دانشکده علوم ریاضی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد ریاضی مالی

اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار سبدی منتخب از دارایی های مالی با استفاده از نظریه ارزش فرین و وین کاپیولا

نگارنده: سید علی میردوستی

استادان راهنما

دکتر علیرضا خدّامی
دکتر محمد میر باقری جم

بهمن ۱۳۹۸

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که وجودشان گرما بخش زندگی من است، دو انسان بزرگواری که در سختی های زندگی همواره یاور، پشتیبان و دو تگیه گاه مطمئن برایم بوده اند.

تقدیم به همسر عزیزم که نشانه لطف الهی در زندگی من است. سر آغاز زندگی را با محبت و عشق شروع کرده و پایان آن را قرار بر ملاقات بهشتی گذاشتیم.

و در آخر تقدیم به تمام دانشجویان شهید راه علم.

با سپاس از خداوند منان که فرصت گام نهادن در مسیر علم را به من عطا نمود.
از اساتید بزرگوارم جناب آقای دکتر علیرضا خدّامی عزیز و جناب آقای محمد میر باقری جم برای تمام زحمات بی دریغشان سپاس گزاری می کنم.
از تمام دوستان و هم‌کلاسی های عزیزم که ایام خوشی را در کنار هم سپری کردیم و یاور من بودند صمیمانه تقدیر می کنم.

الهی
راز دل با تو چه گویم که تو خود راز دلی
دانه و لانه و بال و پر و پرواز دلی.

سید علی میردوستی
بهمن ۱۳۹۸

تعهد نامه

اینجانب **سید علی میردوستی** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته **ریاضی کاربردی علوم ریاضی** دانشگاه شاهرود، نویسنده پایان‌نامه با عنوان **اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار سبدی منتخب از دارایی های مالی با استفاده از نظریه ارزش فرین و وین کاپیولا** ، تحت راهنمایی **علیرضا خدّامی** و **محمد میر باقری جم** متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های دیگر پژوهش‌گران، به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب این پایان‌نامه، تا کنون توسط خود، یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ‌جا ارایه نشده است.
- حقوق معنوی این اثر، به دانشگاه صنعتی شاهرود تعلق دارد، و مقالات مستخرج با نام ‘‘ دانشگاه صنعتی شاهرود’’ یا “ Shahrood University of Technology ” به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به‌دست آوردن نتایج اصلی پایان‌نامه تاثیرگذار بوده‌اند، در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در تمام مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در تمام مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته (یا استفاده شده است)، اصل رازداری و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

سید علی میردوستی
بهمن ۱۳۹۸

مالکیت نتایج و حق نشر

- تمام حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی، در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در این پایان‌نامه بدون ذکر منبع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

بازارهای سرمایه یکی از ارکان اصلی اقتصاد هر کشور محسوب می شوند. یکی از بازارهای سرمایه فعال در هر کشوری بورس اوراق بهادار آن کشور می باشد. امروزه به دلیل اهمیت و جایگاه ویژه بورس اوراق بهادار، سرمایه گذاران زیادی مایل به سرمایه گذاری در این بازار هستند. آن چه برای سرمایه گذاران در بازارهای مالی و بورس اوراق بهادار مهم است کنترل و مدیریت ریسک می باشد. از این رو مدیران ریسک همواره به دنبال بهینه سازی و کمی سازی ریسک بازارهای مالی هستند. آن چه در بازارهای مالی و بورس اوراق بهادار مورد توجه می باشد، عواملی است که بر این بازار تاثیر گذار است. به دلیل گشترش بازار های مالی و ارتباطی که مابین این بازار ها وجود دارد، سبب شده است که نوسانات و شوک‌های وارده بر یک بازار بر بازار مالی دیگر وارد شود. به همین دلیل مدل های قدیمی قادر به محاسبه و اندازه گیری دقیق میزان ریسک بازار نمی باشند، ریاضی‌دانان و محققین مدل های جدیدی را تحت عنوان نظریه ارزش فرین، گارچ و کاپیولا برای اندازه گیری ریسک بازار بورس اوراق بهادار مورد استفاده قرار می دهند.

کلمات کلیدی: بورس اوراق بهادار، بازار های مالی، ریسک، ارزش در معرض ریسک، ریزش مورد انتظار، نظریه ارزش فرین، مدل های گارچ و مدل های کاپیولا.

فهرست مطالب

فهرست تصاویر ق

فهرست جداول ش

۱ مقدمه ۱

۱.۱ مقدمه ۱

۲.۱ بیان مسئله ۲

۳.۱ ضرورت انجام تحقیق ۳

۴.۱ اهداف تحقیق ۴

۵.۱ پرسش ها و فرضیات تحقیق ۴

۶.۱ روش تحقیق ۵

۱.۶.۱ جامعه آماری ۵

۲.۶.۱ نمونه آماری مورد استفاده ۵

۳.۶.۱ روش تجزیه و تحلیل داده ها ۵

۷.۱ کاربرد های تحقیق و استفاده کنندگان از تحقیق ۶

۸.۱ نوآوری تحقیق ۶

۹.۱ ساختار کلی تحقیق ۶

۱۰.۱ تعریف واژه های مهم ۷

۲ ادبیات تحقیق ۹

۱.۲ مقدمه ۹

۲.۲ مفهوم ریسک ۱۰

۱.۲.۲ سنجه های ریسک ۱۰

۳.۲ بورس اوراق بهادار ۱۱

۱.۳.۲ بازارهای مالی ۱۱

۲.۳.۲ عوامل موثر بر بورس اوراق بهادار ۱۱

۴.۲ بورس انرژی (نفت) ۱۲
۱.۴.۲ بزرگترین تولید کنندگان نفت ۱۳
۲.۴.۲ اوپک و جایگاه ایران ۱۳
۳.۴.۲ عوامل تاثیر گذار بر قیمت نفت ۱۴
۴.۴.۲ تاثیر قیمت نفت بر بورس اوراق بهادار تهران ۱۵
۵.۲ بازار ارز ۱۶
۱.۵.۲ عوامل بی ثبات کننده بازار ارز ۱۶
۲.۵.۲ عوامل تعیین کننده ارزش ارز (دلار) ۱۶
۳.۵.۲ تاثیر نرخ ارز بر بورس اوراق بهادار ۱۷
۶.۲ بورس طلا(سکه) ۱۷
۱.۶.۲ عوامل موثر بر قیمت طلا ۱۷
۲.۶.۲ تاثیر قیمت طلا بر بورس اوراق بهادار ۱۸
۷.۲ نتیجه فصل دوم ۱۸

۳ مبانی نظری تحقیق **۱۹**
۱.۳ مقدمه ۱۹
۲.۳ بازده و مدل های پیش بینی بازده ۲۰
۱.۲.۳ مدل اتو رگرسیو ۲۰
۲.۲.۳ مدل میانگین متحرک ۲۱
۳.۲.۳ مدل اتو رگرسیو میانگین متحرک ۲۱
۳.۳ ریسک و سنجه های ریسک ۲۲
۱.۳.۳ سنجه های ریسک منسجم ۲۲
۲.۳.۳ ارزش در معرض ریسک ۲۳
۳.۳.۳ روش های اندازه گیری ارزش در معرض ریسک ۲۴
۴.۳.۳ روش های ناپارامتریک ۲۴
۵.۳.۳ روش های پارامتریک ۲۴
۶.۳.۳ روش هاش شبه پارامتریک ۲۴
۷.۳.۳ محدودیت های سنجه ارزش در معرض ریسک ۲۴
۸.۳.۳ ریزش مورد انتظار (ارزش در معرض ریسک شرطی) ۲۵
۴.۳ نظریه ارزش فرین ۲۶
۱.۴.۳ مدل سازی نظریه ارزش فرین ۲۷
۲.۴.۳ براورد ارزش در معرض ریسک طبق نظریه ارزش فرین ۳۰
۵.۳ واریانس ناهمسانی شرطی اتو رگرسیو تعمیم یافته ۳۱
۱.۵.۳ مدل $GARCH-n$ ، $GARCH-t$ ۳۲

۲.۵.۳ خانواده مدل های گارچ ۳۳
۳.۵.۳ مدل گارچ های نامتقارن ۳۳
۴.۵.۳ مدل GJR ۳۳
۵.۵.۳ مدل همبستگی شرطی پویای گارچ ۳۴
۶.۳ همبستگی ۳۶
۷.۳ توابع کاپیولا ۳۸
۱.۷.۳ قضیه بنیادی اسکولار ۳۸
۲.۷.۳ توابع کاپیولا ضربی ۴۰
۳.۷.۳ تابع کاپیولا بیضوی ۴۰
۴.۷.۳ توابع کاپیولا ارشمیدسی ۴۳
۵.۷.۳ توابع وین کاپیولا ۴۳
۸.۳ توصیف داده های تحقیق ۴۹
۱.۸.۳ پارامتر های توزیع حاشیه ایی کاپیولا ۴۹
۲.۸.۳ آزمون نرمال بودن ۴۹
۳.۸.۳ آزمون دیکی ـ فولر تعمیم یافته ۴۹
۴.۸.۳ معیار ارزیابی AIC ۵۰
۵.۸.۳ برآورد توزیع های حاشیه ایی مدل گارچ ۵۱
۶.۸.۳ برآورد تابع چگالی کاپیولا ۵۱
۹.۳ پیشینه ی پژوهش ۵۲
۱.۹.۳ پیشینه داخلی ۵۲
۲.۹.۳ پیشینه خارجی ۵۴
۱۰.۳ نتیجه فصل سوم ۵۷

۴ تجزیه و تحلیل داده ها **۵۹**
۱.۴ مقدمه ۵۹
۲.۴ تحلیل توصیفی داده ها ۵۹
۳.۴ همبستگی بازار های مالی ۶۶
۴.۴ پیاده سازی رویکرد نظریه ارزش فرین ۶۸
۱.۴.۴ روش حداکثر بلوک(GEV) ۶۸
۲.۴.۴ رویکرد فراتر از آستانه ۶۹
۳.۴.۴ تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار ۷۰
۵.۴ تخمین پارامتر های مدل گارچ ۷۲
۶.۴ تخمین پارامتر های تابع کاپیولا ۷۴
۷.۴ تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار ۷۵

۸.۴ نتیجه فصل چهارم ۷۸

۵ نتیجه گیری و پیشنهادات **۷۹**

۱.۵ مقدمه ۷۹

۲.۵ جمع بندی و نتیجه گیری ۸۰

۳.۵ محدودیت های تحقیق ۸۳

۴.۵ پیشنهادات برای تحقیقات آتی ۸۴

مراجع **۸۷**

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی **۹۳**

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی **۹۷**

فهرست تصاویر

۱.۲ سهم اوپک از ذخایر نفت جهان (منبع سایت اوپک) ۱۳
۲.۲ سهم هر یک از کشور های تولیدکننده نفت اوپک ۱۳
۳.۲ Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) ۱۴
۴.۲ عوامل سیاسی و حوادث تاثیر گذار بر قیمت نفت در جهان. ۱۵

۱.۳ محدوده ارزش در معرض ریسک ۲۴
۲.۳ محدوده ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی برای تابع توزیع ضرر ۲۶
۳.۳ نوع توزیع داده ها در روش حداکثر بلوک ۲۷
۴.۳ مقایسه توزیع گامبل ،فریشه،ویبول(گیلی،۲۰۰۶) ۲۹
۵.۳ نوع توزیع داده ها در روش فرا تر از آستانه(POT) ۲۹
۶.۳ ساختار همبستگی توابع کاپیولا دو متغیره.(همبستگی کاملا وابسته، مستقل، کاملا وابسته منفی) ۴۰
۷.۳ شکل ساختار وابستگی دسته $D-Vine$ ۴۵
۸.۳ شکل ساختار وابستگی دسته $C-Vine$ ۴۶
۹.۳ شکل ساختار وابستگی دسته $R-Vine$ ۴۶

۱.۴ روند زمانی شاخص بورس اوراق بهادار ۶۱
۲.۴ روند زمانی قیمت نفت خام اوپک ۶۱
۳.۴ روند زمانی قیمت دلار در ایران ۶۲
۴.۴ روند زمانی قیمت سکه در ایران ۶۲
۵.۴ روند زمانی قیمت اونس طلای جهانی ۶۳
۶.۴ بازده لگاریتمی شاخص بورس اوراق بهادار ۶۴
۷.۴ بازده لگاریتمی نفت خام اوپک ۶۴
۸.۴ بازده لگاریتمی نرخ دلار ۶۵
۹.۴ بازده لگاریتمی قیمت سکه ۶۵
۱۰.۴ بازده لگاریتمی قیمت اونس طلا جهانی ۶۵

۱۱.۴ میزان همبستگی شاخص های بازار های مالی مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۹۰ـ۱۳۹۸ . . . . . ۶۶
۱۲.۴ میزان عددی همبستگی شاخص های بازار های مالی مورد مطالعه . . . ۶۷
۱۳.۴ گراف همبستگی مابین بازار های مالی مورد مطالعه ، طبق یافته های تحقیق. ۶۸
۱۴.۴ نحوه توزیع تابع میانگین فزونی ۷۰

فهرست جداول

۱.۱ معرفی متغیر های تحقیق ۵

۱.۳ ویژگی توابع کاپیولا بیضوی ۴۲
۲.۳ تابع مولد، اندازه وابستگی و دامنه تغییر پارامتر های برخی از توابع خانواده کاپیولا ۴۷
۳.۳ خلاصه ویژگی های برخی از توابع خانواده کاپیولا دو متغیره. ۴۸

۱.۴ معرفی متغیر های تحقیق ۶۰
۲.۴ اطلاعات آماری توصیفی متغیر های تحقیق ۶۰
۳.۴ وضعیت آماری بازده لگاریتمی قیمت های متغیر های تحقیق ۶۳
۴.۴ مقدار پارامتر های رویکرد حد اکثر بلوک شاخص های مورد مطالعه از سال ۹۸ـ۹۰ است. ۶۹
۵.۴ مقدار پارامتر های رویکرد فرا تر از آستانه شاخص های مورد مطالعه از سال ۹۸ـ۹۰ است. ۷۱
۶.۴ تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار بازده روزانه ۷۱
۷.۴ تخمین پارامتر های مدل $GARCH(۱,۱)$ ۷۳
۸.۴ تخمین پارامتر های مدل $GJR-GARCH(۱,۱)$ ۷۳
۹.۴ ماتریس همبستگی متغیر های تحقیق ۷۴
۱۰.۴ مقادیر VAR و ES متغیر های تحقیق ۷۶

فصل ۱

مقدمه

۱.۱ مقدمه

بورس تهران یکی از بازار های مالی در ایران است که به عنوان واسطه ایی بین بازار و سرمایه گذاران عمل می کند.
اقتصاد هر کشور تحت تاثیر عواملی قرار دارد که می توان موارد زیر را اشاره کرد: وضعیت عمومی شرکت ها، ویژگی های بازار مالی و عوامل پایه اقتصادی (مانند نرخ ارز، قیمت نفت، قیمت طلا، تورم و حجم پول) که بسیار تاثیر گذار هستند. از این رو با شناخت عوامل تاثیر گذار بر مواردی که با تغییر آن ها بازار مالی تاثیر می پذیرد کمک زیادی به تشخیص روند حرکتی بازار می کند.
اندازه گیری میزان تاثیر گذاری هر یک از مولفه های کلان اقتصادی که علاوه بر شرایط داخلی کشور ها به شرایط خارجی و بین اللملی نیز وابسته است جهت پیش بینی آینده بازار بسیار مهم است. از بین مولفه های کلان اقصادی تاثیر گذار قیمت نفت، نرخ ارز به ویژه دلار آمریکا به دلیل این که قیمت نفت بر اساس آن است و قیمت طلا، که امروزه به عنوان دارایی های مالی محسوب می‌شود و دارای بازار های مالی جدا گانه در کشورهای مختلف هستند و مابین آن ها وابستگی وجود دارد مورد توجه محققین قرار دارد. ریسک ناشی از نوسانات قیمتی و وابستگی که مابین این بازار ها وجود دارد موجب شده است که این بازار های مالی بر بورس اوراق بهادار به عنوان یکی از اصلی ترین بازار سرمایه ایران، مهم تلقی شوند.

از بازار های مالی تاثیر گذار بر اقتصاد کشور ایران بازار های مالی نفت می باشد که هر گونه افزایش و یا کاهش غیر برنامه ریزی شده در قیمت نفت سبب تغییر در درآمدهای نفتی می شود که اقتصاد کشور های صادر کننده و وارد کننده را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می دهد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۳). [۱] [۵۲]
از دیگر عوامل تاثیر گذار بر اقتصاد کشور ایران قیمت ارزها و نوسانات قیمت ارز به ویژه دلار آمریکا است. زیرا قیمت نفت و نرخ ارز به یکدیگر وابسته هستند و بر یکدیگر تاثیر می گذارند. یکی دیگر از عامل های کلان اقتصادی که بر اقتصاد کشور تاثیر می گذارد قیمت طلا می باشد که امروزه از طلا علاوه بر جنبه زیور آلاتی بودن و جنبه هنری، به عنوان پشتوانه پولی کشورهای جهان مطرح می شود و بیش ترین مورد استفاده از آن جهت درست کردن سکه و شمش به عنوان ذخیره پولی است.
بورس اوراق بهادار تهران به عنوان يكي از بازارهاي سرمايه گذاري در اقتصاد ايران می باشد. به دلیل تاثیر پذیری بورس اوراق بهادار از سایر بازارهای مالی، در پژوهش حاضر با انتخاب بازارهاي طلا، نفت و ارز به عنوان اصلي ترين بازارهاي سرمايه گذاري در ايران به بررسي رابطه بین این بازارها و بورس اوراق بهادار اوراق بهادار پرداخته شده است.
موضوع اصلی این تحقیق اندازه گیری ریسک بازار های مالی می باشد. ارزش در معرض ریسک یکی از معمول ترین روش های اندازه گیری ریسک می باشد. در این پژوهش با ترکیب نظریه ارزش فرین، توابع گارچ و توابع کاپیولا، ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار سبدی متشکل از دارایی های مالی برای دوره زمانی خاص اندازه گیری می‌شود.

۲.۱ بیان مسئله

سرمایه گذاری در بازار های مالی یکی از اصلی ترین راه حل های پیشرفت اقتصادی است. از این رو باید به جای سرمایه گذاری در یک دارایی اقدام به تشکلیل سبدی از دارایی ها کرد. ایده اصلی و قدیمی سرمایه گذاری در پرتفوی [۲] که به صورت ضرب المثل رایج «همه تخم مرغ ها را نباید در یک سبد گذاشت» نشان می‌دهد که سرمایه گذاران از زمان های گذشته به جای سرمایه گذاری در یک دارایی، سرمایه گذاری در یک سبد دارایی را برای بدست آوردن حداکثر بازده و حداقل کردن ریسک ترجیح می‌دادند و برای اولین بار هری مارکوئیتز [۳] بود که در سال ۱۹۵۰ مدل پرتفلیو را ارائه کرد. از مهم ترین نقش های بازار بورس به عنوان یک بازار مالی جذب سرمایه، از طرف سرمایه گذاران است. شناخت روند حرکتی شاخص و تعیین قیمت سهام و بررسی عوامل موثر بر شاخص برای سرمایه گذارای در بازار با توجه با سایر بازار های مالی بسیار مهم است. در این ارتباط نظریه ها و مدل های زیادی همچون مدل های مارکوتیز

[1] Wang et al
[2] portfolio
[3] Harry Markowitz

(۱۹۵۲) [۱]، شارپ (۱۹۶۳) [۲]، و بلک_ شولز (۱۹۷۳) [۳] جهت بررسی ارتباط بین ریسک و بازده دارایی های مالی مطرح شده است. [۲۹]
اندازه گیری ریسک بازارهای مالی بسیار مهم است و با روش های مختلفی انجام می شود. از میان تمامی این روش ها ارزش در معرض ریسک [۴] کاربرد بیشتری دارد. ارزش در معرض ریسک را می توان برای هر نوع سبدی از دارایی ها بکار برد و امکان مقایسه ی ریسک سبدهای مختلف را میسر می سازد. [۴۳] ارزش در معرض ریسک یعنی بدترین زیان مورد انتظار را تحت شرایط عادی بازار و طی یک دوره زمانی مشخص و در یک سطح اطمینان معین اندازه می گیرد. کاربردهای ارزش در معرض ریسک بر این فرض متکی است که بازده دارایی ها به صورت نرمال توزیع شده است. که ارزش در معرض ریسک محدودیت هایی برای اندازه گیری ریسک دارد. روشی که در این پژوهش از آن برای رفع این محدودیت استفاده می شود روش نظریه ارزش فرین است. روش های سنتی محاسبه ارزش در معرض ریسک بر این فرض استوار هستند که که توزیع احتمال بازدهی دارایی ها دارای توزیع نرمال هستند.(هانگ و همکارن ۲۰۰۹). [۵] [۴۲] مطالعات صورت گرفته نشان می دهد که وابستگی دارایی های مالی همیشه به صورت خطی نیست و همبستگی خطی قادر به نمایش رابطه هاي غیرخطی_ که میان اغلب عوامل ریسک وجود دارد نمی باشد. بر این اساس مدل سازي ساختار وابستگی میان بازارها و دارایی هاي مالی، باعث شده است مدل هاي مختلفی براي رفع این مشکل ارائه شود. از جمله این مدل ها، مدل هاي خانواده گارچ [۶] هستند که با در نظر گرفتن چولگی، کشیدگی و همبستگی متغیرها ارائه شده اند.
یکی از روش های رایج دیگر جهت بررسی وابستگی بازار های مالی، استفاده از توابع کاپیولا می باشد. این توابع قادر به توصیف ساختارهاي وابستگی غیرخطی دارایی های مالی می باشند. توابع کاپیولا، این امکان را فراهم می آورد تا انواع ساختار وابستگی را را مشخص کرد. در این پژوهش با به کارگیري توابع کاپیولا، ترکیب مدل های مختلف تابع کاپیولا و گارچ به تعیین ساختار وابستگی میان بازده دارایی های مالی مختلف و توانایی این رویکرد در محاسبه ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار دارایی های بازار های مالی مختلف می پردازیم.

۳.۱ ضرورت انجام تحقیق

به دلیل وجود وابستگی در بازار های مالی، اطلاع از میزان وابستگی برای تشکیل سبد بهینه برای سرمایه گذاران مهم است. یکی از موضوعات اساسی در بازار اندازه گیری ریسک است، بنابراین اقدام به اندازه گیری ریسک می کنند و برای کم کردن ریسک سرمایه گذاري، اقدام

[1] Markowitz
[2] Sharpe
[3] Black-Scholes
[4] VaR
[5] Jen-Jsung Huang et al
[6] GARCH

به متنوع سازي سرمايه گذاری ميان صنايع و گروه هاي مختلف می نمايند. يکی از روش های مدل سازي ساختار وابستگی، توابع کاپيولا هستند که کاربرد زيادی در مديريت ريسک، دارند.

۴.۱ اهداف تحقيق

بررسی نحوه و ميزان تاثير گذاری هر يک از بازار های مالی نفت، ارز و قيمت طلا بر روی بورس اوراق بهادار تهران است. اهداف آن عبارت است از :

- استفاده نظريه ارزش فرين در مدل سازی ريسک بازار های بورس اوراق بهادار، نفت، ارز، سکه و طلا.
- بررسی رابطه بازار ارز و بورس اوراق بهادار تهران.
- بررسی رابطه بازار نفت و بورس اوراق بهادار تهران.
- بررسی رابطه بازار طلا و بورس اوراق بهادار تهران.
- اندازه گيری ارزش در معرض ريسک و ريزش مورد انتظار بازار های مالی مورد مطالعه.

۵.۱ پرسش ها و فرضيات تحقيق

- نرخ ارز در روند حرکتی شاخص قيمت سهام تاثير گذار است.
- قيمت نفت در روند حرکتی شاخص قيمت سهام تاثير گذار است.
- قيمت طلا در روند حرکتی قيمت سهام تاثير گذار است.
- بين بازار های نفت و سهام وابستگی وجود دارد.
- بين بازار های ارز و سهام وابستگی وجود دارد.
- بين بازار های طلا و سهام وابستگی وجود دارد.

۶.۱ روش تحقیق

۱.۶.۱ جامعه آماری

جامعه آماری موردبررسی، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، قیمت نفت اوپک، نرخ دلار و نرخ قیمت سکه و قیمت هر اونس طلا جهانی می باشد.

۲.۶.۱ نمونه آماری مورد استفاده

به منظور آن که نمونه انتخاب شده نماینده مناسبی از جامعه آماری باشد بازه زمانی مورد نظر از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا تاریخ ۱۳۹۸/۵/۳۱ به صورت داده های روزانه می باشد.

جدول ۱.۱: معرفی متغیر های تحقیق

نام متغیر	نوع داده و دوره مورد نظر	منبع دست رسی
شاخص کل بورس اوراق بهادار (P-index)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	سایت بورس اوراق بهادار http://tse.ir/archive.html
قیمت نفت اوپک (P-oil)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	www.opec.org/basket/basketDayArchives.xml
ارزش ریالی قیمت دلار ازاد (P-Usd)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	http://www.tgju.org
قیمت ریالی سکه (P-Coin)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	http://www.tgju.org
قیمت هر اونس طلای جهانی به دلار (P-Gold)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	http://www.tgju.org

۳.۶.۱ روش تجزیه و تحلیل داده ها

در این پژوهش به کمک نظریه ارزش فرین که بر دو رویکرد (حداکثر بلوک و فراتر از آستانه) تمرکز دارد به تخمین پارامتر های ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار پرداخته می شود از مدل های خانواده گارچ جهت تخمین دقیق تر ریسک بازار های مالی استفاده می شود و به کمک توابع کاپیولا به تبین وابستگی موجود مابین بازار های مالی پرداخته می شود تا اثر گذاری هر یک بر بورس اوراق بهادار اندازه گرفته شود. سپس با کمک پارامتر های تخمین زده شده مدل های منتخب گارچ و مفصل به اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار پرداخته می شود. مجموعه این اقدامات به کمک نرم افزار های تحلیلی R و متلب انجام می شود.

۷.۱ کاربرد های تحقیق و استفاده کنندگان از تحقیق

با توجه به این که داده های این تحقیق دادهای واقعی بورس اوارق بهادار و قیمت نفت و شاخص ارز و نرخ سکه و قیمت هر اونس طلا جهانی می باشد و با استفاده از روش های مختلف پیچیده ریاضی به تجزیه و تحلیل آن ها پرداخته ایم بنابراین برنامه ریزان کشوری و سیاست مدارن، اهالی سازمان بورس، بانک مرکزی و سرمایه گذاران کلان و خرد، پژوهشگران دانشگاهی، بیمه مرکزی و دیگر کسانی که به نوعی درگیر در امور اقتصادی کشور هستند می توانند از این تحقیق استفاده کنند.

۸.۱ نوآوری تحقیق

در بازار های مالی بین ریسک و بازدهی رابطه وجود دارد و همچنین مابین انواع بازار های مالی رابطه وجود دارد و بر یکدیگر اثر گذار هستند . از آن جایی که کشور ایران به عنوان یکی از صادر کنندگان نفت شناخته می‌شود و اقتصادی متکی به نفت و درآمد های حاصل از آن دارد و درآمد حاصل از فروش نفت به صورت ارز های بین المللی به ویژه دلار حاصل می شود و همچنین یکی از پشتوانه های دلار طلا می باشد بنابراین به بررسی و تاثیر گذاری بازار های نفتی و ارزی و طلا بر بورس اوراق بهادار به عنوان معرف اقتصاد ایران با استفاده از نظریه ارزش فرین، خانواده توابع گارچ و کاپیولا که به اندازه گیری بازده و ریسک و تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار می پردازند، پرداخته می‌شود.

۹.۱ ساختار کلی تحقیق

این تحقیق در پنج فصل گردآوری شده است، مقدمه و بیان مسئله و کاربرد و ضرورت تحقیق و... که در این فصل ارائه شد تحت عنوان مقدمه بیان شد. در فصل دوم به ادبیات تحقیق که شامل تعریف مفاهیم ریسک و انواع ریسک و مدل های مختلف اندازه گیری ریسک، تعریف انواع بازار های مالی، تعریف بازار بورس اوراق بهادار تهران و بازار نفت اوپک و بازار ارز ها و عوامل موثر بر هر یک از این بازار ها پرداخته می شود. در فصل سوم به مبانی نظری تحقیق پرداخته می شود. در ادامه روش های مختلف اندازه گیری ریسک (ارزش در معرض ریسک،ارزش در معرض ریسک شرطی و نظریه ارزش فرین) و خانواده بزرگ گارچ و همچنین خانواده کاپیولا که در تحقیق مورد استفاده قرار می گیرند پرداخته می شوند. فصل چهارم از این پژوهش نتایج تجربی تحقیق را که مورد بررسی قرار داده ایم بیان می شود. در فصل پنجم و پایانی به نتیجه گیری تحقیق و ارائه پیشنهادات می پردازد.

۱۰.۱ تعریف واژه های مهم

ریسک: [۱] متغیر تصادفی مانند X مقدار آن بیانگر زیان یا (سود) ناشی از وقوع یک یا چند اتفاق در یک بازه معین است.

تابع کاپیولا: [۲] در تئوری آمار و احتمال، کاپیولا تابع توزیع چند متغیره ای است که توزیع های حاشیه ای هر متغیر آن دارای توزیع یکنواخت است. به عبارت دیگر هر تابع مفصل نوعی تابع توزیع احتمال است که توزیع توأم متغیر های تصادفی را نشان می‌دهد.

ساختار وابستگی: شکل و نوع وابستگی های بین یک مجموعه از متغیر های تصادفی را گویند.

ارزش در معرض خطر : [۳] به حداکثر زیانی که در یک دوره ممکن است سرمایه گذار متحمل شود گفته می‌شود.

نظریه ارزش فرین: [۴] اندازه ریسک های بازار در طول دورهای غیر عادی و غیر قابل پیش بینی بازار را اندازه گیری می‌کند.

[1] Risk
[2] Copula
[3] Value−at−Risk
[4] Extreme Value Theory

فصل ۲

ادبیات تحقیق

۱.۲ مقدمه

بازار مالی موجود مانند بورس یکی از اساسی ترین بازارهای هر کشور است. آن چه در بازار های مالی با آن روبه رو هستیم ریسک بازار است. به همین دلیل مسئله مدیریت و کنترل ریسک بازار مالی امروزه به صورت یک امر مهم در آمده است. کمی کردن ریسک یکی از موضوعات مهم در مدیریت ریسک است. بنابراین شناخت عوامل موثر بر بازار سهام می تواند در اندازه گیری و کمی سازی درست ریسک کمک نماید. (پاکدین امیری و همکاران ،۱۳۸۹) [۵] عوامل زیادی بر بورس اوراق بهادار تاثیر گذار می باشد که برخی از آن ها عوامل اقتصادی داخلی همچون وضعیت شرکت ها (مانند دارایی ها، بدهی ها، مدیریت و ...) ویژگی های بازار سهام (مانند حضور سفته بازان، نحوه معامله سهام، کمبود اطلاعات و...) و برخی از آن ها عوامل کلان اقتصادی به نوعی عواملی که علاوه بر داخل کشور به شرایط بین المللی وابسته است (مانند قیمت نفت، نرخ ارز، قیمت طلا و...) که تاثیر فراوانی بر تحولات بازار سهام دارند.

