تمرکز پژوهش حاضر، بر سنجه‌های ریسک مبتنی بر صدک است. ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی مثال‌هایی از این سنجه-هاست. در قسمت بعد این سنجه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۵-۱) ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی

ارزش در معرض ریسک که آن را به اختصار VaR نیز می‌نامند، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده، با ضریب اطمینان مشخصی، از آن بیشتر نمی‌شود. به عبارتی دیگر، VaR بدترین زیان موردانتظار را تحت شرایط عادی

بازار و طی یک دوره زمانی مشخص و در سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد. VaR به این سؤال پاسخ می‌دهد که با X درصد احتمال و طی افق زمانی تعیین شده، حداکثر چه میزان از ارزش دارایی یا سبد دارایی‌ها در معرض ریسک قرار دارد (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۸۸، ص. ۵۲).

VaR معیار مناسبی جهت سنجش ریسک به شمار می‌رود، زیرا که فهم و درک آن آسان است. در واقع این معیار بیان می‌کند تا چقدر ممکن است یک سبد دارایی دچار زیان و ضرر شود یا به عبارت دیگر حداکثر مقدار زیان چقدر است؟ بنابراین بسیار مطلوب خواهد بود اگر بتوان همه پارامترهای مختلف اندازه‌گیری ریسک در رابطه با متغیرهای بازار مربوط به سبد دارایی را تحت یک متغیر خلاصه نمود (Hull, 2005, p.580).

بر خلاف مفهوم ساده و قابل درک ارزش در معرض ریسک، محاسبه آن با دشواری‌های بسیاری همراه است. محاسبه ارزش در معرض ریسک از نظر آماری به معنی یافتن مقدار بحرانی برای سطح احتمال مورد نظر است. با توجه به این واقعیت که توزیع احتمال بازدهی در طول زمان ثابت نیست، مشکلاتی در محاسبه ارزش در معرض ریسک به وجود می‌آید. یکی از مشکلات اصلی ارزش در معرض ریسک، عدم انسجام این معیار است. از همین روی در سال‌های اخیر ارزش در معرض ریسک شرطی در جهت تکامل ارزش در معرض ریسک معرفی شده است (فلاح پور، رضوانی و رحیمی، ۱۳۹۴). ارزش در معرض ریسک شرطی به عنوان یک معیار ریسک منسجم مورد استقبال قرار گرفته است و به عنوان ابزار مفیدی برای اندازه‌گیری ریسک و مدیریت آن مطرح گردید که آن را با نماد CVaR نمایش می‌دهند. به عبارت دیگر این معیار، زیان مورد انتظار را برابر و یا بالاتر از ارزش در معرض ریسک، در سطح اطمینان مشخص، برآورد می‌کند. از این رو این دیدگاه نسبت به معیار ارزش در معرض ریسک محافظه‌کارانه‌تر است (فلاح شمس و عطائی، ۱۳۹۰، ص. ۱۹).

در تعریف ارزش در معرض ریسک شرطی می‌توان گفت: VaR بیشترین زیان مورد انتظار را در افق زمانی مشخص در سطح اطمینان معین اندازه‌گیری می‌نماید و CVaR معادل آن، بصورت انتظار شرطی از ضرر سبد دارایی که بزرگتر یا مساوی با VaR است، در حالی که VaR در مورد زیان‌های فراتر از خودش دچار مشکل می‌شود (ابراهیمی هردورودی و حسینی یکانی، ۱۳۹۴، ص. ۱۳).

در نتیجه یکی از نواقص ارزش در معرض خطر (ورای روش محاسبه آن)، ناتوانی این معیار در مدنظر قرار دادن شکل دنباله توزیع است. به عبارت دیگر این معیار قادر به پاسخگویی به این سوال که "اگر زیان بیشتر از مقدار VaR شود، مقدار مورد انتظار ما از این زیان چقدر خواهد بود؟" نیست. برای رفع این مشکل، از مقدار ارزش در معرض شرطی استفاده می‌شود. این معیار بیان‌کننده زیان مورد انتظار در صورت بیشتر شدن زیان از مقدار ارزش در معرض خطر است (همان).

یکی دیگر از ایرادهایی که بر VaR وارد می‌باشد این است که انتخاب چند سبد با ارزش در معرض ریسک‌های متفاوت باعث کاهش ریسک کل نمی‌شود، بلکه ریسک نهایی را افزایش خواهد داد در صورتیکه پژوهش‌ها نشان داده‌اند تنوع در انتخاب سبدها می‌تواند ریسک را کاهش دهد که محاسبه ارزش در معرض ریسک از آن ناتوان می‌باشد. در صورتیکه ارزش در معرض ریسک شرطی این مشکل اساسی را پوشش داده است و می‌توان از آن به عنوان معیار ریسک استفاده نمود.

