

مدیریت ریسک و نااطمینانی سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل ریلی با رویکرد درخت دوجمله‌ای و سنجش حساسیت ریسک با یونانی‌ها

مقاله علمی - پژوهشی

سهیلا اجاقی، دانشجوی دکتری، بخش علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت، حسابداری، دانشگاه یزد، ایران
کاظم یآوری*، استاد، بخش علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت، حسابداری، دانشگاه یزد، ایران
محمدعلی فیض‌پور، دانشیار، بخش علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت، حسابداری، دانشگاه یزد، ایران
حبیب انصاری سامانی، دانشیار، بخش علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت، حسابداری، دانشگاه یزد، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: kyavari@yazd.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۲ - پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱

صفحه ۳۱۶-۲۹۷

چکیده

صنعت حمل‌ونقل ریلی از شاخص‌های عمده توسعه یافتگی کشورها محسوب می‌شود. از طرف دیگر، بخش حمل و نقل ریلی، دارای ریسک و نااطمینانی بسیاری است که می‌تواند به عنوان یک عامل منفی از دیدگاه سرمایه‌گذاران محسوب شود. هدف این مطالعه، شناسایی و مدیریت ریسک بخش حمل و نقل ریلی می‌باشد که به عنوان نمونه، از شرکتهای فرا بورسی حمل و نقل ریلی استفاده شده است. ریسکهای بخش حمل و نقل ریلی به ویژه ریسک سیستماتیک شرکتهای فرا بورسی ریلی با ضریب بتا برآورد می‌شود و سپس رتبه‌بندی سهام‌های ریلی با توجه به ریسک سیستماتیک انجام خواهد شد. سهام‌های مربوطه با توجه به ریسک سیستماتیک با مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، قیمت‌گذاری می‌شود. بعد از شناسایی ریسک‌های این بخش، جهت مدیریت ریسک از ارزش‌گذاری اختیار معامله با استفاده از مدل دو جمله‌ای استفاده خواهد شد. در نهایت حساسیت قیمت اختیار معامله سهام‌های ریلی با استفاده از پارامترهای یونانی بررسی می‌شود. به علت بالا بودن حجم داده‌ها و غیر نرمال بودن آنها، به منظور پیش‌بینی قیمت آتی و قیمت اعمال سهام‌ها برای قیمت‌گذاری اختیار معامله از روش شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده می‌شود. با توجه به خروجی‌های مدل و بررسی مسیر حرکت و تغییرات قیمت سهام‌های ریلی و قیمت اختیار به کمک مدل دوجمله‌ای در نرم‌افزار پایتون و DERIVAGEM و نیز برآورد حساسیت قیمت اختیار توسط پارامترهای یونانی، تحلیل‌های مربوطه برای سهام‌های مختلف ریلی بیان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اختیار معامله، الگوی قیمت‌گذاری دارایی، حمل و نقل ریلی، مدیریت ریسک، نااطمینانی

۱- مقدمه

می‌کند این است که در بدترین شرایط اقتصادی نیز، جامعه به خدمات آن نیاز دارد؛ که این عامل باعث تکرارپذیر شدن سود شرکت‌های فعال در آن می‌شود و از طرف دیگر به دلیل کاربرد فراوان آن، افراد بسیار زیادی در آن مشغول به کار شده‌اند و موجب کاهش نرخ بیکاری در کشورها می‌شود. دیدگاه دوم به شکل غیرمستقیم به کاربرد این صنعت می‌پردازد؛ به این معنا

اهمیت صنعت حمل و نقل در رشد اقتصادی هر کشور بر کسی پوشیده نیست و از دو دیدگاه می‌توان به کاربرد این صنعت در توسعه هر جامعه نگاه کرد: دیدگاه اول مبتنی بر این نکته است که صنعت حمل و نقل ریلی بسیار سودآور است و همواره هر جامعه و با هر ساختاری، نیاز به زیرساخت‌های ترابری دارد و یکی از ویژگی‌های صنعت حمل و نقل که آن را از دیگر صنایع متمایز

که فعالیت و توسعه بسیاری از صنایع، به زیرساخت‌های حمل و نقل بستگی دارد و ارائه خدمات و محصولات تولید شده توسط صنایع مختلف، تا حدود زیادی به صنعت حمل و نقل وابسته است. به عنوان مثال صنعت نفت در کشور، یکی از کلیدی‌ترین بخش‌های اقتصاد ایران شناخته می‌شود و صادرات نفت به وسیله کشتی‌های نفتکش صورت می‌پذیرد و شرکت‌های فعال در گروه کشتیرانی نیز به عنوان زیرمجموعه‌ای از صنعت حمل و نقل نام برده می‌شوند. بنابراین اگر خدمات شرکت‌های کشتیرانی وجود نداشته باشد، عملاً تولیدات صنعت نفت نیز نمی‌تواند به ثمر برسد و همین موضوع باعث تعطیل شدن صنایع مرتبط با آن می‌شود. مثال دیگر در حوزه فولاد است؛ کارخانه‌های تولیدکننده فولاد، محصولات خود را عمدتاً از طریق شبکه جاده‌ای به سراسر کشور ارسال می‌کنند؛ بنابراین اگر سازوکار و زیرساخت‌های حمل و نقل جاده‌ای (کامیون، جاده‌های مناسب و ...) وجود نداشته باشد، شرکت‌های فولادی نیز نمی‌توانند خدمات خود را ارائه کنند (حیدری و رحمت‌نژاد، ۱۳۹۷).

به این ترتیب بهبود کارایی سیستم حمل و نقل در جامعه مستقیماً بر کاهش هزینه‌های تولید کالاها و خدمات و افزایش بهره‌وری عوامل تولید (نیروی کار، سرمایه) اثر گذاشته و سبب رشد بازارها و توسعه صنایع موجود در جامعه شده و پیش‌بینی می‌شود توسعه اقتصادی- اجتماعی جوامع درآینده، همچنان تحت تأثیر رشد صنعت حمل و نقل باشد.

ریسک در بخش حمل و نقل ریلی به عنوان یک عامل منفی از دیدگاه سرمایه‌گذاران محسوب می‌شود. در شرایط فعلی، عوامل بسیاری ارزش بنگاه‌ها یا پروژه‌های حمل و نقل را تحت شعاع قرار می‌دهند، ریسک‌های سیستماتیک یکی از این عوامل است که شرکت‌های حمل و نقل ریلی را با خطر ورشکستگی مواجه خواهد نمود. در صورت آماده نبودن شرکت‌ها و بروز مشکلات مالی و ورشکستگی گسترده می‌تواند آثار و تبعات اجتماعی به همراه داشته باشد با پیش‌بینی و مدیریت آنها می‌توان تخمین درستی از ارزش واقعی شرکت، سهام یا پروژه به دست آورد. علاوه بر آن، درآمدهای بیشتری را نصیب کشور می‌نماید. در صورتی که با مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب همراه با انضباط پولی و مالی تلفیق شود، در بلندمدت می‌تواند کسری بودجه را کاهش دهد، باعث رونق و رشد اقتصادی بیشتر و همچنین کاهش بیکاری شود (حیدری و رحمت‌نژاد، ۱۳۹۷). تأثیر ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک در صناعی چون گردشگری، هتلداری، رستوران،

هواپیمایی و حمل و نقل می‌توان جدی‌تر باشد چرا که محصولات این صنایع قابل انبار کردن نمی‌باشد (امیریان و دیگران، ۱۴۰۰). سرمایه‌گذاران همواره به دنبال اندازه‌گیری ریسک جهت اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری بهینه هستند. سرمایه‌گذاران همواره تلاش می‌کنند صرف ریسک سرمایه‌گذاری‌های خود را حداکثر کنند و به عبارتی بازدهی بیشتری را به ازای ریسک‌هایی که متقبل شده‌اند به دست آورند. همچنین با یک تفسیر دیگر سرمایه‌گذاران تلاش می‌کنند بازده سرمایه‌گذاری‌ها را به ازای ریسک معین حداکثر یا ریسک آنها را به ازای بازدهی معین حداقل کنند. اگر پرتفوی شما متشکل از تمام سهام بازار باشد، باز هم ریسک سیستماتیک هنوز در جای خود ایستاده است. بنابراین در محاسبه بازدهی مناسب، این ریسک سیستماتیک است که سرمایه‌گذار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در صنعت حمل و نقل، شرکت‌های ارائه دهنده خدمات با بخش مهمی از ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک مواجه هستند. ریسک غیرسیستماتیک عمدتاً مربوط به کیفیت عملکرد در داخل شرکت‌ها و مؤسسات می‌باشد اینگونه ریسک‌ها را می‌توان کاهش داد ولی ریسک‌های سیستماتیک مربوط به وقایع بیرونی و فراگیر بوده و شرکت‌ها نمی‌توانند در آن دخالت کنند و تنها می‌توانند با اتخاذ سیاست‌های آثار تخریبی آن را کنترل نمایند.

ریسک سیستماتیک، ریسکی است که در اثر عوامل کلی بازار به وجود می‌آید و به طور همزمان بر قیمت کل سرمایه موجود در بازار تأثیر دارد. این نوع ریسک که به آن ریسک "غیرقابل حذف"، "نوسان‌پذیر" و "ریسک بازار" نیز گفته می‌شود، بر کل بازار و نه فقط بر ارزش یک شرکت و یا یک صنعت تأثیر می‌گذارد. این نوع از ریسک هم غیرقابل پیش‌بینی بوده و هم اجتناب کامل از آن غیر ممکن است. ریسک سیستماتیک از طریق متنوع‌سازی قابل حذف نیست و تنها راه کاهش آن از طریق به کار بردن راهبردهای پوشش ریسک می‌باشد. به عبارت دیگر ریسک سیستماتیک، نااطمینانی را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کند. ریسک سیستماتیک را با بتا (β) نشان می‌دهند. بتا عبارتست از معیار اندازه‌گیری ریسک سیستماتیک یک اوراق بهادار که به عنوان قسمتی از ریسک کلی که نمی‌توان آن را از طریق ایجاد تنوع کاهش داد یا از بین برد (رضا راعی و احمد تلنگی، ۱۳۹۱).

حوزه حمل و نقل یکی از فعال‌ترین بخش‌های اقتصادی یک جامعه است. دولت، هزینه‌ها و برنامه‌ریزی‌های بسیار متعددی در جهت رشد و توسعه این بخش به عمل آورده‌اند،

آتی آن باشد. خود در سال ۱۹۸۴، محدودیت‌های روش ارزیابی سنتی را در منعکس نمودن انعطاف مدیریتی بیان کرده و اهمیت استراتژیک شرکت‌ها را در فرایند بودجه‌ریزی سرمایه مورد تحلیل قرارداد و پیشنهاد کرد که تصمیمات سرمایه‌گذاری به وسیله رویکرد ارزش‌گذاری اختیار انجام شود (Myers, 1997).

حبیب‌الله سلامی و عدالت سلیم‌اودلو، ریسک در تولید محصولات کشاورزی را به عنوان یک پارامتر نامطلوب از نظر تولیدکنندگان بررسی می‌کنند و به این مورد می‌پردازند که ریسک تا جایی که درآمد بالا ایجاد نمایند و هزینه‌های ریسک را جبران نمایند مانع تولیدکنندگان نخواهد شد. مطالعه مربوطه، جبران ریسک تولیدکنندگان گندم در استان ایران را بررسی کرده است و رتبه‌بندی این استان‌ها را از نظر ریسک سیستماتیک با استفاده مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای را انجام داده است. در این راستا، ابتدا پرتفوی کشوری گندم بر اساس ریسک و بازده تولید این محصول در استان‌های کشور ایران تشکیل شد و سپس ریسک تولید در هر استان نسبت به ریسک این پرتفوی محاسبه می‌شود و در نهایت استانی که کمترین ریسک و پریسک‌ترین استان تولیدکننده گندم را دارد، مشخص شده است (سلامی و سلیم‌اودلو، ۱۳۹۹).