با توجه به این که عوامل کلان زیادی مانند (قیمت نفت و نرخ ارز و قیمت طلا) بر شاخص بورس و صنعت های موجود در آن و قیمت سهام ها تاثیر گذار است، اندازه گیری ریسک امری مهم است. معیاری که به صورت رایج برای اندازه گیری ریسک بازار بورس به کار می رود ارزش در معرض خطر می باشد. این معیار حداکثر کاهش در ارزش (زیان) یک سبد از

دارایی های مالی را با احتمال مشخص $\alpha - ۱$ و در یک بازه زمانی معین h را اندازه می گیرد. در این فصل در شش بخش که به تفکیک در بخش نخست به مفهوم ریسک، سنجه های اندازه گیری ریسک و انواع ریسک هایی که بازار با آن مواجه است می پردازد. در بخش های دیگر انواع بازار های مالی (بورس اوراق بهادار، بورس انرژی، بورس ارز و بازار طلا) معرفی می شوند و عوامل تعیین کننده و تاثیر گذار بر این بازار های مالی مورد توجه قرار می گیرند و در بخش دیگر از این فصل به روابط پیدا و پنهان بازار های مالی با یکدیگر پرداخته می شود.

۲.۲ مفهوم ریسک

هر يك از پژوهشگران از واژه ریســك، تعریف خاصی را با دلایل و مباحث گســترده مطرح کرده اند. در همه این تعاریف، سه ویژگی مشترک می توان پیدا کرد.

- عمل یا اقدام بیش از يك نتیجه داشته باشد.
- تا زمان مشخص نشدن نتایج، از وقوع هیچ يك از آن ها به طور قطع نتوان گفت.
- حداقل يكي از نتایج که ممکن است پیش آید، پیامد نسبتاً نامطلوبي در بر داشته باشد.

پس، عدم اطمینان [۱] از نتایج از مهمترین ویژگی های انواع ریسك می باشد. تمام مؤسسات، از شرکت های هاي كوچك گرفته تا شرکت هاي بزرگ، با ریسك روبرو هستند. براي بازار های مالي، ریسـك از مفهوم وسـیع تري برخوردارست. آن چه برای بسیاري از بنگاه هاي مالي مانند بازار های مالی، مؤسسات بیمه و صندوق هاي بازنشستگي و سرمایه گذاران مهم است کنترل و مدیریت ریسك است. یکی از تعاریف ساده که از ریسک می شود، میزان نوسانات بازده می باشد. به عبارت دیگر هر چه نوسانات بازده مورد انتظار یک دارایی بیشتر باشد، آن دارایی را پر ریسک تر و هر چه نوسانات کمتر باشد آن را کم ریسک تر می گوییم.

۱.۲.۲ سنجه های ریسک

تاکنون سنجه هاي [۲] مختلفي براي اندازه گیري ریسك معرفي شده است که هر يك به جنبه اي از عدم اطمینان اشــاره دارد . بیشترین تفاوت موجود در سنجه های ریسک مربوط به نحوه اندازه گیری ریسک است. ســنجه هاي تلاطم [۳] ، سنجه هاي حساسیت [۴] و سنجه هاي ریسك نامطلوب [۵] به عنوان سنجه های کلی شناخته می شوند. سنجه های ریسک نامطلوب به دو دسته نیم سنجه های ریسک و سنجه های ریسک مبتنی بر صدک می باشد که معروف ترین سنجه موجود در سنجه های ریسک مبتنی بر صدک، ارزش درمعرض ریسک است.

[1] Uncertainty
[2] Measures
[3] Volatility Measures
[4] Sensitivity Measures
[5] Downside Risk Measures

ارزش در معرض ریسک

ارزش درمعرض ريسك، حداكثر زياني است كه كاهش ارزش سبد دارايي براي دوره معيني در آينده، با ضريب اطمينان مشخصي، از آن بيشتر نمي شود. به عبارتي ديگرارزش درمعرض ريسك، بدترين زيان موردانتظار را تحت شرايط عادي بازار و طي يك دوره زماني مشخص و در سطح اطمينان معين اندازه مي گيرد. ارزش درمعرض ريسك به اين سؤال پاسخ مي دهد كه با α درصد احتمال و طي افق زماني تعيين شده، حداكثر چه ميزان از ارزش دارايي يا سبد دارايي ها در معرض ريسك قرار دارد.
براي مثال، ارزش در معرض ريسك در سطح اطمينان ۹۹ درصد براي بازه زماني ۱۰ روزه، گوياي اين است كه حداكثر زيان مورد انتظار طي ۱۰ روز بعدي تنها يك بار در هر صد نمونه از مقدار ارزش درمعرض ريسك فراتر مي رود. به عبارتی مي توان گفت كه ارزش درمعرض ريسك كاهش در ارزش بازار دارايي يا سبد دارايي است كه مي توان انتظار داشت طي يك فاصله زماني معين و با يك احتمال خاص، از عدد معيني فراتر نمي رود. [۲۵]

۳.۲ بورس اوراق بهادار

۱.۳.۲ بازارهای مالی

بازار های مالی، را می توان جایی گفت که نقدینگی مازاد را از افراد و موسسات می گیرد و آن را در اختیار افراد و موسسات کم بود نقدینگی قرار می دهد.

انواع بازار های مالی

بازارهاي مالی با توجه سر رسید و نوع معاملات اوراق بهادار، به این صورت دسته بندی می شوند:
بازار سرمایه و بازار پول [۱] ، بازار اولیه و ثانویه [۲] و بازار های بورس و خارج بورس [۳]. [۸]

۲.۳.۲ عوامل موثر بر بورس اوراق بهادار

عوامل زیادی وجود دارد که بر بورس اوراق بهادار و قیمت سهام های موجود در آن تاثیر گذار هستند که باعث کاهش یا افزایش قیمت آن می‌شوند. این عوامل به دو دسته عوامل درونی و بیرونی تقسیم بندی کرد که به شکل زیر می‌باشند.

[1] Capital markets and Money
[2] Primary Markets and Secondary Markets
[3] Over The Counter Markets (OTC) and Organized Markets

عوامل درونی

- مدیریت شرکت.
- روند قیمت سهام در گذشته و آینده.
- ساختار مالی شرکت.
- مقدار تقاضا برای محصول شرکت.
- نرخ هزینه سرمایه.
- سود هر سهم و ... .

عوامل بیرونی

- عوامل اقتصادی.
  - اقتصاد بخشی [۱]: که از مهمترین آن ها میزان عرضه و تقاضای سهام در بازار، سرعت و نحوه نقل و انتقال سهام در بورس اشاره کرد.
  - اقتصاد کلان [۲]: سیاست های بانک مرکزی و سیاست های کلان که در درون کشور برای قیمت گذاری تعیین می شود.
  - اقتصاد خرد [۳]: نرخ ارز، نرخ بهره، نرخ مالیات، سیاست های بانک مرکزی و تورم و ... را شامل می شود.
- عوامل سیاسی و نظامی.
- عوامل فرهنگی و رفتاری.

که از میان عوامل ذکر شده به بررسی اثرات شوک نفتی، ارزی و طلا بر بورس اوراق بهادار پرداخته می‌شود.

۴.۲ بورس انرژی (نفت)

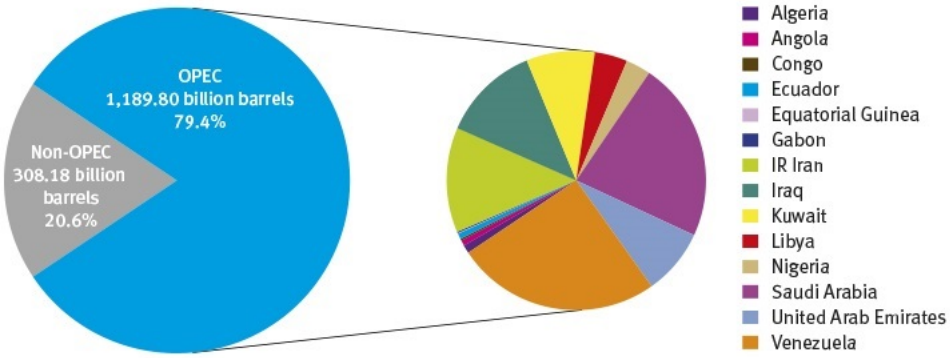
نفت به عنوان یک کالای اساسی در تامین انرژی جهان شناخته می‌شود. که اقتصاد بیشتر کشور های جهان تحت تاثیر قیمت نفت می‌باشد. سیاست گزاران و سرمایه گذاران مالی به بازار های نفت به طور ویژه توجه دارند به طوری که همواره تغییرات قیمت نفت را در نظر

[1] Economy part
[2] Macroeconomics
[3] Microeconomics

دارند . جایگاه ویژه نفت در اقتصاد کشورها سبب شد که بازار های مالی در قالب بورس های نفت شکل گیرد. به دلیل متفاوت بودن کیفیت نفت، شرایط جغرافیایی و هزینه های متفاوت استخراج نفت و مقدار عرضه و تقاضای سبب تشکیل بازار های مختلفی شده است.

۱.۴.۲ بزرگترین تولید کنندگان نفت

کشور هایی که دارای منابع عظیم نفتی هستند و جایگاه ویژه در تولید نفت خام دارند را می توان درقالب نمودار های زیر مشاهده کرد. شکل ۱.۲ میزان تولید و صادرات نفت خام در



شکل ۱.۲: سهم اوپک از ذخایر نفت جهان (منبع سایت اوپک)

شکل ۲.۲: سهم هر یک از کشور های تولیدکننده نفت اوپک

Venezuela	302.81	25.5%	Kuwait	101.50	8.5%	Algeria	12.20	1.0%	Gabon	2.00	0.2%
Saudi Arabia	267.03	22.4%	UAE	97.80	8.2%	Ecuador	8.27	0.7%	Equatorial Guinea	1.10	0.1%
IR Iran	155.60	13.1%	Libya	48.36	4.1%	Angola	8.16	0.7%			
Iraq	145.02	12.2%	Nigeria	36.97	3.1%	Congo	2.98	0.3%			

کشور هایی که بیشترین تولید و صادرات را دارند نمایش می‌دهد. طبق جدول کشور های ونزئولا، عربستان سعودی، ایران و عراق جزو بزرگترین تولید کنندگان نفت خام در دنیا هستند و کشور ایران با صادرات حدود ۱۵۵.۶ میلیون بشکه در روز و سهم ۱۳.۱ درصدی نقش مهمی را در بازار های جهانی دارد، بنابراین تاثیر گذاری میزان تولید و صادرات ایران در اقتصاد جهانی را نمی‌توان نادیده گرفت و به همین ترتیب میزان تغییرات قیمت نیز بر اقتصاد ایران که به درآمد های نفتی متکی است تاثیر گذار است از این رو بورس اوراق بهادار تحت تاثیر شوک های آن قرار دارد.

۲.۴.۲ اوپک و جایگاه ایران

سازمان کشورهای صادر کننده نفت با نام اختصاری اوپک (OPEC) شناخته می‌شود. که متشکل از کشورهای الجزایر، ایران، عراق، کویت، لیبی، نیجریه، قطر، عربستان سعودی،

امارات متحده عربی، اکوادور، آنگولا، ونزوئلا و کنگو است. برآوردها نشان می‌دهد اعضای اوپک حدود ۴۰ درصد از نفت خام جهان را تولید می کنند و حدود دو سوم ۸۱.۵ درصد ذخایر نفتی اثبات شده جهان را در اختیار دارند.

شکل ۳.۲: Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC)

۳.۴.۲ عوامل تاثیر گذار بر قیمت نفت

نفت خام یک کالای استراتژیک است و بازار آن با دیگر بازار ها در ارتباط می‌باشد و به همین دلیل عوامل بسیاری بر قیمت نفت خام اثر دارد. یکی از عوامل کلیدی میزان عرضه [۱] و تقاضا [۲] می باشد و در جریان میزان عرضه و تقاضا قیمت آن مشخص می‌شود. در حالت کلی عوامل تأثیر گذار بر روند قیمت نفت را می توان به سه دسته زیر تقسیم بندی کرد.

عوامل موثر بر تقاضا

چندین عامل اصلی را در تقاضای نفت خام موثر دانست که سبب کاهش و یا افزایش میزان تقاضا می‌شود. رشد اقتصادي جهان، تغییرات نرخ ارز دلار، نرخ ارز یورو، تقاضاي كالاهاي سرمايه اي، تحقیق و توسعه یافتی در انرژی های جایگزین، مسائل زیست محیطی و شرایط فصلی و جوی و ... .

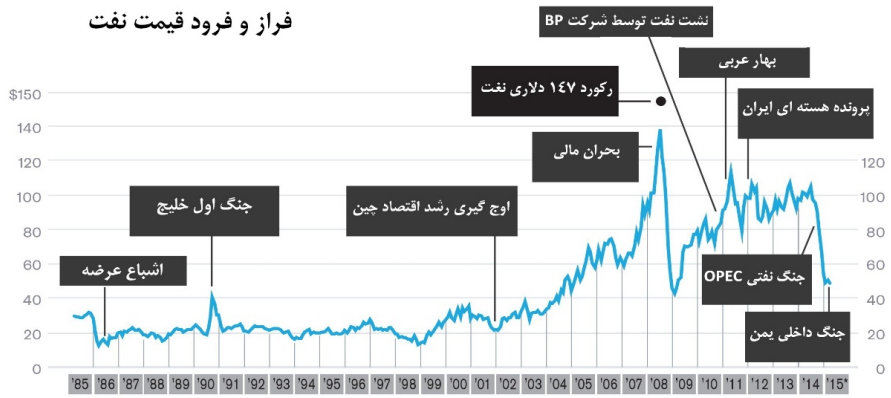
عوامل موثر بر عرضه

عوامل زیر را جزو مهمترین عامل های تولید و عرضه نفت دانست. ظرفیت تولید نفت خام، ظرفیت هاي مازاد تولید، ذخیره سازی هاي نفت خام، میزان اکتشاف منابع نفتی، نوع محل استخراج نفت (خشکی یا دریا) و هزینه های تولید و حمل و ... .

[1] Supply of oil
[2] Oil demand

عوامل سیاسی وحوادث

[۱] دسته دیگر از عوامل تاثیر گذار بر قیمت نفت خام عوامل سیاسی و رخ داد های غیرقابل پیش بینی هستند که در جهان رخ می دهند. که به طور خلاصه در شکل زیر آمده است، که چند مورد از این عوامل و میزان شوک قیمتی به وجود آمده را نشان می‌دهد. [۱۲]



شکل ۴.۲: عوامل سیاسی و حوادث تاثیر گذار بر قیمت نفت در جهان.

۴.۴.۲ تاثیر قیمت نفت بر بورس اوراق بهادار تهران

اثر گذاری قیمت نفت بر اقتصاد کشور ها را می توان به کشور های صادر کننده و وارد کننده نفت تقسیم کرد . دسته اول کشور های تولید کننده و صادر کننده نفت و دسته دوم کشور های خریدار و وارد کننده نفت. با توجه به این که کشور ایران به درآمد های حاصل از فروش محصولات نفتی متکی است جزو کشور های دسته اول می باشد. از این رو اقتصاد ایران از تغییرات قیمت نفت در بازارهای جهانی تاثیر می پذیرد. تحولات بازار نفت بازار سهام را نیز همانند سایر بخش های اقتصاد تحت تاثیر قرار می دهد. کاهش در قیمت نفت برای کشورهای صادر کننده نفت باعث می شود که سرمایه گذاران از سود آوری بنگاه ها اطمینان نداشته باشند و همین امر سبب کاهش سودآوری شرکت ها و کاهش قیمت سهام آنان خواهد یافت. با افزایش قیمت نفت باعث ایجاد انتظار سودآوری بیشتر سهام ها می شود که در پی آن قیمت سهام ها رشد غیر واقعی دارند. پژوهشگران به این نتیجه رسیده اند که ارتباط معناداری بین قیمت نفت و قیمت سهام ها وجود دارد.

[1]Olitical factors and Events

۵.۲ بازار ارز

به محل معامله ارز های خارجی بازار ارز می گویند که بازار ارز بزرگترین بازار مالی جهان است، که به بازار فارکس [۱] ، معروف است.

۱.۵.۲ عوامل بی ثبات کننده بازار ارز

عوامل که بر بازار ارز دخیل هستند شامل عوامل داخلی، خارجی و بحث روانی هستند.

عوامل داخلی:

- متغییر های کلان اقتصادی [۲]: مانند کسری بودجه، نرخ های بهره، نرخ تورم، بدهی های خارجی و داخلی و... بر نوسانات نرخ ارز تاثیر گذار هستند.
- عوامل سیاسی: [۳] اتفاقات سیاسی در کشور ها.

عوامل خارجی:

- شوک های خارجی [۴].
- تحولات بازار های مالی [۵]: در کشور هایی که ارتباط زیادی با بازار های مالی جهان دارند رخ می دهد.
- تحولات سیاسی و اقتصادی بین الملل [۶].

عوامل روانی:

زمانی که سیاست گزاران اقتصادی برنامه مشخصی در قبال برنامه ارزی کشور نداشته باشند، خریداران و فروشندگان به دلیل بی اعتمادی به شرایط اقتصادی آینده اقدام به خرید و فروش ارز به طور هیجانی می کنند که سبب آشفتگی در بازار ارز می شوند.

۲.۵.۲ عوامل تعیین کننده ارزش ارز (دلار)

عوامل زیادی وجود دارد که بر نرخ ارز تاثیر گذار است، از جمله آن می توان موارد زیر اشاره کرد:

[1] Foreign Exchange
[2] Macroeconomic variables
[3] Political factors
[4] External shocks
[5] Financial market developments
[6] Political and Economic Transitions of the International

- تجارت بين الملل، قيمت هاي واردات و صادرات و تورم.
- سرمايه گذاري پرتفوي بين المللی، اوراق قرضه.
- سرمايه گذاري پرتفوي بين المللی، سهام.
- بازار ارز خارجی.
- **قیمت جهانی نفت خام:** به دلیل قیمت گذاری قیمت نفت بر اساس دلار آمریکا، هر گونه تغییر قیمت در قیمت نفت باعث تغییر در نرخ دلار می شود.

۳.۵.۲ تاثیر نرخ ارز بر بورس اوراق بهادار

نرخ ارز به عنوان عاملی بر واردات و صادرات کشور ها اثر گذار می باشد. بیشتر وارد کنندگان و صادر کنندگان شرکت های بورسی هستند از این رو روند نرخ ارز بر بورس اوراق بهادار و قیمت سهام آنان تاثیر می گذارد. همچنین به دلیل رقابتی که بین بورس کشور ها نیز وجود دارد تغییرات نرخ ارز سبب می شود که سرمایه گذاران در سرمایه گذاری خود در برخی کشور ها محتاط باشند. اقتصاد ایران به دلیل وابستگی به درآمد نفتی همواره تحت تاثیر نوسانات نرخ ارز قرار دارد، زیرا درآمد حاصل از فروش نفت بر اساس دلار حاصل می‌شود. به همین دلیل تغییرات ناگهانی در نرخ دلار سبب وارد شدن شوک به اقتصاد و بورس اوراق بهادار می شود و گاهی سبب سود آوری و گاهی سبب زیان می شود. [۲۳]

۶.۲ بورس طلا(سکه)

امروزه طلا به عنوان پشتوانه پول های بین المللی شناخته می‌شود. فلز طلا که بیشتر به شکل شمش و سکه می باشد به عنوان پشتوانه مالی و پولی کشور محسوب می شود. یکی از بازار های مالی در دنیا بازار سکه و طلا می باشد که به دلیل این که ریسک این بازار نسبت به سایر بازار های مالی کمتر است، بسیاری از سرمایه گذاران را به سمت خود جلب کرده است. [۱۸]

۱.۶.۲ عوامل موثر بر قیمت طلا

مهمترین عامل تعیین قیمت طلا میزان عرضه و تقاضا است، عوامل دیگری در قیمت تاثیر گذار می باشد. از جمله عوامل تاثیر گذار مهم تغییرات ارزش دلار و ذخایر ارزی، تغییرات نرخ بهره، تورم جهانی، تغییرات قیمت جهانی نفت و وقایع سیاسی و ... هستند. [۱۸]

۲.۶.۲ تاثیر قیمت طلا بر بورس اوراق بهادار

قیمت طلا چون با دلار مشخص می شود هر تغییری در ارزش دلار باعث افزایش و کاهش قیمت طلا می شود. افزایش نرخ ارز در بورس اوراق بهادار برای شرکت ها متفاوت است. اگر از شرکت های صادراتی باشند، سبب بهبود وضعیت شرکت و در پی آن بورس تهران می شود. ولی اگر شرکت ها وارد کننده به خصوص وارد کنندگان مواد اولیه باشند، سبب مشکل در وضعیت شرکت و بورس خواهیم بود. رابطه ایی که بین دلار و طلا وجود دارد می تواند به این صورت باشد که با افزایش قیمت و ارزش دلار به دلیل اینکه قیمت طلا با این ارز اعلام می شود باعث کاهش قیمت طلا می‌شود. [۱۸]

۷.۲ نتیجه فصل دوم

بازار مالی یکی از اساسی ترین بازار های هر کشور است. شرایط بازار مالی به شدت بر اقتصاد کشور تاثیر گذار می باشد. یکی از مقوله های بازار مالی ریسک بازار های مالی می‌باشد. کنترل و مدیریت ریسک مولفه بسیار مهمی جهت سرمایه گذاری درست در این بازار می‌باشد. شناخت عوامل موثر بر بازار مالی می تواند در کمی سازی و مدیریت ریسک کمک قابل توجهی کند. عوامل تاثیر گذار بر بازار های مالی برخی جنبه داخلی و برخی جنبه بین المللی دارند و خارجی، بنابراین شناخت و میزان تاثیر گذاری هر یک در مدیریت ریسک مهم است

از جمله عوامل خارجی تاثیر گذار بر بورس اوراق بهادار قیمت جهانی نفت، نرخ دلار و قیمت طلا اشاره کرد که به طور مستقیم و غیر مستقیم بر بورس اوراق بهادار و صنعت های فعال موجود در بورس تاثیر گذار هستند.

فصل ۳

مبانی نظری تحقیق

۱.۳ مقدمه

مدیریت سرمایه گذاری و بهینه سازی ریسک در بازار های مالی بسیار مهم است. یکی از موضوعات مهم در بحث مدیریت ریسک، مسئله کمی سازی آن است. با توجه به افزایش بازار های مالی (بورس اوراق بهادار، بازار های جهانی نفت، بورس کالا، بورس ارز و بورس طلا) سرمایه گذاران سبدی از دارایی های مختلف را از بازار های مالی متنوع انتخاب می کنند. هر یک از دارایی ها در سبد دارای ریسک و بازده مشخص آن دارایی می باشد، که ریسک و بازده کل سبد را شامل می شوند. سنجه های زیادی هستند که مقدار ریسک را اندازه گیری می کنند، دو سنجه مهم، ارزش در معرض ریسک و سنجه ارزش در معرض ریسک شرطی [۱] است که به دلیل برخی محدودیت های ارزش در معرض ریسک از جمله زیر جمع پذیری در پرتفلیو از $CVaR$ استفاده می شود. به دلیل ضعف روش های خطی مانند عدم پایداری در برابر شوک های وارده و ... روش هایی غیر خطی را مورد استفاده قرار می دهیم که تحت مدل های گارچ $GARCH$ معرفی کردند و شناخته می شوند. همچنین وجود همبستگی بین بازار های مالی و دارایی های مالی در یک بازار با بازار های مالی دیگر نیازمند بررسی همبستگی است. از مدل توابع کاپیولا برای این موضوع استفاده می کنیم. بنابراین در این فصل در بخش های مختلف ابتدا مدل های ریاضی و آماری سنجه های ریسک VaR و $CVaR$ بررسی می شود. در بخش

[1] $CVaR$

دوم به معرفی مدل های $GARCH$ و خانواده مدل های گارچ که مورد استفاده قرار می‌گیرند پرداخته می‌شود و قابلیت هر یک بیان می‌شود و در بخش سوم تابع کاپیولا و خانواده کاپیولا معرفی شده و در بخش پایانی این فصل به سابقه پژوهش پرداخته می شود.

۲.۳ بازده و مدل های پیش بینی بازده

ریسک و بازده، دو روی یک سکه هستند. یکی از تعاریف دیگر ریسک، احتمال تفاوت بازده واقعی از بازده مورد انتظار است. بر اساس این مدل از اندازه گیری ریسک ابتدا باید آنچه از بازده که برای آینده انتظار داریم را برآورد کرده و بعد احتمال تفاوت بازده واقعی از بازده مورد انتظار را محاسبه کنیم.
نحوه محاسبه آن به صورت لگاریتم نرخ قیمت به صورت (۱.۳) می باشد:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \qquad (۱.۳)$$

که در آن
P_t: ارزش آتی دارایی
P_{t-1}: ارزش دارایی را نشان می دهد.
بازده لگاریتمی [1] به طور ضمنی به این صورت است که سود های میان دوره آینده به طور مستمر مجددا سرمایه گذاری می شود. روش های مختلفی وجود دارد که بازده را محاسبه می کنند، از جمله آن ها می توان موارد زیر را بیان کرد.

۱.۲.۳ مدل اتو رگرسیو

مدل های اتو رگرسیو [2] برای داده های سری زمانی مورد استفاده قرار می گیرند. در این مدل ها فرایند شکل گیری بازده قیمت ها به صورت زیر است.

$$AR(p) = r_t = \omega + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i r_{t-i} + \varepsilon_t, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \qquad (۲.۳)$$

که در آن ω و α_i پارامتر های مدل هستند.
منظور از عبارت اتو رگرسیو در این مدل، رگرسیو r_i بر روی مقادیر گذشته خودش است. α_1 نشانگر ضرایب اتو رگرسیو در این مدل ها هستند. اگر این رگرسیو بر روی بازده های یک دوره قبل باشد به آن خود رگرسیو مرتبه اول گویند و با $AR(1)$ نمایش می دهیم، اگر بر روی بازده p دوره باشد به آن خود رگرسیو مرتبه p ام گوییم و با $AR(p)$ نمایش می دهیم.

[1] Logarithmic return
[2] Autoregressive model

۲.۲.۳ مدل میانگین متحرک

مدل میانگین متحرک [۱] برای برآورد داده های سری زمانی مورد استفاده قرار می گیرد. در این مدل فرایند شکل گیری بازده قیمت به شکل زیر است.

$$MA(q) = r_t = \omega + \sum_{j=۱}^{q} \beta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t, \varepsilon \sim N(۰, \sigma^۲) \qquad (۳.۳)$$

که در آن r_t بازده دارایی در هر دوره و ω مقدار ثابت و β_j ضریب جملات خطا دوره هایی با وقفه های متناظر ε_{t-j} و جمله خطای همان دوره ε_t است. ضرایب β_j نشانگر خود همبستگی در یک فرایند میانگین متحرک می باشد. اگر مدل شامل همبستگی با جملات خطای یک دوره قبل باشد به آن میانگین متحرک مرتبه اول گویند و آن را با $MA(۱)$ نشان می دهند، اگر این همبستگی با جملات خطای q دوره قبل بر قرار گردد به آن میانگین متحرک مرتبه q گویند و با $MA(q)$ نشان می دهند.

۳.۲.۳ مدل اتو رگرسیو میانگین متحرک

این مدل نیز برای داده های سری زمانی است. این مدل از دو قسمت تشکیل شده است. یک قسمت مربوط به اتو رگرسیو متغیر مورد بررسی در هر دوره با p دوره قبل است $AR(p)$ و قسمت دیگر مدل به برقراری ارتباط میان متغیر در هر دوره با جملات خطای دوره های قبل q است $MA(q)$. به کمک این مدل می توان بازده هر دوره را بر اساس بازده ها و جملات خطای دوره های قبل مدل سازی کرد.

$$ARMA(p,q) = r_t = \omega + \sum_{i=۱}^{p} \alpha_i r_{t-i} + \sum_{j=۱}^{q} \beta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \qquad (۴.۳)$$

که در آن ω پارامتری که نشانگر مقدار بازده سهم در صورت صفر بودن دیگر پارامتر ها می باشد که به معنای میانگین رابطه می باشد.
α_i پارامتر نشان دهنده وزن بازده های مرتبه iام در تعیین بازده tام است.
β_j پارامتری که نشان دهنده وزن جملات خطلای مرتبه iام در تعیین بازده t ام است.
r بازده های مرتبه i ام.
عبارت $ARMA(p,q)$ به معنای مدل اتو رگرسیو میانگین متحرک [۲] با اتو رگرسیو مرتبه p ام و میانگین متحرک مرتبه q است.

[1] Moving Average Models
[2] Autoregressive Moving Average Model

۳.۳ ریسک و سنجه های ریسک

همان طور که در فصل قبل مفهوم ریسک مطرح شد محققان تعاریف مختلفی از ریسک را مطرح کردند که هر کدام یکی از سه ویژگی داشتن بیش از یک نتیجه، قبل از حصول نتیجه نداشتن آگاهی از قطعی بودن آن و داشتن حداقل یک پیشامد نسبتا نامطلوب را دارند. ریسک و بازده دو عضو جدایی ناپذیر از بازار هستند. اولین بار هری مارکویتز در سال ۱۹۵۲ به شکل کمی معیاری را برای اندازه گیری ریسک مطرح کرد. یکی از این روش های اندازه گیری ریسک بررسی نوسانات بازده می باشد. برای اندازه گیری این نوسانات از دو مفهوم واریانس و انحراف معیار استفاده می کردند. این دو مفهوم میزان نوسانات یک کمیت را حول میانگین با مقدار مورد انتظارش اندازه گیری می نماید. که به صورت زیر محاسبه می شود.

$$Var(r) = \sigma^{۲} = \frac{\sum_{t=۱}^{T} [r_t - \bar{r}]^{۲}}{T - ۱} \qquad (۱.۳)$$

که در آن r_t بازده دآرایی در دوره t. T تعداد دوره هایی که بازده دارایی نمونه گیری می شود. $\bar{r}$ میانگین بازده در دوره T [۱۶].

برای تعریف دقیق ریاضی ریسک فرض کنید (Ω, F, P) یک فضای احتمال و Δ افق زمانی مشخصی باشد و نماد $L^{\circ}(\Omega, F, P)$ بیان گر مجموعه متغیر های تصادفی متناهی تعریف شده بر روی فضای (Ω, F, P) باشد. علاوه بر آن فرض کنید $M \subset L^{\circ}(\Omega, F, P)$ نمادی برای مجموعه متغیر های تصادفی زیان های ناشی از ریسک مالی یک دارایی در افق زمانی Δ باشد. همچنین فرض کنید M مخروط محدب باشد.(M یک مخروط محدب است اگر به ازای هر X, Y متعلق به M $(X, Y \subset M)$ و به ازای هر $\lambda > ۰$ نتیجه شود $(X + Y \in M, \lambda X \in M)$ اکنون می‌توان تعریف دقیق یک سنجه ریسک را مطرح کرد.

قضیه ۱.۳.۳. *سنجه ریسک عبارت است از تابع حقیقی مقدار $\rho : M \to R$ است که در ان M مخروط محدبی از متغیر های تصادفی با ویژگی های به خصوصی است.*

در ادبیات مالی $\rho(X)$ مقدار دارایی مورد نیاز برای پوشش متغیر تصادفی زیان ناشی از ریسک X می‌باشد. ارتزنر و همکاران (۱۹۹۷)، سنجه ریسکی که این معیار ها را داشته باشد را سنجه ریسک منسجم [1] نامیدند [۹].

۱.۳.۳ سنجه های ریسک منسجم

در صورتی که ρ از چهار ویژگی زیر بر خوردار باشد به آن سنجه ریسک منسجم گفته می‌شود.

- ۱ـ اصل یکنواختی [2]: اگر $X_۱ \leq X_۲$ آنگاه $\rho(X_۱) \leq \rho(X_۲)$.

[1] Coherent Measure of Risk
[2] Monotonicity

- ۲ـ اصل انتقال تغییر ناپذیر [۱]: برای هر $m \in R$ داشته باشیم $\rho(X+m) = \rho(X) + m$.
- ۳ـ توزیع جمع پذیری [۲]: یعنی با تنوع در سبد دارایی اندازه ریسک سبد کمتر شود و در صورتی که وابستگی بین ریسک ها مثبت و کامل باشد مجموع اندازه ریسک ها یکی شود.
- ۴ـ همگنی مثبت [۳]: برای هر $\lambda > ۰$ داشته باشیم $\rho(\lambda X) = \lambda\rho(X)$ یعنی با λ برابر شدن ارزش دارایی ریسک ناشی از آن نیز λ برابر شود[۲۷].