باتوجه به مباحث قبل می‌توان گفت CVaR معیار منسجم‌تری برای اندازه‌گیری ریسک است و از خصوصیات بارز آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- CVaR نسبت به آنالیز میانگین - واریانس در مواجهه با توزیع نامتقارن بازدهی سرمایه، بهتر عمل می‌کند؛

۲- حداقل‌سازی CVaR معمولاً در نتیجه حل یک مسئله برنامه‌ریزی همگرا (محدب) مانند مسائل برنامه‌ریزی خطی است که تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد به

صورت کارتر و بهتری از عهده یک مسئله پرتفوی با مقیاس بزرگ برآید (ابراهیمی هردورودی و حسینی یکانی، ۱۳۹۴).

۵-۱-۱) تعریف VaR و CVaR به زبان ریاضی

فرض کنید $S(0)$ ارزش دارایی در زمان صفر، $S(T)$ ارزش دارایی در زمان T (پایان دوره) و r نرخ بهره بدون ریسک می‌باشند. اکنون (Ω, F, P) را یک فضای احتمالی که در آن فضای نمونه، F فضای پیشامدها و P اندازه احتمال می‌باشد، تعریف می‌کنیم و $X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ یک متغیر تصادفی از سود تنزیل شده^{۱۴} حاصل از سرمایه‌گذاری بصورت زیر باشد (Grinold & Ronald, 2008, PP. 230-235)

$$X = e^{-rT}S(T) - S(0) \quad (۱)$$

و تابع $F_X: \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$ تابع توزیع تجمعی (پیوسته و صعودی) آن باشد، یعنی:

$$F_X = P(X \leq x) \quad (۲)$$

در اینصورت چندک بالای آلفا^{۱۵} (چندک‌ها مقادیری با فاصله‌های مساوی هستند که از تابع توزیع تجمعی یک متغیر تصادفی انتخاب می‌شوند به شکلی که مجموعه داده‌ها را به p قسمت مساوی تقسیم می‌کنند.) X بصورت زیر تعریف می‌شود: (همان)

$$q^\alpha(X) = \inf\{x: \alpha < F_X(x)\} \quad (۳)$$

برای بیان VaR به زبان ریاضی نیاز به دو لم زیر می‌باشد:

لم ۱) اگر F_X پیوسته و صعودی باشد در اینصورت:

$$q^\alpha(X) = F_X^{-1}(\alpha) \quad (۴)$$

لم ۲) اگر X یک متغیر تصادفی و $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ تابعی پیوسته و صعودی باشد در اینصورت:

$$q^\alpha(f(X)) = f(q^\alpha(X)) \quad (۵)$$

بنا بر لم ۲ می‌توان گفت:

$$q^\alpha(X) = e^{-rT}q^\alpha(S(T)) - S(0) \quad (۶)$$

در نتیجه برای هر $\alpha \in (0, 1)$ ارزش در معرض ریسک برای متغیر تصادفی X در سطح اطمینان $(1 - \alpha)$ بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$VaR^\alpha(X) = -q^\alpha(X) = S(0) - e^{-rT} q^\alpha(S(T)) \quad (7)$$

در این صورت ارزش در معرض ریسک شرطی برای سود تنزیل شده حاصل از سرمایه‌گذاری با توجه به روابط (۱) و (۷) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CVaR^\alpha(X) = \frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha VaR^\beta(X) d\beta = -\frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha q^\beta(X) d\beta \quad (8)$$

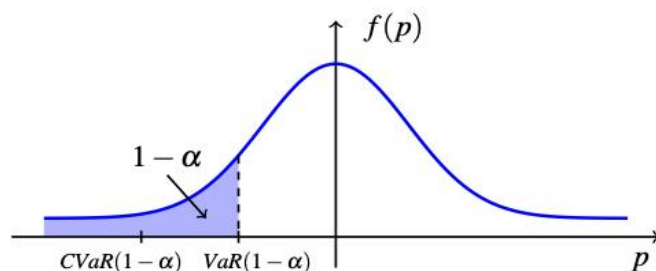
که در آن $\beta \leq \alpha$ می‌باشد. (همان)

در حالت کلی می‌توان مفهوم ارزش در معرض ریسک (VaR) و ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) را در جدول زیر خلاصه کرد:

جدول ۳: مفهوم ارزش در معرض ریسک (VaR) و ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) (همان)

ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR)	ارزش در معرض ریسک (VaR)
متوسط یا میانگین زیان مورد انتظار طی یک دوره زمانی مشخص و در سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد. به عبارتی متوسط ضرر پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد. به زبان ریاضی:	حداکثر زیان مورد انتظار طی یک دوره زمانی مشخص و در سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد. به عبارتی طیف وسیعی از ضررهای احتمالی را نشان می‌دهد. به زبان ریاضی:
$CVaR^\alpha(X) = \frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha VaR^\beta(X) d\beta$ $\beta \leq \alpha$	$q^\alpha(X) = \inf\{x: \alpha < F_X(x)\}$ $VaR^\alpha(X) = -q^\alpha(X)$

در نمودار ۴ تفاوت ارزش در معرض ریسک شرطی و ارزش در معرض ریسک نشان داده شده است.