چین- هوای و چی ووی هوی، از یک مدل قیمت‌گذاری دارایی پنج عاملی برای تخمین ریسک مالی سیستماتیک خطوط هوایی در آمریکای شمالی، اروپا و آسیا بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ استفاده کرده‌اند. مدل مورد استفاده پانل است. این مدل، نشان می‌دهد که ریسک سیستماتیک خطوط هوایی آمریکای شمالی رابطه مثبتی با اهرم عملیاتی و سودآوری دارد، ریسک خطوط هوایی اروپایی و آسیایی نیز دارای رابطه مثبت با اهرم عملیاتی هستند، ریسک آنها رابطه قابل توجه منفی به رشد سود دارد. مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده ریسک سیستماتیک برای خطوط هوایی آسیایی اندازه آنها است. (Lee, Hooy, 2012)

ایوان ریکاردو گارنتر، روشی برای ارزیابی سرمایه‌گذاری عمومی در زیرساخت‌های راه‌آهن بر اساس تئوری اختیارها واقعی، با استفاده از مدل دوجمله‌ای همراه با رویه‌های برنامه‌نویسی پویا و شبیه‌سازی مونت کارلو ارائه می‌کند. این مدل‌سازی به منظور غلبه بر ناکارآمدی در فرایند ارزیابی پروژه‌های انجام شده توسط سازمان‌های دولتی برزیل پیشنهاد شده است. با توجه به این مطالعات، شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه موارد مختلف مدیریتی و نظارتی دولت برزیل به جای توجه بیشتر به مسائل ریسک و همچنین به استفاده از تکنیک‌های تحلیل کلاسیک، تنها با در نظر

به خصوص در شهرهای بزرگ و پرجمعیت. زیرا در شهرهای بزرگ، نقل و انتقالات نقش مهمی دارد. اغلب محدودیت سرمایه‌گذاری، منابع مالی و ریسک در این بخش موجب توقف سرمایه‌گذاری در این بخش شده است. به همین دلیل، محاسبه ریسک و پوشش ریسک سرمایه‌گذاری با ابزار اختیارهای مالی و حقیقی، می‌تواند در این بخش کمک‌کننده باشد.

حال سؤال این است که آیا شرکت‌های حمل و نقل ریلی در کشور در برابر ریسک‌هایی که با آن مواجه هستند قیمت‌های مناسبی برای ارائه خدمات خود دریافت می‌کنند که بازده مورد انتظار آنها را تأمین نمایند؟ کدام شرکت‌های حمل و نقل ریلی با ریسک کمتر و کدام با ریسک بیشتری روبرو هستند؟ پاسخ به این سؤالات مطرح شده از آن جهت دارای اهمیت بالایی است که اگر قیمت تعیین شده برای ارائه خدمات توسط دولت و یا قیمت شکل گرفته در بازار برای این ارائه خدمات متناسب با میزان ریسک مربوطه باشد و ریسک‌ها را پوشش دهد، می‌توان انتظار داشت ادامه فعالیت شرکت‌های مربوطه توجیه اقتصادی دارد و فعالیت آن در کشور ادامه‌دار خواهد بود و اگر قیمت شکل گرفته در بازار برای ارائه خدمات ریلی متناسب با میزان ریسک مربوطه نباشد و ریسک‌ها را پوشش ندهد شرکت‌های حمل و نقل نمی‌تواند در بازار با رقبای خود رقابت نمایند. لذا وجود چنین اطلاعاتی برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌ها، کاملاً مفید و مورد نیاز می‌باشد. اکنون به سطحی از نوآوری رسیده‌ایم که ضروری است همه متخصصین در امور مالی از چگونگی کارکرد ابزار مالی، نحوه استفاده از آنها و همچنین ساز و کار تعیین قیمت در این بازار آگاه باشند یکی از ابزارهای مالی کاربردی که برای مدیریت و پوشش ریسک می‌تواند مقید باشد، قیمت‌گذاری اختیار معامله می‌باشد.

۲- پیشینه تحقیق

در این مطالعه دنبال شناسایی و مدیریت ریسک و نااطمینانی سرمایه‌گذاری با توجه به اختیارات می‌باشیم. در این بخش، موضوع نااطمینانی، مدیریت ریسک و اختیارها بررسی خواهد شد که در ادامه به آن پرداخته می‌شود:

در زمینه کاربرد اختیار حقیقی مایرز برای اولین بار مفهوم اختیار حقیقی را مطرح و شباهت‌های بین اختیارهای مالی و حقیقی را مورد ملاحظه قرار دارد او نشان داد زمانی که یک پروژه سرمایه‌گذاری دارای ویژگی‌های نامطمئن است، ارزش پروژه باید برابر با ارزش حال خالص به علاوه ارزش اختیار

خصوص امید ریاضی شرطی، روش معرفی شده توسط گیلز، با نام مونت کارلو نوسانی بررسی می‌شود. در مطالعه خود، از روش‌های وابسته به مسیر برای شبیه‌سازی مسیری و نسبت درست‌نمایی برای تابع عایدی استفاده شده و از مزایای هر دو روش استفاده کرده است. از مزایای این روش، کاربرد همزمان روش وابسته به مسیر برای شبیه‌سازی مسیر و روش نسبت درست‌نمایی برای برآورد تابع عایدی است. (پیکر، ۱۳۹۱).

عباس ابراهیمی، رفیع حسنی مقدم و جواد قاسمیان در مطالعه خود، محاسبه پارامترهای حساسیت ریسک (یونانی‌ها)، برای قرارداد اختیار معامله اروپایی با استفاده از روش تفاضلات متناهی را انجام دادند. پارامترهای حساسیت ریسک عبارت از حساسیت قیمتی اختیار معامله نسبت به پارامترهای اثرگذار بر قیمت سهام است. تاکنون روش‌های متفاوتی برای برآورد این ریسک‌ها ارائه شده است که هر کدام دارای مزایا و معایبی می‌باشند. پارامترهای حساسیت ریسک در روش تفاضلات متناهی نسبت به روش‌های دیگر از پیچیدگی کمتری برخوردار بوده و با افزایش نمونه و افزایش نوسان، پارامترها دچار اختلال نمی‌شوند. در این پژوهش علاوه بر معرفی روش تفاضلات متناهی، ۱۰ شرکت برتر بورسی در سال ۱۳۹۷ انتخاب شده است و ارزش اختیار معامله و پارامترهای حساسیت ریسک مربوط به آن محاسبه شده است (ابراهیمی، حسنی مقدم و قاسمیان، ۱۴۰۰).

یوشیفومی موروی و شینتارو سودا، در مقاله‌ای یک الگوریتم کارآمد جدید برای محاسبه یونانی‌ها برای اختیارها با استفاده از درخت دوجمله‌ای پیشنهاد می‌کند. همچنین نشان می‌دهند که یونانی‌ها برای اختیارهای اروپایی معرفی شده است. الگوریتم محاسبه یونانی‌ها برای اختیارهای آمریکایی با استفاده از درخت دو جمله‌ای نیز در این مقاله آورده شده است. سه نکته سودمند برای استفاده از رویکرد درخت دو جمله‌ای برای محاسبه یونانی‌ها وجود دارد. اول، ریاضیات بسیار ساده‌تر از استفاده از روش حساب دیفرانسیل و انتگرال مالی‌اوبین زمان پیوسته است. دوم، یک الگوریتم ساده برای به دست آوردن اختیارهای یونانی برای اختیارهای آمریکایی محاسبه شده است. سوم، این الگوریتم بسیار کارآمد است زیرا می‌تواند قیمت و یونانی‌ها (دلتا، گاما، وگا و رو) را به یکباره محاسبه کرد. آنها معتقد هستند که روش محاسبه آنها یکی از روش‌های محبوب برای محاسبه یونانی‌ها برای اختیارها تبدیل خواهد شد (Muroi and Suda, 2017).

مارک برادی و اشیش جین در مقاله خود قیمت‌گذاری و پوشش سوآپ واریانس و سایر مشتقات نوسانات، از جمله مبادله نوسانات و اختیارهای واریانس را در مدل نوسانات تصادفی

گرفتن شاخص‌های جریان نقدی تنزیل‌شده محدود شده است. برای امکان انعطاف مدیریتی، روش‌های تحلیلی پیشنهادی برای حمایت از تصمیم‌های سرمایه‌گذاری زیرساختی که می‌توانند به بخش خصوصی منتقل شوند یا برای هدایت شکل‌گیری مشارکت‌های دولتی و خصوصی توصیه می‌شوند. (Ivan Ricardo Gartner, 2022).

جینگوی گو، لوتیان لی و جی ژانگ در مطالعه خود، برای قیمت‌گذاری حمل و نقل ریلی، رویکرد تئوری گزینه حمل و نقل ریلی قابل مبادله را مطرح می‌کند. یک مدل قیمت‌گذاری درخت سه‌قلو چند فاز برای تحلیل تصمیم قیمت‌گذاری بهینه ایجاد شده است. پارامترهای اصلی مدل به صورت تئوری از طریق رویکرد تصادفی ایتو شناسایی می‌شوند. این مقاله تئوری قیمت‌گذاری حمل و نقل ریلی را گسترش می‌دهد. هدف این مقاله ایجاد نظریه اختیار حمل و نقل ریلی برای کمک به شرکت حمل و نقل ریلی برای مقابله با رقابت شدید و چالش‌های استفاده از سایر روش‌های حمل و نقل در چین است. مهم‌ترین ویژگی این روش، سادگی آن در تجزیه و تحلیل تصمیم بهینه قیمت‌گذاری تنها با استفاده از مقوله جبری و لم ایتو است (Guo, Li and Zhang, 2021).

بویل و پوتاچیکی در مطالعه خود، قیمت‌گذاری اختیار آسیایی را انجام می‌دهد و به اهمیت کشش‌های قیمتی که به اعداد یونانی در اختیار معامله معروف است، اشاره دارد. همزمان با بیان روش‌های متفاوت قیمت‌گذاری، به روش‌های اندازه‌گیری این پارامترها نیز توجه دارد. روش‌های مورد استفاده در مطالعه، شامل روش شبیه‌سازی مونت کارلو، روش تفاضل محدود و روش‌های شبه تحلیلی می‌باشد (Boyle and Potapchik, 2010).

سیدعلی نبوی‌چاشمی و جابر قاسمی‌چالی، از درخت دوجمله‌ای در محاسبه پارامترهای حساسیت ریسک و قیمت اختیار معامله در بورس سهام استفاده کرده‌اند. در این پژوهش، قیمت اختیار خرید و اختیار فروش و پارامترهای پنجگانه دلتا (تغییر در قیمت دارایی پایه)، گاما (تغییر در دلتا)، وگا (تغییر در نوسان‌پذیری دارایی پایه)، تتا (تغییر در مدت زمان باقی مانده تا سررسید) و رو (تغییر در نرخ بهره)، برای ۳۷ شرکت فعال سه ماهه سوم سال ۱۳۹۱ توسط مدل دوجمله‌ای محاسبه شده است (نبوی‌چاشمی و قاسمی‌چالی، ۱۳۹۳).

جمیله پیکر در پایان‌نامه خود روش نوینی جهت محاسبه ارزش اختیار و حساسیت‌های آن در توابع عایدی ناپیوسته ارائه کرده است. محدودیت‌ها، معایب و مزایای روش‌های سنتی مورد بررسی قرار گرفته، سپس با استفاده از تحقیقات گلاسرمین در

- پیاده‌سازی مدیریت ریسک با استفاده از رویکرد درخت دوجمله‌ای با نرم‌افزار python و DERIVAGEM انجام می‌شود.

-تحلیل حساسیت ریسک با یونانی‌ها نیز با نرم افزار DERIVAGEM انجام خواهد شد.