۲.۳.۳ ارزش در معرض ریسک

ارزش در معرض ریسک، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده، با ضریب اطمینان مشخصی، از آن بیشتر نمی‌شود. به عبارت دیگر VaR می گوید که با α درصد احتمال و طی افق زمانی تعیین شده، حداکثر چه میزان از ارزش دارایی یا سبد دارایی ها در معرض ریسک قرار دارد. که به صورت زیر تعریف می شود:

$$P\{P_t - P_{t-۱} \geq VaR\} \leq \alpha \qquad (۲.۳)$$

یا

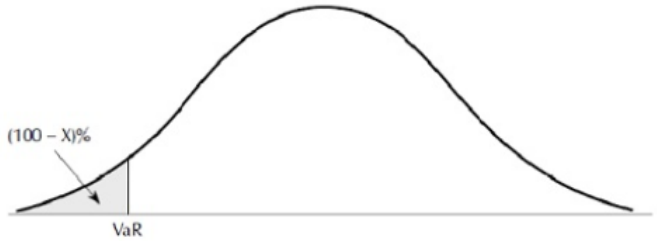
$$P\{P_{t-۱} - P_t \leq -VaR\} \leq \alpha \qquad (۳.۳)$$

که در آن، $P_{t-۱}$ ارزش سبد دارایی در زمان $t-۱$. P_t ارزش سبد دارایی در زمان t. α مقدار خطای آمارای است.
رابطه فوق بیان می‌کند که احتمال این که کاهش ارزش سبد دارایی در دوره آتی، بیش از ارزش در معرض ریسک باشد، حداکثر برابر با α است. به عبارتی دیگر، احتمال این که زیان سبد دارایی در دوره آتی کمتر از ارزش در معرض ریسک باشد برابر با $۱ - \alpha$ است.
اگر تابع توزیع تجمعی [۴] ارزش سبد دارایی در دور ه آتی را با $F(P)$ نشان دهیم، معکوس آن یعنی $F_P^{-۱}(\alpha)$ نشان دهنده صدک های ارزش سبد دارایی در دوره پیش روی است. بدین ترتیب، ارزش در معرض ریسک سبد دارایی از طریق رابطه (۴.۳) بدست می آید.

$$VaR = P_{t-۱} - F_p^{-۱}(\alpha) \qquad (۴.۳)$$

که در آن $F_p^{-۱}(\alpha)$ صدک آلفای [۵] توزیع ارزش سبد دارایی می‌باشد.
در شکل ۲.۳.۳ محدوده ارزش در معرض ریسک برای تابع توزیع ضرر در حالت نرمال را نشان می‌دهد [۳۵].

[1] Translation invariance
[2] Subadditivity
[3] Positive homogeneity
[4] Cumulative Distribution Function(CDF)
[5] Quantile



شکل ۱.۳: محدوده ارزش در معرض ریسک

۳.۳.۳ روش های اندازه گیری ارزش در معرض ریسک

سه رویکرد عمده برای محاسبه و برآورد VaR وجود دارد: روش های پارامتریک، روش های ناپارامتریک و روش های شبه پارامتریک می باشند.

۴.۳.۳ روش های ناپارامتریک

روش ناپارامتریک از داده های گذشته استفاده می شود، در روش ناپارامتریک هیچ فرضی از قبل برای نوع توزیع داده ها در نظر گرفته نمی‌شود و به جای برآورد پارامتر های تابع چگالی، از خود داده های گذشته استفاده می‌شود.

۵.۳.۳ روش های پارامتریک

در روش پارامتریک فرض می‌شود که توزیع احتمال بازده دارایی، از یک توزیع مشخص پیروی می کند. یکی از مهمترین روش های پارامتریک تئوری مقدار فرین. در روش های پارامتریک با استفاده از مفروضات گذشته، اطلاعات زیادی در مورد معیارهای اندازه گیری ریسک در اختیار داریم. در محاسبه ارزش در معرض ریسک به روش پارامتریک، تعیین تابع توزیع بازده دارایی و سپس پیش بینی نوسانات بازده دارایی بسیار مهم است.

۶.۳.۳ روش هاش شبه پارامتریک

این رویکردها ویژگی های هر دو گروه را دارند و مشکلات موجود در راه محاسبه ی سنجه های ریسک را با ترکیب ویژگی های مربوط به دو روش پارامتریک و ناپارامتریک را تا حدودی بر طرف می کند. [۱]

۷.۳.۳ محدودیت های سنجه ارزش در معرض ریسک

در روش ارزش در معرض ریسک اگر توزیع متغیر تصادفی X نرمال باشد آنگاه یک سنجه منسجم است. در غیر این صورت VaR داراي محدوديت هاي است، یکی از محدودیت مهم

سنجه VaR این است که تنها اگر خطایی رخ ندهد فقط بیشترین زیان موجود را نشان می دهد، مي‌گويد در ۹۵ درصد موارد زيان ما از مقدار ارزش درمعرض ريسك بيشتر نمي شود، اما در صـورت رخداد تخطي انتظار داريم ميزان زيان بيشـتر از مقدار VaR شـود و اين در حالي اسـت كه VaR به خودي خود در مورد زيان هاي بيشتر از اين، قابليت استفاده ندارد. يكي ديگر از محدوديت ها سنجه ارزش در معرض ریسک نداشتن خاصیت زیر جمع پذیری است. به عنوان سنجه ریسک منسجم شناخته نمی شود.(مک نیل و همکاران، ۲۰۰۵)
سنجه ریزش مورد انتظار [۱] (ES) که نام دیگر ان ارزش در معرض ریسک شرطی [۲] $(CVaR)$، است. که به عنوان یک ریسک منسجم شناخته می‌شود، استفاده می شود. [۴۶]

۸.۳.۳ ریزش مورد انتظار (ارزش در معرض ریسک شرطی)

ارزش در معرض ریسک شرطی محدودیت ها مطرح شده را ندارد و یک سنجه منسجم است. در ارزش در معرض ریسک شرطی چنان چه اوضاع بدتر باشد نشان می دهد تا چه مقدار دچار زیان می شویم. یکی از سنجه هایی که هم ویژگی VaR را دارد و یک سنجه ریسک منسجم است، سنجه ریزش مورد انتظار (ES) است. نام دیگر ریزش مورد انتظار ارزش در معرض ریسک شرطی $(CVaR)$ است.

قضیه ۲.۳.۳. *فرض کنید که تابع توزیع متغیر تصادفی X که با نماد F_X نمایش داده می‌شود یک تابع پیوسته باشد. در این صورت در سطح اطمینان α به امید ریاضی زیان های مورد انظار بزرگتر از VaR_α ریزش مورد انتظار گفته می‌شود، یعنی:*

$$ES_\alpha = CVaR_\alpha = E[X|X \geq VaR_\alpha] \qquad (۵.۳)$$

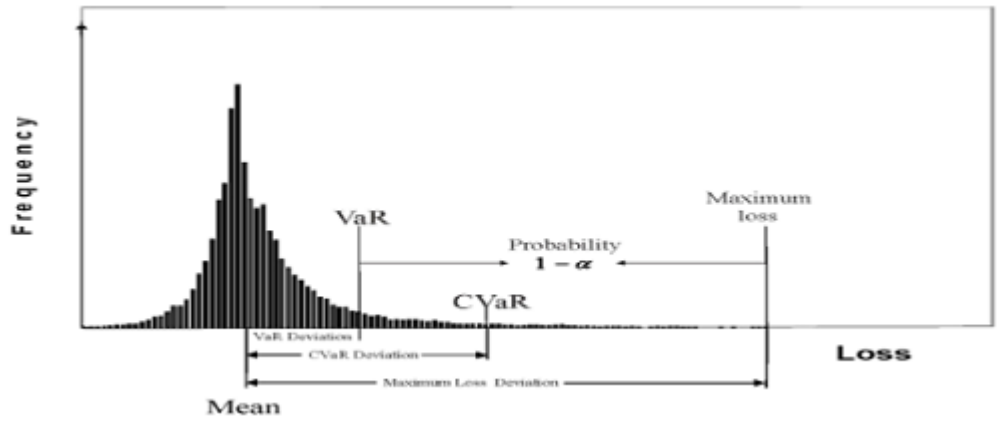
به عبارت دیگر اگر متغیر تصادفی X تابع زیان باشد آنگاه سنجه ES اندازه زیان انتظاری در دنباله بالای تابع توزیع را نشان می‌دهد.
ریزش مورد انتظار برای یک متغیر تصادفی با تابع توزیع ناپیوسته به صورت میانگین VaR_u همه $u \geq \alpha$ که $\alpha \in (۰,۱)$ تعریف می‌شود، یعنی:

$$CVaR_\alpha = ES_\alpha = \frac{۱}{۱-\alpha}\int_\alpha^۱ VaR_u du \qquad (۶.۳)$$

سنجه ES زیان دنباله توزیع متغیر تصادفی را نشان می‌دهد.

شکل (۸.۳.۳) محدوده ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی را برای تابع توزیع ضرر را نشان می دهد [۳۶].

[1] Expected Shortfall
[2] Conditional Value at Risk



شکل ۲.۳: محدوده ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی برای تابع توزیع ضرر

۴.۳ نظریه ارزش فرین

اغلب در کاربردهای VaR این طور فرض می شود که بازده دارایی های مالی به صورت نرمال توزیع شده است. شواهد نشان می دهد که بازده دارایی ها دارای توزیع چوله و دنباله هایی پرتراکم دارند. این موضوع حاکی از آن است که رویدادهای فرین (نظیر نوسانات نرخ ارز، قیمت نفت، طلا و...)در عمل، از آنچه توزیع نرمال پیش بینی می کند، احتمال وقوع بالاتری دارند. همچنین بیان می کند که فرض نرمال بودن، گاهی مواقع سبب می شود که مقدار ارزش در معرض خطر که محاسبه می شود اندازه هایی نامناسب و کاذب برای ریسک نشان دهد. با توجه به این شرایط، به نظر می‌رسد رویکرد جایگزینی که سطوح دنباله را به گونه ای متقارن تخمین میزند بسیار مناسب تر از رویکرد هایی باشند که نرمال یا لگ نرمال بودن مشاهدات را مسلم می گیرند. روش معرفی شده نظریه ارزش فرین [۱] است.

به هنگام وقوع رویدادهای فرین، رویدادهایی که بعید است رخ دهد، اما در صورت وقوع می تواند سبب زیان زیادی شوند، شوک نوسانات قیمت نفت، تغییرات ناگهانی نرخ ارز، افت شدید بازار، ورشکستگی مؤسسات بزرگ، وقوع بحران های مالی و فجایع طبیعی ازجمله این حوادث است.

دو رویکرد کلی از مدل های ارزش فرین وجود دارد، مدل های حداکثر بلوک و مدل فراتر از آستانه، این دو مدل می تواند با برآورد ارزش در معرض ریسک به کار گرفته شود (سویسو و ماپا) [۲] [۴۷].

[1] Frein Value Theory
[2] Suaiso and Mapa

۱.۴.۳ مدل سازی نظریه ارزش فرین

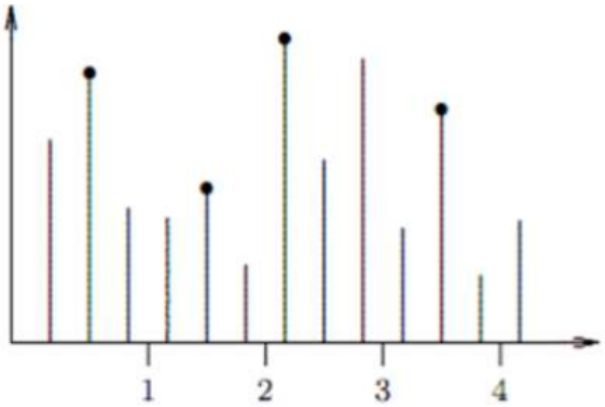
دو نوع رویکرد اصلی برای مدل سازی نظریه ارزش فرین وجود دارد: شرطی و غیرشرطی.
نوع غیرشرطی، به مدل های حداکثر بلوک [۱] معروف است و نوع شرطی، مدل های فراتر از آستانه [۲] نامیده می شود روش حداکثر بلوک بر این مبنا است که فاصله زمانی را به تکه ها و یا بلوک های یکسان تقسیم بندی کرده و فقط زیان حداکثر را برای هر یک از بلوک ها، بر اساس توزیع تعمیم یافته ارزش فرین مدل سازی می کنند. از سوی دیگر، روش فراتر از آستانه، تمام داده هایی را که فراتر از بالا ترین سطح تعیین شده هستند را مدل سازی می کند [۲۲] .

روش حداکثر بلوک(GEV)

در این روش رفتار آماری حداکثر M_n برابر است با $(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ از n متغیر تصادفی مستقل توزیع یافته $X_1, \ldots, X_n$ با تابع توزیع تجمعی $F(x)$ ، از دیدگاه مدیریت ریسک $X_t = -Z_t$ یک بازده منفی در زمان t است. تابع توزیع تجمعی M_n با:

$$p(M_n \leq x) = p(X_1 \leq x_1, \ldots, X_n \leq x_n) = \prod_{t=1}^{n} p(X_n \leq x) = F^n(x) \qquad (۱.۳)$$

در شکل ۱.۴.۳ می توان مفهوم حداکثر بلوک را بیان می کند. در این رویکرد حداکثر هر بلوک به عنوان یک داده فرین در نظر گرفته می شود.
ابتدا X_n ها بلوک بندی می شوند، آنگاه، در هر بلوک مقدار ماکسیمم به عنوان حداکثر بلوک M_n معرفی می شود. پس از آن، از این M_n ها نوع توزیع داده ها مشخص می شوند و به کمک توزیع به دست آمده، مقدار ارزش در معرض خطر محاسبه می شود. این رویکرد به جای کل مشاهدات X_n بر مقادیر فرین آن، M_n متمرکز است. که توزیع آن از رابطه زیر



شکل ۳.۳: نوع توزیع داده ها در روش حداکثر بلوک

[1] Generalized Extreme Value
[2] Peaks over Threshold

بدست می اید. [۱]

$$H_{\xi,\mu,\sigma} = \begin{cases} \exp\{-(1+\xi\frac{x-\mu}{\sigma})^{-\frac{1}{\xi}}\} & if\xi \neq 0, 1+\xi(\frac{x-u}{\sigma}) \geq 0 \\ \exp\{-\exp(-\frac{x-u}{\sigma})\} & if\xi = 0 \end{cases} \quad (۲.۳)$$

بدیهی است که، حد رابطه اول زمانی که ξ به سمت صفر میل می کند با رابطه دوم برابر است. بر این اساس جنکینسون [۲] پیشنهاد کرد که توزیع تعمیم یافته تنها با رابطه زیر نمایش داده شود.

$$H_{\xi,\mu,\sigma}(x_{max}) = \exp\{-(1+\xi_{max}(\frac{x_{max}-\mu_{max}}{\sigma_{max}})^{-\frac{1}{\xi}})\} \quad (۳.۳)$$

که در آن:

پارامتر اول و دوم σ_{max} و μ_{max} می باشد. μ_{max} پارامتر مکانی توزیع است، پارامتر σ_{max} پارامتر مقیاس است. شاخص سوم آن ξ_{max} ، شاخص دنباله است، که بر تراکم دنباله توزیع دلالت دارد. [۱۴]

فیشر و تیپت در سال (۱۹۲۸) و گندکو (۱۹۴۳) نشان دادند که توزیع حدی این استاندارد سازی حداکثرها وقتی تعداد داده های هر گروه n به سمت بی نهایت میل می کند به یکی از توزیع های گامبل، فریشه یا وایبال میل می کند. جنکیسون (۱۹۵۵) نشان داد که توزیع تعمیم یافته فرین سه حالت خاص دارد.

- ۱ـ

$$\begin{cases} F(x) = 0 & x \leq 0 \\ F(x) = \exp\{-x^{\frac{1}{\xi}}\} & x > 0 \end{cases} \quad (۴.۳)$$

- ۲ـ

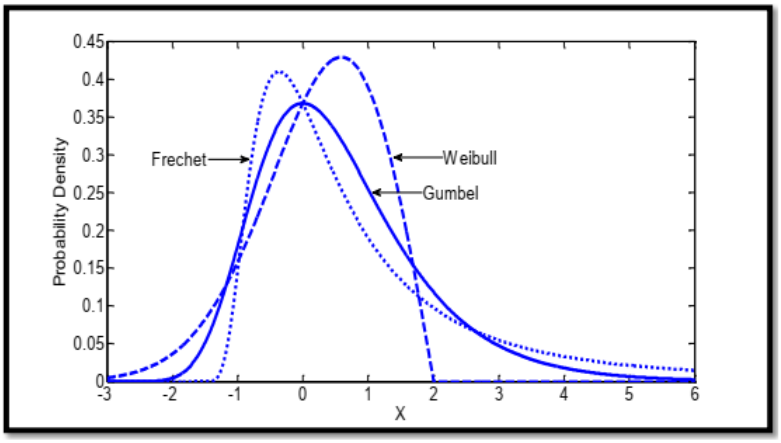
$$\begin{cases} F(x) = \exp\{-e^{-x}\} & x \in R \end{cases} \quad (۵.۳)$$

- ۳ـ

$$\begin{cases} F(x) = 0 & x \geq 0 \\ F(x) = \exp\{-x^{\frac{1}{\xi}}\} & x < 0 \end{cases} \quad (۶.۳)$$

پارامتر ξ پارامتر شکل دنباله نامیده می شود. مرتبط با شکل تابع توزیع پایه F_x است. در توزیع های با دنباله باریک مثل توزیع نرمال این پارامتر صفر است و به توزیع گامبل میل می کند. در توزیع های دنباله های پهن به توزیع t و توزیع پارتو منجر می شود، در توزیع فریشه این پارامتر مثبت است. در سری بازده های مالی که دنباله پهن هستند، مقدار این پارامتر زمانی که یک تابع توزیع تعمیم یافته مقدار حدی برازش شود، مثبت است [۱۳] .

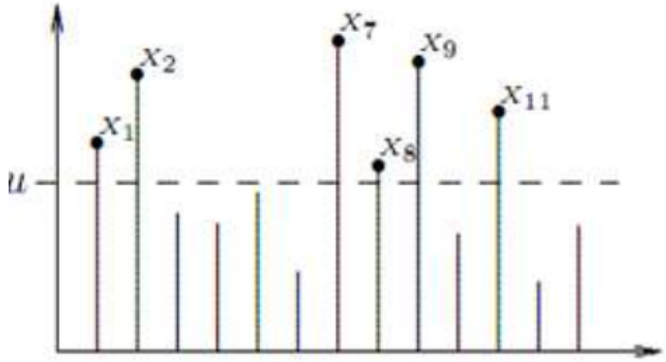
[1] Bensalah
[2] Jenkinson



شکل ۴.۳: مقایسه توزیع گامبل ،فریشه،ویبول(گیلی،۲۰۰۶)

روش فراتر از آستانه

با توجه به شکل (۵.۳) مشاهداتی که از آستانه u تخطی کرده اند، فرین محسوب می‌شوند. در این روش، ابتدا مقدار u به عنوان یک آستانه در نظر گرفته می‌شود، آنگاه X_n هایی که از مقدار u تخطی کنند به عنوان مقادیر فرین M_n در نظر گرفته می‌شوند و به مانند حالت حداکثر بلوک، مدل سازی شده و ارزش در معرض خطر بر اساس توزیع که بر آن ها برازش می‌شود، تعیین خواهد شد.



شکل ۵.۳: نوع توزیع داده ها در روش فرا تر از آستانه(POT)

فرض کنید $x_۱, x_۲, \ldots, x_n$ متغیر تصادفی مستقل و هم توزیع با توزیع حاشیه ایی F باشند. توزیع مقادیر فراتر از آستانه u به وسیله رابطه زیر که یک احتمال شرطی است بیان می شود.

$$F_u(y) = P\{X - u \leq y | X > u\} = \frac{F(y+u) - F(u)}{۱ - F(u)} \qquad (۷.۳)$$

این رابطه بیان گر احتمال مقدار x وقتی حداکثر به اندازه y از آستانه u بزرگتر است.
جهت استخراج مقادیر فرین از داده هایی که در اختیار داریم از توزیع X_t که به شکل زیر است کمک می گیریم.

$$F(x) = P\{X_t \leq x\}, t = ۱, ۲, \ldots, n$$

زمانی نمونه ها از مقدار آستانه u به ازای هر $t = ۱,۲,\ldots,n$ بالاتر است که داشته باشیم. $X_t > u$.دیگر مقادیر داده ها که آستانه بالاتر نیستند و به مقادیر اضافی تعریف می شود به صورت $Y = X_i - u$ است. که این روش به روش فراتر از آستانه معروف است [۱۱].

۲.۴.۳ براورد ارزش در معرض ریسک طبق نظریه ارزش فرین

جهت اندازه گیری ارزش در معرض ریسک ابتدا باید صدک های توزیع بازده یک دآرایی را تخمین زد. برای این که بتوانیم صدک های مربوط به توزیع تعمیم یافته پارتو را به صدک های توزیع اصلی منتقل کنیم، باید بین احتمالات این دو توزیع رابطه بر قرار کنیم. برای این کار از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$F_u(y) = \frac{F(y+u) - F(u)}{۱ - F(u)} \tag{۸.۳}$$

طبق قضیه بالکما، دی هان ، پیکاندس $F_u(y)$ برای u هایی که به اندازه کافی بزرگ است، به توزیع تعمیم یافته پارتو نزدیک می شود و از آن جایی که برای $x > u$ داریم $x = y + u$ بنابراین می توان نوشت:

$$F(x) = \big[۱ - F(u)\big] G_{\xi,\beta}(x-u) + F(u) \tag{۹.۳}$$

بعد از تعیین آستانه، مشاهدات فراتر از آستانه از نمونه مشاهدات جدا می شوند. اگر تعداد مشاهدات فراتر از آستانه را با n_u و تعداد کل مشاهدات نمونه را n نمایش داده می شود. به راحتی می توان آخرین جمله سمت راست رابطه بالا را به صورت زیر تخمین زد:

$$\hat{F}(u) = \frac{n - n_u}{n} \tag{۱۰.۳}$$

بنابراین با جایگذاری رابطه ۱۰.۳ در رابطه ۹.۳ رابطه زیر بدست می آید:

$$\begin{aligned} \hat{F}(x) =& (۱ - \frac{n-n_u}{n}) G_{\xi,\beta}(x-u) + \frac{n-n_u}{n} \\ =& \frac{n_u}{n} G_{\xi,\beta}(x-u) + \frac{n-n_u}{n} \\ =& ۱ + [\frac{n_u}{n} G_{\xi.\beta}(x-u) - ۱] \end{aligned} \tag{۱۱.۳}$$

در نهایت با جایگذاری تابع توزیع تجمعی تعمیم یافته پارتو در رابطه ۱۱.۳ تابع زیر بدست خواهد آمد:

$$\hat{F}(x) = ۱ - \frac{n_u}{n} (۱ + \hat{\xi} \frac{x-u}{\hat{\beta}})^{\frac{-۱}{\hat{\xi}}} \tag{۱۲.۳}$$

می توان به جای $x - u$ ، معادل آن یعنی مقادیر اضافی تر از آستانه را جایگزین کرد:

$$\hat{F}(x) = ۱ - \frac{n_u}{n} (۱ + \hat{\xi} \frac{y}{\hat{\beta}})^{\frac{-۱}{\hat{\xi}}} \tag{۱۳.۳}$$

برای یک احتمال معین مثل $\alpha - ۱$ ، به راحتی می توان صدک مربوط به توزیع را برآورد نمود. بدیهی است که این کار را با معکوس کردن توزیع $\hat{F}(x)$ امکان پذیر است:

$$\hat{F}(x)^{-۱}(۱-\alpha) = u + \frac{\hat{\beta}}{\hat{\xi}}\Big((\frac{n}{n_u}\alpha)^{\hat{\xi}} - ۱\Big) \qquad (۱۴.۳)$$

این رابطه زمانی درست است که شرط $۱-\alpha > F$ برآورد گردد. اگر داده های مورد بررسی بازده دارایی باشد، رابطه بالا همان ارزش در معرض خطر درصدی است. یعنی می توان نوشت:

$$٪VaR = u + \frac{\hat{\beta}}{\hat{\xi}}\Big((\frac{n}{n_u}\alpha)^{\hat{\xi}} - ۱\Big) \qquad (۱۵.۳)$$

که u تعداد کل داده های نمونه، n_u تعداد داده ای فراتر از آستانه و α سطح اطمینان مورد نظر است. ریزش مورد انتظار (ES) درصدی نیز برابر است با:

$$٪ES = \frac{٪VaR}{۱-\xi} + \frac{\hat{\beta} - \hat{\xi}_u}{۱-\xi} \qquad (۱۶.۳)$$

البته این رابطه مشروط بر $\xi < ۱$ می باشد [۳۳] .

۵.۳ واریانس ناهمسانی شرطی اتو رگرسیو تعمیم یافته

بلرسو [۱] (۱۹۸۶) تغییراتی را در مدل $ARCH$ به وجود آورد و مدلی کلی تر به نام اتو رگرسیو عمومی مشروط بر ناهمسانی واریانس تعمیم یافته $(GARCH)$ [۲] را مطرح کرد. این روش یك مدل سازی مبتنی بر تغییر واریانس در طول زمان است. کلمه شرطی بیانگر وابستگی به مشاهدات گذشته و خودهمبستگی، بیانگر مکانیسم بازخوردی است که مشاهدات گذشته را در تعیین مقدار متغیر وابسته در زمان حال مشارکت می دهد.

$GARCH$ ، مکانیسمی است که از واریانس های گذشته و جملات خطا برای توضیح واریانس فعلی استفاده می کند. ساده ترین مدل اتو رگرسیو عمومی مشروط بر ناهمسانی واریانس، مدل $GARCH(۱,۱)$ می باشد که به صورت زیر تعریف می شود:

$$\begin{aligned} &\sigma_t^۲ = \omega + \alpha_i \varepsilon_{t-۱}^۲ + \beta \sigma_{t-۱}^۲ \\ &\varepsilon \sim N(۰, \sigma^۲) \\ &\omega \geq ۰, \alpha, \beta \geq ۰, \alpha + \beta < ۱ \end{aligned} \qquad (۱.۳)$$

که در آن، $\sigma_t^۲$ پیش بینی واریانس برای دوره t.

$\varepsilon_{t-۱}^۲$ مجذور باقی مانده (جمله خطا) در دوره $t-۱$.

$\sigma_{t-۱}^۲$ واریانس پیش بینی شده برای دوره $t-۱$.

α, β, ω پارامتر های مدل هستند که برای پیش بینی دور های آتی مورد استفاده قرار می گیرند.

معادله (۱.۳) به صورت تابعی است که از سه قسمت تشکیل شده است.

[1] Borlerslev

[2] Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)

- ω بیانگر میانگین است .
- $\varepsilon_{t-۱}^۲$ معرفی کننده عبارت $ARCH$ که نشان دهنده اخباری در مورد تلاطم از دوره های گذشته می‌باشد و از طریق وقفه های توان دوم پسماند های معادله میانگین محاسبه می‌شود.
- $\sigma_{t-۱}^۲$ معرفی کننده عبارت $GARCH$ که نشان دهنده واریانس دوره های گذشته می‌باشد.

مدل عمومی $GARCH$ به صورت $GARCH(p,q)$ نمایش داده می‌شود که p مرتبه عبارت $ARCH$ و q مرتبه عبارت $GARCH$ است و معادله آن به صورت زیر می باشد:

$$\sigma_t^۲ = \omega_۰ + \sum_{t=۱}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^۲ + \sum_{t=۱}^{q} \beta_j \sigma_{t-۱}^۲ \qquad (۲.۳)$$

مدل فوق، به دلیل آسان بودن مدل و کم بودن تعداد پارامتر ها یکی از مدل های رایج خود رگرسیونی عمومی بر ناهمسانی واریانس است [۳۰] .

۱.۵.۳ مدل $GARCH-t$ ، $GARCH-n$

اگر بازده دارایی های توسط $\{X_t\}, t = ۱, \ldots, T$ نمایش داده شود. بنابراین $GARCH(۱,۱)$ با تغییرات استاندارد به ترتیب دارای توزیع نرمال استاندارد $(GARCH-n)$ یا توزیع tـ استیودنت $(GARCH-t)$ باشد. از این رو مدل به صورت زیر معرفی می شود.

$$\begin{aligned} x_t &= \mu + \alpha_t \\ \alpha_t &= \sigma_t \varepsilon_t \\ \sigma_t^۲ &= \alpha_۰ + \alpha_۱ a_{t-۱}^۲ + \beta \sigma_{t-۱}^۲ \\ \varepsilon_t &\sim N(۰,۱) or \varepsilon_t \sim t_d \end{aligned} \qquad (۳.۳)$$

در اینجا

$$\mu = E(x_t) = E(E(x_t|\Omega_{t-۱})) = E(\mu_t) = \mu$$

میانگین غیر شرطی از مجموعه بازده ها می باشد و

$$\sigma_t^۲ = Var(x_t|\Omega_{t-۱}) = Var(a_t|\Omega_{t-۱})$$

واریانس شرطی و

$$\alpha_۰ > ۰ ،\alpha_۱ \geq ۰ ،\beta \geq ۰ ،\alpha_۱ + \beta < ۱ ،\Omega_{t-۱}$$

مجموعه اطلاعات ما در زمان $t-1$ می باشد. در حالت نرمال $\alpha_1+\beta<1$ برای ایستایی کواریانس و فرایند همسویی کافی است و در نتیجه واریانس غیر شرطی α_t کراندار است. در حالی که واریانس شرطی σ_t^2 نسبت به زمان تغییر می نماید. در مورد توزیع های غیر شرطی نرمال، شرط $\alpha_1 Var(\varepsilon_t)+\beta<1$ بر قرار است. d مبین درجه آزادی است. تابع توزیع حاشیه ایی شرطی X_{t+1} برای بازده دارایی های $(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ به شکل زیر تعریف می شود [۲۴] . [۳۰]

$$P(X_{t+1}\le x|\Omega_t)=P(\alpha_{t+1}\le(x-u)|\Omega_t)=P\left(\varepsilon_{t+1}\le\frac{(x-\mu)}{\sqrt{\alpha_0+\alpha_1 a_t^2+\beta\sigma_t^2}}\right)$$

$$=\begin{cases} N\left(\frac{(x-\mu)}{\sqrt{\alpha_0+\alpha_1 a_t^2+\beta\sigma_t^2}}|\Omega_t\right), if\,\varepsilon_t\sim N(0,1) \\ t_d\left(\frac{(x-\mu)}{\sqrt{\alpha_0+\alpha_1 a_t^2+\beta\sigma_t^2}}|\Omega_t\right), if\,\varepsilon_t\sim t_d \end{cases} \quad (۴.۳)$$

۲.۵.۳ خانواده مدل های گارچ

از زمان به وجود آمدن مدل های گارچ با توجه به چالش هایی که در بازار های مالی به وجود می آمد و قابلیت انعطاف پذیری این مدل ها، مدل های مختلفی توسط ریاضی دانان به وجود آمد. پایه همه مدل های معرفی شده از خانواده گارچ مدل (۱.۳) می‌باشند و دیگر مدل ها از این مدل ساخته می‌شوند.

۳.۵.۳ مدل گارچ های نامتقارن

در مدل گارچ های متقارن، تغییر پذیری های (واریانس) برای شوک های مثبت و منفی یکسان است. به عنوان مثال اثر شوک های مثبت و منفی که به بازدهی سهام وارد می‌شود، به صورت متقارن در نظر گرفته می شود. مثلا اثر کاهش و افزایش قیمت نفت برای یک اقتصاد، متقارن است.متقارن در نظر گرفتن همیشه این شوک ها درست نیست. بدین منظور مدل های گارچ به گونه ایی توسعه داده شده اند تا بتوانند اثرات شوک های مثبت و منفی را به صورت نامتقارن در نظر بگیرند. یکی مدل این مدل ها، مدل GJR [1] است.