نمودار ۴: ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی (همان)

۲-۵) حرکت براونی هندسی^{۱۶}

علوم مرتبط با مسائل مالی و اقتصادی به عنوان یکی از شاخه‌های علوم انسانی از جهات بسیاری با ریاضیات و مدل‌های کمی ارتباط دارند. همچنین بسیاری از کمیت‌های مالی، متغیرهای تصادفی هستند (نیسی و پیمانی، ۱۳۹۳، ص. ۲۳). در ادامه به تعریف مدل حرکت براونی هندسی و بیان روابط ریاضی آن پرداخته می‌شود.

حرکت براونی هندسی یا حرکت براونی نمایی^{۱۷}، فرآیند تصادفی زمان پیوسته‌ای^{۱۸} است که در آن لگاریتم مقادیر مختلف تصادفی، از یک حرکت براونی تبعیت می‌کند. (McNeil & Frey, 2000, P. 279) از سوی دیگر فرآیند تصادفی نیز به دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی گفته می‌شود که در آن متغیرهای تصادفی به زمان وابسته هستند. به عبارت دیگر می‌توان گفت که دنباله $\{X_t\}_{t \in T}$ که شامل متغیرهای تصادفی است یک فرآیند تصادفی را تعریف می‌کند. همچنین متغیر $t \in T$ پارامتری است که زمان نامیده می‌شود (Glasserman, 2004, p.206). از سوی دیگر فرآیندی که در آن مقادیر تصادفی در آینده تنها به مقدار کنونی آن وابسته بوده و به مسیر رسیدن به مقدار فعلی آن بستگی ندارد را فرآیند مارکوف^{۱۹} می‌گویند و از این جهت مدل حرکت براونی

هندسی نیز یک فرآیند مارکف محسوب می‌شود (راعی و فلاح‌طلب، ۱۳۹۲، ص. ۷۸). حرکت براونی هندسی جواب معادله دیفرانسیل تصادفی زیر است:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dW \quad (9)$$

که در رابطه بالا S مقدار متغیر تحت بررسی است و W جزء تصادفی معادله یا حرکت براونی است که به آن فرآیند وینر نیز می‌گویند. لازم به ذکر است که یک معادله دیفرانسیل تصادفی، معادله‌ای است که در آن یک یا چند بخش، یک فرآیند تصادفی هستند و بنابراین منجر به ایجاد راه حلی برای جواب مسئله می‌شوند که آن هم به نوبه خود یک فرآیند تصادفی است (همان).

جهت حل معادله دیفرانسیل تصادفی حرکت براونی هندسی از لم ایتو^{۲۰} استفاده می‌شود. فرآیند ایتو برای متغیری مانند X_t به صورت معادله دیفرانسیل تصادفی زیر تعریف می‌شود (Brandimarte, 2006, P.211):

$$dX = a(X, t) + b(X, t)dW \quad (10)$$

که در رابطه بالا W همان فرآیند براونی استاندارد است. هدف این است تا برای تابع $F(X, t)$ از $X(t)$ یک معادله دیفرانسیل تصادفی استخراج شود. در نهایت لم ایتو به صورت رابطه زیر استخراج می‌شود که از اثبات آن در این تحقیق صرف نظر خواهد شد (همان).

$$dF = \left(a \frac{\partial F}{\partial X} + \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{1}{2} b^2 + \frac{\partial^2 F}{\partial X^2} \right) dt + b \frac{\partial F}{\partial X} dW \quad (11)$$

اکنون اگر تابعی مانند $Y = F(S, t) = \ln S(t)$ داشته باشیم، برای استفاده از لم ایتو ابتدا قسمت‌های مختلف به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\partial F}{\partial t} = 0 \quad \text{و} \quad \frac{\partial F}{\partial S} = \frac{1}{S} \quad \text{و} \quad \frac{\partial^2 F}{\partial S^2} = -\frac{1}{S^2}$$

در نتیجه با توجه به رابطه (۹) و لم ایتو خواهیم داشت:

$$dY = \left(\frac{\partial F}{\partial t} + \mu S \frac{\partial F}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 F}{\partial S^2} \right) dt + \sigma S \frac{\partial F}{\partial S} dW = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dW \quad (12)$$

با توجه به اینکه داریم $dY = d \ln S(t) = \Delta \ln S(t) = \ln S(t) - \ln S(0)$ معادله (۱۲) به صورت زیر تبدیل خواهد شد:

$$\ln S(t) - \ln S(0) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma W(t) \quad (13)$$

با کمی تغییر در معادله (۱۳) خواهیم داشت:

$$S(t) = S(0) e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma W(t)} \quad (14)$$

با توجه به اینکه فرآیند براونی از توزیع نرمال تبعیت می‌کند بنابراین خواهیم داشت:

$$S(t) = S(0) e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma Z \sqrt{t}} \quad (15)$$