برای محاسبه بتا و مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود:

$$\beta = \frac{\text{cov}(R_j, R_m)}{\sigma_m^2} \quad (1)$$

$$R_e = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (2)$$

داده‌های انواع شرکت‌های حمل و نقل ریلی را به صورت سری زمانی در نظر خواهیم گرفت و سپس ریسک سیستماتیک شرکت‌های حمل و نقل ریلی را برآورد خواهیم کرد. از آنجا که توزیع بازده شاخص قیمت نرمال نمی‌باشد به جای واریانس از نیم‌واریانس بازار استفاده می‌شود. نیم‌واریانس از طریق اندازه‌گیری پخش شدگی همه داده‌هایی که کمتر از میانگین یا مقدار هدف داده‌ها هستند، محاسبه می‌شود. نیم‌واریانس میانگین مجذور انحراف مقداری است که کمتر از میانگین هستند. در بازارهایی که توزیع دارایی بصورت غیر نرمال است نیم واریانس با محاسبه آماری مقادیر پایین‌تر از میانگین، کاربرد بیشتری از واریانس دارد. فرمول نیم‌واریانس به صورت رابطه ۳ است.

$$s.v = \frac{1}{n} \times \sum_{r \leftarrow \text{Average}}^n (\text{Average} - r_i)^2 \quad (3)$$

بعد از برآورد ریسک سیستماتیک، شرکت‌های حمل و نقل ریلی را براساس این ریسک رتبه‌بندی خواهیم کرد و برای مدیریت به منظور پوشش ریسک، از ابزارهای مالی اختیار مالی استفاده خواهد شد.

داده‌های شرکت‌های بورسی طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ از نرم‌افزار TseClient 2.0 گرفته شده است. تعداد نمونه‌ها ۴۸۵ است و اطلاعات قیمت سهام به صورت سری زمانی روزانه جمع‌آوری شده است.

برای این مطالعه، شرکت‌های حمل و نقل ریلی بورسی در نظر گرفته شده است.

شرکت‌های مختلف حمل و نقل ریلی در بازار فرابورس ایران پذیرفته شده‌اند؛ این شرکت‌ها عبارت از توکا، حسا، چهارسا، حسیر، جگردش، حریل و حافرین می‌باشد. در ادامه به بررسی این شرکت‌ها می‌پردازیم.

هستون مطالعه می‌کند. نتایج قیمت‌گذاری و پوشش ریسک با استفاده از تکنیک‌های معادله دیفرانسیل جزئی به دست می‌آیند. در این مقاله یک مسئله بهینه‌سازی را برای تعیین تعداد اختیارهای مورد نیاز برای پوشش بهترین سوآپ واریانس فرموله می‌شود. برای ایجاد پوشش بهینه واریانس و نوسان قرارداد با استفاده از یک مجموعه از اختیارها روشی ارائه و فرموله می‌شود (Broadai and Jain, 2008).

با توجه به بررسی پیشینه تحقیق، به این نتیجه رسیدیم که کاربرد مدل‌های اختیارها در بخش حمل و نقل ریلی بسیار محدود انجام شده است. به طور محدود مطالعاتی در زمینه حمل و نقل در مطالعه خارجی وجود دارد ولی مطالعات داخلی، به صورت تخصصی وارد این موضوع نشده است و این می‌تواند بر جدید بودن موضوع مورد بررسی صحنه بگذارد.

۳- روش پژوهش

تحقیق حاضر از جمله تحقیقات کاربردی است و به دنبال آن است تا اصول و فنون که در تحقیقات پایه تدوین می‌شوند را برای حل مسائل اجرایی و واقعی به کار گیرد در این گونه تحقیقات، یافته‌ها به میزان بسیار زیاد به زمان و مکان وابسته است.

این پژوهش به دنبال بررسی ریسک سیستماتیک در بخش حمل و نقل ریلی می‌باشد. سپس بعد از شناسایی ریسک، پوشش ریسک با استفاده از رویکرد اختیارها انجام می‌شود.

مراحل اجرایی پژوهش شامل موارد زیر است:

-جامعه آماری این تحقیق، شرکت‌های فرابورسی حمل و نقل ریلی است.

-برای محاسبه ریسک سیستماتیک (بتا) و سپس از مدل مناسب CAPM براساس شرایط بازار و واحدهای اقتصادی در بازار مالی استفاده می‌شود.

-در مرحله بعدی، با استفاده از رویکرد اختیارات، به مدیریت ریسک سیستماتیک در شرکت‌های حمل و نقل ریلی پرداخته خواهد شد.

-در پایان، میزان حساسیت قیمت اختیار معامله را نسبت به متغیرهایی مانند نرخ بهره، تاریخ سررسید قرارداد، قیمت جاری و میزان نوسان قیمت دارایی بررسی می‌شود.

-ابزار تجزیه و تحلیل، مدل‌های قیمت‌گذاری CAPM و اختیارها می‌باشد.

جدول ۱. مشخصات شرکت‌های ریلی بورسی

نام شرکت	مشخصات
توکاریل (نماد بورسی: توریل)	هلدینگ توکاریل در سال ۱۳۸۳ با موضوع فعالیت حمل و نقل ریلی بار تأسیس شده است. از سال ۱۳۸۵ شرکت توکاریل در حال حمل ریلی کنسانتره و گندله از معادن چادرملو، چگارت و سنگان به مقصد مجتمع فولاد مبارکه می‌باشد. حدود ۳۰ درصد مواد معدنی کل کشور توسط شرکت توکاریل و شرکت‌های زیرمجموعه حمل می‌گردد. در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۱۶ شرکت توکاریل با سرمایه ۶۵۳ میلیارد ریالی در بازار فرابورس پذیرفته شد و سهام آن با نماد توریل از تاریخ ۱۳۹۵/۰۲/۰۵ مورد معامله قرار گرفته است.
آسیا سیر ارس (نماد بورسی: حاسا)	این شرکت در سال ۱۳۸۲ و با سرمایه‌گذاری ۱۰۰ درصد بخش خصوصی تأسیس و به عنوان یکی از شرکت‌های زیر مجموعه توکاریل و هلدینگ سرمایه‌گذاری توکا فولاد، فعالیت خود را در زمینه حمل و نقل ریلی آغاز نمود. زمینه فعالیت: تولید و خرید و فروش و اجاره و تعمیرات و نگهداری واگن و لکوموتیو، سرمایه‌گذاری در امور مختلف حمل و نقل ریلی، ساخت و تولید تجهیزات مورد نیاز راه‌آهن، مشارکت با افراد حقیقی و حقوقی داخلی و خارجی، صادرات و واردات کلیه کالاهای مجاز به خصوص در ارتباط با موضوع شرکت
توسعه حمل و نقل ریلی پارسیان (نماد بورسی: چهارسا)	موضوع فعالیت این شرکت براساس اساسنامه، جابه‌جایی انواع بار و مسافر با استفاده از امکانات شبکه ریلی کشور بوده و شرح خدمات آن عبارتند از: حمل و نقل ریلی انواع محصولات نفتی و غیرنفتی، شامل مواد شیمیایی، فرآورده‌های پتروشیمی، روغن‌های خوراکی و غیرخوراکی، خدمات فورورادری در حمل و نقل ترکیبی داخلی و بین‌المللی، خدمات گمرکی و صدور بارنامه‌های داخلی و بین‌المللی ریلی
ریل سیر کوثر (نماد بورسی: حسیر)	ایجاد واحدهای صنعتی و تولیدی و فعالیت در بخش صنعت و ساخت قطعات یدکی مورد نیاز صنعت ریلی و تأسیس کارگاه‌های تعمیراتی جزئی و کلی واگن‌های مسافری و باری، خرید واگن‌های مسافرتی و باری از داخل و خارج از کشور، استفاده از آن در ناوگان ریلی کشور و تعمیر و نگهداری واگن‌های مسافری و باری و ایجاد تعمیرگاه‌های مجهز در این رابطه و خرید و سفارش قطعات یدکی و ابزارآلات تعمیر و نگهداری از داخل و خارج از کشور، صادرات و واردات کلیه کالاهای مجاز بازرگانی، اخذ و اعطای نمایندگی.
ریل گردش ایرانیان (نماد بورسی: حگردش)	الف- موضوع اصلی فعالیت این شرکت: ارائه کلیه خدمات حمل و نقل ریلی اعم از مسافری و باری، مشارکت در ساخت واگن و ریل، مدیریت و ارائه خدمات راهبردی قطار و ارائه خدمات زنجیره ارزش سفر از مبدأ تا مقصد. ب- موضوع فرعی فعالیت این شرکت: انجام پروژه‌های حمل و نقل ریلی از جمله مطالعه، طراحی، احداث، بهره‌برداری، تعمیرات، بازسازی، بهسازی، روسازی و زیرسازی انواع خطوط ابنیه، پل‌ها، تونل‌ها، ایستگاه‌ها و زیرساخت‌های ریلی
ریل پرداز سیر (نماد بورسی: حریل)	ریل پرداز سیر (سهامی عام) با در اختیار داشتن منابع انسانی مجرب و متخصص، برخوردار از ۱۲۰۰ دستگاه واگن لیه‌بلند ملکی و ۸۰۰ دستگاه واگن استیجاری، دفاتر نمایندگی و شرکای متعدد در کشور، دارا بودن خطوط و سکوها بارگیری در مبادی بار، بهره‌مندی از امکانات و سازه‌های اختصاصی، تخلیه در مقاصد ریلی، قادر به ارائه خدمات یکپارچه لجستیکی و فورورادری با تمرکز بر حمل و نقل ریلی داخلی می‌باشد که توانسته با عملکرد ایمن، سریع، قابل انعطاف و اقتصادی در انجام خدمات مذکور، رضایت مشتریان خود را جلب نماید.
ریل پرداز نوآفرین (نماد بورسی: حآفرین)	شرکت ریل‌پرداز نوآفرین در ۲۱ خرداد سال ۸۶ به نام شرکت فنی و مهندسی ریل صنعت نوآفرین بصورت مسئولیت محدود تأسیس و در اداره ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی تهران به ثبت رسید. موضوع فعالیت ریل‌پرداز نوآفرین انجام کلیه خدمات فنی مهندسی در حوزه حمل و نقل ریلی، جابه‌جایی ریلی بار و مسافر و سایر خدمات مربوط به این حوزه است.

منبع: گزارش‌های هیات مدیره مربوط شرکت

مخاطرات بوده و ریسک و عدم قطعیت، اجزای جدایی ناپذیر آن می‌باشد که محیط پیرامون آن را احاطه کرده و انواع مخاطرات سیاسی، اقتصادی و عمومی دست به دست هم داده و مجموعه شکننده و آسیب‌پذیری را برای سرمایه‌گذاران در این بخش فراهم نموده است که نهایتاً منجر به نوسانات درآمد این بخش می‌گردد. بر همین اساس صنایع دیگری که با این بخش در ارتباط هستند نیز در معرض این ریسک و عدم اطمینان قرار دارند. به همین منظور برای اینکه برآوردی از ریسک غیرسیستماتیک شرکت‌های ریلی داشته باشیم ضریب بتا را برای این شرکت‌های برآورد خواهیم کرد. نتایج به دست آمده در جدول زیر خلاصه شده است.