۴.۵.۳ مدل GJR

اغلب مشاهده می شود که حرکات رو به پایین بازده سهام نسبت به حرکات رو به بالا به همان اندازه، تلاطم های بزرگتری را به دنبال دارد. این بدان معناست که اثر اخبار خوب و بد در تلاطم ها به صورت متقارن نیست و اخبار بد نسبت به اخبار خوب بیشتر موجب تلاطم بازده

[1] Glosten,Jagonnathan and Runkle

سهم می شود. برای احتساب عدم تقارن واریانس، مدل های مختلفی مطرح شده که یکی از آن ها مدل GJR است. GJR ساده ترین نوع مدل های $GARCH$ نامتقارن است. در این مدل، واریانس شرطی به صورت زیر است.
$GJR-n$ بدین معناست که نوسانات دارای توزیع نرمال استاندارد و $GJR-t$ یعنی نوسانات دارای توزیع t استیودنت استاندارد می باشند.

$$\begin{aligned} & x_t = \mu_t + \alpha_t \\ & \alpha_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim N(0,1) or \varepsilon_t \sim t_d \\ & \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma u_{t-1}^2 I_{t-1} \\ & \alpha_1 \geq 0, \alpha_0 > 0, \beta < 1, \alpha_1 + \beta + \frac{1}{2}\gamma < 1 \end{aligned} \tag{۵.۳}$$

که در آن داریم:

$$I_{t-1} = \begin{cases} 1 & if; \alpha_{t-1} < 0. \\ 0 & if; \alpha_{t-1} > 0 \end{cases}$$

برخلاف مدل $GARCH$ کلاسیک، مدل GJR شامل اثرات نامتقارن می باشد. در این مدل اگر γ معنی دار نباشد بدین معنی است که اثر شوک ها بر تغییر پذیری، کاملا متقارن است. به عنوان مثال تغییر پذیری تورم برای حالتی که به آن شوک منفی یا شوک مثبت وارد شده است یکسان می‌باشد. اما اگر γ معنی دار و مثبت باشد در این صورت اثر شوک های منفی بیشتر از شوک های مثبت است. به طور کلی، اثر شوک های منفی برابر با $\alpha_1 + \gamma$ و اثر شوک های مثبت برابر با α_1 می‌باشد. اگر γ منفی(مثبت) باشد، در این صورت اثر شوک های منفی کمتر (بیشتر) از اثر شوک های مثبت خواهد بود. توزیع حاشیه ای برای هر سهم به صورت روابط (۶.۳) خواهد بود [۱۵] .

$$\begin{aligned} P(X_{t+1} \leq x|\Omega_t) &= P\left(\varepsilon_{t+1} \leq \frac{(x-\mu_t)}{\sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 u_t^2 + \beta \sigma_t^2 + \gamma I u_t^2}} | \Omega_t\right) \\ &= \begin{cases} N\left(\frac{(x-\mu_t)}{\sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 u_t^2 + \beta \sigma_t^2 + \gamma I u_t^2}} | \Omega_t\right), if \varepsilon_t \sim N(0,1) \\ t_d\left(\frac{(x-\mu_t)}{\sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 u_t^2 + \beta \sigma_t^2 + \gamma I u_t^2}} | \Omega_t\right), if \varepsilon_t \sim t_d \end{cases} \end{aligned} \tag{۶.۳}$$

۵.۵.۳ مدل همبستگی شرطی پویای گارچ

یکی از موضوعات مهم در پژوهش های مالی بحث همبستگی بین متغیر ها می باشد. تعدادي از مدل هاي گارچ چند متغیره این هدف را انجام می دهند. مهمترین مشکل کاربردي مدل هاي گارچ چند متغیره این است که تعداد پارامترهاي تخمین زده شده خیلی زیاد است. مدل

هاي اولیه در این گروه بر اساس مدل ضریب همبستگی ثابت بوده اند. این مدل ها این فرض را در نظر می گیرد که ضرایب همبستگی در طول دوره ثابت هستند در حالی که این فرض غیر واقعی است، این موضوع ضعف اصلی این طبقه از مدل ها می باشد. مدلی وجود دارد که همبستگی هاي شرطی در طول زمان تغیر می‌کند و آن را مدل همبستگی شرطی پویا (DCC) نامیده اند. همبستگی بین دو متغیر ممکن است مستقیم، معکوس و یا صفر شود.
مدل $DCC-GARCH$ در دو مرحله تخمین زده می شود. در مرحله اوّل، یک مدل $GARCH$ تک متغیره براي هر سري بازده به منظور به دست آوردن ماتریس انحراف استاندارد زمان متغیر و پسماندهاي استاندارد شده، تخمین زده می شود و در مرحله دوم، بازده دارایی هاي تغییر شکل یافته توسط انحرافات استاندارد تخمین زده شده از مرحله اول، براي ایجاد ماتریس کواریانس شرطی و تخمین پارامترهاي همبستگی شرطی پویا استفاده می شود. در این صورت روابط زیر را خواهیم داشت:

$$\begin{aligned}
&r_t = \alpha_۰ + \alpha_۱ r_{t-۱} + \varepsilon_t, \varepsilon_t = H_t^{\frac{۱}{۲}} u_t, \varepsilon_t \sim N(۰, H_t)\\
&H_t = \Gamma_t R_t \Gamma_t\\
&h_{it} = \omega_i + \delta_i \varepsilon_{it-۱}^{۲} + \gamma_{it-۱}\\
&\Gamma_t = diag(\sqrt{h_{۱۱,t}}, \ldots, \sqrt{h_{nn,t}})\\
&R_t = [diag(Q_t)]^{\frac{-۱}{۲}} Q_t [diag(Q_t)]^{\frac{-۱}{۲}}\\
&\alpha u_{t-۱} u_{t-۱}^{'} Q_t = (۱ - \alpha - \beta)\bar{Q} + \beta Q_{t-۱}
\end{aligned} \qquad (۷.۳)$$

که در H_t ماتریس کوواریانس شرطی بردار تصادفی ε_t و u_t بردار پسماند های استاندارد شده توسط انحراف استاندارد شرطی که به صورت

$$u_t = (u_{۱,t}, \ldots, u_{n,t})' = (\varepsilon_{۱,t}\sigma_{۱t}^{-۱}, \ldots, \varepsilon lon_{n,t}\sigma_{nt}^{-۱}) \qquad (۸.۳)$$

است. R_t ماتریس همبستگی متغیر با زمان و Q_t ماتریس متقارن معین مثبت است. $\bar{Q}$ ماتریس واریانس غیر شرطی u_t را نشان می دهد. $Q_t^{*\frac{-۱}{۲}}$ ماتریس قطری تشکیل شده از ریشه های مربع معکوس پارامتر های Q_t است که به صورت

$$Q_t^{*\frac{-۱}{۲}} = diag(q_{۱,۱,t}^{\frac{-۱}{۲}}, \ldots, q_{n,n,t}^{\frac{-۱}{۲}}) \qquad (۹.۳)$$

می باشد. پارامتر های متغیر با زبان ماتریس R_t به صورت زیر از $\rho_{ij,t}$ بدست می اید.

$$\rho_{ij,t} = \frac{q_{ij,t}}{\sqrt{q_{ii,t}q_{jj,t}}} \qquad (۱۰.۳)$$

و یا به عبارتی:

$$\begin{aligned}
\rho_{۱۲,t} =& \frac{((۱ - \alpha - \beta)\bar{q}_{۱۲} + \alpha u_{۱,t-۱}u_{۲,t-۱} + \beta q_{۱۲,t-۱})}{\sqrt{((۱ - \alpha - \beta)\bar{q}_{۱۲} + \alpha u_{۱,t-۱}^{۲} + \beta q_{۱۱,t-۱})}}\\
&\times \frac{۱}{\sqrt{((۱ - \alpha - \beta)\bar{q}_{۲۲} + \alpha u_{۲,t-۱}^{۲} + \beta q_{۲۲,t-۱})}}
\end{aligned} \qquad (۱۱.۳)$$

ماتریس کواریانس $Q_t = [q_{ij,t}]$ ماتریس متقارن معین مثبت است که در این جا با در نظر گرفتن محدودیت های گارچ معمول برای غیر منفی بودن و پایایی اعمال شده، برآورد گردیده است. محدودیت هایی از قبیل $\alpha, \beta \geq ۰$ و $\alpha + \beta < ۱$ که در آن صورت H_t مثبت معین خواهد شد. برای تخمین پارامتر های مجهول از روش تابع احتمال حداکثر شده توسط تکنیک های عددی تکراری استفاده می‌شود. لگاریتم احتمال این برآورد گر می تواند به صورت زیر نوشته شود.

$$L(\theta) = -\frac{۱}{۲}\sum_{t=۱}^{T}(n\log(۲\pi) + ۲\log(|D_t|) + log(|R_t|) + u_t' R_t^{-۱} u_t) \qquad (۱۲.۳)$$

که در آن u_t ، $(\varepsilon_t = \sigma_t u_t)$ پسماند های استاندارد شده توسط انحراف استاندارد شرطی T تعداد مشاهدات و K تعداد متغیر ها در سیستم هستند. انگل براي مدل $DCC - GARCH$ تابع حداکثر راست نمایی را به دو بخش تقسیم کرد:

- ۱ـ بخش نوسان: این بخش تنها وابسته به پارامترهاي مدل $GARCH$ یک متغیره است.
- ۲ـ بخش همبستگی: این بخش وابسته به پارامترهاي نوسان بخش اول و پارامترهاي همبستگی است [۲۱] [۵۰] .

۶.۳ همبستگی

یکی از موضوعاتی که بین بازار های مالی وجود دارد، همبستگی [۱] بازار های مالی می باشد. تعیین مقدار همبستگی بازار های مالی این کمک را می کند که سبد بهینه از دارایی های مالی انتخاب کنیم. معیار های مختلفی برای اندازه گیری همبستگی دارایی های مالی وجود دارد. چند نمونه از معروف ترین آن ها ضریب پیرسن [۲] تاو کاندال [۳] و رو اسپیرمن [۴] هستند.

قضیه ۱.۶.۳. *یکی از مشهورترین شیوه‌های اندازه‌گیری همبستگی بین دو متغیر کمی ضریب همبستگی خطی پیرسن است، فرض کنید $X_۱, X_۲$ دو متغیر تصادفی که دارای امید $E(X_۱), E(X_۲)$ و واریانس $V(X_۱), V(X_۲)$ باشند همبستگی خطی بی این دو به شکل زیر است.*

$$\rho(X_۱, X_۲) = \frac{coc(X_۱, X_۲)}{\sqrt{Var(X_۱)Var(X_۲)}} \qquad (۱.۳)$$

در برخی دیگر از سنجه های همبستگی مانند ضریب تاو کندال (τ) و ضریب رو اسپیرمن (ρ) همبستگی در همه دامنه توزیع مورد نظر است.

[1] Correlation
[2] Peasron Correlation Coefficient
[3] Kendall's tau
[4] Spearman's rho

قضیه ۲.۶.۳. *ضریب تاو کندال برای دو بردار مستقل از هم با توزیع های یکسان* $(X_۱, Y_۱)$ *و* $(X_۲, Y_۲)$ *به صورت احتمال انطباق توزیع ها منهای احتمال عدم انطباق توزیع ها تعریف می شود. یعنی*

$$\tau_{X,Y} = P\left[(X_۱ - X_۲)(Y_۱ - Y_۲) > ۰\right] - P\left[(X_۱ - X_۲)(Y_۱ - Y_۲) < ۰\right] \qquad (۲.۳)$$

قضیه ۳.۶.۳. *و روش ضریب همبستگی رو اسپیر من به شکل زیر است.*

$$\nu = ۱ - \frac{۶D^۲}{n(n^۲ - ۱)} \qquad (۳.۳)$$

که در آن $D^۲ = \sum_۱^n (r_{y_i} - r_{x_i})^۲$ *و* r_z *نشان دهنده مرتبه مشاهدات* z *است.*

یکی از نوع همبستگی ها، همبستگی دنباله ای [۱] است. ضریب همبستگی خطی ساختار همبستگی کلی را نشان می دهد و بر اساس تابع توزیع توام F قابل بیان است. در حالی که گاهی اوقات علاقه مند به بررسی همبستگی موضعی هستیم، که در داده های مالی و اقتصادی از اهمیت ویژه ایی برخوردار است. در این حالت از نوعی همبستگی که به همبستگی دنباله ایی معروف است، استفاده می کنیم. در حقیقت، همبستگی دنباله ای همبستگی بین متغیر ها را در یک چهارم بالایی (چارک) سمت راست، یک چهارم پایینی (چارک) سمت چپ روی $I^۲ = [۰, ۱]^۲$ اندازه می گیرد. همبستگی دنباله ای رابطه همبستگی بین مقادیر بزرگ (کوچک) از یک متغیر با مقادیر بزرگ (کوچک) از متغیر دیگر را توصیف می کند، که تحت عنوان همبستگی دنباله ای بالایی (پایینی) تعریف می شود.

قضیه ۴.۶.۳. *اگر* $X = (X_۱, X_۲)^T$ *یک بردار تصادفی دو بعدی باشد، گوییم* X *دارای همبستگی دنباله بالایی است هرگاه ؛*

$$\lambda_U = \lim_{u \to ۱^-} P\left[X_۱ > F_۱^{(-۱)}(u_۱) | X_۲ > F_۲^{(-۱)}(u_۲)\right] \qquad (۴.۳)$$

که در آن $F_i^{(-۱)}$ *معکوس تابع توزیع تجمعی برای* X_i *است. در نتیجه* X *در صورت* $\lambda_U = ۰$ *به دنباله بالایی همبستگی نخواهد داشت.*

قضیه ۵.۶.۳. *اگر* $X = (X_۱, X_۲)^T$ *یک بردار تصادفی دو بعدی باشد، دارای همبستگی به دنباله پایین است هر گاه؛*

$$\lambda_L = \lim_{u \to ۰^+} P\left[X_۱ \leq F_۱^{(-۱)}(u_۱) | X_۲ \leq F_۲^{(-۱)}(u_۲)\right] \qquad (۵.۳)$$

یکی دیگر از روش های مدل سازی همبستگی که بسیار مورد استفاده است روش توابع کاپیولا [۲] است که در این پژوهش از این روش استفاده می شود [۱۹] .

[1] Tail Dependence
[2] Copula

۷.۳ توابع کاپیولا

برای بررسی همبستگی بین دو متغیر تصادفی ، ضریب همبستگی فقط زمانی که توزیع متغیرهای مورد بررسی نرمال باشد مناسب بوده و تنها همبستگی خطی بین متغیرها را ارائه می دهد. اما در توزیع بازدهی های مالی همیشه نرمال نبوده و همبستگی بین آن ها خطی نیست، برای رفع این مشکل از توابعی به نام کاپیولا استفاده می شود [۲۶].

قضیه ۱.۷.۳. *یک کاپیولا n بعدی یک تابع توزیع روی $[۰,۱]^n$ با توزیع های حاشیه ای یکنواخت استاندارد است. از نماد $C(u) = C(u_۱, \ldots, u_n)$ برای نمایش توابع توزیع چند متغیره ای که کاپیولا هستند استفاده می شود. بنابراین C نگاشتی از یک ابر مکعب به یک بازه واحد به صورت زیر است. $C : [۰,۱]^n \to [۰,۱]$ که سه ویژگی زیر در آن برقرار است.*

- ۱ـ $C(u_۱, \ldots, u_n)$ *نسبت به هر مولفه* u_i *افزایشی است.*
- ۲ـ *به ازای هر* $u_i \in [۰,۱], i \in \{۱, \ldots, n\}$ *داریم:* $C(۱, \ldots, u_i) = u_i$
- ۳ـ *به ازای هر* $(a_۱, \ldots, a_n), (b_۱, \ldots, b_n) \in [۰,۱]^n$ *که* $a_i \geq b_i$ *داریم:*

$$\sum_{i_۱=۱}^{۲} \cdots \sum_{i_n=۱}^{۲} (-۱)^{i_۱+\cdots+i_n} C(u_{۱_{i_۱}}, \ldots, u_{n_{i_n}}) \geq ۰ \qquad (۱.۳)$$

که در آن به ازای هر $j \in \{۱, \ldots, n\}$ *داریم:* $b_j = u_{j۲}, u_{j۱} = a_j$ *[۲۸].*

۱.۷.۳ قضیه بنیادی اسکولار

قضیه ۲.۷.۳. *فرض کنید که F توزیع مشترک برداری از متغیر های تصادفی $X = (X_۱, \ldots, X_n)'$ با توزیع حاشیه ایی $F_۱, \ldots, F_n$ باشد؛ آنگاه یک تابع کاپیولا مانند C وجود دارد به طوری که برای هر $x = (x_۱, \ldots, x_n)' \in [-\infty, \infty]^n$ داریم:*

$$\begin{aligned} F(x_۱, \ldots, x_n) &= P(X_۱ \leq x_۱, \ldots, X_n \leq x_n) \\ &= C\big(P(X_۱ \leq x_۱), \ldots, P(X_n \leq x_n)\big) \\ &= C(F_۱(x_۱), F_۲(x_۲), \ldots, F_n(x_n)) \end{aligned} \qquad (۲.۳)$$

و اگر متغیر ها پیوسته باشد، تئوری اسکولار نشان می دهد که هر تابع توزیع احتمال چند متغیره می تواند با یک توزیع حاشیه ای و یک ساختار وابسته، نمایش داده می شود که به صورت زیر تعریف می شود.

$$\begin{aligned} f(x_۱, \ldots, x_n) = \frac{\partial F(x_۱, \ldots, x_n)}{\partial x_۱, \ldots, x_n} &= \frac{\partial C(u_۱, \ldots, u_n)}{\partial u_۱, \ldots, u_n} \times \prod_i \frac{\partial F_i(x_i)}{\partial x_i} \\ &= c(\tilde{u}) \times \prod_i f_i(x_i) \end{aligned} \qquad (۳.۳)$$

در این جا $i = ۱, \cdots, n$ *و* f_i *تابع چگالی* $F_i, i = ۱, \ldots, n$ *و* $u_i = F_i(x_i)$ *برای* $i = ۱, \ldots, n$ *و* $\tilde{u} = (u_۱, \ldots, u_n)$ *و* $c(\tilde{u})$ *تابع چگالی کاپیولا می باشد. اگر همه توزیع های حاشیه ایی پیوسته باشند آنگاه کاپیولا واحد است، در غیر این صورت با حد فاصل توزیع حاشیه ایی بدست می آید. اگر* $F_۱, \ldots, F_n$ *پیوسته باشند آنگاه* C *یکتا خواهد بود.*

برهان. با توجه به این که تابع کاپیولا بر اساس توزیع مشترک توزیع های حاشیه ایی یکنواخت تعریف می شود، لذا تابع کاپیولا C در رابطه بالا به صورت زیر بیان می شود.

$$C(u_۱, \ldots, u_d) = F\big(F_۱^{-۱}(u_۱), \ldots, F_n^{-۱}(u_n)\big) \tag{۴.۳}$$

که در آن $u_i = F_I(x_i), i = ۱, \ldots, n$ و C یک تابع کاپیولا n بعدی است و $u_۱, \ldots, u_n$ توزیع حاشیه ای یکنواخت هر یک از متغیر های تصادفی است. $F_i^{-۱}$ معکوس تابع توزیع های حاشیه ایی یکنواخت است. اگر F مشتق Pام باشد. چگالی توام از رابطه زیر بدست می آید:

$$\begin{aligned} f(x) &= \frac{\partial p}{\partial x_۱ \partial x_۲ \ldots \partial x_n} F(x) = \prod_{i=۱}^{n} f_i(x_i) \frac{\partial p}{\partial u_۱ \partial u_۲ \ldots \partial u_{np}} C\left(F_۱(x_۱), \ldots, F_n(x_n)\right) \\ f(x) &= \prod_{i=۱}^{n} f_i(x_i) c\left(F_۱(x_۱), \ldots, F_n(x_n)\right) \end{aligned} \tag{۵.۳}$$

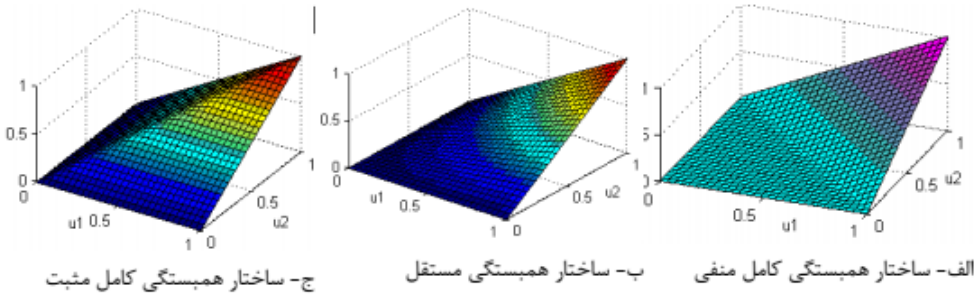
چگالی کاپیولا [۱] وابسته به صورت زیر می باشد.

$$c(u_۱, \ldots, u_n) = \frac{f\left(F_۱^{-۱}(u_۱), \ldots, F_p^{-۱}(u_n)\right)}{\prod_{i=۱}^{n} f_i(F_i^{-۱}(u_i))} \tag{۶.۳}$$

که در آن $x = (x_۱, x_۲, \ldots, x_n)$ و c تابع چگالی کاپیولا است.

استفاده از توابع کاپیولا هیچ محدودیتی را در انتخاب نوع توزیع های حاشیه ایی متغیر های تصادفی ایجاد نمی کند، به دلیل این که می توان توابع توزیع حاشیه ایی دلخواه را با یک تابع کاپیولا معین جهت تشکیل تابع توزیع چند متغیره با هم ترکیب کرد. این ویژگی توابع کاپیولا باعث شده تا خانواده توابع کاپیولا بسیار متنوع باشند. برای توابع کاپیولا خانواده های مختلفی معرفی گردیده است که عبارتند از: گاوسی،استودنت، فرچه، گالامبوس که به برخی از این خانواده ها در ادامه پرداخته می شود. در حالت کلی سه حالت مختلف برای ساختار همبستگی یک توزیع دو متغیره قابل تصور است و متناظر با ساختار وابستگی بین آن ها شکل تابع کاپیولا آن ها نیز متفاوت است. نمودار های ۶.۳ ساختار همبستگی کاملا وابسته، مستقل و کاملا وابسته منفی را نشان می دهند [۱۷] [۲۵] . □

[1] Copula density



شکل ۶.۳: ساختار همبستگی توابع کاپیولا دو متغیره.(همبستگی کاملا وابسته، مستقل، کاملا وابسته منفی)

۲.۷.۳ توابع کاپیولا ضربی

یکی از ساده ترین و مهمترین توابع کاپیولا، تابع کاپیولا ضربی [1] است که به تابع کاپیولا مستقل هم مشهور است.

$$\prod(u,v) = uv \tag{۷.۳}$$

اگر دو متغیر تصادفی دارای تابع کاپیولا ضربی باشند آنگاه مستقل از هم خواهد بود.طبق قضیه اسکولار داریم:

$$F(x_۱,x_۲) = C(F_۱(x_۱),F_۲(x_۲)) = \prod(F_۱(x_۱),F_۲(x_۲)) = F_۱(x_۱).F_۲(x_۲) \tag{۸.۳}$$

۳.۷.۳ تابع کاپیولا بیضوی

تابع کاپیولا گوسی

تابع کاپیولا گوسی [2] یکی از اعضای دسته کاپیولا بیضوی است، به شکل زیر است.

$$C_{Gauss}(u,v) = \Phi_{\rho XY}(\Phi^{-۱}(u),\Phi^{-۱}(v)) \tag{۹.۳}$$

که در آن $\Phi_\rho(*)$ تابع توزیع نرمال استاندارد دو متغیره با ضریب همبستگی $\rho \in (۰,۱)$ است، خواهیم داشت :

$$\Phi_{\rho XY}\left(\Phi^{-۱}(u),\Phi^{-۱}(v)\right) = \int_{-\infty}^{\Phi^{-۱}(u)}\int_{-\infty}^{\Phi^{-۱}(v)} \frac{۱}{۲\pi\sqrt{۱-\rho_{XY}^{۲}}} \exp\left(\frac{۲\rho_{XY}st - s^{۲} - t^{۲}}{۲(۱-\rho_{XY}^{۲})}\right) dsdt \tag{۱۰.۳}$$

[1] Product Copula
[2] Gaussian copula

و فرمول کلی آن برای چند متغیر تصادفی به صورت زیر است:

$$C_{\rho}^{Gauss}(u_1,\dots,u_M)=\Phi\big(\Phi^{-1}(u_1),\dots,\Phi^{-1}(u_M)\big) \qquad (۱۱.۳)$$

که در آن مشابه قسمت قبل $\Phi_\rho(*)$ تابع توزیع نرمال استاندارد چند متغیره با ضریب همبستگی $\rho\in(0,1)$ است. $\Phi_\rho^{-1}(*)$ معکوس تابع توزیع استاندارد نرمال تجمعی است [۴۴] .

تابع کاپیولا تی استیودنت

یکی دیگر از توابع کاپیولا بیضوی تابع کاپیولا t ـ استیودنت [1] است، که همانند کاپیولا گوسی، کاپیولا تی استیودنت بر اساس توزیع t چند متغیر بدست می آید. تابع توزیع تابع کاپیولا تی‌ـ استیودنت را به شکل زیر تعریف کردند. [2]
در نظر بگیرید اگر $t_\nu : R\to R$ تابع توزیع تک متغیر t ـ استیودنت باشد و ν درجه آزادی تابع باشد.

$$t_\nu(x)=\int_{-\infty}^{x}\frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi v}\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)}\left(1+\frac{s^2}{nu}\right)^{-\frac{v+1}{2}}ds \qquad (۱۲.۳)$$

و تابع کاپیولا دو متغیره t ـ استیودنت به شکل زیر است.

$$T_{\rho,\nu}(u,v)=t_{\rho,\nu}\big(t_\nu^{-1}(u),t_\nu^{-1}(v)\big)=$$

$$\int_{-\infty}^{t_\nu^{-1}(u)}\int_{-\infty}^{t_\nu^{-1}(v)}\frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}}\left(1+\frac{s^2+t^2-2\rho st}{\nu(1-\rho^2)}\right)^{-\frac{\nu+1}{2}} \qquad (۱۳.۳)$$

زمانی که تعداد درجات آزادی در کاپیولا متفاوت باشد تابع کاپیولا به کاپیولا گوسی تبدیل می شود. با این حال برای تعداد محدودی از درجه های آزادی رفتار دو تابع کاپیولا کاملا متفاوت از هم است. می توان گفت که در تابع کاپیولا t ـ استیودنت تعداد مشاهدات در دنباله بیشتر از تابع کاپیولا گوسی است. فرم کلی تابع کاپیولا t ـ استیودنت برای M متغیر تصادفی به شکل زیر می باشد.

$$C_{\rho}^{T-student}(U_1,\dots,u_M)=T_{\rho,\nu}\big(t_\nu^{-1}(u_1),t_\nu^{-1}(u_2),\dots,t_\nu^{-1}(u_M)\big) \qquad (۱۴.۳)$$

که در آن $T_{\rho,\nu}$ توزیع نرمال t ـ استیودنت چند متغیره با ماتریس همبستگی پیرسون ρ و درجه آزادی ν است. $t_\nu^{-1}(*)$ معکوس تابع توزیع استاندارد t ـ استیودنت تجمعی است. تابع کاپیولا t ـ استیودنت بیانگر وابستگی دنباله ای بالایی و پایینی به طور هم زمان است. ویژگی های توابع کاپیولا بیضوی در جدول (۱.۳) آمده است. تابع کاپیولا گوسی دارای وابستگی دنب

[1] t-copula
[2] Elliptical Copulas

صفر است ولی در تابع کاپیولا $t-$ استیودنت وابستگی دنب صفر نیست. بنابراین با پارامتر های همبستگی یکسان و توزیع های حاشیه ایی یکسان برای هر دو نوع تابع کاپیولا گوسی و $t-$ استیودنت، تابع کاپیولا $t-$ استیودنت سطح اندازه ریسک های VAR و ES را بزرگتر نشان می دهد. با افزایش درجه آزادی تابع کاپیولا $t-$ استیودنت به سمت تابع کاپیولا گوسی همگرا می شود [۳۹] [۲۵] .

جدول ۱.۳: ویژگی توابع کاپیولا بیضوی

ردیف	نام تابع کاپیولا	دامنه تغییر پارامتر	ضریب تاو کندال (τ)	وابستگی دنب بالا و پایین
۱	گوسی	$\rho \in (-1,1)$	$\frac{2}{\pi}\arcsin(\rho)$	$(0,0)$
۲	$t-$استیودنت	$\rho \in (-1,1), \nu > 2$	$\frac{2}{\pi}\arcsin(\rho)$	$2t_{\nu+1}(-\sqrt{\nu+1}\sqrt{\frac{1-\rho}{1+\rho}})$

۴.۷.۳ توابع کاپیولا ارشمیدسی

دسته توابع کاپیولا ارشمیدسی [۱] یک دسته بسیار مهم از توابع کاپیولا با ساختار ساده و خصوصیات تحلیلی فراوان است. خانواده تابع کاپیولا ارشمیدسی بسیار انعطاف پذیر هستند و دامنه وسیعی از ساختار وابستگی ها را و به ویژه وابستگی دنب متغیر های تصادفی را مدل سازی می کنند. کاپیولا ارشمیدسی دو متغیره به صورت

$$C(u_۱, u_۲) = \psi(\psi^{-۱}(u_۱), \psi^{-۱}(u_۲)) \tag{۱۵.۳}$$

و فرم کلی توابع کاپیولا ارشمیدسی برای M متغیر به صورت زیر است.

$$C(u_۱, u_۲, \ldots, u_M, \theta) = \psi(\sum_{m=۱}^{M} \psi_\theta^{-۱}(u_m)), u_m \in [۰, ۱] \tag{۱۶.۳}$$

که در آن $\psi : [۰, ۱] \to [۰, \infty)$ و ψ تابع کاهشی و پیوسته است به طوری که $\psi(۱) = ۰$ و معکوس آن $\psi^{-۱}$ به شکل زیر است.

$$\psi^{-۱}(t) = \begin{cases} \psi^{-۱}(t) & ۰ \le t \le \psi(۰) \\ ۰ & \psi(۰) \le t \le \infty \end{cases} \tag{۱۷.۳}$$

است که در بازه $[۰, ۱)$ یکنوا و محدب هرگاه $\psi(۰) = \infty$ باشد. $\psi_\theta(t)$ تابع گشتاور توابع کاپیولا ارشمیدسی تک پارامتری است.
توابع کاپیولا ارشمیدسی به صورت رایج استفاده می شود: کاپیولا کلایتن [۲] کاپیولا فرانک [۳] و کاپیولا گامبل [۴] هستند که در جدول ۲.۳ ویژگی این توابع آمده است [۲۵] .