در رابطه بالا Z یک متغیر تصادفی با توزیع نرمال استاندارد $N(0,1)$ است. در رابطه بالا پارامتر μ ، میانگین و پارامتر σ ، نوسان^{۲۱} را نشان می‌دهد. (همان)

۳-۵ ارزش در معرض ریسک شرطی برای قیمت صکوک

انواع مختلفی از اوراق مالی اسلامی (صکوک) در فرابورس ایران منتشر می‌شود. از جمله این صکوک می‌توان به صکوک اجاره، صکوک مشارکت و صکوک مرابحه اشاره کرد. نکته مهم در مورد این اوراق، تصادفی بودن قیمت بازاری این صکوک است که روندی غیر قطعی و غیر قابل پیش بینی دارد که این امر منجر به ایجاد ریسک برای دارنده این اوراق می‌شود چون ریسک کاهش قیمت بازاری آن در آینده برای دارنده این اوراق وجود دارد. در این قسمت مدل محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی برای متغیر تصادفی قیمت بازاری صکوک ارائه می‌شود. به دیگر بیان هدف از این قسمت ارائه مدل محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی قیمت بازاری، برای صکوک مشارکت، اجاره و مرابحه است.

آمارهای بازار سرمایه نشان می‌دهد که انتشار اوراق مالی اسلامی در فرابورس ایران به سال ۸۹ برمی‌گردد و قیمت اسمی هر برگه از این اوراق در فرابورس کشور صد هزار تومان می‌باشد. (برگرفته از مجموعه سوالات متداول اسناد خزانه اسلامی، منتشر شده توسط فرابورس ایران)

قیمت بازاری اوراق مالی اسلامی در فرابورس ایران از دو طریق مشخص می‌شود:

➤ روش ثبت سفارش: در روش ثبت سفارش، قیمت‌های وارده توسط خریداران به صورت مخفی خواهد بود. در این روش تعداد سفارشات وارده توسط خریداران مجموعاً باید به میزان حداقل ۸۰ درصد حجم کل اوراق عرضه شده باشد و قیمتی که کشف می‌شود باید به گونه‌ای باشد که در آن قیمت، حداقل ۸۰ درصد اوراق عرضه شده به فروش برسد (همان).

➤ روش حراج: در روش حراج، قیمت در یک جلسه معاملاتی و بر اساس رقابت خریداران تعیین می‌شود. در این روش سفارش متقاضیان (خریداران) و عرضه‌کنندگان (فروشنندگان) در یک بازه زمانی وارد سامانه معاملاتی می‌شوند، پس از آن، بهترین قیمت‌های خرید (بالاترین قیمت‌ها) و بهترین قیمت‌های فروش (پایین‌ترین قیمت‌ها) با یکدیگر منطبق شده و معامله انجام خواهد شد (همان).

اکنون فرض کنید قیمت صکوک در زمان انتشار با نماد S_0 نشان داده شود. فرض می‌شود تغییر قیمتی صکوک از یک فرآیند تصادفی براونی تبعیت می‌کند و در این صورت قیمت صکوک در زمان T به صورت زیر مشخص می‌شود:

$$S(T) = s(0)e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma\sqrt{T}Z} \quad (16)$$

در رابطه بالا Z ، یک متغیر تصادفی با توزیع نرمال استاندارد $N(0,1)$ است.

براي استخراج فرمول ارزش در معرض ريسك شرطي براي قيمت صكوك نياز به يك لم داريم:

لم: براي هر $q \in \mathbb{R}$: (Schumann, 2010, P. 98)

$$\mathbb{E}(S(T)|Z \leq q) = \frac{1}{N(q)} S(0) e^{\mu T} N(q - \sigma\sqrt{T}) \quad (17)$$

كه در آن $N(q)$ مقدار عددي تابع توزيع نرمال استاندارد مي باشد به طوري كه:

$$N(q) = \int_{-\infty}^q \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad (18)$$

با توجه به مباحث قبل، متغير تصادفي از سود تنزِيل شده حاصل از سرمايه گذاري بصورت زير تعريف مي شود:

$$X = e^{-rT} S(T) - S(0) \quad (19)$$

اكنون با توجه به لم قبل و رابطه (۱۹)، فرمول ارزش در معرض ريسك شرطي براي قيمت صكوك به صورت زير خواهد بود:

$$CVaR^\alpha(X) = S(0) - \frac{1}{\alpha} S(0) e^{(\mu-r)T} N(q^\alpha(z) - \sigma\sqrt{T}) \quad (20)$$

كه در رابطه (۲۱):

$$q^\alpha(Z) = N^{-1}(\alpha) \quad (21)$$

رابطه (۲۱) نشان دهنده اميد شرطي زيان ناشي از قيمت صكوك، در سطح اطمینان معين مي باشد كه فراسوي سطح VaR مي باشد.