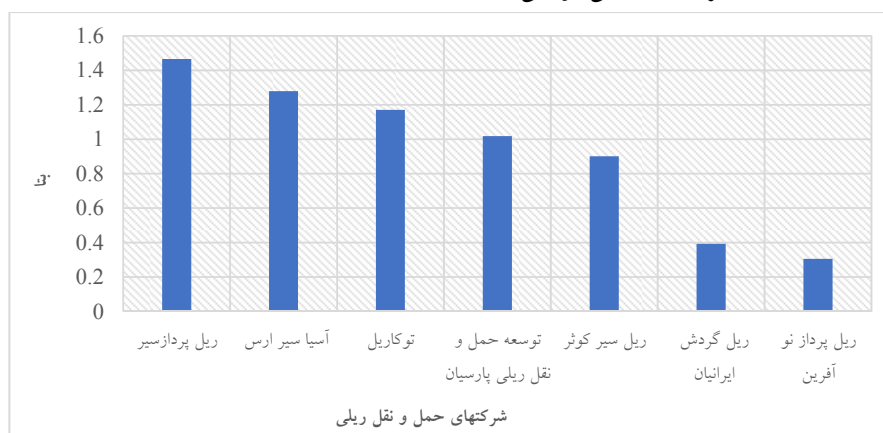
جدول ۲. برآورد ریسک سیستماتیک

توکاریل	حاسا	چپارسا	حسیر	حگردش	حریل	حآفرین
۱/۸۷	۲/۰۵	۱/۶۳	۱/۴۴	۰/۶۳	۲/۳۵	۰/۴۹
۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶
۱/۱۷	۱/۲۸	۱/۰۲	۰/۹	۰/۳۹	۱/۴۶	۰/۳۱

منبع: محاسبات محقق

حسیر، حگردش و حآفرین β کوچک‌تر از ۱ دارند، یعنی ریسک سیستماتیک آنها کمتر از ریسک بازار است، بدین معنی که نوسانات و بازدهی سهام‌ها کمتر از شاخص بازار است. حریل، حاسا، توکاریل و چپارسا دارای ریسک بالاتری است و به دنبال آن بازدهی بالاتری از آن انتظار می‌رود. رتبه‌بندی سهام‌های ریلی در شکل ۱ نمایش داده شده است.

با توجه به نتایج بالا، شرکت‌های ریلی حریل، حاسا، توکاریل و چپارسا به ترتیب بالاترین ریسک سیستماتیک را دارند. شرکت‌های ریلی حسیر، حگردش و حآفرین در رتبه‌های بعدی قرار دارند. شرکت‌های ریلی حریل، حاسا، توکاریل و چپارسا β بالاتر از یک را دارند یعنی ریسک سیستماتیک آن بزرگ‌تر از ریسک بازار است. به عبارتی دیگر، اگر بتا بزرگ‌تر یک باشد، نوسانات و بازدهی سهم بیشتر از شاخص بازار است. باید دقت کرد که بازدهی بیشتر سهم متناظر با افزایش ریسک آن است. شرکت‌های ریلی بورسی



شکل ۱. مقایسه و رتبه‌بندی شرکت‌های حمل و نقل ریلی بر اساس ریسک سیستماتیک

با توجه به شکل ۲، محور افقی، بتا و محور عمودی، بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد. بازده مورد انتظار را با توجه به فرمول زیر به دست می‌آوریم:

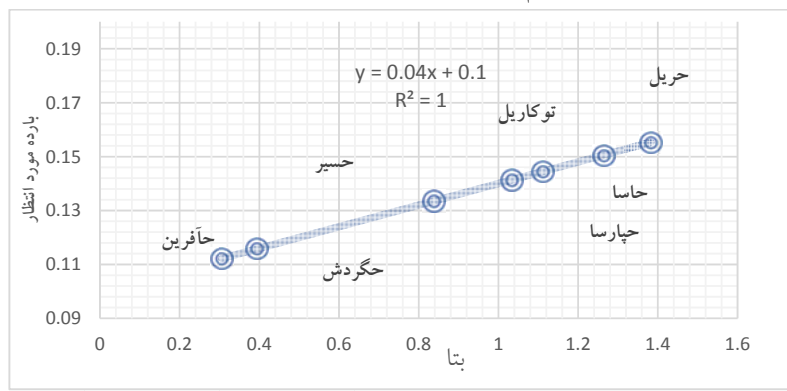
$$R_e = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (4)$$

نتایج محاسبات را به صورت شکل ۲ نشان می‌دهیم. همان طور که مشاهده می‌کنید هر چه روی نمودار به سمت بالا حرکت کنیم ریسک و بازده سهام‌ها بیشتر می‌شود.

ریسک و بازده تا یک نقطه با هم رابطه مستقیم دارند، چنانچه ریسک افزایش یابد بازده نیز افزایش پیدا می‌کند. اما با بالا رفتن ریسک از یک سطح مشخص بازده کاهش پیدا می‌کند، به نحوی که پس از گذشت از این نقطه هر چه ریسک را بالا ببریم، بازده افزایش پیدا نمی‌کند.

حال انتظار است که هر چه میزان ریسک بیشتر باشد سرمایه‌گذار در بخش حمل و نقل ریلی درآمد بیشتری به دست آورد. سؤال این است آیا سرمایه‌گذار در برابر ریسک‌هایی که با آن مواجه است، قیمت‌های مناسبی دریافت می‌کند که بازده مورد انتظار آنها را تأمین کند؟ آیا در حال حاضر این بخش، جذابیت برای سرمایه‌گذار دارد؟ در جواب به سؤال اول، اگر بازار کارا باشد رابطه بین ریسک و بازده مورد انتظار مثبت است ولی جواب به سؤال دوم منفی است. شاید علل آن را بتوان به شرایط اقتصادی، سیاسی و کم شدن جذابیت بازار سرمایه در ایران ربط داد. عدم تقارن اطلاعات یکی از عوامل مؤثر بر بازده سهام است و میزان تأثیرگذاری و تحلیل آن می‌تواند نقش به‌سزایی در تصمیم‌گیری درست سرمایه‌گذاری داشته باشد.

به منظور بررسی بیشتر سؤال‌های مربوطه، محاسبات قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌گذاری سهام‌ها را انجام خواهیم داد. نرخ بازده دارایی بدون ریسک را ۱۰ درصد فرض می‌کنیم.



شکل ۲. رابطه بازده و ریسک سهام‌های ریلی

تا چه اندازه ریسک متحمل شده جبران می‌شود. جبران ریسک، تفاوت بازده جاری و بازده مورد انتظار می‌باشد. جدول زیر نتایج محاسبات را نشان می‌دهد.

برای سرمایه‌گذار، ریسک تنها یک وجه از اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری فعالیت و ادامه فعالیت است. وجه دوم و مهمتر، بازده جاری هر سهم است که مشخص می‌کند چگونه و

جدول ۳. نتایج برآورد جبران ریسک - (واحد: درصد)

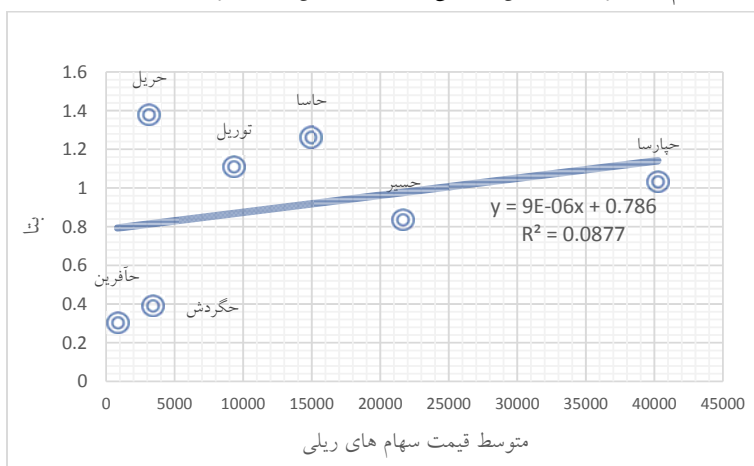
سهم	ح‌اسا	ح‌پارسا	ح‌سیر	توریل	ح‌گردش	ح‌ریل	ح‌آفرین
بتا	۱/۲۸	۱/۰۲	۰/۹	۱/۱۷	۰/۳۹	۱/۴۶	۰/۳۱
بازده جاری	-۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۰۱۴	۰/۳۴	-۰/۰۴	۰/۲۸
بازده مورد انتظار	٪۱۵	٪۱۴	٪۱۳/۶	٪۱۴/۶	٪۱۲	٪۱۵/۸	٪۱۱
جبران ریسک بازده جاری - بازده مورد انتظار	-٪۲۱	٪۶/۳	-٪۰/۴	-٪۱۴/۵	٪۲۲/۶	-٪۲۰	٪۱۷/۲

منبع: محاسبات محقق

برای جبران ریسک برای سهام‌های مربوطه نمی‌باشد. از آنجا که این شرکت‌ها فرابورسی هستند، با توجه به تحلیل‌های بنیادی و تکنیکال، جذابیت سرمایه‌گذاری در شرکت‌های مربوطه توسط سرمایه‌گذاران بسیار پایین است، پس باید به دنبال راهکاری باشیم تا مدیریت ریسک در این شرکت‌ها فراهم شود تا جذابیت سرمایه‌گذاری افزایش پیدا کند. زیرا افزایش سرمایه‌گذاری در بازار بورس و فرابورس، ورود سرمایه را به این شرکت‌ها افزایش می‌دهد و مشکلات تأمین مالی برای پروژه‌های حمل و نقل ریلی را حل خواهد کرد و این خود می‌تواند بر رشد و توسعه شرکت‌ها تأثیرگذار باشد. از روش‌های مدیریت ریسک، اختیارات مالی معامله می‌باشد.

در برخی شرکت‌های حمل و نقل، ریسک متحمل شده توسط تولیدکنندگان جبران نمی‌شود. جدول ۳ نشان می‌دهد که فقط شرکت‌های چهارسا، حگردش و حآفرین ریسک خود را پوشش داده است و مازاد بازدهی به دست آورده است ولی شرکت‌های حریل، حاسا، حسیر و توکاریل نتوانسته است ریسک خود را پوشش دهد و مازاد بازدهی به دست آورد.

شکل ۳، رابطه بین قیمت و ریسک سیستماتیک را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد بین قیمت هر سهم و بازده مورد انتظار همبستگی وجود ندارد و قیمت سهام نمی‌تواند حداقل بازدهی مورد انتظار هر سهم را تأمین نماید. این موضوع نشان می‌دهد که قیمت‌گذاری در سهام‌های مربوطه، روش مناسبی



شکل ۳. رابطه بین قیمت و ریسک سیستماتیک - منبع: محاسبات محقق

-انحراف استاندارد

-بتا

-ارزش در معرض ریسک

-مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه

اندازه‌گیری و کمی‌سازی ریسک، به سرمایه‌گذاران، معامله‌گران و مدیران کسب‌وکار اجازه می‌دهد تا با استفاده از استراتژی‌های مختلف از جمله تنوع‌سازی و موقعیت‌های مشتقه، از برخی ریسک‌ها جلوگیری کنند. هر اقدام به پس‌انداز و سرمایه‌گذاری، ریسک‌ها و بازده‌های مختلفی را در بر می‌گیرد. ژی چهار استراتژی به منظور پاسخگویی به ریسک را پیشنهاد می‌کند (Zhi, 1995).

بیشترین کاربرد اختیارات مالی و واقعی در زمینه تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری و یا ارزش‌گذاری در زمینه فعالیت‌هایی است که ریسک بالایی دارند.

۴- مدیریت ریسک با بکارگیری اختیارهای مالی

مشاوران مالی و شرکت‌های حقوقی همگی می‌توانند استراتژی‌های مدیریت ریسک در بورس را برای کمک به مدیریت ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری‌ها و فعالیت‌های تجاری خود توسعه دهند. از نظر آکادمیک چندین نظریه و استراتژی برای اندازه‌گیری، تحلیل و مدیریت ریسک‌ها وجود دارد. برخی از این نظریات شامل مواردی است که در ادامه مطرح می‌شود.