۵.۷.۳ توابع وین کاپیولا

با وجود این که مدل سازی ساختار وابستگی دو متغیر تصادفی با طیف وسیعی از توابع کاپیولا امکان پذیر است ولی در حالتی که بیش از دو متغیر وجود داشته باشد مدل سازی ساختار وابستگی یک مسئله بسیار چالش زا بوده و استفاده از توابع کاپیولا بیضوی و ارشمیدسی در مدل سازی ساختار وابستگی در این حالت دارای اشکالات عدیده ایی است؛ توابع کاپیولا بیضوی وابستگی دنب های بالا و پایین توزیع متغیر ها را متقارن مدل سازی می کند. در حالتی که تعداد متغیر ها زیاد باشد با محدودیت تعداد بسیار زیاد پارامتر های قابل برآورد مواجه هستیم. در مدل سازی ساختار وابستگی با توابع کاپیولا ارشمیدسی تک پارامتری یا دو پارامتری، ویژگی های ساختار وابستگی بسیار محدود می شود؛ چون که فقط از یک نوع

[1] Archimedean Copulas
[2] Clayton copula
[3] Frank copula
[4] Gumbel copula

تابع کاپیولا در مدل سازی ساختار وابستگی بین همه متغیر ها استفاده شده و فرض می شود که توزیع تمام حاشیه های چند متغیره یکسان هستند. لذا در راستا رفع این اشکالات و محدودیت ها استفاده از توابع وین کاپیولا است. [۱] سه متغیر تصادفی $X = (X_1, X_2, X_3)'$ را با تابع چگالی مشترک $f(x_1, x_2, x_3)$ در نظر بگیرید؛ تابع چگالی مشترک این متغیر ها را می توان به صورت زیر تجزیه کرد [۵۱] .

$$f(x_1, x_2, x_3) = f_1(x_1) \times f(x_2|x_1) \times f(x_3|x_2, x_1) \tag{۱۸.۳}$$

و طبق قضیه بنیادی اسکولار داریم:

$$\begin{aligned} f(x_2|x_1) = \frac{f(x_1, x_2)}{f_1(x_1)} &= \frac{c_{1,2}\big(F_1(x_1), F_2(x_2)\big).f_1(x_1).f_2(x_2)}{f_1(x_1)} \\ &= c_{1,2}(F_1(x_1), F_2(x_2)).f_2(x_2) \end{aligned} \tag{۱۹.۳}$$

و

$$\begin{aligned} f(x_3|x_1, x_2) =& c_{2,3|1}(F(x_2|x_1), F(x_3|x_1)) \\ & c_{2,3|1}(F(x_2|x_1), F(x_3|x_1)).c_{1,3}((F_1(x_1), F_3(x_3)).f_3(x_3) \end{aligned} \tag{۲۰.۳}$$

بنابراین با توجه به رابطه های ۱۹.۳،۲۰.۳ تابع چگالی مشترک سه متغیره در رابطه ۱۸.۳ را می توان با تابع چگالی سازه های از توابع کاپیولا دو متغیره $C_{1,2}$ و $C_{1,3}$ و $C_{2,3|1}$ به صورت زیر نمایش داد:

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, x_3) =& f_1(x_1).f_2(x_2).f_3(x_3).c_{1,2}(F_1(x_1), F_2(x_2)). \\ =& c_{1,3}(F_1(x_1), F_3(x_3)).c_{2,3|1}(F(x_2|x_1), F(x_3|x_1)) \end{aligned} \tag{۲۱.۳}$$

که در آن $c_{1,2}$ و $c_{1,3}$ و $c_{2,3|1}$ به ترتیب چگالی توابع کاپیولا دو متغیره $C_{1,2}$ و $C_{1,3}$ ، $C_{2,3|1}$ هستند. با توجه به این که در این جا توابع کاپیولا $C_{1,2}$ و $C_{1,3}$ و $C_{2,3|1}$ مستقل از یکدیگر انتخاب شده اند. لذا طیف گسترده ایی از اشکال ساختار وابستگی متفاتی از هم قابل تصور است که با روش $PCCs$ مدل سازی می شوند. در صورتی که تعداد متغیر تصادفی d باشد، تعداد کل حالت های ممکن در مدل سازی ساختار وابستگی بین آن ها با یک تابع کاپیولا دو متغیره از رابطه زیر بدست می آید. در هر حالت دارای شکل منحصر به فرد است.

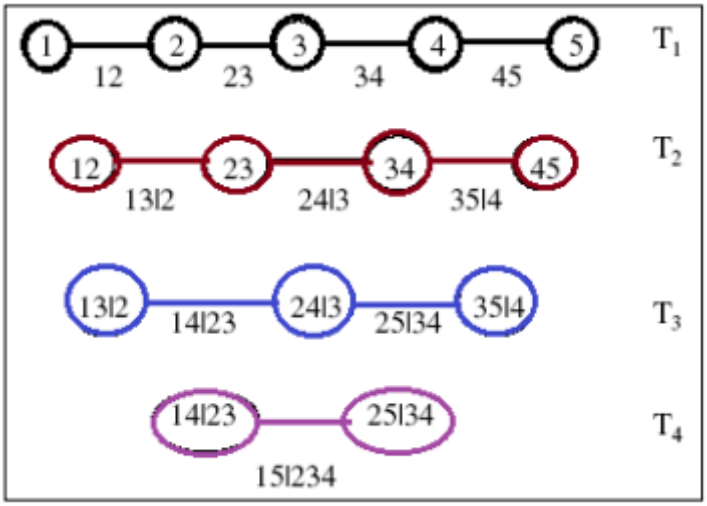
$$\binom{d}{2} \times (d-2)! \times 2^{\binom{d-2}{2}} \tag{۲۲.۳}$$

با افزایش تعداد متغیر های تصادفی d شکل های ساختار وابستگی متغیر های تصادفی مدل سازی شده با توابع وین کاپیولا بسیار زیاد و متنوع خواهد بود. شکل های مختلف ساختار

[1] Vine copulas

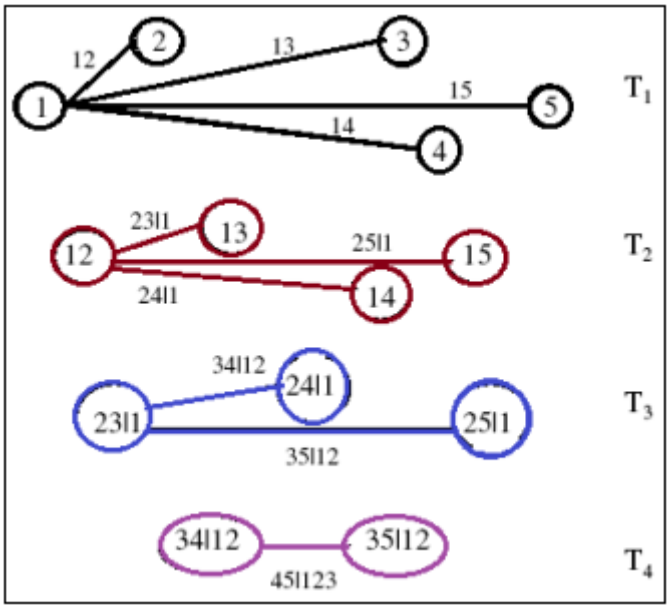
وابستگی با توابع وین کاپیولا را به سه دسته اشکال $(R-Vine)$ [۱]، $(D-Vine)$ [۲] و $(C-Vine)$ [۳] دسته بندی کرده است.

تعداد اشکال ساختار وابستگی در هر یک از دسته های $(D-Vine)$ و $(C-Vine)$ در حالتی که d متغیر تصادفی وجود داشته باشد، $d!/۲$ است. نشان داده اند که تعداد اشکال ساختار وابستگی در دسته $(R-Vine)$ برابر با $۲^{\binom{d-۲}{۲}} \times d!/۲$ است. در شکل های (۵.۷.۳) و (۵.۷.۳) و (۵.۷.۳) برخی از شکل های ساختار وابستگی پنج متغیر تصادفی متناظر با دسته بندی با توابع کاپیولا $(C-Vine)$، $(D-Vine)$ و $(R-Vine)$ ترسیم شده است [۲۶] [۵۳] .

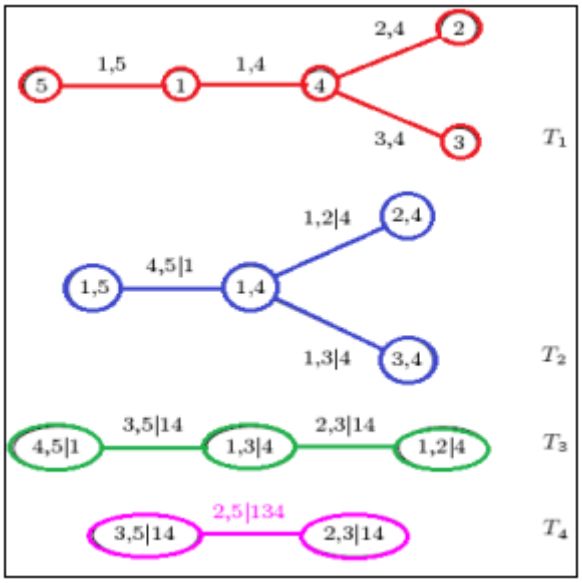


شکل ۷.۳: شکل ساختار وابستگی دسته $D-Vine$

[1] Regular vine (R-Vines)
[2] Drawable vines (D-Vines)
[3] Canonical vine (C-Vines)



شکل ۸.۳: شکل ساختار وابستگی دسته $C-Vine$



شکل ۹.۳: شکل ساختار وابستگی دسته $R-Vine$

در جدول ۲.۳ نوع تابع مولد، اندازه وابستگی و دامنه تغییر پارامتر های برخی از توابع کاپیولا خانواده ارشمیدسی تک پارامتری (با پارامتر θ) و دو پارامتری با پارامتر های θ،δ خلاصه شده است. در جدول ۲.۳ دامنه تغییر پارامتر ها و تابع مولد تابع کاپیولا دو پارامتری $BB۱, BB۶, BB۷, BB۸$ که به ترتیب از ترکیب توابع کاپیولا (کلایتون_گامبل)، (جوی_گامبل)،(جوی_کلایتون) و (جوی _فرانک) بدست می آیند، بیان شده است. علاوه بر این از چرخش ۹۰ درجه ، ۱۸۰ درجه و ۲۷۰ درجه هر یک از توابع کاپیولا ارشمیدسی و خانواده ترکیبی آن توابع کاپیولا جدیدی حاصل می شود که برای سهولت شناسایی آن ها را کد بندی می کنند [۱۷] [۳۱] . در این جدول خانواده توابع کاپیولا دو متغیره با علامت اختصاری آن

جدول ۲.۳: تابع مولد، اندازه وابستگی و دامنه تغییر پارامتر های برخی از توابع خانواده کاپیولا

ردیف	نام تابع کاپیولا	تابع مولد	دامنه تغییر پارامتر ها	ضریب تاو کندال τ	وابستگیی دنب بالا و پایین
۱	کلایتون	$\frac{1}{\theta}(t^{-\theta}-1)$	$\theta>0$	$\frac{\theta}{\theta+2}$	$(2^{\frac{-1}{\theta}},0)$
۲	گامبل	$(-\log t)^{\theta}$	$\theta\geq 0$	$1-\frac{1}{\theta}$	$(0,2-2^{\frac{1}{\theta}})$
۳	فرانک	$-\log\left[\frac{e^{\theta t}-1}{e^{\theta}-1}\right]$	$\theta\in R\{0\}$	$1-\frac{4}{\theta}+4\frac{D_1(\theta)}{\theta}$	$(0,0)$
۴	جوی	$-\log[1-(1-t)^{\theta}]$	$\theta>1$	$1+\frac{4}{\theta^2}\int_0^1 t\log(t)(1-t)^{2(\frac{1-\theta}{\theta})}.dt$	$(0,2-2^{\frac{1}{\theta}})$
۵	$BB۱$	$(t^{-\theta}-1)^{\delta}$	$\theta>0,\delta\geq 1$	$1-\frac{2}{\delta(\theta+2)}$	$(2^{\frac{-1}{\theta\delta}},2-2^{\frac{1}{\delta}})$
۶	$BB۶$	$\left(-\log[1-(1-t)^{\theta}]\right)^{\delta}$	$\theta\geq 1,\delta\geq 1$	$1+\frac{4}{\theta\delta}\int_0^1\{-\log(1-(1-t)^{\theta})\times(1-t)(1-(1-t)^{-\theta})\}.dt$	$(0,2-2^{\frac{1}{\theta\delta}})$
۷	$BB۷$	$(1-(1-t)^{\theta})^{-\delta}-1$	$\theta\geq 1,\delta>0$	$1+\frac{4}{\theta\delta}\int_0^1\{-(1-(1-t)^{\theta})^{\delta+1}\times\frac{(1-(1-t)^{\theta})^{-\delta}-1}{(1-t)^{\theta}-1}.dt$	$(2^{\frac{-1}{\delta}},2-2^{\frac{1}{\delta}})$
۸	$BB۸$	$-\log\left[\frac{1-(1-\delta t)^{\theta}}{1-(1-\delta)^{\theta}}\right]$	$\theta\geq 1,\delta\in(0,1]$	$1+\frac{4}{\theta\delta}\int_0^1\{-\log\left(\frac{(1-\delta t)^{\theta}-1}{(1-\delta)^{\theta}-1}\right)\}\times(1-t\delta)(1-(1-t\delta)^{-\theta}.dt$	$(0,0)$

ها مشخص شده است.

خانواده توابع بیضوی عبارتند از: N تابع کاپیولا نرمال، t: تابع کاپیولا تی استیودنت، همچنین توابع کاپیولا ارشمیدسی شامل C: کلایتون، G:گامبل F: فرانک و J: جوی ؛ علاوه بر این از چرخش ۹۰ درجه و ۲۷۰ درجه توابع کاپیولا کلایتون، گامبل و جوی توابع کاپیولا RC، RG، و RJ حاصل می شود. ممکن است از چرخش ۱۸۰ درجه برخی از توابع کاپیولا، توابع کاپیولا جدیدی حاصل شود که به آن ها در اصطلاح توابع کاپیولا بقا [1] گفته می شود [۲۵] .

[1] Survival Copula

جدول ۳.۳: خلاصه ویژگی های برخی از توابع خانواده کاپیولا دو متغیره.

تابع کاپیولا	وابستگی مثبت	وابستگی منفی	تقارن دنب توزیع	وابستگی در دنب پایین	وابستگی در دنب بالا
N	$\surd$	$\surd$	$\surd$	–	–
t	$\surd$	$\surd$	$\surd$	$\surd$	$\surd$
C	$\surd$	–	–	$\surd$	–
G	$\surd$	–	–	–	$\surd$
F	$\surd$	$\surd$	$\surd$	–	–
J	$\surd$	–	–	–	$\surd$
RC	–	$\surd$	–	–	–
RG	–	$\surd$	–	–	–
RJ	–	$\surd$	–	–	$\surd$
$BB۱$	$\surd$	–	–	$\surd$	$\surd$
$BB۶$	$\surd$	–	–	$\surd$	$\surd$
$BB۷$	$\surd$	–	–	$\surd$	$\surd$
$BB۸$	$\surd$	–	–	$\surd$	$\surd$

۸.۳ توصیف داده های تحقیق

۱.۸.۳ پارامتر های توزیع حاشیه ایی کاپیولا

روش حداکثر درست نمایی

رایج ترین روش های برآورد پارامتر های کاپیولا توزیع حاشیه ای، روش حداکثر درستنمایی (MLE) [۱] و تابع استنتاج برای حاشیه ها (IFM) [۲] می باشد. تابع درست نمایی لگاریتمی، به صورت زیر است.

$$l(\theta) = \sum_{t=1}^{T} \ln c\left(F_1(x_{1t,\theta_1}), \ldots, F_n(x_{nt,\theta_n})\right) + \sum_{t=1}^{T}\sum_{j=1}^{n} \ln f_i(x_{jt,\theta_j}) \qquad (۱.۳)$$

که در آن θ مجموعه تمامی پارامتر های توزیع حاشیه ایی و کاپیولا است. با در دست داشتن مجموعه ای از توزیع های حاشیه ای و یک تابع کاپیولا، می توانیم تابع درست نمایی لگاریتمی فوق را نوشت و پس از ماکزیمم سازی برآوردگر حداکثر درست نمایی را بدست می آوریم [۶] .

$$\hat{\theta}_{MLE} = \arg max l(\theta) \qquad (۲.۳)$$

۲.۸.۳ آزمون نرمال بودن

در الگو های رگرسیون خطی متغیر وابسته به جملات خطا، به صورت نرمال توزیع می شوند. یکی از آزمون رایج در این رابطه آزمون جارک ـ برا [۳] است. در این آزمون با استفاده از کشیدگی و چولگی توزیع جملات پسماند، نرمال بودن یا نبودن توزیع جملات خطا را بررسی می کنیم. آماره این آزمون به روش زیر محاسبه می شود.

$$JB = \frac{n}{۶(SK)^۲} + \frac{n}{۲۴(EK-۳)^۲} \qquad (۳.۳)$$

که در آن n برابر با تعداد مشاهدات، SK معیاری برای چولگی توزیع و EK معیاری برای کشیدگی توزیع است. آماره آزمون دارای توزیع کای دو با درجه آزادی دو می باشد.

۳.۸.۳ آزمون دیکی ـ فولر تعمیم یافته

برای بررسی مانایی و نامانایی متغیر ها از آماره دیکی ـ فولر [۴] این آماره از رابطه زیر بدست می آید.

$$\Delta y_t = \gamma_0 + \gamma_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \delta_j y_{t-j} + \omega_t \qquad (۴.۳)$$

[1] Maximum likelihood estimation
[2] Inference Function for Margins
[3] Jarque-Bera
[4] Dicky Fuller

که در این رابطه ω_t جمله پسماند است. آماره مذکور همان آماره t ضریب تخمین زده شده γ_1 است. در این رابطه، معیار آکائیک [۱] برای تعیین تعداد وقفه بهینه مورد استفاده قرار گرفت. اگر قدر مطلق آماره t دیکی ـ فولر تعمیم یافته بیشتر از مقدار بحرانی جدول مک کینون باشد، فرضیه H_0 (وجود ریشه واحد یا نامانا بودن) رد خواهد شد یعنی γ_t یک متغیر مانا $(I(0))$ است. در صورت پذیرفتن این فرض، این آزمون را می بایست برای تفاضل اول y_t انجام داد. در این حالت، اگر قدر مطلق آماره t دیکی ـ فولر تعمیم یافته بیشتر از مقدار بحرانی جدول مک کینون باشد. با رد شدن فرضیه H_0 نتیجه می گیریم که y_t یک متغیر $I(1)$ یا Δy_t یک متغیر $I(0)$ است و با تفاضل گیری مرتبه اول ساکن می شود [۲] [۳] .

۴.۸.۳ معیار ارزیابی AIC

معیار AIC [۳] به عنوان یک شاخص سنجش و انتخاب مدل مناسب، معیار ارزیابی AIC میزان اطلاعاتی که توسط مدل از دست می‌رود را اندازه‌گیری می‌کند. به این ترتیب AIC یک تعادل بین تعداد پارامترهای مدل و میزان برازش مدل روی داده‌ها ارائه می‌کند. معیار اطلاعات AIC به صورت زیر می باشد.

$$AIC = \log V + \frac{2d}{N} \tag{۵.۳}$$

که در آن، V عملکرد از دست دادن است. d تعداد پارامتر های تخمین زده شده هستند. N تعداد داده های برآورد شده هستند. که تابع عملکرد از دست دادن به صورت زیر تعریف می شود.

$$V = det\Big(\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\varepsilon(t,\theta_N)\big(\varepsilon(t,\theta_N)\big)^T\Big) \tag{۶.۳}$$

که در آن θ_N پارامتر های برآورد شده را نشان می دهند.
برای $d \le N$

$$AIC = \log\Big(V(1+\frac{2d}{N})\Big) \tag{۷.۳}$$

معیار AIC به عنوان یک تابع احتمال منفی روی Λ معرفی می شود. معیار AIC به صورت زیر استخراج می شود.
اگر منبع اختلال ماتریس کواریانس Λ گوسی شکل باشد. لگاریتم تابع احتمال آن به شکل زیر است.

$$L(\theta,\Lambda) = -\frac{1}{2}\sum_{t=1}^{N}\varepsilon(t,\theta)^T\Lambda^{-1}\varepsilon(t,\theta) - \frac{N}{2}\log(\det(\Lambda)) + cons \tag{۸.۳}$$

[1] Akaike
[2] Bollerslev
[3] Akaike Information Criterion – AIC

برای دیدن حداکثر این مقدار از نظر تحلیلی Λ و جهت حداکثر سازی نتیجه با توجه به θ خواهد بود که به شکل:

$$L(\theta, \Lambda) = const + \frac{N_p}{۲} + \frac{N}{۲}\log(V) \qquad (۹.۳)$$

که در آن p شماره های خارج شده است.
آماره AIC به شکل زیر تعریف شده است.

$$AIC = (-۲ \times LLF) + (۲ \times t) \qquad (۱۰.۳)$$

آماره BIC نیز به شکل زیر تعریف خواهد شد.

$$BIC = (-۲ \times LLF) + (t \times \log(t)) \qquad (۱۱.۳)$$

که در آن t شماره پارامتر است [۱۲] [۲۵].

۵.۸.۳ برآورد توزیع های حاشیه ایی مدل گارچ

برای تخمین پارامتر های توزیع های حاشیه ایی از روش حداکثر درست نمایی استفاده می شود. که به شکل زیر نوشته می شود.

$$L(\theta) = \sum_{t=۱}^{T}\left(-\frac{۱}{۲}\ln(۲\pi) - \frac{۱}{۲}\ln(\sigma^۲) - \frac{۱}{۲}\frac{\alpha_t^۲}{\sigma_t^۲}\right), \theta \sim N(۰, \sigma^۲) \qquad (۱۲.۳)$$

ضرایب مدل $GARCH(۱,۱)$ باید به گونه ایی باشد که مقدار تابع فوق حداکثر شود. در صورتی که توزیع t باشد تابع حد اکثر درست نمایی به شکل زیر است.

$$L(\theta) = -\sum_{t=۱}^{T}\left[\frac{\nu+۱}{۲}\ln\left(۱ + \frac{\alpha_t^۲}{(\nu-۲)\sigma_t^۲}\right) + \frac{۱}{۲}\ln(\sigma_t^۲)\right] \qquad (۱۳.۳)$$

که در آن ν درجه آزادی توزیع و $\nu > ۲$ می باشد [۲۰] .

۶.۸.۳ برآورد تابع چگالی کاپیولا

به دلیل این که شکل ساختار وابستگی توابع کاپیولا زمانی که تعداد متغیر افزایش پیدا کند زیاد می شود، تخمین پارامتر ها مشکل می شود، بنابراین، جهت تعیین ساختار وابستگی مناسب متغیرها و تخمین پارامترهای وابستگی بین آن ها با توابع وین کاپیولا بدین صورت عمل می شود: ابتدا شکلی از ساختارهای وابستگی متغیرهای تصادفی را در نظر گرفته سپس تابع چگالی مشترك d متغیرها تصادفی را براساس شکل ساختارهای وابستگی مورد نظر نوشته و تابع درست نمایی مربوطه را تشکیل می دهیم، در پایان با حداکثرسازی تابع درست نمایی، پارامترهای توابع کاپیولا دو متغیره مدل ساختاری مفروض برآورد می شود.

۹.۳ پیشینه ی پژوهش

۱.۹.۳ پیشینه داخلی

قالیباف اصل (۱۳۸۱)، رابطه بازده سهام بورس اوراق بهادار تهران را با نرخ ارز را طی دوره شش ماهه در سال های ۱۳۸۰ـ۱۳۷۵ بررسی کرد و به این نتیجه رسید که درصد تغییرات نرخ ارز بر بازده سهام دارای تاثیر منفی است اما درصد تغییرات نرخ ارز با یک وقفه زمانی بر بازده ی سهام شرکت ها تاثیر مثبت دارد.

تقوی (۱۳۸۲)، اثر تغییر نرخ ارز در بازار آزاد بر سهام شرکت های سهامی عام را که در بورس فعالیت دارند مورد تحقیق قرار داد. در این تحقیق به بررسی ارتباط بین نوسانات نرخ ارز در بازار آزاد و عواملی که بر قیمت سهام شرکت های بورسی تاثیر گذار است را با توجه به میزان نقد شوندگی مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق از متغیرهای مانند نرخ دلار آمریکا در بازار آزاد، نرخ قیمت فروش سکه و نرخ طلای هیجده عیار و اطلاعات شاخص بورس اوراق بهادار در دوره ۱۳۸۰ـ۱۳۷۷ به صورت روزانه استفاده کردند. در این تحقیق از مدل های رگرسیونی چند متغیره، الگوه های اقتصاد سنجی، مدل میانگین متحرک استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان می داد که تغییرات نرخ دلار در بازار آزاد بر میزان نقد شوندگی، تعداد معاملات و دفعات معاملات تاثیر گذار است. که این باعث تاثیر بر متوسط قیمت سهام های مورد معامله می شود.

صمدی (۱۳۸۵)، رابطه بلند مدت و کوتاه مدت متغیر های کلان اقتصادی با شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را بررسی کرد، در این تحقیق از متغیر های نرخ ارز و میزان درآمد حاصل از صادرات نفت، حجم پول طبق الگوی اتو رگرسیو برداری در دوره ۱۳۸۳ـ۱۳۶۹ استفاده کرد. نتایج نشان دادند که بین متغیر های کلان اقتصادی با شاخص بورس اوراق بهادار رابطه معنا داری وجود دارد. که با متغیر های نرخ ارز و درآمد های نفتی رابطه مثبت و با حجم پول رابطه منفی وجود دارد.

کریم زاده (۱۳۸۵)، در تحقیق خود به این نتیجه رسید که شاخص قیمت سهام بورس تهران با نقدینگی رابطه ای مثبت و با نرخ ارز حقیقی و نرخ سود واقعی بانکی رابطه ای منفی دارد.

زارع و رضایی (۱۳۸۵)، در تحقیق به بررسی تاثیر بازار های ارز، سکه و طلا بر شاخص بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که متغیر های شاخص قیمت مسکن و بهای سکه با شاخص قیمت سهام، رابطه مثبت و بین نرخ ارز و شاخص قیمت سهام، رابطه منفی و معنی داری وجود دارد.

پیرائی و شهسوار (۱۳۸۷)، در تحقیقی به تاثیر متغیر های کلان اقتصادی بر بازار سرمایه ایران پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می داد که ارتباط شاخص قیمت سهام با تولید ناخالص داخلی و سطح عمومی قیمت ها رابطه مستقیم دارد اما با حجم پول و نرخ ارز یک رابطه عکس وجود دارد.

دلاوری و رحمتی (۱۳۸۹)، در تحقیقی به تغییر پذیری قیمت سکه طلا در ایران با توجه به مدل ناهمسانی واریانس شرطی پرداختند که از مدل های خانواده گارچ استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که نرخ برابری دلار بیشترین تاثیر بر واریانس شرطی و قیمت جهانی نفت در دسته پایین تر بر قیمت سکه طلا دارد.

حیدری و همکاران (۱۳۸۹)، رابطه بین نااطمینانی نرخ واقعی ارز و شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران را برای دوره زمانی ۱۳۹۰ـ۱۳۷۸ با روش و مدل $VAR-GARCH$ مطالعه نمودند، به این نتایج رسیدند که بین متغیر نااطمینانی نرخ واقعی و شاخص قیمت سهام، رابطه منفی و معنی داری وجود دارد، اما مابین نااطمینانی قیمت سهام و نرخ ارز رابطه معنی داری وجود ندارد.

حسینی نسب و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله ای با عنوان تعیین اثرات نوسانات قیمت نفت بر روی بازده سهام بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می داد که در زمان رکود و رونق بازده بازار سهام با نوسانات شدید و زمان رونق بازده بازار سهام با نوسانات ملایم، اثر نوسانات قیمت نفت بر بازده بازار سهام مثبت است، به طوری که قیمت نفت به عنوان عامل تداوم رکود در بورس اوراق بهادار تهران عمل می کند.

اقاجان نشتایی (۱۳۹۱)، در تحقیق دانشگاهی که روی نوسانات قیمت جهانی طلا بر بروس اوراق بهادار کار می کرد به بررسی نحوه اثر گذاری قیمت جهانی طلا بر بورس اوراق بهادار طی دوره ۱۳۹۰ـ۱۳۸۲ که به صورت روزانه و با استفاده از الگوی $GARCH-M$ پرداخت، در این تحقیق به این نتیجه رسید که بین نوسانات قیمت جهانی طلا و بازده سهام بورس اوراق بهادار تهران یک رابطه منفی معنادار وجود دارد.

زمانی و همکاران (۱۳۹۲)، ارزش در معرض ریسک را با استفاده از نظریه ارزش فرین مدل سازی کردند و با ارزش در معرض ریسک به روش واریانس_کواریانس و شبیه سازی تاریخی مقایسه کردند، نتایج نشان می داد که در دنباله سمت راست توزیع داده ها، در تمامی سطوح تئوری ارزش فرین از تخمین دقیق تری بر خوردار است.

شهیکی و همکاران (۱۳۹۶)، ریسک های بیمه گری صنعت بیمه را با دو رویکرد متفاوت، توابع کاپیولا بیضوی و ارشمیدسی و تجمیع سلسله مراتبی با توابع کاپیولا ارشمیدسی بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که مدل سازی ساختار وابستگی، حداقل سرمایه لازم برآورد شده با رویکرد ها و توابع کاپیولا مختلف، متفاوت است. همچنین توابع کاپیولا در تعیین حداقل سرمایه لازم، توانگری موسسات بیمه را بیشتر از حد برآورد شده با روش تجمیع ساده و خطی مدل استاندارد نشان می دهد.

مولایی، واعظ، صمدی و پرورده (۱۳۹۶)، با استفاده از رویکرد کاپیولا به بررسی همبستگی میان نرخ ارز، پرش قیمت و شاخص بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۱۳۹۴ـ۱۳۸۵ پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می داد که بین نرخ ارز و شاخص قیمت رابطه ی یک طرفه از نرخ ارز به شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد. بر اساس رویکرد کاپیولا، ضریب همبستگی شاخص کل قیمت با نرخ ارز ۰/۸۵ است.

۲.۹.۳ پیشینه خارجی

کینگ و وآدواتی [۱] (۱۹۹۰)، علت افت همه ی بازار های سهام علی رغم شرایط اقتصادی مختلف، در اکتبر ۱۹۸۷ را بررسی کردند. بر اساس نتایج این تحقیق همبستگی بین بازار های مالی امری مشهود است به نوعی ریزش در یک بازار به بازار مالی دیگر منتقل می شود. به طوری که با تعطیل شدن بازار نیویورک در روز های چهار شنبه سال ۱۹۸۷، قیمت سهام در بازار لندن پایین تر بوده است.

دیکلمنته و رومانو [۲] (۲۰۰۴) یک روش بهینه که بین ریسک های اعتباری، که در آن ساختار وابستگی وجود دارد را ارائه کردند، در این روش از مدل های توابع کاپیولا ـ شامل کاپیولا گوسی، تی ـ کاپیولا و کاپیولا کلایتون ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار را محاسبه کردند.

جنسایا و سلکوک [۳] ، (۲۰۰۴) کاربرد تئوری مقدار فرین در محاسبه VAR و مقایسه آن با روش واریانس ـ کواریانس و شبیه سازی تاریخی را برای بازار های مالی نو ظهور انجام دادند. در این تحقیق عملکرد نسبی مدل های ارزش در معرض ریسک با استفاده از بازده روزانه بازار سهام مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان می داد که استفاده از تئوری مقدار فرین در سطح اطمینان بالاتری دارای نتایج دقیق تری است.

دانگ و همکاران [۴] (۲۰۰۵)، به بررسی ارتباط بازار بورس و نرخ ارز در شش کشور آسیایی (اندونزی، مالزی، فیلیپین، کره جنوبی، تایلند و تایوان) پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می داد که بین این دو متغیر یک رابطه منفی معنی داری به جز کشور تایلند وجود دارد.

گلیلی و کلز [۵] (۲۰۰۶)، به بررسی کاربرد تئوری مقدار فرین برای اندازه گیری ریسک مالی و محاسبه سنجه ریسک دنباله و بازه های اطمینان مربوطه پرداختند، در این تحقیق از سری های زمانی مالی Dow Jones Euro ، S&P 500، Swiss Market Index، Nikkei 225، Hang Seng، FTSE 100، Stoxx 50 استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان از دقت بالای تئوری ارزش فرین در مقایسه با سایر روش ها دارد.