۴-۵ حل عددي مدل

اكنون با توجه به مباحث قبل به قيمت گذاري صكوك مشاركت در قالب يه مدل فرضي و با توجه به داده هاي مالي و اقتصادي ايران پرداخته مي شود. براي محاسبه ارزش در معرض ريسك شرطي صكوك مشاركت، مرابحه و اجاره به پارامترهاي زير نياز است.

الف) پارامتر نوسان: متداول‌ترین روش برای محاسبه نوسان‌پذیری قیمت صکوک مشارکت، مراتبه و اجاره نوسان‌پذیری سالانه^{۲۲} می‌باشد که فرمول آن بصورت زیر است:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{r_i}{r_{i-1}}\right)^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left[\sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{r_i}{r_{i-1}}\right)\right]^2} \quad (22)$$

که در رابطه‌ی بالا n تعداد مشاهدات و r_i قیمت اوراق در زمان i ام می‌باشند.

(Higham, 2004, P. 46).

ب) نرخ بازدهی بدون ریسک: در این پژوهش نرخ بازده بدون ریسک، نرخ اوراق اخزا (اوراق خزانه اسلامی) در نظر گرفته می‌شود که اوراقی بدون ریسک است. با توجه به اینکه اسناد خزانه اسلامی، اوراق بهاداری است که دولت به منظور تصفیه بدهی‌های خود بابت طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای با قیمت اسمی و سررسید معین به طلبکاران غیردولتی واگذار می‌کند و اینکه دولت به این بدهی اولویتی هم ردیف حقوق و مزایای کارکنان خود داده و به عنوان بدهی ممتاز دولت در نظر گرفته می‌شود، ازین رو اسناد خزانه دولتی ریسک نکول نداشته و بازدهی آن بدون ریسک خواهد بود. با توجه به اینکه در سال ۹۹ و تا تاریخ ششم آذر ماه ۹۹، یازده نوع اوراق خزانه اسلامی با نماد اخزا در فرابورس منتشر شده در نتیجه میانگین بازدهی تا سررسید^{۲۳} (YTM) این اوراق تا ابتدای آذر ماه محاسبه و به جای بازدهی بدون ریسک در نظر گرفته شده است. محاسبات مؤلفین نشان می‌دهد میانگین بازدهی تا سررسید اوراق مذکور تا ششم آذر ماه ۹۹ برابر با ۱۹/۳۲ درصد بوده است.

ج) پارامتر μ : برای محاسبه پارامتر μ از فرمول میانگین استفاده می‌شود. بدین منظور میانگین قیمتی اوراق مراتبه، اجاره و مشارکت از تاریخ انتشار این اوراق تا تاریخ آخرین انتشار محاسبه و در فرمول نهایی جایگذاری شده است.

د) پارامتر T : با توجه به اینکه تمام متغیرها و پارامترها به صورت سالانه در نظر گرفته شده‌اند بنابراین در محاسبه ارزش در معرض ريسك شرطی نیز زمان، به صورت سالانه در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل T را یک در نظر می‌گیریم. البته می‌توان بسته به بازه زمانی محاسبه ارزش در معرض ريسك شرطی مقدار T را تغییر داد. به عنوان مثال اگر هدف، محاسبه ارزش در معرض ريسك شرطی به صورت ماهانه باشد، آنگاه باید به جای T عدد $\frac{1}{12}$ قرار داد.

ه) سطح اطمینان نیز ۹۵ درصد در نظر گرفته می‌شود.

و) مقدار S_0 : در فرابورس ایران طبق قوانین، قیمت اسمی (همان قیمتی که بر روی اوراق درج شده و ناشر در سررسید به دارنده اوراق پرداخت می‌کند). هر ورق از صکوک اجاره، مباحه و مشارکت در زمان انتشار یک میلیون ریال می‌باشد. در نتیجه خواهیم داشت:

$$S_0 = 1000000$$

اکنون با استفاده از پارامترها و متغیرهای فوق و با استفاده از کدنویسی در نرم‌افزار متلب^{۲۴}، ارزش در معرض ريسك برای نمادهای منتخب اوراق مباحه، اجاره و مشارکت در جدول ذیل آمده است.

جدول ۵: محاسبه ارزش در معرض ريسك برای نمادهای مختلف از صکوک

نماد	حکمت ۰۱ (مشارکت)	شرق ۱۴۰۰ (مشارکت)	شلد ۰۲ (مشارکت)	دومینو ۴ (اجاره)	کیش ۱۴۰۲ (اجاره)	مبین ۰۱۴ (اجاره)	قرن ۹۹ (مباحه)	کوروش (مباحه)	سلامت ۲ (مباحه)
CVaR	۱۹۸۹۸۰۳	۱۸۰۹۶۸۳	۱۶۹۹۳۶۱	۱۷۹۳۰۲۸	۱۸۲۶۳۶۸	۱۷۸۰۹۱۵	۱۷۵۵۳۲۳	۱۸۰۹۰۸۸	۱۷۹۳۱۵۱
σ	۰،۱۶۵	۰،۰۰۹۷	۰،۰۲۰۷	۰،۰۱۹۰	۰،۰۲۸۲	۰،۰۱۸۶	۰،۰۱۵۰	۰،۰۱۳۱	۰،۰۲۲۵