جدول ۴. روش‌های ارزیابی و پاسخ دهی به ریسک

روش شناسایی و ارزیابی ریسک	روش‌های تحلیل	استراتژی‌های پاسخگویی به ریسک‌ها
۱- نمودارهای علت و معلول	کمی:	۱- پذیرش یا رد
۲- تحلیل swot	۱- درخت دوجمله‌ای و بلک شولز	۲- اجتناب و دوری کردن
۳- مصاحبه با خبرگان	۲- شبیه سازی مونت کارلو	۳- کاهش تأثیرات
۴- روش دلفی	کیفی:	۴- انتقال تأثیرات ریسک
۵- و ...	۱- ماتریس اولویت بندی احتمال	
	۲- ساختار شکست ریسک	

مدلسازی، از آمار ناپارامتریک استفاده می‌گردد، این رویکرد هیچ فرض خاصی را برای توزیع بازده دارایی‌ها تحمل نمی‌کند و تا آنجایی که امکان دارد به داده‌ها اجازه می‌دهد که به طور حداکثری در مورد خود اظهارنظر نمایند، یعنی اینکه هیچ فرض خاصی را در مورد توزیع تغییرات عوامل بازار در نظر نمی‌گیرد و بر پایه تقریب خطی قرار ندارد. به عبارت دیگر در این روش، فرض نرمال بودن توزیع بازدهی لازم نیست. این روش برعکس روش شبیه‌سازی تاریخی که از اطلاعات تاریخی برای پیش‌بینی آینده استفاده می‌کند، از فرآیندهای تصادفی و نمونه‌های شبیه‌سازی شده که به تعداد دفعات زیاد توسط کامپیوترها ساخته می‌شود، برای پیش‌بینی تغییرات آینده استفاده می‌نماید.

به عبارت دیگر پایه اساسی همه روش‌های ناپارامتریک بر این فرض اساسی قرار دارد که روند حرکت بازده‌های سهام‌های تشکیل دهنده سبد سهام و ریسک این سبد در آینده نزدیک تا حدود زیادی از گذشته نزدیک آن پیروی می‌نماید، بنابراین اگر ما این اطلاعات گذشته را داشته باشیم، می‌توانیم در مورد روند آینده آن سبد دارایی اظهارنظر نماییم.

نوسان‌پذیری یا σ ، معیاری برای اندازه‌گیری عدم اطمینان در مورد بازده‌های سهم می‌باشد. برای برآورد و محاسبه نوسان دارایی با استفاده از دارایی تاریخی، با استفاده از تغییرات قیمت دارایی می‌توان برآورد مناسبی از میزان نوسان داشته باشد. قیمت دارایی پایه و سهام معمولاً به صورت روزانه به دست می‌آید که بازده روزانه، با استفاده از فرمول 5 برآورد می‌شود.

$$U_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}} \quad (5)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad (6)$$

همان طور که در جدول بالا، مشاهده می‌کنید یکی از روش‌های ارزیابی و پوشش ریسک به صورت کمی، روش درخت دوجمله‌ای است. از آنجا که در این مطالعه دارایی پایه، سهام‌های بخش ریلی می‌باشد، روش اختیار مالی استفاده شده است. قیمت اختیار مالی از دو بخش تشکیل شده است که شامل ارزش ذاتی^۱ و ارزش زمانی^۲ است. اگر در اختیار معامله قیمت جاری دارایی پایه کمتر از قیمت اعمال باشد یعنی $S_T < K$ ، باشد ارزش ذاتی مساوی صفر می‌شود و اختیار معامله بی‌ارزش نامیده^۳ می‌شود. اگر قیمت جاری با قیمت اعمال مساوی باشد ($S_T = K$)، ارزش ذاتی مساوی صفر است، در این شرایط، اختیار معامله به قیمت^۴ نامیده می‌شود. ولی اگر قیمت جاری دارایی بیشتر از قیمت اعمال باشد ($S_T > K$)، ارزش ذاتی مثبت می‌شود و اختیار معامله با ارزش نامیده^۵ خواهد شد. (رضاراعی و احمد تلنگی، ۱۳۹۱)

ارزش زمانی اختیار به عوامل مختلفی بستگی دارد که شامل قیمت اعمال، نوسان قیمت دارایی، نرخ بهره و مدت زمان باقی‌مانده تا سررسید و غیره می‌باشد.

برای به دست آوردن قیمت k (قیمت اعمال) می‌توان از مدل پیش‌بینی‌های مختلف استفاده نمود. در این مدل قیمت اعمال برابر با قیمت آتی است. برای پیش‌بینی قیمت در این مطالعه به علت غیرنرمال بودن داده‌های بورسی نمی‌توان از روش پارامتریک استفاده نمود و روش‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود. داده‌های بورسی برای سهام‌های مربوطه برای ۴۸۵ نمونه است و یکی از دلایل نرمال نبودن حجم بالای داده‌های می‌باشد. با بررسی چولگی قیمت سهام‌ها با نرم‌افزار پایتون، چولگی به سمت راست را نشان می‌دهد. روش مناسب برای پیش‌بینی قیمت، روش شبیه‌سازی مونت کارلو است. این روش ناپارامتریک توسط اس یولام و نیکلاس مترو پلیس و همچنین ادوارد تله ایجاد شد. این روش برای نخستین بار در سال ۱۹۷۷ توسط پی‌بویل در مسائل مالی، مخصوصاً قیمت‌گذاری اوراق مشتقه بکار گرفته شد. در رویکرد ناپارامتریک برای

در فرمول ذکر شده r ، فاکتور رشد است. نمودار درختی قیمت دارایی که از مدل درخت دوجمله‌ای استفاده می‌کند، در زمان صفر، قیمت دارایی S_0 مشخص است در زمان Δt احتمال وجود دو نوع قیمت وجود دارد و در زمان $2\Delta t$ احتمال وجود سه قیمت وجود دارد و در زمان $i+1, i\Delta t$ قیمت دارایی در نظر گرفته می‌شود. برای قیمت‌گذاری اختیار معامله از انتهای درخت شروع خواهیم کرد و به سمت عقب حرکت خواهیم کرد و این روش "حرکت عقب‌گرد" نام دارد. اختیار معامله در زمان T مشخص است (John, 2003).

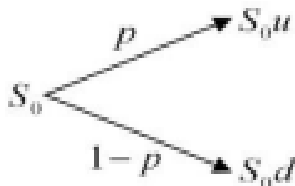
قیمت اختیار فروش به صورت زیر است، S_T قیمت دارایی در زمان T است و K قیمت اعمال می‌باشد.

$$\max(K - S_T, 0) \quad (12)$$

قیمت اختیار خرید به صورت زیر می‌باشد:

$$\max(S_T - K, 0) \quad (13)$$

داده‌های قیمت سهام‌های شرکت‌های ریلی حریل، حاسا، توریل و چپارسا، به منظور برآورد قیمت اختیار انتخاب می‌شود. زیرا ریسک و نااطمینانی بیشتری برای این شرکت‌ها برآورد شد. اطلاعات مربوط به قیمت‌های سهام شرکت‌ها به صورت سری زمانی روزانه از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ استخراج می‌شود. جهت تجزیه و تحلیل و برآورد قیمت اختیار و نیز تحلیل حساسیت پارامترهای یونانی از نرم‌افزار پایتون و DERIVAGEM استفاده می‌شود.



شکل ۴. تغییرات قیمت سهام در زمان ΔT در مدل درخت دوجمله‌ای

۵- ارزش‌گذاری اختیار معامله سهام‌های ریلی با استفاده از مدل دوجمله‌ای و برآورد پارامترهای یونانی برای پیش‌بینی قیمت‌های سهام‌های مربوطه از روش شبیه‌سازی مونت کارلو در نرم‌افزار پایتون استفاده شده است. قیمت جاری سهام حریل ۳۴۷۹ ریال است، پیش‌بینی قیمت اعمال سهام حریل براساس روش شبیه‌سازی مونت کارلو با

با استفاده از فرمول ۶ و ۷، انحراف معیار بازده روزانه برآورد می‌شود:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n u_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n u_i \right)^2} \quad (7)$$

چون سهم ۲۵۲ روز معاملاتی در سال دارد. لذا $\tau = \frac{1}{252}$ است. با فرمول زیر برآوردی از نوسان‌پذیری سالانه سهم‌های مورد مطالعه به دست می‌آید.

(۸)

$$\sigma\sqrt{\tau}$$

متغیر S برآوردی از $\sigma\sqrt{\tau}$ است و می‌توان گفت که $\hat{\sigma}$ تخمینی از σ می‌باشد.

$$\hat{\sigma} = \frac{S}{\sqrt{\tau}} \quad (9)$$

خطای استاندارد تقریبی این برآورد را می‌توان با رابطه خطای استاندارد نمود (John, 2003).

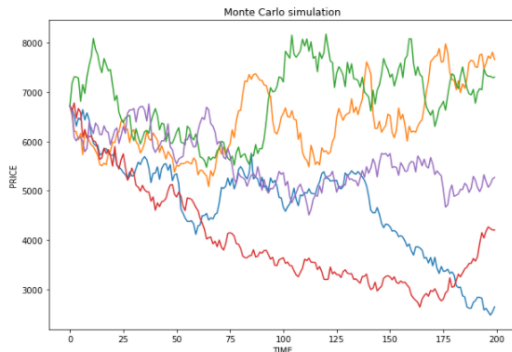
فرض می‌شود حرکت‌های قیمت دارایی در فاصله‌های زمانی کوتاه‌مدت به صورت دوشاخه‌ای می‌باشد. این فرض که اساس و زیربنای بسیاری از روش‌های کمی است، اولین بار توسط کاکس و همکاران مطرح گردید. اختیار معامله صادره روی دارایی که سود نمی‌پردازد را در نظر بگیرید. در مرحله اول، طول عمر اختیار معامله را به مقدار زیادی فاصله زمانی کوتاه‌مدت با طول Δt تقسیم می‌کنیم. فرض می‌کنیم که در هر فاصله زمانی، قیمت اولیه دارایی از S_0 به یکی از دو مقدار S_0d یا S_0u می‌رسد. این مدل در شکل ۴ آورده شده است. به طور کلی $u > 1$ و $d < 1$ می‌باشد. بنابراین حرکت قیمت دارایی از S_0 به S_0u به یک حرکت رو به بالا و به سمت S_0d یک حرکت رو به پایین می‌باشد. احتمال حرکت روبه بالا برابر با p و احتمال حرکت رو به پایین $1-p$ است. این مدل در شکل زیر نمایش داده شده است (John, 2003).

هرکدام از پارامترهای p ، u و d با فرمولهای زیر به دست می‌آیند:

$$p = \frac{r - d}{u - d} \quad (10)$$

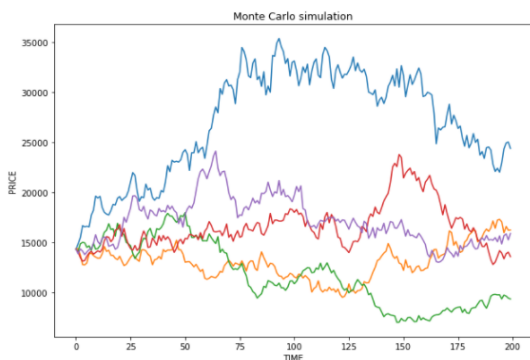
$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (11)$$

شکل ۷ فرایند حرکت قیمت پیش‌بینی شده سهام توکاریل به روش شبیه‌سازی مونت کارلو است. قیمت جاری سهام توکاریل ۶۷۲۰ ریال است، پیش‌بینی قیمت اعمال سهام توکاریل براساس روش شبیه‌سازی مونت کارلو با توجه به یک مسیر برای سررسیدهای یک ماهه و چهار ماهه و شش ماهه به ترتیب ۷۱۳۸ ریال، ۸۶۳۱ ریال، ۶۰۷۹ ریال برآورد می‌شود. نوسان سالانه مربوط به سهام توکاریل در زمان مورد بررسی، ۴۶٪ برآورد شده است.