مگنوس و فوسو [۶] (۲۰۰۶)، نوسانات مبادلات بورس غنا را با استفاده مدل متقارن ناهمسانی شرطی خود توضیحی تعمیم یافته $GARCH(۱,۱)$، مدل های نامتقارن ناهمسانی شرطی $EGARCH(۱,۱)$ و مدل ناهمسانی شرطی $TGARCH(۱,۱)$ مدل سازی و پیش بینی کردند. با توجه به داده های مورد استفاده شاخص قیمت سهام (DSI) [۷] در یک دوره ده ساله به این

[1] King and Wadhwani
[2] Di Clemente and Romano
[3] Gencaya, and Selcukc
[4] Doong et all
[5] Gilli and Këllezi
[6] Magnus and Fosu
[7] Databank Stock Index

نتایج رسیدند که نوسانات و اثرات نامتقارن، همواره بر بازده بازار بورس اثر گذار است.
پالارو و هوتا [۱] (۲۰۰۶)، در پژوهشی به برآورد ارزش در معرض ریسک پرتفوی متشکل از دو شاخص Nasdaq و S&P۵۰۰ در دوره ۲۰۰۳ـ۱۹۹۲ با کمک برخی از توابع کاپیولا، همچون کاپیولا تیـ استیودنت، کاپیولا پلاکت به برآورد ارزش در معرض ریسک پرداختند، نتایج این تحقیق نشان می دهد که مدل $SJC - Copula - GARCH - E$ نسبت به مدل های شبیه سازی تاریخی و $MGARCH$ ، نتایج بهتری را نشان می هد.
مقبره و همکاران [۲] (۲۰۰۶)، در تحقیقی به اندازه گیری ارزش در معرض ریسک بازار های مالی کشور های خاورمیانه مانند بحرین، مصر، اردن، مراکش، ترکیه را با استفاده از نظریه ارزش فرین اندازه گیری کردند. نتایج این تحقیق نشان می داد که روش نظریه ارزش فرین نسبت به روش شبیه سازی تاریخی و واریانسـ کواریانس و آرچ نتایج بهتری را نشان می دهد.
ماگیره و الکندری(۲۰۰۷)، رابطه میان قیمت نفت و بازار سهام در کشور های عضو GCC را با استفاده از آزمون های ناپارامتریک رتبه بندی برای تحلیل هم انباشتگی غیر خطی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که قیمت نفت خام مستقیما شاخص قیمت سهام را در کشور های GCC تحت تاثیر قرار می دهد.
زآنگ و همکاران [۳] (۲۰۱۰)، رابطه هم انباشتگی و علیت میان قیمت طلا و نفت خام را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان می داد که روند های پایداری میان قیمت نفت و طلا و همچنین همبستگی مثبت معنا داری میان آن ها وجود دارد. همچنین تعادل بلند مدت میان این دو بازار و تغییر قیمت نفت باعث نوسانات قیمت طلا می شود.
مولان و همکاران [۴] (۲۰۱۰)، با استفاده از داده های سری زمانی روزانه به بررسی تاثیر نوسانات قیمت نفت، طلا و نرخ تبدیل دلار آمریکا در مقابل ارز های گوناگون روی شاخص های قیمت سهام در آمریکا، آلمان، ژاپن و چین و همچنین همبستگی کوتاه و بلند مدت میان این متغیر ها پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که میان نوسانات قیمت نفت، قیمت طلا و نرخ تبدیل دلار به ارز های مختلف و قیمت سهام در آلمان، ژاپن و چین هم انباشتگی وجود دارد.
لن وآنگ و همکاران [۵] در سال (۲۰۱۰) ، در تحقیقی به ارتباط بین قیمت نفت، قیمت طلا، نرخ تبدیل ارز در بازار های بین المللی سهام پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نوسانات قیمت نفت و قیمت طلا و نرخ برابری ارز های مختلف را بر روی شاخص سهام کشور آمریکا، آلمان، چین، ژاپن و تایوان را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که روابط و همبستگی کوتاه مدت و بلند مدت میان بازار های مالی وجود دارد.
زآنگ و همکاران [۶] (۲۰۱۰)، رابطه هم انباشتگی و علیت میان قیمت طلا و نفت خام را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان می داد که روند های پایداری میان قیمت نفت و طلا و همچنین

[1] Helder Parra Palaro and Luiz Koodi Hotta
[2] Maghyereh, et all
[3] Zang et al
[4] Mu Lan et al
[5] Lan Wang et all
[6] Zang et al

همبستگی مثبت معنا داری میان آن ها وجود دارد. همچنین تعادل بلند مدت میان این دو بازار و تغییر قیمت نفت باعث نوسانات قیمت طلا می شود.

سینگ و همکاران [۱] (۲۰۱۱)، با استفاده از تئوری مقدار فرین و $GARCH(1,1)$ در بورس اوراق بهادار استرالیا که از مدل های EVT استفاده کردند، به این نتیجه رسیدند که مقدار VAR بر اساس مدل پویای $GARCH-EVT$ از عملکرد بهتری بر خوردار است.

سوجیت و کومار [۲] (۲۰۱۱)، به بررسی رابطه تجربی میان قیمت نفت و نرخ واقعی موثر ارز در پاکستان در دوره ۲۰۰۹ـ۱۹۸۶ پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می داد که یک رابطه عکس میان قیمت نفت و نرخ موثر حقیقی ارز وجود دارد، هر چند در اکثر دوره های زمانی به این نتیجه دست یافته که نرخ ارز منجر به ایجاد و انتقال آثار عکس چرخه ای بر روی شوک های قیمت نفت بوده است.

موتو و همکاران [۳] (۲۰۱۱)، در تحقیق تحت عنوان کارایی مدل ارزش در معرض ریسک در بازار های مرکزی و شرقی بازار سهام اروپا به عملکرد مدل های مختلف محاسبه ارزش در معرض ریسک پرداختند، داده های مورد استفاده در این تحقیق اطلاعات شاخص های روزانه بازار سهام اروپای مرکزی و شرقی بود. نتایج این تحقیق نشان می داد که تنها مدل های پیشرفته VaR از قبیل تئوری ارزش فرین یا مدل های گارچ می توانند ریسک بازار را به خوبی نشان دهند.

فیلیس و همکاران [۴] (۲۰۱۱)، به بررسی همبستگی پویا بین قیمت سهام و قیمت نفت برای تعدادی از کشور های وارد کننده و صادر کننده نفت از قبیل کانادا، مکزیک، برزیل، آمریکا، آلمان و هند پرداختند. نتایج همبستگی نشان می دهد که بدون در نظر گرفتن منشا نوسانات قیمت نفت، این متغیر یک اثر منفی بر بازار سهام دارد .

آکارا [۵] (۲۰۱۱)، در تحقیق خود به ارتباط بین بورس اوراق بهادار، طلا و بازده ارز در ترکیه با استفاده از روش های همبستگی شرطی پرداخت. نتایج این تحقیق نشان می دهد که همبستگی شرطی بین سرمایه گذاری ها در زمان های مختلف وجود دارد.

اسکو گلند و همکاران [۶] (۲۰۱۳)، به کمک روش های ترکیبی توابع کاپیولا در تجمیع ریسک ها پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که روش توابع کاپیولا ترکیبی تجمیع ریسک این امکان را فراهم می سازد تا بتوان با حداقل داده در دسترس ریسک ها را تجمیع کرد.

بریچمن و سزادو [۷] (۲۰۱۳)، به کمک روش های کاپیولا به مدیریت پرتفولیو پرداختند. آنها با استفاده از توابع کاپیولا وین $C-Vine$ و $R-vine$ ، داده های روزانه ۲۰۰۹ـ۲۰۰۶ ، ساختار وابستگی بین بازده سهام ۵۰ شرکت برتر اتحادیه اروپا را مدل سازی کردند، نتایج این تحقیق

[1] Singh et all
[2] Sujit and Kumar
[3] Moto et all
[4] Filis et all
[5] Akara
[6] Skoglund et all
[7] Brechmann and Czado

نشان می دهد که استفاده از توابع کاپیولا وین نتایج دقیق تری نسبت به سایر روش ها دارد.

۱۰.۳ نتیجه فصل سوم

در فصل سوم به بررسی مدل ریاضی ریسک و انواع سنجه های ریسک پرداختیم و به بررسی دو سنجه ریسک یعنی ارزش در معرض ریسک و نواقص آن و ارزش در معرض ریسک شرطی (ریزش مورد انتظار) و نحوه استفاده از آن ها پرداختیم. در بخش دیگر به بررسی نظریه ارزش فرین و رویداد های فرین که بر بازار های مالی تاثیر گذار هستند پرداخته شد و این که دو رویکرد حداکثر بلوک و فراتر از آستانه در نظریه ارزش فرین چگونه محاسبه می شود. در بخش دیگر به معرفی مدل های گارچ و خانواده این مدل ها پرداخته شد و منظور از گارچ های نامتقارن و نحوه تجزیه وتحلیل داده ها به وسیله آن ها بررسی شد. بخش دیگر این فصل به همبستگی بازار های مالی و روش های محاسبه همبستگی مابین بازار و مدل کاپیولا و انواع مختلف از خانواده مدل های کاپیولا معرفی شدند. در بخش دیگر به نحوه توصیف و تجزیه و تحلیل روش های آماری داده های متغیر ها پرداخته شد و در بخش پایانی این فصل به پیشینه داخلی و خارجی پژوهش اشاره شد که چه افرادی بر روی چه موضوعاتی و به چه نحوه ایی کار کرده اند و به چه نتایجی در تحقیق خود رسیده اند، پرداخته شده است.

فصل ۴

تجزیه و تحلیل داده ها

۱.۴ مقدمه

در این فصل داده های جمع آوری شده، دسته بندی و مرتب می شوند و سپس شاخص های آماری (میانگین، انحراف از معیار و پراکندگی) برای خلاصه کردن داده ها و درک بهتر آن ها ارائه می گردد. همچنین نمودارهای مربوط به تجزیه و تحلیل توصیفی داده ها برای کمک به دریافت نکات قابل استفاده در داده ها تهیه می شود.
سپس به کمک مدل های معرفی شده وتخمین پارمتر های این مدل ها به اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار پرداخته می شود.

۲.۴ تحلیل توصیفی داده ها

در این تحقیق از پنج متغیر اصلی که شامل شاخص قیمت کل بورس اوراق بهادار (P-Index) و قیمت نفت اوپک (P-Oil) ، نرخ ارز (ارزش ریالی قیمت دلار (P-Usd)) و قیمت طلا (قیمت ریالی سکه در ایران (P-Coin)) و قیمت هر اونس طلای جهانی (P-Gold) استفاده می شود.
وضعیت متغیر های مورد بررسی در این پژوهش در جدول ۱.۴ آمده است.
در جدول (۲.۴) وضعیت آماری توصیفی متغیر های تحقیق ارائه شده است.
در نمودار های زیر اطلاعات شاخص، قیمت نفت، نرخ دلار، قیمت سکه و قیمت انس جهانی

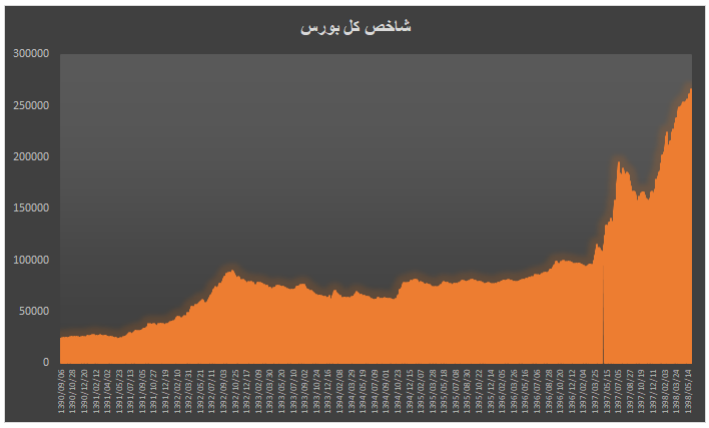
جدول ۱.۴: معرفی متغیر های تحقیق

نام متغیر	نوع داده و دوره مورد نظر	منبع دست رسی
شاخص کل بورس اوراق بهادار (P-index)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	سایت بورس اوراق بهادار http://tse.ir/archive.html
قیمت نفت اوپک (P-oil)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	www.opec.org/basket/basketDayArchives.xml
ارزش ریالی قیمت دلار ازاد (P-Usd)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	http://www.tgju.org
قیمت ریالی سکه (P-Coin)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	http://www.tgju.org
قیمت هر اونس طلای جهانی به دلار (P-Gold)	روزانه از ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱	http://www.tgju.org

جدول ۲.۴: اطلاعات آماری توصیفی متغیر های تحقیق

متغیر ها	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانه	min	max	range	skew	kurtosis
P-Index	۱۸۶۲	۸۲,۹۰۷/۷۷	۴۸,۶۵۶/۲۷	۷۶,۱۶۶/۶	۷۶,۲۷۹/۰۵	۲۶۶,۱۲۷	۲۴۲,۳۳۹/۷	۱/۶۷	۲/۹۲
P-Oil	۱۹۸۷	۷۴/۴۳	۲۶/۹۷	۶۷/۱	۲۲/۴۸	۱۲۴/۶۴	۱۰۲/۱۶	۰/۱۷	−۱/۴۱
P-Usd	۲۳۰۳	۴۴,۸۳۶/۶۴	۳۰,۰۵۰/۹۲	۳۴,۳۵۰	۱۳,۳۵۰	۱۵۳,۵۰۰	۱۴۰,۱۵۰	۲/۰۸	۳/۱۴
P-Coin	۲۲۹۸	۱۵,۱۹۴,۶۱۴/۶۶	۱۱,۲۴۶,۲۲۲/۴۲	۱۰,۸۴۹,۰۰۰	۵,۸۰۰,۰۰۰	۵۴,۱۵۰,۰۰۰	۴۸,۳۵۰,۰۰۰	۲/۰۰	۲/۵۷
P-Gold	۲۰۷۰	۱,۳۲۹/۹۷	۱۶۸/۵۲	۱,۲۸۴/۷۷	۱,۰۵۱/۷۴	۱,۷۹۰/۵۵	۷۳۸/۸۱	۱/۱۴	۰/۴۱

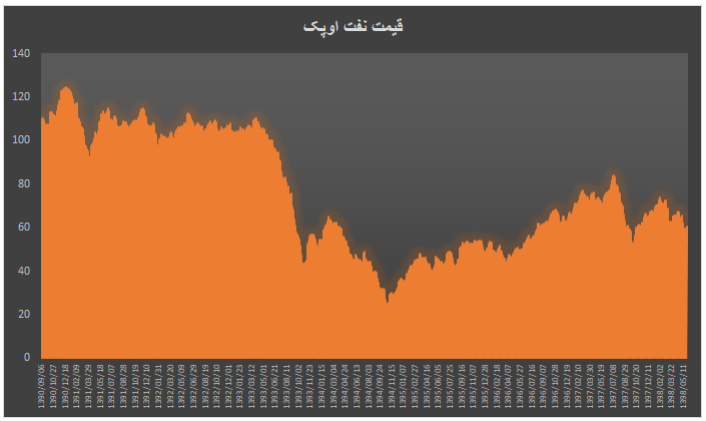
نمایش داده شده است.



شکل ۱.۴: روند زمانی شاخص بورس اوراق بهادار

یادداشت:اطلاعات شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ را نمایش می دهد.

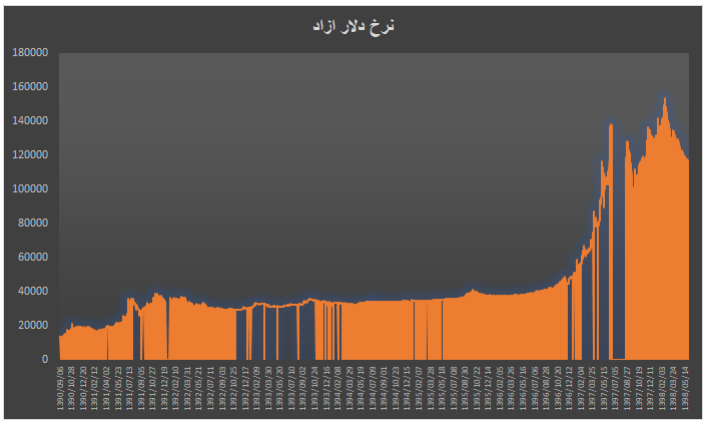
محور افقی بازه زمانی تاریخ از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ و محور عمودی عدد شاخص بازه ۵۰۰۰۰ هزار واحدی است.



شکل ۲.۴: روند زمانی قیمت نفت خام اوپک

یادداشت:اطلاعات قیمت نفت خام اوپک از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ تا ۲۰۱۹/۸/۲۲ را نمایش می دهد.

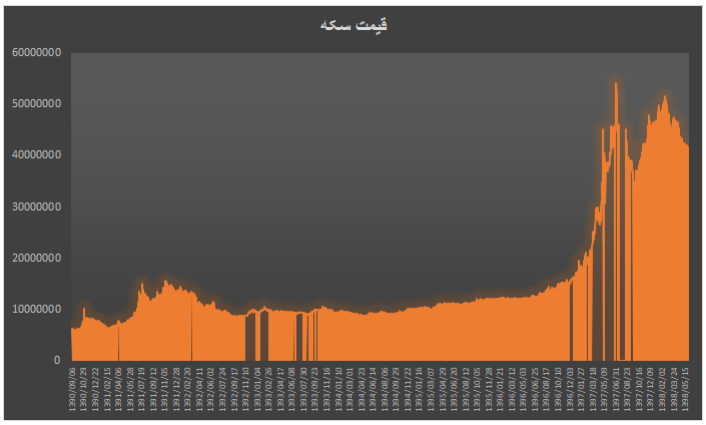
محور افقی بازه زمانی تاریخ از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ تا ۲۰۱۹/۸/۲۲ و محور عمودی قیمت نفت هر واحد ۲۰ دلار است.



شکل ۳.۴: روند زمانی قیمت دلار در ایران

یادداشت:اطلاعات نرخ ارز (دلار ازاد) از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ را نمایش می دهد.

محور افقی بازه زمانی تاریخ از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ و محور عمودی نرخ دلار بر حسب ریال هر واحد ۲۰۰ دلار است.



شکل ۴.۴: روند زمانی قیمت سکه در ایران

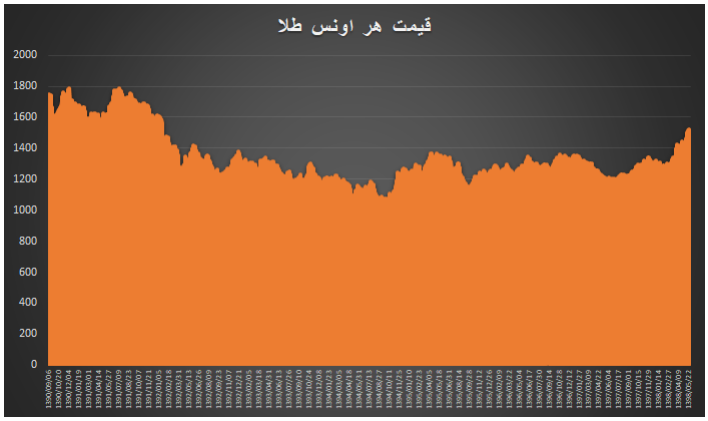
یادداشت:اطلاعات قیمت سکه از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ را نمایش می دهد.

محور افقی بازه زمانی تاریخ و محور عمودی قیمت سکه بر حسب ریال هر واحد ۱۰۰۰۰۰۰ ریال است.

در بازار های مالی برای بررسی ارتباط بین بازار ها معمولا از بازده روزانه به جای قیمت استفاده می کنیم، زیرا بازده دارایی یک شاخص کامل و بدون مقیاس برای ارزیابی فرصت های سرمایه گذاری است و همچنین تحلیل سری های زمانی بازدهی آسان تر از سری زمانی قیمت است. بازده دارایی های مورد بررسی به صورت لگاریتمی در محاسبات با کمک معادله (۱.۴) محاسبه می شود.

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \qquad (۱.۴)$$

که در آن r_t ، بازدهی لگاریتمی، P_t ، قیمت در زمان t و P_{t-1} قیمت در زمان $t-1$ است.
در جدول ۳.۴ وضعیت آماری بازده لگاریتمی قیمت های متغیر های تحقیق قابل مشاهده است.



شکل ۵.۴: روند زمانی قیمت اونس طلای جهانی

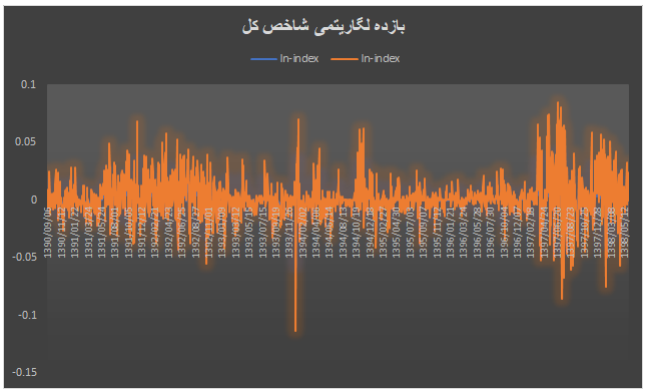
یادداشت:اطلاعات قیمت هر اونس طلای جهانی از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ تا ۲۰۱۹/۸/۲۲ را نمایش می دهد.

محور افقی بازه زمانی تاریخ ۲۰۱۹/۸/۲۲ و محور عمودی قیمت هر اونس طلا هر واحد ۲۰۰ دلار است.

جدول ۳.۴: وضعیت آماری بازده لگاریتمی قیمت های متغیر های تحقیق

متغیر ها	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانه	min	max	range	skew	kurtosis
P-Index	۱۸۶۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۰۴	−۰/۰۵۶۷	۰/۰۴۲۷	۰/۰۹۹۴	۰/۳۱۱۰	۴/۷۸۱
P-Oil	۱۹۹۴	−۰/۰۰۳۲	۰/۱۸۷۷	−۰/۰۰۰۱	−۶/۳۸۷	۳/۴۸۹	۹/۸۷۶	−۱۸/۹۳	۷۸۱/۸۰
P-Usd	۲۳۱۱	−۰/۰۰۳۶	۰/۲۵۹۶	۰	−۱۱/۱۱	۲/۹۶۸	۱۴/۰۸	−۳۴/۴۴	۱۴۸۵/۴۸
P-Coin	۲۳۰۶	−۰/۰۰۶۳	۰/۴۵۰۸	۸/۷۶۸	−۱۶/۹۹	۸/۷۹۶	۲۵/۷۹	−۲۴/۴۰	۱۰۳۴/۵۸
P-Gold	۲۰۷۸	−۰/۰۰۴	۰/۱۵۹۴	−۵/۷۰۷	−۶/۴۶۸	۲/۰۳۱	۸/۵۰۰	−۳۲/۳۴	۱۳۲۸/۷۱

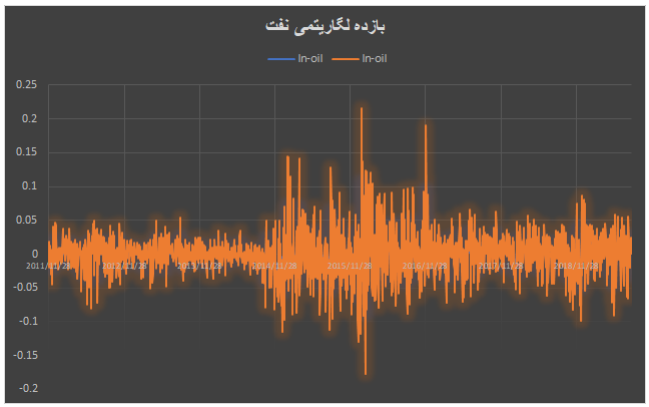
در نمودار های زیر بازده لگاریتمی شاخص بورس اوراق، نفت، دلار و انس جهانی نمایش داده شده است.



شکل ۶.۴: بازده لگاریتمی شاخص بورس اوراق بهادار

یادداشت:اطلاعات بازده لگاریتمی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ را نمایش می دهد.

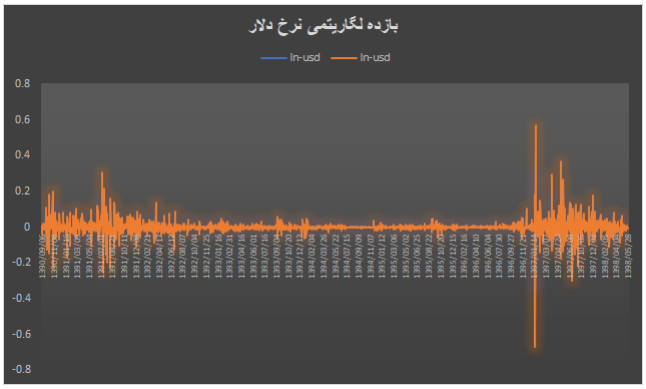
محور افقی بازه زمانی تاریخ از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ و محور عمودی بازده لگاریتمی شاخص است.



شکل ۷.۴: بازده لگاریتمی نفت خام اوپک

یادداشت:اطلاعات بازده قیمت نفت خام اوپک از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ تا ۲۰۱۹/۸/۲۲ را نمایش می دهد.

محور افقی بازه زمانی تاریخ از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ تا ۲۰۱۹/۸/۲۲ و محور عمودی بازده نفت است.



شکل ۸.۴: بازده لگاریتمی نرخ دلار

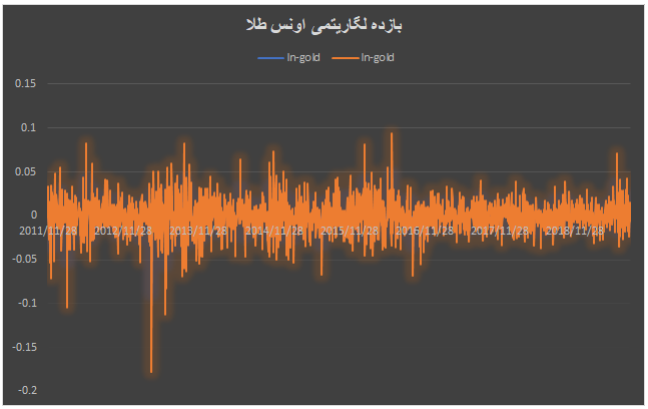
یادداشت:اطلاعات بازده قیمت نرخ ارز (دلار آزاد) از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ را نمایش می دهد.

محور افقی بازه زمانی تاریخ از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ و محور عمودی بازده نرخ دلار است.

شکل ۹.۴: بازده لگاریتمی قیمت سکه

یادداشت:اطلاعات بازده سکه از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۸/۵/۳۱ را نمایش می دهد.

محور افقی بازه زمانی تاریخ و محور عمودی بازده سکه است.



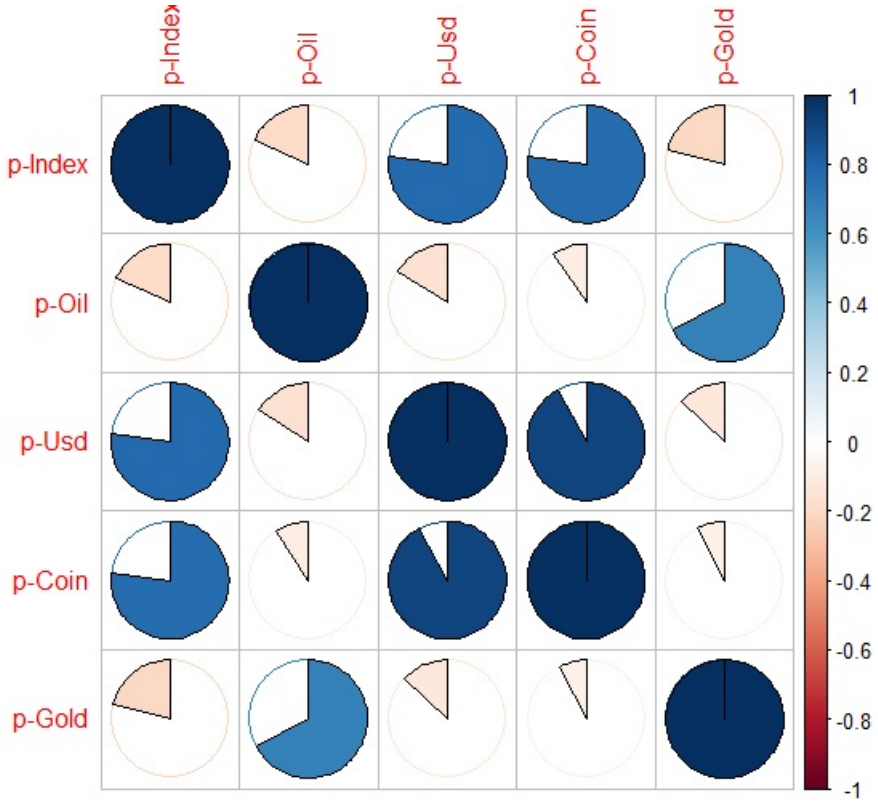
شکل ۱۰.۴: بازده لگاریتمی قیمت اونس طلا جهانی

یادداشت:اطلاعات بازده نفت خام اوپک از تاریخ ۲۰۱۱/۱۱/۲۷ تا ۲۰۱۹/۸/۲۲ را نمایش می دهد.

محور افقی بازه زمانی تاریخ ۲۰۱۹/۸/۲۲ و محور عمودی بازده دلار است.

۳.۴ همبستگی بازار های مالی

با توجه به داده های شاخص و قیمت متغیر های مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ میزان همبستگی آنها توسط نرم افزار R مشخص گردیده است و در شکل ۱۱.۴ ارائه شده است. همچنین در شکل ۱۲.۴ مقدار دقیق همبستگی را نشان می دهد.

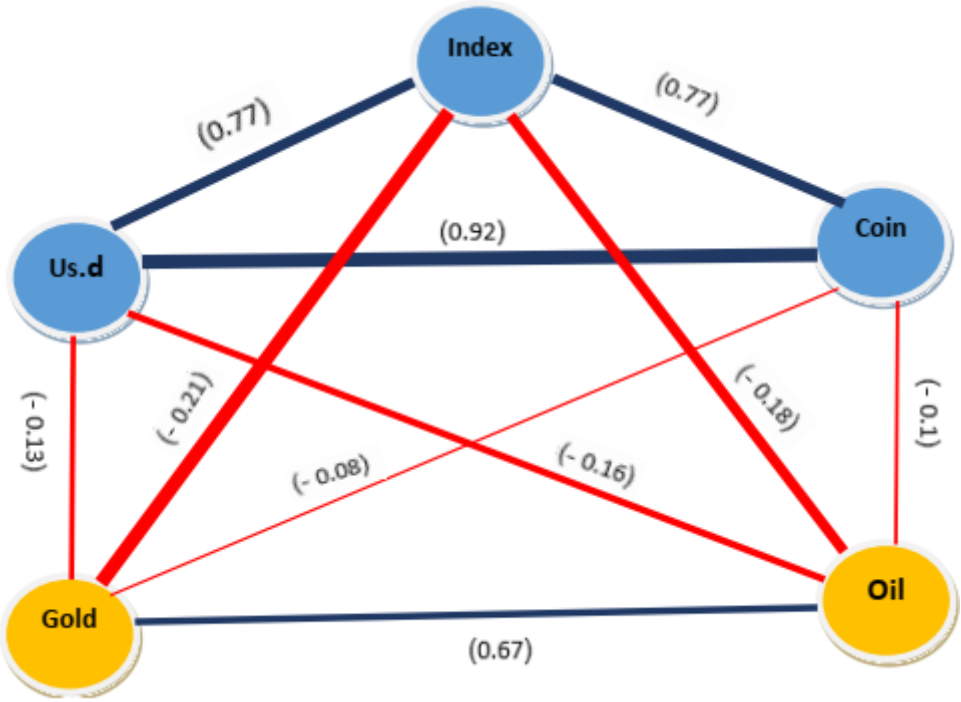


شکل ۱۱.۴: میزان همبستگی شاخص های بازار های مالی مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۹۸ـ۱۳۹۰ .