۱. همان‌طور که بیان شد مقدار ارزش در معرض ريسك شرطی یعنی حداکثر مقدار ضرر با احتمال q درصد (سطح اطمینان). مقادیر محاسبه شده در جدول بالا حداکثر میزان ضرر را در سطح ۹۵ درصد نشان می‌دهد. به عبارت دیگر نشان می‌دهد در

بدترین شرایط و در شرایط حداکثر ضرر به احتمال ۹۵ درصد به طور متوسط میزان ارزش صکوک مشارکت با نماد شلرد ۰۲ مقدار ۱۸۰۹۶۸۳ ریال می‌باشد.

۲. همانطور که مشخص است مقدار نوسان (σ) قیمتی با ارزش در معرض ریسک شرطی رابطه معکوس دارد. به عبارت دیگر هرچه مقدار نوسان بیشتر باشد آنگاه به طور متوسط ارزش صکوک در بدترین وضعیت کمتر خواهد بود (یا به دیگر بیان ضرر بیشتر خواهد بود). به عبارتی دیگر با افزایش نوسان قیمتی یک نوع از صکوک، حداکثر مقدار ضرر این صکوک با احتمال ۹۵ درصد (سطح اطمینان^{۲۰}) زیاد می‌شود.

۳. با توجه به جدول مشخص است که به طور متوسط نمادهای مربوط به اوراق مشارکت بیشترین مقدار ارزش در معرض ریسکی شرطی را داشته و بعد از آن به ترتیب اختصاص به نمادهای اجاره و مشارکت دارد.

۴. با توجه به فرمول و محاسبات مشخص است هرچه مقدار میانگین قیمتی (μ)، بیشتر باشد ارزش در معرض ریسک نیز بیشتر است؛ به عبارت دیگر هرچه مقدار میانگین قیمتی کمتر باشد، حداکثر مقدار ضرر کمتر خواهد بود و بالعکس.

موارد بالا نشان می‌دهند که نوسان قیمتی و میانگین قیمتی صکوک در زیان آن نقش به سزایی دارد. این موضوع از دو جهت قابل اهمیت است. جهت اول اینکه سازمان بورس و اوراق بهادار می‌تواند انواع صکوک را با توجه به معیار ارزش در معرض ریسک شرطی آن رتبه‌بندی کند و به تعبیری از لحاظ ریسک آنها را درجه‌بندی کند. از دیگر سو خریداران صکوک می‌توانند نسبت به ریسک‌گریزی و ریسک‌پذیری‌شان اقدام به خرید صکوک مورد نظر خود کنند. به نحوی که خریداران ریسک‌گریز اقدام به خرید صکوکی کنند که میانگین قیمتی کمتری دارد؛ زیرا حداکثر مقدار ضرر این صکوک کمتر است و بالعکس، خریداران ریسک‌پذیر اقدام به خرید صکوکی با میانگین قیمتی زیاد کنند چون از یک سو حداکثر مقدار ضرر بیشتری دارد اما در عوض میانگین قیمتی بیشتری دریافت می‌کنند.

۶) نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق ریسک اوراق مالی اسلامی (اجاره، مرابحه و مشارکت) در قالب ارزش در معرض ریسک شرطی برای اوراق منتشر شده در فرابورس کشور کمی‌سازی شد. به دیگر بیان در این مقاله حداکثر زیان اوراق اجاره، مرابحه و مشارکت از لحاظ قیمتی با احتمال ۹۵ درصد محاسبه و ارائه شد. بدین منظور در بین سنجه‌های ریسک، سنجه CVaR با توجه به مزایای آن انتخاب شد، سپس با توجه به اینکه قیمت اوراق مذکور در بازار ثانویه به صورت غیر قطعی و تصادفی تعیین می‌شوند، سنجه ارزش در معرض ریسک بر مبنای فرآیند براونی هندسی باز تعریف شد. سپس با استفاده از کدنویسی در نرم‌افزار متلب نتایج زیر حاصل شد:

➤ مقدار نوسان (σ) قیمتی با ارزش در معرض ریسک شرطی رابطه معکوس دارد.

➤ به طور متوسط نمادهای مربوط به اوراق مشارکت بیشترین مقدار ارزش در معرض ریسکی شرطی را داشته و بعد از آن به ترتیب اختصاص به نمادهای اجاره و مرابحه دارد.

➤ مقدار میانگین قیمتی (μ) با ارزش در معرض ریسک رابطه مستقیم دارد.