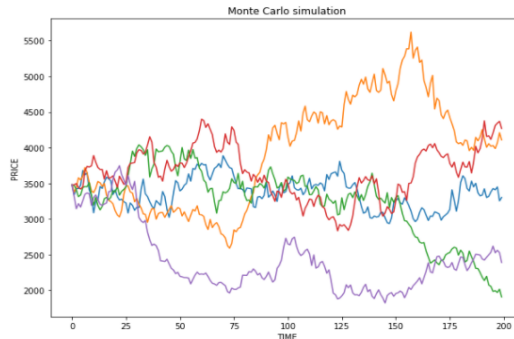
شکل ۷. پیش‌بینی قیمت سهام توکاریل به روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای ۵ مسیر در ۲۰۰ روز آینده

شکل ۸ فرایند حرکت قیمت پیش‌بینی شده سهام حاسا به روش شبیه‌سازی مونت کارلو است. قیمت جاری سهام حاسا ۱۴۳۴۰ ریال است، پیش‌بینی قیمت اعمال سهام حاسا براساس روش شبیه‌سازی مونت کارلو با توجه به یک مسیر برای سررسیدهای یک ماهه و چهار ماهه و شش ماهه به ترتیب ۱۱۴۷۴ ریال، ۱۶۷۱۶ ریال و ۷۳۰۵ ریال در نظر گرفته می‌شود. نوسان سالانه مربوط به سهام حاسا در زمان مورد بررسی، ۵۶٪ تخمین زده شده است.



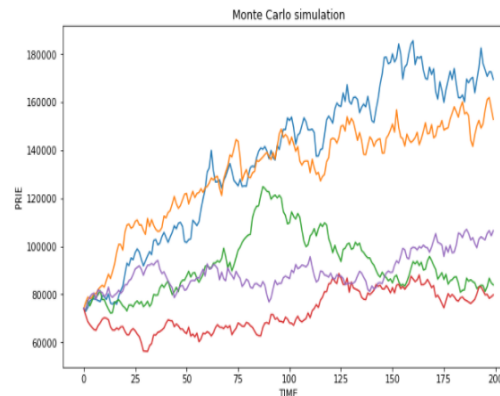
شکل ۸. پیش‌بینی قیمت سهام حاسا به روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای ۵ مسیر در ۲۰۰ روز آینده

توجه به یک مسیر برای سررسیدهای یک ماهه و چهارماهه و شش ماهه به ترتیب ۳۷۰۲ ریال، ۳۸۶۲ ریال و ۱۴۱۶ ریال برآورد می‌شود. شکل ۵، روند حرکت قیمت سهام حریل را برای ۲۰۰ روز آینده در ۵ مسیر، شبیه‌سازی کرده است.



شکل ۵. پیش‌بینی قیمت سهام حریل به روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای ۵ مسیر در ۲۰۰ روز آینده

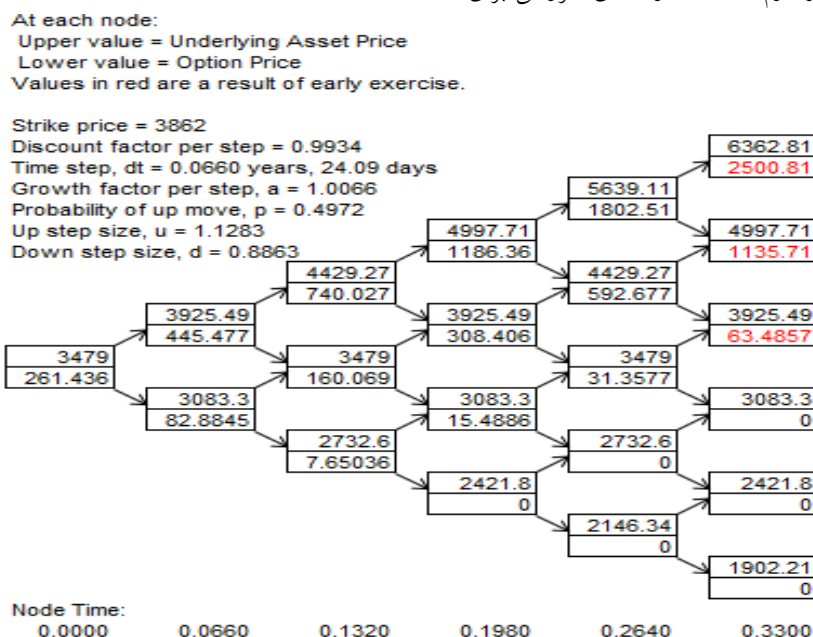
بازده دارایی بدون ریسک ۱۰٪ در نظر گرفته می‌شود. نوسان سالانه مربوط به سهام حریل با توجه به فرمول‌های ۵ تا ۱۰ در زمان مورد بررسی، ۴۷٪ برآورد شده است. شکل ۶، فرایند حرکت قیمت پیش‌بینی شده سهام چارسا به روش شبیه‌سازی مونت کارلو را نشان می‌دهد. قیمت جاری سهام چارسا ۷۴۱۰۰ ریال است، پیش‌بینی قیمت اعمال سهام چارسا براساس روش شبیه‌سازی مونت کارلو با توجه به یک مسیر برای سررسیدهای یک ماهه و چهار ماهه و شش ماهه به ترتیب ۷۶۱۴۱ ریال، ۷۷۹۵۱ ریال و ۶۶۲۳۱ ریال برآورد می‌شود. نوسان سالانه مربوط به سهام چارسا در زمان مورد بررسی، ۳۹٪ برآورد شده است.



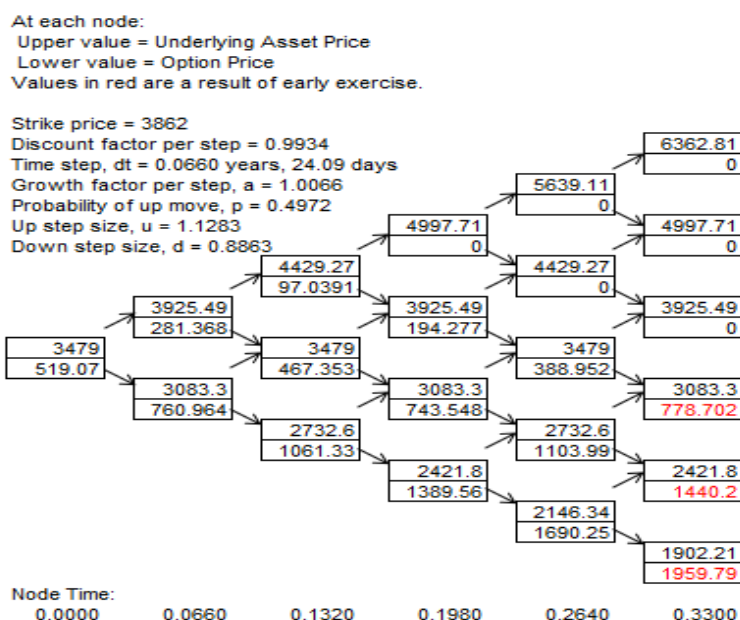
شکل ۶. پیش‌بینی قیمت سهام چارسا به روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای ۵ مسیر در ۲۰۰ روز آینده

هر شرکت حمل و نقل ریلی متفاوت است. در ادامه خروجی‌های مربوط به یک شرکت یعنی شرکت حریل تحلیل می‌شود. محاسبه قیمت اختیار معامله خرید و فروش اروپایی برای سهام حریل با سرسیدهای چهار ماه بر اساس شکل ۹ و ۱۰ برآورد شده است.

بعد از محاسبه قیمت آتی (قیمت اعمال) به روش شبیه‌سازی مونت کارلو و نوسان‌های سهام‌های مربوطه، با نرم‌افزار پایتون و ERIVAGEM، تحلیل مربوط به شرکت‌ها را انجام خواهیم داد. البته به غیر از اطلاعات قیمت و نوسان‌های مربوط به هر سهم، قیمت جاری سهم هر شرکت، نرخ بازده دارایی بدون ریسک و زمان تا انقضا (۴ ماهه) نیز برای ورود به نرم‌افزار لازم است. مقدار عددی خروجی برای



شکل ۹. فرایند حرکت قیمت سهام حریل با روش درخت دوجمله‌ای و اختیار خرید سهام حریل (منبع: محاسبات محقق)



شکل ۱۰. فرایند حرکت قیمت سهام حریل با روش درخت دوجمله‌ای و اختیار فروش سهام حریل (منبع: محاسبات محقق)

می‌ماند. قیمت اختیار خرید برای سهام حریل ۲۶۱/۴۳ ریال برآورد شده است.

نمودار ۱۰، اختیار فروش سهام حریل را نشان می‌دهد. میزان قیمت فروش ۵۱۹ ریال تخمین زده شده است. در جدول ۵، نتایج برآورد ارزش اختیار معامله خرید و فروش سهام‌های مورد بررسی و پارامترهای یونانی مربوط به هر کدام از اختیارهای معامله مربوط به هر کدام از سهام‌ها آورده شده است.

نمودار ۹، درخت دوجمله‌ای برای اختیار خرید سهام حریل را نشان می‌دهد، اعداد زیر هر نمودار (Time Node) زمان باقیمانده تا سررسید وجود دارد که حاصل تقسیم T بر ۱۲ است. برای مثال عدد ۰/۳۳ برای محاسبات خود استفاده شده است که از تقسیم ۴ (زمان باقی مانده تا سررسید قرارداد) بر ۱۲ (تعداد ماه‌های سال) به دست می‌آید. احتمال افزایش قیمت ۰/۴۹۷۲ است و مقدار افزایش قیمت (U) ۱/۱۲۸ و میزان کاهش قیمت (d) ۰/۸۸۸ و فاکتور رشد ۱/۰۰۶۶ برآورد شده است. قیمت اولیه سهام حریل ۳۴۷۹ ریال است. در هر مرحله قیمت سهام افزایش می‌یابد یا کاهش پیدا می‌کند یا ثابت

جدول ۵. پارامترهای حساسیت اختیار اروپایی سهام‌های مورد بررسی با تاریخ انقضا ۴ ماهه

سهام	حریل		چارسا		توکاریل		حاسا	
	اختیار خرید Call Option	اختیار فروش Put Option	اختیار خرید Call Option	اختیار فروش Put Option	اختیار خرید Call Option	اختیار فروش Put Option	اختیار خرید Call Option	اختیار فروش Put Option
قیمت گذاری (ریال)	۲۶۱	۵۱۹	۶۱۷۳	۷۴۹۳	۲۶۴	۱۸۷۷	۱۰۸۶	۲۹۱۹
دلتا	۰/۴۳	-۰/۵۶	۰/۵	-۰/۴۹	۰/۲۴	-۰/۷۶	۰/۳۹	-۰/۶
گاما	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۹
وگا	۸/۹۴	۸/۹۴	۱۸۲	۱۸۲	۱۳/۳	۱۳/۳	۲۵/۲	۲۵/۲
تتا	-۲/۱۰	-۱/۰۷	-۳۸/۴	-۱۷/۶	-۲/۷	-۰/۴۲	-۹/۹۴	-۵/۴
روو	۴/۰۹	-۸/۲۱	۱۰۲	-۱۴۵	۴/۵	-۰/۲۳	۱۵/۲	-۳۸/۰۴

منبع: محاسبات محقق

به عبارتی دیگر اختیار معامله خود دارای ریسک است پس مؤسسه مالی می‌تواند از راهبرد اختیار معامله پوشش داده شده استفاده نماید. معامله‌گران از برنامه‌ها و طرح پوشش ریسک استفاده می‌کنند این طرح‌ها مستلزم محاسبه و اندازه‌گیری مقادیر یونانی شامل دلتا، گاما، وگا و رو است. وقتی قیمت دارایی پایه تغییر می‌کند طبیعتاً می‌تواند روی مقادیر دلتا و گاما نیز تأثیرگذار باشد.