شکل ۱۲.۴: میزان عددی همبستگی شاخص های بازار های مالی مورد مطالعه .

در شکل بالا هر چه دوایر آبی، پر رنگ تر باشند نشان دهنده هبستگی مثبت بیشتر میان بازار های مالی است و رنگ قرمز نشان دهنده همبستگی منفی است. در بازار های مالی مورد مطالعه بیشترین همبستگی مابین قیمت سکه و قیمت دلار آمریکا وجود دارد و کمترین میزان همبستگی مابین دو بازار مالی مربوط به بورس اوراق بهادار و بازار طلای جهانی می باشد. اما طبق اطلاعات نمودار بیشترین میزان همبستگی بازار های مالی با بورس اوراق بهادار مربوط به قیمت سکه و قیمت دلار می باشد که روند حرکتی تقریبا یکسانی در ایران دارند. اما میزان هبستگی شاخص بازار با بازار نفت اوپک منفی و در جهت عکس هم است که البته نسبت با بازار طلای جهانی کمتر می باشد. بنابراین شاخص بازار بورس ایران با قیمت سکه و دلار همبستگی مثبت و میزان همبستگی زیاد ۰.۷۷ و با قیمت نفت و قیمت اونس جهانی طلا همبستگی منفی دارند. همچنین میزان همبستگی سایر بازار های مالی با یکدیگر قابل مشاهده است و مقدار آن در گراف ۱۳.۴ قابل مشاهده است.

با توجه به نمودار و میزان همبستگی ها، بازار های مالی مورد مطالعه در سه گروه که با یکدیگر همبستگی مثبت و همبستگی منفی دارند می توان تقسیم بندی کرد. در بازار های مالی که با یکدیگر همبستگی مثبت دارند به وسیله خطوط آبی رنگ به یکدیگر متصل شده اند و هر چه مقدار این همبستگی بیشتر باشد خطوط پر رنگ تر است، بازار های مالی که همبستگی منفی دارند با خطوط قرمز به هم متصل شده اند و هر چه میزان همبستگی منفی بیشتر باشد خطوط قرمز پر رنگ تر خواهند بود. که در گراف ۱۳.۴ قابل مشاهده هستند.



شکل ۱۳.۴: گراف همبستگی مابین بازار های مالی مورد مطالعه ، طبق یافته های تحقیق.

۴.۴ پیاده سازی رویکرد نظریه ارزش فرین

با توجه به مطالب فصل سه در مورد نظریه ارزش فرین توضیحات داده شد، نظریه ارزش فرین دارای دو رویکرد کلی روش حداکثر بلوک (GEV) و روش فراتر از آستانه (POT) است.

۱.۴.۴ روش حداکثر بلوک(GEV)

روش حداکثر بلوک به این صورت است که فاصله زمانی را به تکه ها، قسمت ها و یا بلوک های یکسان تقسیم بندی کرده و فقط مقدار حداکثر را برای هر یک از بلوک ها، بر اساس توزیع تعیمیم یافته ارزش فرین که گفته شده است مدل سازی می کنند. رویکرد حداکثر بلوک دارای سه پارامتر موقعیت، معیار و شاخص دنباله است. در جدول زیر که پارامتر های حداکثر بلوک محاسبه شده است ارائه شده است [۴۱] .

جدول ۴.۴: مقدار پارامتر های رویکرد حد اکثر بلوک شاخص های مورد مطالعه از سال ۹۸ـ۹۰ است.

μ_{max}	σ_{max}	ξ_{max}	نماد/پارامتر
۲/۶۵۸۹۲۳	۱/۵۶۱۲۴۵	۰/۷۰۱۰۱۲	**Index**
۰/۴۳۲۵۱۲	۰/۳۶۸۵۱۴	۰/۱۵۲۸۱۸	**standard error**
۱/۹۷۶۵۲۴	۲/۱۳۴۵۹۵	۰/۸۵۲۵۱۳	**Oil**
۰/۶۵۲۳۴۵	۰/۴۵۶۲۵۸	۰/۱۶۲۵۷۸	**standard error**
۲/۴۵۲۳۶۴	۱/۶۵۷۸۴۵	۰/۷۳۴۵۵۶	**Usd**
۰/۶۵۲۳۴۱	۰/۵۶۱۴۵۶	۰/۱۵۷۸۶۸	**standard error**
۲/۸۷۲۵۴۶	۱/۶۴۵۸۹۵	۰/۷۵۱۴۳۵	**Coin**
۰/۴۴۲۳۵۵	۰/۶۵۲۳۷۴	۰/۱۵۲۸۶	**standard error**
۲/۷۸۶۵۲۴	۲/۲۳۱۲۴۱	۰/۸۷۲۶۱۳	**Gold**
۰/۳۳۲۵۴۱	۰/۵۲۹۵۱۲	۰/۱۵۶۷۸۹	**standard error**

یکی از عیب های روش حد اکثر بلوک این است که به دلیل بلوک بندی داده ها، تعداد زیادی از داد ها حذف می شوند که با حذف آن ها باعث می شود که برازش مناسبی از توزیع داد ها در اختیار نداشته باشیم. یکی از مزیت های روش حدا کثر بلوک نتایج آن است که می توان به راحتی آن ها را تفسیر کرد. به ویژه زمانی که بطور ذاتی در بلوک های مشاهدات ساختار بندی شده باشد (یعنی مشاهدات روزانه بازده های مالی بطور طبیعی می تواند درون بخش های فصلی و سالانه بلوک بندی شود).در نقطه مقابل، عیب عمده این روش آن است که به عنوان اتلاف کننده داده معرفی شده است، چرا که ممکن است برخی از بلوک ها بیش از یک ارزش فرین داشته باشند. یکی از مشکلات موجود در پیاده سازی مدل های حداکثر بلوک، نیاز این روش به داده های بسیار است. رویکرد حداکثر بلوک، روشی غیر شرطی است، و از این رو تأثیرات متغیر های مستقل همچون نوسانات را در نظر نمی گیرد. در مقایسه با حداکثر بلوک، فراتراز آستانه روشی است که برای کاربرد های عملی بسیار مفید تلقی می شود. این رویکرد می تواند بطور کارا، حتی با داده های محدود مقادیر فرین را استخراج نماید [۴۳].

۲.۴.۴ رویکرد فراتر از آستانه

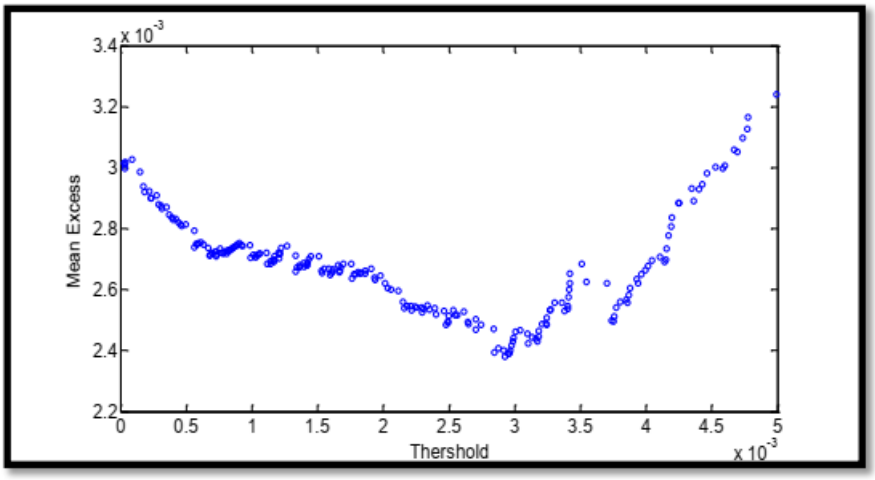
در روش فراتر از آستانه بر این پایه تکیه دارد که نمونه هایی را انتخاب می کنیم که از یک آستانه معین u تجاوز کرده باشد. مهمترین قسمت در روش فراتر از آستانه انتخاب آستانه می باشد، که روش های متفاوتی وجود دارد که از جمله آن روش نمودار هیل [1] و روش تابع

[1] Hill plo

میانگین فزونی [1] است. که در این پژوهش از تابع میانگین فزونی جهت انتخاب آستانه مورد نظر استفاده کنیم. به صورت زیر تعریف می شود [۴۳] .

$$e_{n_u}(u) = \frac{\sum_{i=1}^{n_u}(X_i - u)}{\sum_{i=1}^{n_u} I_{(X_i>u)}} \qquad (۱.۴)$$

در تابع میانگین فزونی با توجه به شکل ۱۴.۴ به این گونه است که اگر در بالای یک آستانه



شکل ۱۴.۴: نحوه توزیع تابع میانگین فزونی

خاص، خطی با شیب مثبت داشته باشیم داده های نمونه از توزیع تعمیم یافته پراتو با شاخص دنباله مثبت پیروی می کنند، همچنین اگر تابع میانگین فزونی داده های نمونه توزیع نمایی داشته باشند، یک خط افقی خواهد بود و در صورتی که داده های نمونه دنباله های کم تراکم باشد، تابع توزیع آن یک خط با شیب منفی خواهد بود. روش کار در رویکرد فراتر آستانه که مقدار آستانه را از تابع میانگین فزونی استخراج می شود به این گونه است که داد هایی که از مقدار آستانه بیشتر شده است را در نظر می گیریم و شکل توزیع این داده ها را مشخص می کنیم. در جدول ۵.۴ پارامتر شکل توزیع در جدول درج شده است.

اطلاعات جدول ۵.۴ نشان می دهد که مقدار پارامتر پنج نمونه که مورد مطالعه قرار گرفته اند مثبت هستند که این نشان می دهد که توزیع آماری آن ها به توزیع آماری فریشه مشابه است. همچنین میزان خطای استاندارد نشان دهنده حداکثر خطا در برآورد پارامتر است که هر چه مقدار آن کمتر باشد نشان دهنده دقت بالا در اندازه گیری است.

۳.۴.۴ تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار

در دو قسمت قبل اندازه پارامتر های نظریه ارزش فرین طبق دو رویکرد حداکثر بلوک و فراتر از آستانه تخمین زده شد. در این بخش به کمک این پارامتر ها طبق آن چه در قسمت های

[1] Mean excess function

جدول ۵.۴: مقدار پارامتر های رویکرد فرا تر از آستانه شاخص های مورد مطالعه از سال ۹۸ـ۹۰ است.

نماد/پارامتر	ξ_{max}	Standard error
Index	۱/۰۲۵۳۲۳	۰/۲۹۵۶۳۱
Oil	۱/۳۳۵۶۴۲	۰/۲۳۵۲۱۲
Usd	۱/۱۷۸۶۵۲	۰/۱۶۳۲۴۵
Coin	۱/۱۳۲۴۵۶	۰/۲۴۶۲۳۵
Gold	۱/۰۲۳۵۴۶	۰/۱۷۳۲۵۴

قبل گفته شد به تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار می پردازیم. جهت محاسبه از دو سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد به جهت مشاهده میزان تفاوت در یک بازه روزانه اندازه گیری شده است. هر چه میزان سطح اطمینان بالاتری محاسبه شود نتایج دقیق تری را نمایش می دهد. نتایج حاصل از اندازه گیری در جدول ۶.۴ قابل مشاهده است.

جدول ۶.۴: تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار بازده روزانه

نماد	P	VaR	ES
Index	۰/۹۵	۲/۱۴۵۷	۹/۶۵۷۸
	۰/۹۹	۹/۲۵۸۴	۲۸/۳۶۵۴
Oil	۰/۹۵	۴/۴۵۲۳	−۱۹/۶۶۴۵
	۰/۹۹	۱۲/۲۳۴۱	−۴۸/۵۶۶۵
Usd	۰/۹۵	۵/۶۵۹۶	۱۴/۲۳۶۵
	۰/۹۹	۱۵/۷۰۶۴	۴۴/۶۵۸۲
Coin	۰/۹۵	۴/۲۶۵۳	۱۶/۳۶۹۵
	۰/۹۹	۱۷/۳۵۸۴	۳۶/۷۸۵۶
Gold	۰/۹۵	۶/۷۵۶۴	−۱۷/۳۲۵۲
	۰/۹۹	۱۵/۷۵۴۲	−۳۳/۲۵۸۶

جدول ۶.۴ میزان ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار را برای پنج شاخص مورد مطالعه است. به طور مثال میزان ارزش در معرض خطر شاخص بورس در سطح ۹۵ درصد برابر با ۲.۱۴۵۷ و ریزش مورد انتظار ان برابر با ۹.۶۵۷۸ است. با توجه به داده های جدول ۶.۴ می توان به این نتیجه رسید که روش EVT مشکلات موجود در روش های سنتی جهت اندازه گیری ریسک و ریسک شرطی را بر طرف کرده است، به طوری که در روش های سنتی رویداد های فرین را نادیده می گرفتند و اندازه ریسک را با توجه به توزیع تجربی بازده دارایی ها اندازه گیری می کردند.

۵.۴ تخمین پارامتر های مدل گارچ

با توجه به آزمون دیکی فولر تعمیم یافته و آزمون ضریب لاگرانژ به این نتیجه رسیدم که هیچ یک از داده های بازار های مالی مورد مطالعه مانا نبوده و همچنین وجود ناهمسانی واریانس را نشان می دهد. بنابراین با توجه آن چه در قسمت های فصل قبل گفته شد. به دلیل وجود ناهمسانی واریانس و عدم تقارن واریانس از دو مدل $GARCH(۱,۱)$ و $GJR-GARCH(۱,۱)$ استفاده می کنیم. در مدل $GARCH(۱,۱)$ این ویژگی وجود دارد که روش مدل سازی مبتنی بر تغییر واریانس در طول زمان است. که نشان دهنده یک وابستگی بین مشاهدات گذشته جهت تخمین واریانس های گذشته و جملات خطا برای توضیح واریانس های فعلی است. و در مدل $GJR-GARCH(۱,۱)$ که یک مدل از خانواده گارچ های نامتقارن است، نشان می دهد که حرکات رو پایین بازده نسبت به حرکات رو به بالا به همان اندازه تلاطم های بزرگتری را دنبال می کند. به این معنی که بازار های مالی در مواجه خبر های خوب و بد واکنش های متفاوتی از خود نشان می دهند. در دو جدول ۷.۴ و ۸.۴ پارامتر های مدل ها تخمین زده شده است. که از دو توزیع نرمال و تی استفاده شده است.

جدول ۷.۴: تخمین پارامتر های مدل $GARCH(1,1)$

GARCH-t					GARCH-n					
Gold	Coin	Usd	Oil	Index	Gold	Coin	Usd	Oil	Index	پارامتر
۰/۰۰۰۳۶	−۰/۰۰۰۴۷	−۰/۰۰۰۷۲	۰/۰۰۳۶۱	−۰/۰۰۴۱۲	−۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۷۲	۰/۰۰۰۵۸	۰/۰۰۰۴۶	۰/۰۰۰۶۵	μ
۰/۰۰۰۰۰۶۶	−۰/۰۰۰۰۰۷۸	۰/۰۰۰۰۰۷۹	۰/۰۰۰۰۰۷۱	۰/۰۰۰۰۰۴۱	−۰/۰۰۰۰۲۱۳	۰/۰۰۰۰۰۹۲	۰/۰۰۰۰۰۳۲	۰/۰۰۰۰۰۶۹	۰/۰۰۰۰۴۲	α_0
۰/۲۵۴۶	−۰/۱۳۲۴	۰/۴۲۳۱	۰/۱۲۵۲	۰/۶۵۴۵	۰/۳۲۴۵	۰/۱۵۶۶	۰/۲۶۴۳	۰/۱۵۴۶	۰/۱۲۳۷	α_1
۰/۹۵۴۵	۰/۷۸۹۴	۰/۷۸۴۵	۱/۰۱۲۱	۰/۹۶۶۴	۰/۸۷۷۵	۰/۹۳۱۴	۰/۶۶۷۴	۰/۸۸۷۵	۰/۷۸۵۶	β
−۶/۱۴۷۲	−۶/۳۶۴۵	−۴/۸۹۹۷	−۷/۳۲۱۴	−۶/۳۴۵۱	−۴/۶۸۷۴	−۵/۴۵۷۸	−۴/۳۲۱۵	−۶/۸۵۷۸	−۴/۶۶۷۵	AIC
−۴/۱۲۵۷	−۷/۷۸۵۴	−۶/۵۸۷۴	−۴/۳۲۴۲	−۵/۶۸۷۴	−۴/۳۶۲۵	−۶/۴۷۸۵	−۴/۳۶۷۸	−۵/۳۶۴۵	−۴/۰۳۶۴	BIC
۱۲۳۷/۰۲	۱۷۸۹/۳۲	۲۱۴۷/۳۲	۱۸۹۷/۲۵	۲۱۳۴/۲۵۴	۱۲۴۷/۸۹	۲۵۷۸/۲۴۱	۱۷۸۹/۸۲۶	۲۳۱۴/۶۵	۱۷۸۹/۶۸	Log likelihood

جدول ۸.۴: تخمین پارامتر های مدل $GJR-GARCH(1,1)$

GARCH-t					GARCH-n					
Gold	Coin	Usd	Oil	Index	Gold	Coin	Usd	Oil	Index	پارامتر
۰/۰۰۰۳۲	−۰/۰۰۰۱۷	−۰/۰۰۰۳۶۲	۰/۰۰۱۴۵۲	−۰/۰۰۰۳۱۴	−۰/۰۰۰۱۴۲	۰/۰۰۱۹۲۴	۰/۰۰۰۱۹۲	۰/۰۰۰۲۱۴	۰/۰۰۳۲۱۴	μ
۰/۰۰۰۰۰۳۹	−۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۴۰۲	۰/۰۰۰۰۰۴۳	۰/۰۰۰۰۰۵۵	−۰/۰۰۰۰۰۲۰۷	۰/۰۰۰۰۰۴۲	۰/۰۰۰۰۰۶۶	۰/۰۰۰۰۰۷۸	۰/۰۰۰۰۰۶۵	α_0
۰/۰۳۷۹۶	۰/۶۸۴۵	−۰/۱۲۴۲	۰/۷۶۴۵	۰/۲۱۳۴۱	−۰/۰۳۲۱۴	۰/۰۱۷۳۲	۰/۳۲۱۴۵	۰/۰۳۲۴۱	۰/۱۲۴۰۵	α_1
۰/۹۶۵۴	۰/۷۶۶۴	۰/۷۴۶۱	۰/۴۵۸۷	۰/۵۲۳۱	۰/۷۸۵۶	۰/۶۴۷۵	۰/۹۸۵۴	۰/۷۶۴۵	۰/۷۸۵۴	β
−۰/۱۲۴۱	−۰/۱۴۵۱	۰/۰۴۵۲	−۰/۱۶۱۷	۰/۲۴۴۱	−۰/۰۱۲۴	−۰/۴۵۱۲	−۰/۳۳۴۱	−۰/۲۱۴۶	۰/۱۱۴۲	γ
−۶/۴۱۲۴	−۶/۹۵۲۵	−۴/۴۱۲۵	−۷/۵۴۱۲	−۶/۴۳۲۱	−۴/۷۸۴۱	−۵/۶۶۲۱	−۴/۷۸۳۲	−۶/۸۵۳۲	−۴/۶۸۷۴	AIC
−۴/۶۵۲۴	−۷/۸۷۴۵	−۶/۶۶۷۴	−۴/۴۲۲۵	−۵/۳۶۶۷	−۴/۴۲۳۶	−۶/۳۳۲۱	−۴/۴۲۳۱	−۵/۶۲۳۵	−۴/۱۲۳۲	BIC
۱۲۴۲/۳۰۱	۱۷۹۱/۳۲	۲۱۶۷/۴۲	۱۸۹۹/۰۲	۲۱۴۲/۹۸	۱۲۵۶/۷۴	۲۵۸۸/۳۱۲	۱۷۸۹/۹۲۳	۲۳۲۴/۱۲	۱۷۹۲/۰۳	Log likelihood

در دو جدول ۷.۴ و ۸.۴ مقادیر پارامتر های دو مدل $GARCH(۱,۱)$ و $GJR-GARCH(۱,۱)$ تخمین زده شده است. مقادیر ازمون آکائیک و شوارتز و حداکثر درستنمایی نیز تخمین زده شده است، نتایج این تخمین نشان می دهد که مقادیر تخمین آکائیک و شوارتز در مدل $GARCH(۱,۱)$ نسبت به مدل $GJR-GARCH(۱,۱)$ مقادیر بیشتر را نشان می دهد و مقادیر حداکثر درستنمایی مقدار کمتر را نشان می دهد.

۶.۴ تخمین پارامتر های تابع کاپیولا

جهت تخمین پارامتر های توابع کاپیولا به دلیل وجود تعداد زیاد اشکال ساختار وابستگی برای تعیین ساختار وابستگی مناسب متغیرها و تخمین پارامترهای وابستگی بین آن ها با توابع کاپیولا به صورتی که در فصل قبل گفته شده است عمل می شود: ابتدا شکلی از ساختارهای وابستگی متغیرهای تصادفی را در نظر گرفته سپس تابع چگالی مشترك d متغیرها تصادفی را براساس شکل ساختارهای وابستگی مورد نظر نوشته و تابع درستنمایی مربوطه را تشکیل می دهیم، در پایان با حداکثرسازی تابع درست نمایی، پارامترهای توابع کاپیولا دو متغیره مدل ساختاری مفروض برآورد می شود.
در این تحقیق از مدل های خانواده کاپیولا بیضوی (گوسی و $t-$استیودنت) استفاده می شود.
جهت تخمین پارامتر های توابع کاپیولا ابتدا لازم است تا ماتریس همبستگی مابین متغیر ها تخمین زده شود، که ماتریس همبستگی متغیر های تحقیق در جدول ۹.۴ هستند.

جدول ۹.۴: ماتریس همبستگی متغیر های تحقیق

متغیر	Index	Oil	Usd	Coin	Gold
Index	۱	−۰/۱۸	۰/۷۷	۰/۷۷	−۰/۲۱
Oil	−۰/۱۸	۱	−۰/۱۶	−۰/۱	۰/۶۷
Usd	۰/۷۷	−۰/۱۶	۱	۰/۹۲	−۰/۱۳
Coin	۰/۷۷	−۰/۱	۰/۹۲	۱	−۰/۰۸
Gold	−۰/۲۱	۰/۶۷	−۰/۱۳	−۰/۰۸	۱

۷.۴ تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار

با توجه به مقدار پارامتر های تخمین زده شده در جدول های ۴.۴، ۵.۴، ۷.۴، ۸.۴ و ۹.۴ اقدام به اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار سبد از دارایی های مالی که مورد مطالعه هستند در دو سطح ۹۵ درصد و ۹۹ درصد، می کنیم. نتایج این اندازه گیری در جدول ۱۰.۴ درج شده است.

جدول ۱۰.۴: مقادیر VAR و ES متغیر های تحقیق

مدل ریسک	P%	VaR					ES				
		Index	Oil	Usd	Coin	Gold	Index	Oil	Usd	Coin	Gold
EVT	۹۵	۲/۱۴۵۷	۴/۴۵۲۳	۵/۶۵۹۶	۴/۲۶۵۳	۶/۷۵۶۴	۹/۶۵۷۸	-۱۹/۶۶۴۵	۱۴/۲۳۶۵	۱۶/۳۶۹۵	-۱۷/۳۲۵۲
	۹۹	۹/۲۵۸۴	۱۲/۲۳۴۱	۱۵/۷۰۶۴	۱۷/۳۵۸۴	۱۵/۷۵۴۲	۲۸/۳۶۵۴	-۴۸/۵۶۶۵	۴۴/۶۵۸۲	۳۶/۷۸۵۶	-۳۳/۲۵۸۶
t-Copula	۹۵	-۰/۱۵۶۴۴	-۰/۱۷۴۲۳	-۰/۱۶۷۵۲	-۰/۱۵۹۶۱	-۰/۱۷۵۸۴	-۰/۱۶۳۴۱	-۰/۱۷۶۴۷	-۰/۱۷۱۶۴	-۰/۱۶۲۳۱	-۰/۱۷۹۴۲
	۹۹	-۰/۱۶۶۷۸	-۰/۱۹۷۳۲	-۰/۱۷۸۴۱	-۰/۱۶۱۱۲	-۰/۲۱۴۲۳	-۰/۱۷۸۳۲	-۰/۱۹۳۵۴	-۰/۱۶۷۸۱	-۰/۱۹۹۷۱	-۰/۱۸۰۳۲
Gaussian Copula	۹۵	-۰/۱۴۲۱۴	-۰/۱۶۲۳۴	-۰/۱۴۸۴۱	-۰/۱۳۲۸۹	-۰/۱۶۹۸۱	-۰/۱۵۹۲۱	-۰/۱۷۳۲۴	-۰/۱۶۱۸۹	-۰/۱۵۲۱۴	-۰/۱۶۹۲۴
	۹۹	-۰/۱۷۶۲۴	-۰/۱۸۲۵۱	-۰/۱۷۹۲۳	-۰/۱۵۶۳۱	-۰/۱۷۶۵۲	-۰/۱۹۳۲۵	-۰/۱۹۹۶۲	-۰/۱۸۶۳۲	-۰/۱۷۶۵۲	-۰/۱۷۳۶۴
EVT- t-Copula	۹۵	-۰/۰۱۹۲۵	-۰/۰۱۹۵۴۱	-۰/۰۲۱۴۳۲	-۰/۰۱۸۲۳۴	-۰/۰۱۷۸۵۲	-۰/۰۵۲۳۲۴	-۰/۰۲۴۷۲۳۴	-۰/۰۱۶۲۳۲۴	-۰/۰۲۷۳۲۷	-۰/۱۳۷۲۶۴
	۹۹	-۰/۰۲۱۳۵	-۰/۰۲۴۶۵	-۰/۰۳۲۵۶	-۰/۰۲۱۹۸	-۰/۰۱۹۸۷	-۰/۱۵۲۳۴	-۰/۴۵۳۲۱	-۰/۰۲۱۷۹۵	-۰/۰۳۶۸۷	-۰/۱۹۷۵۱
EVT- Gaussian Copula	۹۵	-۰/۰۱۶۵۲	-۰/۰۱۴۰۲	-۰/۰۱۹۸۹	-۰/۰۱۸۱۰	-۰/۰۱۶۹۰	-۰/۱۳۸۴۱	-۰/۳۳۶۵۲	-۰/۰۲۰۱۰۴	-۰/۰۲۵۶۱۹	-۰/۱۷۳۰۴
	۹۹	-۰/۰۲۱۵۲	-۰/۰۱۹۷۵	-۰/۰۲۹۳۱	-۰/۰۲۵۴۱	-۰/۰۱۹۸۷	-۰/۱۸۲۰۱	-۰/۳۸۷۰۶	-۰/۱۴۸۳۴	-۰/۱۱۲۰۱	-۰/۳۲۴۰۷
t-Copula EVT GARCH(1,1)	۹۵	-۰/۰۰۳۵۷۱	-۰/۰۰۵۲۱۷	-۰/۰۰۴۲۳۱	-۰/۰۰۳۶۵۱	-۰/۰۰۳۹۵۹	-۰/۰۰۴۴۱۲	-۰/۰۰۱۷۸۲	-۰/۰۰۲۱۴۷	-۰/۰۰۸۷۴۵	-۰/۰۱۲۶۷
	۹۹	-۰/۰۰۴۵۲۱	-۰/۰۰۶۵۱۹	-۰/۰۰۴۷۹۲	-۰/۰۰۴۸۷۲	-۰/۰۰۵۸۱۳	-۰/۰۲۸۹۷	-۰/۰۲۹۳۱	-۰/۰۴۱۲۳	-۰/۰۳۱۶۴	-۰/۰۱۷۳۵
Gaussian Copula EVT GARCH(1,1)	۹۵	-۰/۰۰۲۵۳۱	-۰/۰۰۳۸۹۴	-۰/۰۰۳۷۶۵	-۰/۰۰۴۲۳۵	-۰/۰۰۳۹۴۰	-۰/۰۰۴۲۱۳	-۰/۰۱۶۸۷	-۰/۰۲۰۳۶	-۰/۰۰۸۶۴۱	-۰/۰۱۰۳۶
	۹۹	-۰/۰۰۳۵۱۲	-۰/۰۰۵۴۳۶	-۰/۰۰۴۲۱۹	-۰/۰۰۴۵۶۷	-۰/۰۰۵۰۲۷	-۰/۰۱۸۳۶	-۰/۰۱۹۳۱	-۰/۰۳۱۹۸	-۰/۰۲۷۶۴	-۰/۰۱۴۰۷
t-Copula GJR-GARCH(1,1)	۹۵	-۰/۰۰۳۱۸۴	-۰/۰۰۴۱۲۵	-۰/۰۰۳۹۴۷	-۰/۰۰۳۲۱۴	-۰/۰۰۳۵۶۷	-۰/۰۰۳۸۹۱	-۰/۰۱۵۷۸	-۰/۰۱۹۷۸	-۰/۰۰۶۵۹۸	-۰/۰۱۰۶۸
	۹۹	-۰/۰۰۳۹۴۵	-۰/۰۰۵۴۲۲	-۰/۰۰۴۱۶۱	-۰/۰۰۳۶۴۷	-۰/۰۰۴۴۹۷	-۰/۰۲۱۶۴	-۰/۰۲۷۰۹	-۰/۰۳۱۲۷	-۰/۰۲۹۴۸	-۰/۰۱۳۷۸
Gaussian Copula GJR- GARCH(1,1)	۹۵	-۰/۰۰۲۳۸۵	-۰/۰۰۳۶۱۲	-۰/۰۰۳۶۸۷	-۰/۰۰۳۰۱۴	-۰/۰۰۳۳۴۷	-۰/۰۰۴۰۱۲	-۰/۰۱۵۶۱	-۰/۰۱۹۲۵	-۰/۰۰۶۷۸۴	-۰/۰۹۳۰۶
	۹۹	-۰/۰۰۳۲۴۱	-۰/۰۰۴۹۸۷	-۰/۰۰۴۰۹۹	-۰/۰۰۴۸۶۱	-۰/۰۰۴۹۹۱	-۰/۰۱۶۵۸	-۰/۰۱۸۶۹	-۰/۰۲۸۹۷	-۰/۰۲۵۹۸	-۰/۰۱۲۴۱

جدول ۱۰.۴ نتایج تخمین ارزش در معرض ریسک ریزش مورد انتظار پنج متغیر که از بازار های مورد مطالعه، در افق زمانی مشخص شده را نمایش می دهد. نتایج این جدول به این صورت است :

- ۱ـ با افزایش سطح اطمینان مقادیر ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار متغیر های مورد مطالعه کاهش پیدا می کند به طور مثال در مدل $Gaussian-Copula$ برای شاخص Index مقدار ریسک در سطح ۹۵ درصد برابر با ۰.۱۴۲۱۴ـ و در سطح ۹۹ درصد برابر با ۰.۱۷۶۲۴ـ است.

- ۲ـ با توجه به مقادیر بدست آمده در جدول در دو ردیف مدل های $GaussianCopula$ و $t-Copula$ می توان دریافت که مدل کاپیولا گوسی از میزان ریسک بیشتر در برابر مدل کاپیولا تی برخوردار است.

- ۳ـ با توجه به مقدار ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظاری که برای پنج شاخص بدست آمده ، می توان به این نکته پی برد که مقادیر VaR و ES در دو مدل $EVT-GaussianCopula$ و $EVT-t-Copula$ متفاوت از یکدیگر هستند که این نشان می دهد که مدل ارزش فرینـ کاپیولا گوسین نسبت به مدل ارزش فرین کاپیولا تی دارای بازدهی بیشتر است که و با توجه به رابطه ریسک و بازده در مقابل ریسک بیشتری را هم نشان می دهد.