در نهایت با توجه به مباحث گذشته پیشنهاد می‌شود:

۱. اوراق مالی اسلامی با توجه به پارامترهای مشخص (نرخ بازدهی اوراق، ارزش دارایی که اوراق به پشتوانه آن منتشر شده، نوسان قیمتی اوراق و...) رتبه‌بندی می‌شود. متأسفانه خلا نهاد رتبه‌بندی اوراق مالی در ساختار مالی و بانکی کشور احساس می‌شود.

۲. با توجه به اینکه نوسان قیمتی اثر مستقیم بر ارزش در معرض ریسک اوراق دارد، پیشنهاد می‌شود بازار سرمایه تمهیدات لازم جهت جلوگیری از این نوسان را فراهم

کند. این تمهیدات می‌تواند شامل: کاهش دامنه مجاز نوسان، حضور بازارگردان با منابع مالی لازم و کافی برای بازارگردانی در نمادهای مختلف اوراق و... باشد.

در ساختار بازار سرمایه دنیا (بازار سرمایه غیر اسلامی) انواع ابزارها جهت مدیریت و کاهش ریسک اوراق مالی و سهام وجود دارد. مهمترین این ابزارها عبارتند از: ابزار مشتقه^{۲۶}، وارانته^{۲۷} و... برخی از این ابزار با اصول اسلامی انطباق داشته و توسط شورای فقهی سازمان بورس و اوراق بهادار تأیید شده است. اما متأسفانه تا کنون جنبه کاربردی به خود نگرفته یا اینکه در حد کم مورد استفاده قرار گرفته است. پیشنهاد می‌شود این ابزارها پس از تأیید شورای محترم فقهی سازمان بورس و اوراق بهادار در بازار سرمایه کشور استفاده شوند.

در پایان برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود ارزش در معرض ریسک شرطی برای دیگر اوراق و نمادها محاسبه و ارائه شوند.

یادداشت‌ها:

- 1 . Confidence Level
- 2 . Geometric Brownian motion
- 3 . Confidence Level
4. Business Risks
- 5 . Nonbusiness Risks
- 6 . Financial Risks
- 7 . Conditional Value at Risk
- 8 . Confidence Level
- 9 .Geometric Brownian motion
10. Volatility measures
- 11 . Sensitivity Measures
- 12 . Semi Risk Measures
- 13 . Quintiles-Based Risk Measures
- 14 . Discounted gain
- 15 .Upper α -quantile
- 16 . Geometric Brownian motion
17. Exponential Brownian motion
- 18 . Continuous-time stochastic process
- 19 . Markov process
- 20 . Ito's lemma
- 21 . Volatility
- 22 . Annual Volatility

23 . Yield to Maturity

۲۴. گزارش این کدنویسی در پیوست تحقیق آمده است.

25 . Confidence Level

26 . Financial Derivative

27 . Warrant

کتابنامه:

- ابراهیمی هردورودی، نرجس و حسینی یکانی، سیدعلی (۱۳۹۴). بررسی مقایسه‌ای طول دوره سرمایه‌گذاری در انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از شاخص ارزش در معرض خطر شرطی (CVAR)، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و حسابداری با رویکرد ارزش آفرینی.
- تاری، فتح‌الله (۱۳۹۱). صکوک در نظام پولی و مالی ایران، انتشارات پژوهشکده پولی و بانکی. رادپور، میثم و عبده تبریزی، حسین (۱۳۸۸). اندازه‌گیری و مدیریت ریسک بازار رویکرد ارزش در معرض ریسک، تهران: آگاه.
- راعی، رضا و فلاح طلب، حسین (۱۳۹۲). کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو و فرآیند قدم زدن تصادفی، فصلنامه علمی-پژوهشی مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.
- طالبی، محمد و رحیمی، امیر محمد (۱۳۹۱). شناسایی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی ریسک‌های مربوط به اوراق بهادار اجاره (صکوک اجاره)، جستارهای اقتصادی ایران.
- فلاح شمس میرفیض و عطائی یونس (۱۳۹۰). بررسی ارزیابی عملکرد ۵۰ شرکت فعال بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از معیارهای SORTINO, EROV و ۳M مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی).
- موسویان، سیدعباس (۱۳۸۶). ابزارهای مالی اسلامی (صکوک)، قم: پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی.
- موسویان، سید عباس؛ بلال، وثوق و فرهادیان آرانی، علی (۱۳۹۲). شناخت و رتبه‌بندی ریسک‌های ابزارهای مالی اسلامی (صکوک)، اندیشه مدیریت راهبردی.
- نظری‌پور، محمدنقی؛ حبیبیان نقی، مجید و کفشگر جلودار، حسین (۱۳۹۳). اولویت‌بندی ریسک صکوک مباحه از طریق نظرسنجی توسط خبرگان مالی و مقایسه آن با دیگر ابزارهای بازار سرمایه، پژوهش‌های اقتصادی ایران.

نظرپور، محمدنقی؛ فاضلیان، سید محسن و مؤمنی نژاد، ناهید (۱۳۹۳). ارائه الگوی مطلوب تأمین مالی صنعت نفت ایران بر پایه صکوک استصناع و رتبه‌بندی ریسک‌های آن با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، تحقیقات مالی-اسلامی.