پس باید اقدام به پوشش ریسک به صورت دوره‌ای کرد که این فرآیند را تعدیل مجدد^۷ می‌گویند (John.2003).

۶- تحلیل یونانی‌ها برای اختیار خرید سهام حریل

در این بخش مقادیر پارامترهای پنجگانه سنجش حساسیت ریسک یا یونانی‌ها برای شرکت‌های حمل و نقل ریلی به همراه نمودارهای مربوطه تحلیل خواهد شد. این تحلیل برای همه

مدل‌های قیمت‌گذاری اختیار معامله، ارزش یک اختیار معامله را در نقطه‌ای از زمان تعیین می‌کند. همان طور که زمان سپری می‌شود تغییر در قیمت دارایی پایه، نوسان پذیری، نرخ بهره و ... منجر به تغییر در ارزش اختیار معامله می‌شود و برای یک معامله‌گر و یا سرمایه‌گذاری که برای مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری خود برنامه‌ریزی می‌کند این سؤال‌ها به وجود می‌آید که:

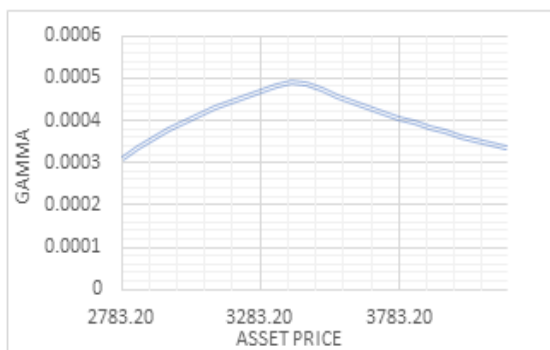
- حساسیت قیمت‌های اختیار معامله به عوامل مختلف چگونه است؟

- به ازای X درصد تغییر در قیمت دارایی پایه، قیمت اختیار معامله چقدر تغییر می‌کند؟

- سود و زیان با گذشت زمان چقدر می‌شود؟
پارامترهای حساسیت ریسک عبارت از حساسیت قیمتی اختیار معامله نسبت به پارامترهای اثرگذار بر قیمت سهام است.

۲-۶- محاسبه گاما (GAMMA)

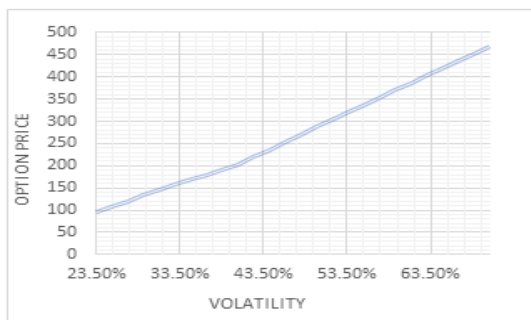
پارامتر مورد بررسی بعدی گاما می‌باشد، گاما، میزان تغییرات دلنا را به تغییرات قیمت دارایی پایه نشان می‌دهد. میزان گاما اختیار خرید سهام حریل، برابر با $0/0005$ می‌باشد و این میزان تحذب نمودار را نشان می‌دهد. هر چه گاما کمتر باشد، دلنا کمتر تغییر خواهد کرد و برای ایجاد و مدیریت یک پرتفوی بی تفاوت نسبت به ریسک، به تغییر ترکیب پرتفوی کمتری به منظور پوشش ریسک نیاز است.



شکل ۱۳. رابطه بین قیمت دارایی (واحد: ریال) و گاما

۳-۶- محاسبه وگا (Vega)

تلاطم‌پذیری عامل اصلی تعیین ارزش اختیار معامله است. وگا اثر تغییر تلاطم‌پذیری قیمت سهم را بر ارزش اختیار معامله ارزیابی می‌کند. تلاطم‌پذیری بالا همواره ارزش اختیار را افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر، میزان حساسیت وگا، میزان تغییرات در ارزش اختیار معامله را در برابر نوسان قیمت دارایی نشان می‌دهد. میزان وگای محاسباتی برای سهم حریل، $8/9$ درصد به دست آمده است که نشان‌دهنده این است که تأثیر تغییرات نوسان‌پذیری دارای تأثیر زیادی بر پرتفوی دارد و برای ایجاد و مدیریت یک پرتفوی بی تفاوت نسبت به ریسک، به تغییر ترکیب پرتفوی بیشتری به منظور پوشش ریسک نیاز است.



شکل ۱۴. رابطه نوسان‌پذیری و قیمت اختیار معامله (واحد: ریال)

شرکت‌ها یکسان است و فقط مقادیر خروجی‌ها متفاوت است. جدول ۵ مقادیر یونانی‌ها را برای اختیار خرید و اختیار فروش شرکت‌های ریلی را نشان می‌دهد. در ادامه مقادیر یونانی‌ها به همراه نمودارهای مربوط برای سهام حریل تحلیل خواهد شد.

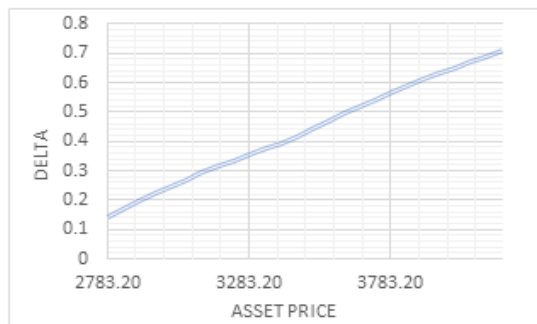
۶-۱- محاسبه دلنا (Delta)

دلنا یکی از پرکاربردترین یونانی‌هاست. دلنا میزان تغییرات قیمت اختیار معامله را به تغییرات قیمت دارایی نشان می‌دهد. دلنا نشان می‌دهد ارزش اختیار نسبت به این نوسان‌های قیمت چقدر تغییر خواهد کرد. قراردادهای اختیار فروش دلنای منفی دارند؛ چرا که قیمت و بهای آن قراردادها با قیمت دارایی پایه رابطه معکوس دارند، به طور مثال وقتی قیمت دارایی پایه یا مورد نظر افزایش می‌یابد قیمت قرارداد اختیار فروش کاهش می‌یابد و برعکس. میزان دلنا اختیار خرید سهام حریل، برابر با $0/43$ می‌باشد. یعنی اگر قیمت سهم حریل ۱ واحد تغییر کند، قیمت اختیار خرید $0/43$ واحد تغییر خواهد کرد. شکل ۱۱ تأثیر قیمت دارایی را بر قیمت اختیار خرید سهم حریل نشان می‌دهد.



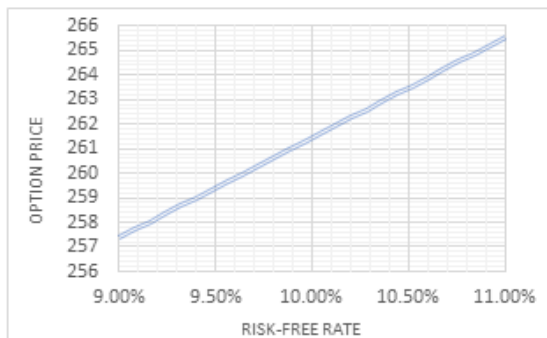
شکل ۱۱. بررسی رابطه قیمت دارایی و قیمت خرید اختیار (واحد: ریال)

نمودار ۱۲ رابطه بین قیمت دارایی و دلنا را نشان می‌دهد که این شکل گویای این مطلب است که رابطه مثبت بین قیمت دارایی و دلنا وجود دارد.



شکل ۱۲. بررسی رابطه قیمت دارایی (واحد: ریال) و دلنا

باشد، قیمت اختیار بالاتر خواهد بود و حساسیت ارزش اختیار معامله نسبت به نرخ بهره بالاتر می‌رود و به دنبال آن روو نیز افزایش می‌یابد. میزان روو برای اختیار خرید سهم ریلی حریل ۴/۳۶ است.



شکل ۱۷. رابطه نرخ بهره بدون ریسک و قیمت اختیار خرید (واحد: ریال)

پارامترهای یونانی برای سهام‌های دیگر به صورت خلاصه در جدول ۵ ارائه شده است.

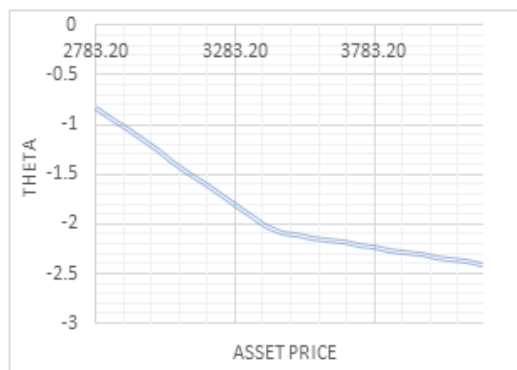
۷- نتیجه‌گیری

یکی از مشکلاتی که در حال حاضر اقتصاد ایران با آن مواجه است، بحث کمبود منابع مالی برای اجرای پروژه‌های مختلف است و بیشتر بنگاه‌های تولیدی کشور امروز با معضل کمبود منابع مالی روبرو هستند و یکی از بخش‌هایی که درگیر این مشکلات است صنعت حمل و نقل ریلی است، این صنعت نقش مهمی در توسعه اقتصادی دارد. مهمترین علل کمبود سرمایه در بخش ریلی را می‌توان به ریسک‌های سرمایه‌گذاری مرتبط دانست. تا این ریسک‌ها شناسایی و مدیریت نشود، بهبود سرمایه‌گذاری در این بخش را شاهد نخواهیم بود. پس شرکت‌های حمل و نقل ریلی همچون هر شرکت دیگری ملزم است تا مدیریت ریسک به ویژه در مورد ریسک سیستماتیک که منشأ نااطمینانی نیز هست، داشته باشند. در ادبیات موضوع ملاحظه شد که مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای، ریسک سیستماتیک یا ریسک بازار را شناسایی کرده است. این بحث وجود دارد که ممکن است تفاوت‌های ریسک سیستماتیک بین شرکت‌ها به علت تفاوت در تصمیمات مالی و توسعه‌ای شرکت‌ها باشد. طبق مدل مذکور انتظار می‌رود در یک بازار کارا بین متغیرهای ریسک داخلی شرکت و متغیرهای ریسک بازار (بتا) ارتباط وجود داشته باشد. بتا از طریق مقایسه بازده

۶-۴- محاسبه تتا (Theta)

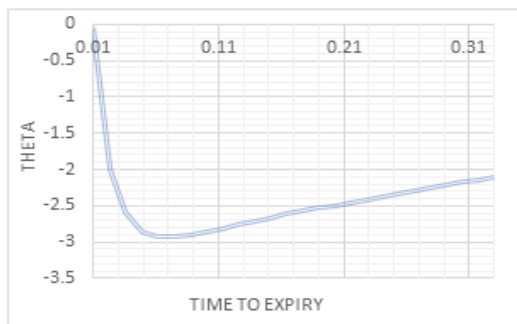
تتا، اثر چگونگی واکنش ارزش اختیار معامله به تغییر در زمان باقی مانده تا تاریخ انقضا را نشان می‌دهد. به عبارتی اثر سپری شدن زمان بر اختیار را ارزیابی می‌کند. اختیارها، ابزارهایی با عمر محدود هستند، بنابراین زمان باقیمانده تا سررسید نقش مهمی در تعیین ارزش اختیار معامله دارد. هر چه زمان تا سررسید کمتر باشد ارزش اختیار کمتر می‌شود زیرا تلاطم‌پذیری زمان کمتری برای اثرگذاری دارد.

تتا منفی است. میزان تتا اختیار خرید سهام حریل، برابر با ۲/۱- می‌باشد. علت منفی بودن این است که با کاهش زمان سررسید، با ثبات سایر عوامل از ارزش اختیار کاسته می‌شود. شکل ۱۵، رابطه بین قیمت دارایی و تتا را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده معکوس بودن این رابطه است.