نیسی، عبدالساده و پیمانی فروشانی، مسلم (۱۳۹۷). مدل‌سازی مالی با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، دانشگاه علامه طباطبایی.

نیسی، عبدالساده و سلمانی قرائی، کامران (۱۳۹۷). مهندسی مالی و مدل‌سازی بازارها، تهران: دانشگاه علامه طباطبایی.

هال، جان؛ سیاح، سجاد و صالح آبادی، علی (۱۳۸۴). مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، تهران: گروه رایانه تدبیرپرداز.

- Brandimarte, Paolo. (2006). Numerical Methods in Finance and Economics—A Matlab-Based Introduction. 2nd ed. Wiley.
- Cai, Z. & Wang, X. (2008). Nonparametric estimation of conditional VaR and expected shortfall. *Journal of Econometrics*, volume 147.
- Ebrahimi H, Narges, Hoseini Y, Seyed Ali (2015). *Comparative study of Payback Period in selecting the optimal portfolio using Conditional Value at Risk (CVaR)*. The First International Conference on New Approaches to Business and Accounting Management. (In Persian)
- Glasserman, Paul. (2004). Monte Carlo Methods in Financial Engineering. Springer.
- Grinold, Richard C. and Ronald N. Kahn. (2008). Active Portfolio Management. 2nd ed.
- Higham, Desmond J. (2004). An Introduction to Financial Option Valuation, Cambridge
- Hull, John, (2005). *Risk Management and Financial Engineering*, Sayah, Sajad, Saleh Abadi, Ali (Trans), Rayane Tadbir Pardaz Publication.
- Jeong, Darae & Yoo, Minhyun & Kim, Junseok. (2017). Finite Difference Method for the Black-Scholes Equation Without Boundary Conditions, *Computational Economics*, v51, n4, 961-972.
- Khan, T. & Ahmed, H. (2001), Risk Management, An Analysis in Islamic Financial Industry, Jeddah. *Islamic Research and Training Institute (IRTI)*.
- Kosowski, Robert. (2015). Principles of Financial Engineering, United Kingdom, *Department of Finance Imperial College Business School Imperial College London*.

- McNeil, A. J., & Frey, R. (2000). Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series: an extreme value approach. *Journal of empirical finance*, 7(3), 300-271.
- Mousavian, S Abbas, (2007). *Islamic Financial Tools*, Research Institute for Islamic Culture and Thought Publications. (In Persian).
- Mousavian, S Abbas, Vosough, Balal, Farhadian A, Ali, (2013). *Recognizing and ranking the risks of Islamic financial instruments (Sukuk)*, Strategic Management Thought, 1(7), (187 – 212). (In Persian)
- Muroi, Yoshifumi & Suda, Shintaro. (2017). Computation of Greeks Using Binomial Tree, *Journal of Mathematical Finance*, v7, n3, 597-623.
- Nasir, A. and Farooq, U. (2017), Analysis of value at risk of Sukuk and conventional bonds in Pakistan. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*, Vol. 8 No. 4, pp. 375-388.
- Nazarpour, M Naghi, Majid, H Naghibi, Hossein, K Jolouidar, (2014). *Ranking the Risk of Murabaha Sukuk base on the Financial Expert Opinions and a Comparison with Other Financial Instruments*. Iranian Journal of Economic Research. 19(59), (153- 181). (In Persian)
- Neisy, Abdolsadeh, Peymany Foroushany, Moslem, (2018). *Financial Modeling Using MATLAB*. Allameh Tabatabai University Press. (In Persian)
- Radpouar, Meisam, Abde Tabrizi, Hosein (2009). *Measuring and Managing Market Risk Value-at-Risk approach*. Agah Publications. (In Persian)
- Raie, Reza, Fallahtalab, Hossein, (2013). Application of Monte Carlo Simulation and Random Walk Process in Predicting Value at Risk, *Financial Engineering and Portfolio Management*, 4(16), (75 – 92). (In Persian)
- Schumann, Enrico. (2010). *Essays on Practical Financial Optimization*, (PhD thesis). University of Geneva.
- Shams F, Mirfeiz, Younes, Ataie (2011). *Performance evaluation of 50 active companies of Tehran Stock Exchange using SORTINO, EROV and M3 criteria*. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 9(13), (1-22). (In Persian)
- Talebi, Mohammad, Rahimi, Amir Mohammad (2012). *Classification and prioritization of risks related to lease securities (Ijarah sukuk)*. *Iran's Economic Essays*, 9(18), (77-103). (In Persian)
- Tari, Fatho' Allah, (2012). *Sukuk in Iran's monetary and financial system*. Monetary and Banking Research Institute Publications. (In Persian)
- Zhang, Boxiang & Yu, Yang & Wang, Weiguo. (2015). Numerical Algorithm for Delta of Asian Option, *The Scientific World Journal*, v1, n1, 1-6.