شکل ۱۵. رابطه بین قیمت دارایی (واحد: ریال) و تتا

شکل ۱۶ اثر تغییرات در زمان باقیمانده تا تاریخ انقضا را بر تتا نشان می‌دهد.



شکل ۱۶. رابطه زمان باقیمانده تا تاریخ انقضا و تتا (واحد: روز)

۶-۵- محاسبه روو (Rho)

روو، رابطه بین ارزش اختیار معامله و نرخ بهره بدون ریسک را نشان می‌دهد. هرچه نرخ بهره بدون ریسک بالاتر

پوشش ریسک انجام شود. اگر این آموزش به تمام معامله‌گرها داده شود موجبات جذابیت سرمایه‌گذاری خواهد شد و ریسک را به حداقل خواهد رساند و به دنبال آن ورود سرمایه را به بازار سرمایه و سهام‌های ریلی انجام می‌شود و علاوه بر تأثیرات مثبت مستقیم یعنی ورود سرمایه به بخش ریلی، تأثیرات مثبت غیر مستقیم یعنی کاهش تورم و رشد اقتصادی برای کشور نیز خواهد داشت.

۸- مراجع

- ابراهیمی، عباس، حسنی مقدم، رفیع، و قاسمیان، جواد، (۱۴۰۰). کاربرد روش تفاضلات متناهی در محاسبه پارامترهای حساسیت ریسک برای قرارداد اختیار معامله اروپایی (مطالعه موردی بورس اوراق بهادار تهران). *راهبرد مدیریت مالی*، ۹(۲)، ۱۰۸-۱۳۴.

- امیریان سعید، احمدی علی محمد، عصارای آرانی عباس و عباسیان عزت اله، (۱۴۰۰). شناسایی عوامل تعیین کننده ریسک سیستماتیک در شرکت های فعال در صنعت گردشگری پزشکی ایران، *مطالعات اجتماعی گردشگری*، ۱۷(۹)، ۳۲۰-۲۹۷.

- پیش بهار، باغستانی، مریم و دشتی، قادر (۲۰۱۸). کاربرد درخت دوجمله‌ای در تعیین قیمت اختیار معامله آسیایی و محاسبه پارامترهای حساسیت ریسک (مطالعه موردی کنجاله سویا و ذرت دانه‌ای). *اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ۳۲(۱)، ۱-۱۶.

- پیکر، جمیله (۱۳۹۱)، کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو برای محاسبه یونانی‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: محمد جلوداری ممقانی تهران، دانشگاه علامه طباطبایی.

- درخشانی، مسعود (۱۳۸۳). مشتقات و مدیریت ریسک در بازارهای نفتی، تهران، انتشارات مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.

- دهقان خاوری، سعید، میرجلیلی، سید حسین. (۱۳۹۸). تعامل ریسک سیستماتیک با بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران، *اقتصاد مالی*، ۴۹(۱۳)، ۲۸۲-۲۵۷.

- حمیدیان، محسن، حبیب‌زاده‌بایگی، سیدجواد، سلمانیان، مریم و وقفی، سید حسام. (۲۰۱۶)، پیش‌بینی ریسک سیستماتیک شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با

سهام یک شرکت با بازده شاخص بازار سنجیده می‌شود. در این مطالعه، هدف این بود ریسک‌های سیستماتیک شرکت‌های فرابورسی حمل و نقل ریلی شناسایی شود، با توجه به مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای با توجه به ریسک شناسایی شده، بازده مورد انتظار سهام‌ها به دست آمد. سهام‌های شرکت‌های حریل، چپارسا، حاسا و توکاریل دارای ریسک بالاتری است و به دنبال آن بازدهی بالاتری از آن انتظار می‌رود. آیا در حال حاضر جذابیت برای سرمایه‌گذاری در سهام‌های مربوطه وجود دارد؟ جواب به سؤال منفی است. شاید علل آن را بتوان به شرایط اقتصادی، سیاسی و کم شدن جذابیت بازار سرمایه در ایران ربط داد. عدم تقارن اطلاعات یکی از دیگر عوامل مؤثر بر بازده سهام است و میزان تأثیرگذاری و تحلیل آن می‌تواند نقش به‌سزایی در تصمیم‌گیری درست سرمایه‌گذاری داشته باشد.

روش اختیارات مالی و واقعی در مورد سهام‌ها و پروژه‌هایی که در محیط ناطمینان هستند، می‌تواند روش مناسبی برای مدیریت ریسک باشد. نکته مهم این است که قیمت‌گذاری اختیار به منظور مدیریت ریسک پایان کار نیست. خود اختیارهای معامله نیز همراه با ریسک است پس معامله‌گر با پارامترهای یونانی‌ها اقدام به پوشش ریسک می‌کنند تا به دلتای صفر، گامای صفر، و گای صفر و غیره دست یابند.

اگرچه اختیارها در بورس اوراق بهادار مود استفاده قرار گرفته است، ولی شناسایی روش‌های پوشش ریسک در بورس به ویژه در شرکت‌های فرابورسی ریلی اهمیت دارد که در این پژوهش به این موضوع پرداخته شده است.

نتایج نشان می‌دهد که قیمت اختیار خرید و فروش نیز برای سهم ریلی چپارسا بالاتر از بقیه سهام‌های ریلی به دست می‌آید. میزان حساسیت دلتا برای سهام چپارسا در بالاترین مقدار قرار دارد به این معنی که قیمت اختیار سهام چپارسا در مقابل تغییرات قیمت سهام واکنش بالاتری را نشان می‌دهد. مقدار پارامتر وگا یعنی تغییر ارزش پرتفوی نسبت به نوسان‌پذیری قیمت دارایی برای سهام چپارسا در بالاترین مقدار خود قرار دارد. پارامتر رو نیز برای قراردادهای بلندمدت معنی دارد نه قراردادهای کوتاه مدت ولی برای سهام چپارسا، این پارامتر حساسیت بالایی دارد. این نکته مهم است که سهام‌هایی که پارامترهای یونانی بالاتری دارند معامله‌گر باید به دفعات بیشتری تعدیل و اصلاح در پرتفوی خود انجام دهد تا

- Locatelli, Giorgio, Mauro Mancini, and Giovanni Lotti. (2020). A simple-to-implement real options method for the energy sector. *Energy* 197, 117-226.
- Liu, D., Chen, X., & Liao, S. (2014). Real options valuation of international railway construction projects: a case study. *International Journal of Business Continuity and Risk Management*. 5(3), 184-196.
- Lee, C. H., & Hooy, C. W. (2012). Determinants of systematic financial risk exposures of airlines in North America. *Europe and Asia Journal of Air Transport Management*. 24, 31-35.
- Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of financial economics*, 5(2), 147-175.
- Muroi, Y. & Suda, S. (2017). Computation of Greeks using binomial tree. *Journal of Mathematical Finance*, 7(3), 597-623.
- Posza, A. (2020). The evaluation of venture capital investments using real option approach. *Marketing & Menedzsmnt*, 54(2), 17-29.
- Rerkrujipimol, J., & Assenov, I. (2011). Marketing strategies for promoting medical tourism in Thailand. *Journal of Tourism. Hospitality & Culinary Arts (JTHCA)*, 3(2).
- Rahmayana, P. E., & Purba, H. H. (2011). Risk Management in Railway during Operation AND Maintenance Period: A Literature. *Sustainable Development*. 3(3).
- Roh, Y. S. (2002). Size, growth rate and risk sharing as the determinants of propensity to franchise in chain restaurants. *International Journal of Hospitality Management*, 21 (1).
- Wang, Z., & Tang, X. (2010). Research of investment evaluation of agricultural venture capital project on real options approach. *Agriculture and agricultural science procedia*. 1, 449-455.
- Zhi, H. (1995). Risk management for overseas construction projects. *International Journal of project management*. 13(4), 231-237.
- استفاده از الگوریتم‌های کلونی مورچه‌ها و لارس، بررسی‌های حسابداری، ۳ (۱۰)، ۴۰-۱۹.
- راعی، رضا و تلنگی، احمد. (۱۳۹۱). مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، تهران، انتشارات سمت.
- صورت‌های مالی حمل و نقل ریلی، (۱۴۰۰). وزات راه و شهرسازی، مرکز تحقیقات راه آهن.
- صورت‌های مالی شرکت‌های بوری حمل و نقل ریلی، (۱۴۰۰). سایت کدال.
- حیدری، محمدعلی و رحمت نژاد، رحمت. (۱۳۹۷). راهکارهای افزایش ظرفیت شبکه برای راه‌آهن یک خطه در مدت زمان کوتاه (مطالعه موردی اداره کل راه‌آهن لرستان)، دومین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری با تأکید بر اشتغال‌زایی در صنعت ساختمان.
- Ahmadi Chehreh Bargh, S. (2018). The feasibility studies of using the Greeks sensitivity formula in the Iranian capital market. *Financial Engineering and Portfolio Management*. 36(4), 17-29. (in Persian)
- Broadie, M., & Jain, A. (2008). Pricing and hedging volatility derivatives. *Journal of Derivatives*, 15(3), 7.
- Gartner, I. R. (2022). Binomial real options model with dynamic programming applied to the evaluation of railway infrastructure projects in Brazil. *Pesquisa Operacional*, 42.
- Guo, J., Li, L., Zhang, J., Shen, Q., Xie, Z., & Li, Q. (2021). A Theory Approach towards Tradable Rail Freight Option. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 1-11.
- Hall, J. (2003). Principles of Financial Engineering and Risk Management. Translator: Abdo Tabrizi, *Stock Exchange Organization, Tehran*. (in Persian)
- Li, Ye, Clemens Kool, and Peter-Jan Engelen. (2020). Analyzing the business case for hydrogen-fuel infrastructure investments with endogenous demand in the Netherlands: A real options approach. *Sustainability*, 12.13, 24-54.

Managing the Risk and Uncertainty of Investment in the Railway Transport Sector with the Binomial Tree Approach and Measuring Risk Sensitivity with Greeks

Soheila Ojaghi, Ph.D., Student, Faculty of Economics, Management, Accounting, Yazd University, Yazd, Iran.

Kazem Yavari, Professor, Department of Economic Sciences, Faculty of Economics, Management, Accounting, Yazd University, Yazd, Iran.

Mohammad Ali Faizpour, Associate Professor, Department of Economic Sciences, Faculty of Economics, Management, Accounting, Yazd University, Yazd, Iran.

Habib Ansari Samani, Associate Professor, Department of Economic Sciences, Faculty of Economics, Management, Accounting, Yazd University, Yazd, Iran.

E-mail: kyavari@yazd.ac.ir

Received: February 2024- Accepted: June 2024

ABSTRACT

The Railway transportation industry is one of the major indicators of the development of countries. On the other hand, the railway transportation sector has many risks and uncertainties that can be considered as a negative factor from the perspective of investors. The purpose of this study is to identify and manage the risk of the railway transportation sector, which has been used as an example of the listed Stock exchange companies of railway transport. The risks of the railway transportation sector, especially the systematic risk of rail stock companies, are estimated with the beta coefficient, and then the ranking of rail stocks will be done according to the systematic risk. Related stocks are priced according to systematic risk with the capital assets pricing model. After identifying the risks of this sector, for risk management, option valuation will be used using the binomial model. Finally, the sensitivity of the option price of railway shares is checked using Greek parameters. Due to the large volume of data and their non-normality, in order to predict the future price and the exercise price of stocks, the Monte Carlo simulation method is used for option pricing. According to the outputs of the model and the examination of the movement path and price changes of rail stocks and option prices with the help of the binomial model in Python and DERIVAGEM software, as well as the estimation of the option price sensitivity by Greek parameters, relevant analyzes are expressed for different rail stocks

Keywords: Asset Pricing Model, Railway Transportation, Option, Risk Management, Uncertainty