- ۴ـ یکی از موضوعاتی که می توان از دیگر که از جدول فهمید و بسیار مهم است این که با مقایسه دو مدل $GARCH-Copula$ و $GARCH-EVT-Copula$ ، ریسک مدل دوم نسبت به مدل اول کمتر است که این به خوبی نقش رویداد های فرین را در تاثیر بر ریسک و بازده نشان می دهد.

- ۵ـ با مقایسه دو مدل $GARCH-EVT-GaussianCopula$ و مدل $GARCH-EVT-t-Copula$ مدل اول نسبت به مدل دوم از ریسک بیشتری بر خوردار است، که این نشان از بازده بالاتر نیز می باشد.

- ۶ـ با مقایسه دو مدل $GaussianCopulaGJR-GARCH(1,1)$ و $GaussianCopulaGARCH(1,1)$ مدل اول نسبت به مدل دوم از ریسک کمتری برخوردار است و این می تواند به این دلیل باشد که مدل GJR گارچ بهتر از مدل گارچ ساده حالت های نامتقارن توزیع را در بر می گیرد.

۸.۴ نتیجه فصل چهارم

در این فصل به بررسی آماری داده های پنج متغیری که مورد استفاده قرار گرفتند پرداخته شد. در بخش اول این فصل به توصیف وضعیت آماری متغیر ها پرداخته شد و روند زمانی آن ها در طول دوره زمانی مورد مطالعه رسم شد و در بخش بعد به دلیل این که در بررسی ارتباط بین بازار های مالی معمولا بازده روزانه به جای قیمت استفاده می شود، بازده دارایی های مالی محاسبه شد. در ادامه روند زمانی بازده لگاریتمی در دوره مورد مطالعه رسم شده است.
در بخش دیگر به بررسی نحوه همبستگی و مقدار همبستگی مابین بازار های مالی پرداخته شد و مقدار دقیق همبستگی انواع بازار های مالی با بورس اوراق بهادار مشخص شد که بازار دلار در ایران و سکه، بیشترین همبستگی مثبت و بازار اونس جهانی، بیشترین همبستگی منفی را با بورس اوراق بهادار دارند، گراف همبستگی مابین سایر بازار ها نیز رسم شد .
در بخش دیگر به پیاده سازی نظریه ارزش فرین پرداخته شد،ابتدا در رویکرد حداکثر بلوک پارامتر های مدل تخمین زده شد و بعد در رویکرد فراتر از آستانه با کمک توزیع تابع میانگین فزونی پارامتر های این رویکرد تخمین زده شد و به وسیله این پرامتر ها تخمین زده شده، ارزش در معرض ر یسک و ریزش مورد انتظار در دو سطح ۹۵ درصد و ۹۹ درصد محاسبه شد.
در بخش بعدی به تخمین پارامتر های مدل گارچ ساده و گارچ نامتقارن (GJR) پرداخته شد.
در بخش دیگر به تخمین پرامتر های مدل کاپیولا پرداخته شد، ابتدا همبستگی موجود در بین بازار های مالی محاسبه شد، بعد به کمک نتایج تخمین زده شده در این فصل اقدام به اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار دارایی های مالی با توجه به سنجه های ریسک مورد مطالعه در فصل سه پرداخته شد و نتایج آن در جدول ۱۰.۴ درج شد.

فصل ۵

نتیجه گیری و پیشنهادات

۱.۵ مقدمه

بازار سرمایه یکی از مهمترین بازار های مالی هر کشوری محسوب می شود و بورس اوارق بهادار به عنوان یکی از ارکان این بازار شناخته می شود.
یکی از موضوعاتی که سرمایه گذاران در بورس اوراق بهادار و سایر بازار های مالی با آن درگیر هستند، ریسک بازار می باشد. سنجه های مختلف از ریسک را معرفی شده تا به ویسله آن ریسک را اندازه گیری کنند، یکی از سنجه های ارزش در معرض ریسک است که در بیشتر موارد برای اندازه گیری ریسک تک سهام ها بسیار کاربردی می باشد اما به دلیل نداشتن ویژگی زیر جمع پذیری به عنوان سنجه ریسک منسج شناخته نمی شود به همین دلیل از سنجه ارزش در معرض ریسک شرطی برای اندازه گیری ریسک استفاده می کنند.
یکی از موضوعات بازار های مالی این است که نوسانات و شوک های وارده بر یک بازار بر سایر بازار ها منتقل می شود، در واقع بین بازار های مالی نوعی همبستگی غیر خطی وجود دارد که این موجب شده است که ریسک بازار تنها مربوط به خود بازار نباشد. از این رو شناخت عوامل موثر و تاثیر گذار بر بازار های مالی تاثیر گذار بر بورس اوراق بهادار بسیار مهم است. برای این که تاثیر بازار های مالی دیگر را بر بورس اوراق بهادار در نظر بگیریم در این پژوهش از مدل های خانواده گارچ و کاپیولا استفاده شد تا به وسیله این مدل ها ساختار همستگی بازار های مالی شناخته شود، سپس اقدام به اندازه گیری ریسک می کنیم.

۲.۵ جمع بندی و نتیجه گیری

هدف از انجام این پژوهش شناخت عوامل موثر بر بازار بورس اوراق بهادار و میزان تاثیر گذاری هر یک از بازار های مالی همچون بازار نفت اوپک و بازار طلای جهانی و بازار ارز و سکه در ایران است. این که مقدار همبستگی این بازار ها با یکدیگر چه مقدار می باشد و نحوه تاثر گذاری و روند حرکتی آن ها در دوره زمانی مورد مطالعه به چه صورتی می باشد.
در گام دوم اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار بازار های مالی است، اما اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار بازار های مالی با توجه به همبستگی مابین بازار های مالی وجود دارد به روش های معمول و رایج قابل اندازه گیری نیست و باید روش های جدید و ترکیبی همچون نظریه ارزش فرین و خانواده مدل های گارچ و خانواده مدل های کاپیولا استفاده کرد.
ابتدا در این پژوهش به بررسی آماری قیمت پنج متغیر مورد مطالعه پرداخته شد و روند زمانی حرکتی آنها در دوره زمانی ۱۳۹۰/۹/۶ تا ۱۳۹۵/۵/۳۱ رسم شد.
روند حرکتی سه بازار مالی بورس اوراق بهادار و بازار سکه در ایران و بازار دلار در ایران نشان می دهد که در دوره هایی بسیار شبیه به یکدیگر هستند و روند حرکتی بسیار مشابه ایی را در این دوره ها دارند، اما روند حرکتی دو بازار مالی دیگر یعنی بازار نفت خام اوپک و بازار اونس جهانی در دوره های کوتاهی فقط روند حرکتی مشابه ایی دارند و بیشتر دوره ها متفاوت از هم، روند حرکتی دارند.
در ادامه با توجه به این که بازده دارایی یک شاخص کامل و بدون مقیاس برای ارزیابی فرصت سرمایه گذاری است و تحلیل سری های زمانی بازدهی آسان تر و دقیق تر از سری زمانی قیمت است، برای بررسی ارتباط بین بازار های مالی از بازده روزانه به جای قیمت استفاده می شود.
در جدول ۳.۴ وضعیت آماری بازده لگاریتمی پنج متغیر تحقیق درج شده است. این جدول نشان می دهد که بیشترین انحراف معیار مربوط به قیمت سکه با ۰.۴۵۰۸ مقدار و بعد از آن مربوط به قیمت دلار در ایران و قیمت نفت خام اوپک و قیمت اونس طلای جهانی است و کمترین آن مربوط به شاخص اوراق بهادار با ۰.۰۰۸۵ مقدار است.
در ادامه روند حرکتی بازده لگاریتمی متغیر ها رسم شده است، در روند حرکتی بازده لگاریتمی شاخص ها شاهد پرش های قیمتی و گاهی اوقات شاهد نوسانات شدید در بازار هستیم که این نوسانات در بورس اوراق بهادار نسبت به بازار های سکه و دلار بیشتر است، در بعضی از دوره های زمانی شاهد نوسانات یکسان و مشابه و در بعضی از دوره ها شاهد نوسانات خلاف جهت یکدیگر در برخی از بازار های مالی هستیم که نشان از وجود رابطه و همبستگی (مثبت یا منفی) در روند حرکتی بازار های مالی است.
در ادامه به برسی همبستگی بازار های مالی پرداخته شد و نتایج ان در جدول ۱۱.۴ قابل مشاهده است. در شکل گراف ۱۲.۴ نحوه همبستگی در بین بازار های مالی نمایش گذاشته شد، نتایج گراف نشان می دهد که بیشترین مقدار همبستگی مثبت بین بازار ها مربوط به

بازار سکه و دلار در ایران می باشد و بیشترین همبستگی منفی در بین بازار ها مربوط به بازار اونس جهانی و بازار بورس اوراق بهادار می باشد.
اما نحوه همبستگی هر یک از بازار های مالی با بورس اوراق بهادار به این صورت است که بازار های سکه و دلار در ایران با بازار بورس اوراق بهادار همبستگی مثبت معنا داری دارند، همچنین دو بازار نفت و بازار طلای جهانی با بورس اوراق بهادار همبستگی منفی دارند که مقدار همبستگی منفی طلای جهانی بیشتر از بازار نفت می باشد. همبستگی سایر بازار های مالی هم به قرار زیر است که بازار نفت و طلای جهانی با بازار دلار و سکه در ایران همبستگی منفی دارند هر چند که مقدار همبستگی منفی آن ها نسبت با بورس اوراق بهادار کمتر می باشد . مابین بازار های دلار و سکه در ایران و بازار های نفت و طلای جهانی نیز همبستگی مثبت وجود دارد که همبستگی مثبت بازار سکه و دلار در ایران به طور معنا داری زیاد است و برابر ۰.۹۲ است که می توان به روند حرکتی یکسان آنها در طول دوره زمانی اشاره کرد.
در بازار های مالی گاهی رویداد و خبر هایی منتشر می شود و رخ می دهد که بازار را دچار شوک می کند. به گونه ایی که توزیع بازده دارایی ها دارای چولگی است و دنباله هایی پر تراکم دارد. این رویداد ها و خبر ها به رویداد های فرین معروف هستند. به هنگام وقوع رویداد های فرین، رویداد هایی که بعید است رخ دهند، اما در صورت وقوع می تواند بسیار برای سرمایه گذارا پر هزینه باشند، و باعث می شوند که مدیران ریسک با مشکلات زیادی روبه رو شوند.این وقایع به طور معمول به عنوان رویدادی شناخته می شوند که احتمال وقوع آن ها کم است، ولی تاثیر بالایی به همراه دارند، همانند شوک نوسانات بازار نفت، تغییرات ناگهانی نرخ ارز، افت شدید بازار با انتشار یک خبر و وقوع بحران های مالی و ... هستند. بنابراین لازم است که در هنگام محاسبه میزان ریسک رویداد های فرین در نظر گرفته شوند، نظریه ارزش فرین نظریه ایی است که بر دم های توزیع تمرکز دارد و توزیع های بسیار بزرگ و بسیار کوچک را توصیف می کند. در این روش بدون توجه به این که داد ه ها از چه توزیع احتمالی پیروی می کنند و با تمرکز بر دنباله توزیع تغییرات ارزش یک دارایی، ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار را محاسبه می کند. برای محاسبه ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار از دو رویکرد حداکثر بلوک و فراتر از آستانه استفاده شد و پارامتر های این دو روش در دو جدول ۵.۴ و ۶.۴ تخمین زده شده است. در ادامه به کمک پارامتر های تخمین زده شده دو رویکرد نظریه ارزش فرین به اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار پنج بازار مالی مورد مطالعه پرداخته شد و نتایج آن در جدول ۶.۴ درج شده است. نتایج جدول نشان می دهد که در سطح ۹۵ و ۹۹ در صد کمترین ارزش در معرض خطر مربوط به بازار بورس اوراق بهادار و بیشترین آن مربوط به بازار اونس طلای جهانی و بعد از آن بازار نفت اوپک می باشد. هچنین بیشترین مقدار ریزش مورد انتظار مربوط به نرخ دلار آزاد در ایران و کمترین مقدار ان مربوط به قیمت نفت اوپک است.
در ادامه این تحقیق به دلیل وجود روابط و همبستگی های مابین بازار های مالی مشاهده شد از روش های ترکیبی گارچ کاپیولا و ارزش فرین گارچ کاپیولا به اندازه گیری ارزش در معرض

ریسک و ریزش مورد انتظار اقدام کردیم. بدین منظور لازم بود از مدل خانواده گارچ و کاپیولا مدل های انتخاب شده تا پارامتر های آن تخمین زده شوند، به دلیل نامانا بودن و وجود ناهمسانی واریانس و عدم تقارن واریانس دو مدل $GARCH(۱,۱)$ و $GJR-GARCH(۱,۱)$ استفاده شد. در مدل $GARCH(۱,۱)$ این ویژگی وجود دارد که روش های مدل سازی مبتنی بر تغییر واریانس در طول زمان است، که نشان دهنده یک وابستگی بین مشاهدات گذشته جهت تخمین واریانس های گذشته جملات خطا برای توضیح واریانس های فعلی است. در مدل $GJR-GARCH(۱,۱)$ که یک مدل از خانواده گارچ نامتقارن است، نشان می دهد که حرکات رو به پایین بازده نسبت به حرکات رو به بالا به همان اندازه تلاطم های بزرگتری را دنبال می کند. این مدل شامل اثرات نامتقارن است، به این معنی که بازار های مالی در مواجه خبر های خوب و بد واکنش های متفاوتی از خود نشان می دهند. مقدار پارمتر های این دو مدل در دو جدول ۷.۴ و ۸.۴ درج شده است.

به دلیل وجود تعداد زیاد اشکال ساختار وابستگی برای تعیین ساختار وابستگی مناسب متغیرها و تخمین پارامترهای وابستگی بین آن ها از توابع کاپیولا استفاده می شود. ابتدا شکلی از ساختارهای وابستگی متغیرهای تصادفی را در نظر گرفته سپس تابع چگالی مشترك d متغیرها تصادفی را براساس شکل ساختارهای وابستگی مورد نظر نوشته و تابع درستنمایی مربوطه را تشکیل می دهیم، در پایان با حداکثرسازی تابع درست نمایی، پارامترهای توابع کاپیولا دو متغیره مدل ساختاری مفروض برآورد می شود. در جدول ۹.۴ ابتدا مقدار همبستگی مابین بازار های مالی جهت تخمین پارامتر های کاپیولا تخمین زده شد. در ادامه با توجه به پرامتر های تخمین زده شده مقدار ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار محاسبه شده است و در جدول ۱۰.۴ درج شده است. نتایج این جدول که از سنجه های مختلف برای اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار استفاده شده است به شکل زیر می باشد. که نشان از برتری مدل های ترکیبی نسبت به مدل های ساده دارد.

۱ـ با افزایش سطح اطمینان مقادیر ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار متغیر های مورد مطالعه کاهش پیدا می کند به طور مثال در مدل $GaussianCopula$ برای شاخص Index مقدار ریسک در سطح ۹۵ درصد برابر با ۰.۱۴۲۱۴ـ و در سطح ۹۹ درصد برابر با ۰.۱۷۶۲۴ـ است.

۲ـ با توجه به مقادیر بدست آمده در جدول در دو ردیف مدل های $GaussianCopula$ و $t-Copula$ می توان دریافت که مدل کاپیولای گوسی از میزان ریسک بیشتر در برابر مدل کاپیولا تی برخوردار است.

۳ـ با توجه به مقدار ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظاری که برای پنج شاخص بدست آمده، می توان به این نکته پی برد که مقادیر VaR و ES در دو مدل $EVT-GaussianCopula$ و $EVT-t-Copula$ متفاوت از یکدیگر هستند که این نشان می دهد که مدل ارزش فرینـ کاپیولا گوسین نسبت به مدل ارزش فرین کاپیولا تی دارای بازدهی بیشتر است که و با توجه

به رابطه ریسک و بازده در مقابل ریسک بیشتری را هم نشان می دهد.
۴ـ یکی از موضوعاتی که می توان از مقادیر جدول فهمید و بسیار مهم است این که با مقایسه دو مدل $GARCH-Copula$ و $GARCH-EVT-Copula$ ، ریسک مدل دوم نسبت به مدل اول کمتر است که این به خوبی نقش رویداد های فرین را در تاثیر بر ریسک و بازده نشان می دهد.
۵ـ با مقایسه دو مدل $GARCH-EVT-GaussianCopula$ و مدل $GARCH-EVT-t-Copula$ مدل اول نسبت به مدل دوم از ریسک بیشتری بر خوردار است، که این نشان از بازده بالاتر نیز می باشد.
۶ـ با مقایسه دو مدل $GaussianCopulaGJR-GARCH(1,1)$ و $GaussianCopulaGARCH(1,1)$ مدل اول نسبت به مدل دوم از ریسک کمتری برخوردار است و این می تواند به این دلیل باشد که مدل GJR گارچ بهتری از مدل گارچ ساده حالت های نامتقارن توزیع را در بر می گیرد.
در کل می توان گفت که مدل های ترکیبی مقدار های دقیق تر را نسب به سایر مدل ها نشان می دهند و بازدهی بیشتری جهت کمی سازی ریسک دارند. همچنین ریسک در بازار بورس اوراق بهادار نسبت به سایر بازار های مالی کمتر است، هر چند در برخی موارد به دلیل اثر پذیری از سایر بازار های مالی، نتایج دیگر را نشان می دهد. به سرمایه گذارانی که به دنبال ریسک کم و بازده ایی منطقی هستند جهت سرمایه گذاری بازار بورس اوراق بهادار را پیشنهاد می شود.

۳.۵ محدودیت های تحقیق

از جمله محدودیت های که در این تحقیق وجود داشت می توان به موارد زیر اشاره کرد:
۱ـ داد های مورد استفاده در این تحقیق از پنج شاخص اصلی متغیر های کلان تاثیر گذار بر اقتصاد ایران یعنی شاخص بورس اوراق بهادار، قیمت نفت اوپک، قیمت سکه و دلار در ایران و قیمت هر اونس طلای جهانی استفاده شد، می توان از سایر متغیر ها مانند قیمت مسکن، میزان صادرات و واردات کشور ایران و نرخ سایر ارز ها و ... استفاده کرد.
۲ـ قلمرو زمانی مورد مطالعه یک قلمرو تقریبا هشت ساله از تاریخ ۱۳۹۰/۹/۶ تا تاریخ ۱۳۹۸/۵/۳۱ بوده، می توان محدوده زمانی مورد مطالعه را با طول دوره بیشتر در نظر گرفت.
۳ـ یکی از مدل هایی که در این تحقیق استفاده شد، نظریه ارزش فرین بود که برای محاسبه ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار متغیر ها استفاده شد. در این نظریه در رویکرد حداکثر بلوک داده ها به بلوک هایی تقسیم می شوند و بیشترین مقدار هر بلوک به عنوان داده های متغیر استفاده می شوند و پارامتر ها تخمین زده می شوند، در این رویکرد می توان با تغییر مقدار بلوک بندی ها پارامتر های دقیق تری را تخمین زد تا به وسیله آن ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار را حساب کنیم، همچنین در رویکرد فراتر از آستانه با

تعیین یک آستانه داده هایی که از آن بالاتر یا پایین تر هستند، به عنوان داده های مورد نظر جهت تخمین پارامتر های مدل استفاده می شوند. می توان با تغییر آستانه به پارامتر های بهتری جهت تخمین ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار رسید.
۴ـ با توجه به گستردگی مدل های خانواده گارچ می توان از مدل های متنوع که هر کدام ویژگی منحصر به خود را دارند استفاده کرد، در این تحقیق از دو مدل $GARCH(۱,۱)$ و $GJRGARCH(۱,۱)$ استفاده شده، در حالی میتوان از سایر مدل ها مانند مدل $TGARCH(p.q)$، $EGARCH(p.q)$، $MGARCH(p.q)$، $DCCGARCH(p.q)$ و ... استفاده کرد.
۵ـ با توجه به گستردگی مدل های خانواده کاپیولا می توان از سایر خانواده های مدل های کاپیولا استفاده کرد، در این تحقیق از خانواده کاپیولا بیضوی استفاده شده است. می توان از سایر خانواده کاپیولا مانند کاپیولا ارشمیدسی و ارشمیدسی سلسله مراتبی و و خانواده کاپیولا وین نیز استفاده کرد.

۴.۵ پیشنهادات برای تحقیقات آتی

با توجه به تحقیق انجام شده جهت اندازه گیری ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار پنج متغیر که هر کدام به عنوان دارایی مالی محسوب می شوند، به پژوهش گرانی که می خواهند در آینده بر روی این موضوعات کار کنند پیشنهاد می شود که:
۱ـ نظریه ارزش فرین برای محاسبه ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار دارای مزیت و قابلیت هایی است که روش هاس سنتی از آن برخوردار نیستند، لذا توصیه می شود که فعالان در عرصه مدیریت ریسک از این مدل به جای مدل های سنتی در برآورد ریسک تحقیقات خود استفاده کنند.
۲ـ متغیر های مورد استفاده در این تحقیق پنج شاخص مهم کلان اقتصادی می باشد، به پژوهش گران توصیه می شود از متغیر های بیشتر جهت اندازه گیری همبستگی بازار های مالی و اندازه گیری ریسک استفاده کنند.
۳ـ در رویکرد فراتر از آستانه روش مشخصی برای تعیین آستانه مورد نظر وجود ندارد و بیشتر بر اساس حدس و آزمایش صورت می گیرد، پیشنهاد می شود پژوهش گران روشی جهت انتخاب آستانه مورد نظر پیشنهاد کنند.
۴ـ در این پژوهش از دو مدل خانواده گارچ استفاده شد، به پژوهش گران توصیه می شود در تحقیقات آتی از مدل های دگیر این خانواده جهت تخمین پارامتر ها استفاده کنند.
۵ـ در این پژوهش از مدل های خانواده کاپیولا بیضوی استفاده شد، به پژوهش گران توصیه می شود از سایر مدل های خانواده کاپیولا جهت بررسی همبستگی بازار های مالی استفاده کنند.
۶ـ در این پژوهش از ترکیب مدل های گارچ و کاپیولا مدل هایی جهت تخمین ریسک بازار

استفاده شد، به پژوهشگران توصیه می شود که از ترکیب سایر مدل های خانواده گارچ و کاپیولا نسبت به مدل های بررسی شده تفاوت ها را مشاهده کنند. نتایج بدست آمده را با نتایج این پژوهش مقایسه کنند.

۷ـ در این پژوهش از داده های روزانه به عنوان داد های آماری استفاده شد، به پژوهشگران آتی توصیه می شود از اطلاعات هفتگی و ماهانه جهت تخمین پارامتر ها استفاده کنند. و نتایج بدست آمده را با نتایج این پژوهش مقایسه کنند.

مراجع

[۱] آوازه ا، (۱۳۹۶)، پایان نامه ارشد: ''محاسبه ی ارزش در معرض ریسک در بازار نفت بااستفاده از نظریه ارزش فرین''، دانشگاه یزد.

[۲] امیر خانی م، (۱۳۹۴)، پایان نامه ارشد: ''بررسی روابط بین بازارهای مالی با استفاده از رویکرد توابع مفصل''، دانشگاه رازی.

[۳] باجلان س، راعی ر، محمدی ش، (۱۳۹۶)، '' مدل سازي تابع توزيع زيان هاي بيمه اي با بهره گيري از توزيع هاي تركيبي و مفهوم كاپيولا''، **''تحقیقات مالی دانشگاه تهران''** ، شماره ۱، دوره ۱۹، ص ۴۰ـ۲۴.

[۴] بت شکن م، پیمانی م، کرمی م، (۱۳۹۷)، '' برآورد و ارزيابي ارزش در معرض ريسک و ريزش مورد انتظار ناپارامتريک بر مبناى تحليل مؤلفه‌هاى اساسي در بورس اوراق بهادار تهران'' ، **'' چشم انداز مديريت مالي''** ، شماره ۲۴، ص ۱۰۲ـ۷۹.

[۵] پاکدین امیری م، پاکدین امیری ع، (۱۳۸۷) ، ''اولويت بندي عوامل مالي موثر بر شاخص قيمت در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش TOPSIS '' ، **''تحقیقات مالي''** ، شماره ۲۶، دوره ۱۰، ص ۷۶ـ۶۱.

[۶] جلایی ا، صالحی ن، شیوایی ا، (۱۳۹۷)، ''مدلسازی ارتباط شاخص قیمت در بازارهای مالی و رابطه مبادله در اقتصاد ایران (الگوی پرش قیمتی مرتون و رویکرد توابع کاپیولای شرطی'' ، **''مجله مهندسي مالي و مديريت اوراق بهادار''** شماره ۲۲، ص ۱۲۰ـ۸۵ .

[۷] دهقانی م، (۱۳۹۴)، رساله مقطع دکترا: ''ارزيابي اثر سرريس تلاطن در بازار نفت، طلا و دلار آمريكا'' ، دانشگاه پیام نور یزد.

[۸] رادپور م. عبده تبریزی ح، (۱۳۹۱)، **''اندازه گیری و مدیریت ریسک بازار''** ، انتشارات آگاه، پیشبرد، تهران، ص ۲۵۰ .

[۹] راعی ر، سعیدی ع، (۱۳۹۱)، **'' مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک''** ، چاپ هفتم، انتشارات سمت.

[۱۰] راغفر ح، آجورلو ن، (۱۳۹۵)، '' برآورد ارزش در معرض خطر پرتفوي ارزي يک بانک نمونه با روش $GARCH - EVT - Copula$''، **'' فصل نامه پژوهش هاي اقتصادي ايران''**، شماره ۲۱، ص ۱۶۱ـ۱۱۳.

[۱۱] رستمی ع ،(۱۳۹۵)، پایان نامه ارشد: ''به کارگیری نظریه ارزش فرین و حافظه بلندمدت در بازار سهام ایران''، دانشگاه شیخ بهایی دانشکده علوم ریاضی و کامپیوتر گروه ریاضی.

[۱۲] رضوی س، (۱۳۹۴)، پایان نامه دکترا: '' بررسي عوامل موثر دروني و بيروني بازار نفت بر قيمت نفت خام ايران''، دانشگاه فردوسی مشهد.

[۱۳] زمان ش، اسلامی بیدگلی س، کاظمی م، (۱۳۹۲)، ''محاسبه ارزش در معرض ریسک شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نظریه ارزش فرین''، **''فصل نامه بورس اوراق بهادار''**، شماره ۲۱، ص ۱۳۶ـ۱۱۵.

[۱۴] سارنج ع، نوراحمدی م، (۱۳۹۶)، ''رتبه بندی آماری مدل های مختلف ارزش در معرض ریسک و ریزش مورد انتظار با استفاده از رویکرد مجموعه اطمینان مدل (MCS) برای صنعت بانکداری با تأکید بر رویکرد ارزش فرین شرطی'' ، **''مجله مهندسي مالي و مديريت اوراق بهادار''** شماره ۳۰، ص ۷۰ـ۵۶ .

[۱۵] سوری، ع. (۱۳۹۴)،'' اقتصاد سنجی پیشرفته''، انتشارات تهران.

[۱۶] سیاح س، صالح آبادی ع، (۱۳۸۴)، '' مبانی مهندسی مالی ومدیریت ریسک''، انتشارات تهران، چاپ اول، گروه رایانه تدبیر پرداز.

[۱۷] شهیکی تاش م، خداداد کاشی ف، میر باقری جم م، (۱۳۹۶)، ''بررسی ضریب وابستگی شاخص هاي ساختاري بازار در صنايع کارخانه ايران بر مبناي توابع مفصل شرطی'' ، **''مطالعات و سياست هاي اقتصادی''** شماره ۱، ص ۵۴ـ۲۹.

[۱۸] صمدی س، شیرانی فخر ز، داورزاده م، (۱۳۸۶)، '' بررسی ميزان اثر پذيري شاخص قيمت سهام بورس اوراق بهادار تهران از قيمت جهاني نفت و طلا (مدل سازي و پيش بيني)'' ، **'' فصل نامه بررسي هاي اقتصادي''** ، دوره ۴، شماره ۲، ص ۱۵۰ـ۱۳۲ .

[۱۹] عباسی ا، آدوسی ع، (۱۳۸۸)، ''بازار ها و نهاد های مالی''، چاپ دوم انتشارات الزهرا.

[۲۰] فلاح پور س، میرزا محمدی س، هاشمی نژاد س، (۱۳۹۶)، '' سنجش ارزش در معرض ريسك شرطی با استفاده از ترکيب مدل $FIGARCH$ و نظريه ارزش فرين'' ، **''فصل نامه علمي پژوهشي دانش سرمايه گذاري''** ، شماره ۲۳، ص ۹۵ـ۶۴.

[۲۱] فلاحی ف، حقیقت ج، صنوبر ن، (۱۳۹۳)، '' بررسي همبستگي بين تلاطم بازار سهام، ارز و سکه در ایران با استفاده از مدل $DCC - GARCH$''، **''فصل نامه پژوهش نامه اقتصادي''** ، شماره ۵۲، ص ۱۴۷ـ۱۲۳.

[۲۲] کسایی شریفی س، (۱۳۹۶)، پایان نامه ارشد: ''بهینه سازی سبد سهام با استفاده از شاخص ارزش در معرض ریسک شرطی و معیارهای چندگانه گارچ_ نظریه ارزش فرین_ کاپولا در بورس اوراق بهادار تهران''، دانشگاه خاتم.

[۲۳] معتمدی س، (۱۳۸۹)، پایان نامه ارشد: '' بررسی تاثیر قیمت نفت و نرخ ارز بر شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران''،دانشگاه شهید چمران اهواز.

[۲۴] نصیری ف، (۱۳۹۳)، پایان نامه ارشد: ''بهینه سازی پرتفوی سرمایه گذاری در بازارهای ارزش، طلا و سهام با استفاده از رویکرد ارزش در معرض خطر بر اساس مدل گارچ_ کاپولا'' ، دانشگاه خاتم.

[۲۵] میر باقری جم م، (۱۳۹۴)، پایان نامه دکترا: '' تجمیع ریسک ها در مدل های توانگری مالی با استفاده از توابع کاپیولا (مطالعه موردی بنگاه های فعال در صنعت بیمه ایران)''، دانشگاه سیستان وبلوچستان.

[26] Aas K. and Czado C. and Frigessi A and Bakken H. (2009), "Pair-copula constructions of multiple dependence", **" Mathematics and Economics "** , 44, pp 182-198.

[27] Artzner P. and Delbaen F. and Eber J.M. and Heath D. (1999), "Coherent Measures of Risk", **" Mathematical Finance"** , 9, pp 203-228.

[28] Arbenz P. and Hummel C. and Mainik G. (2012), " Copula based hierarchical risk aggregation through sample reordering", **"Mathematics and Economics"** , 51, pp 122-133.

[29] Basher S.A. and Haug A. and Sadorsky P. (2012), " Oil prices, exchange rates and emerging stock markets", **" Energy Economics"**, 34, pp 240-277.

[30] Bentes S.R. (2015), " Forecasting volatility in gold returns under the GARCH, IGARCH and FIGARCH frameworks", **"Statistical Mechanics and its Applications"**, 438, pp 355-364.

[31] Brechmann E.C. and Czado C. (2013), "Risk management with high-dimensional vine copulas", **"An analysis of the Euro Stoxx 50 , Statistics and Risk Modeling"**, 30, pp 307-342.

[32] Candelon B. and Colletaz G. and Hurlin C. and Tokpavi S. (2011), "Backtesting Value-at-Risk A GMM duration-based test", **Journal of Financial Econometrics"** ,9 ,pp 314-343.

[33] Cifter, A. (2011), "Value-at-risk estimation with wavelet-based extreme value theory", **"Statistical Mechanics and its Applications"**, 390, pp 2356-2367.

[34] Chen H. and Liu L. and Wang Y. and Zhu Y. (2016), " Oil price shocks and U.S. dollar exchange rates", **" Energy "**, 112, pp 1036-1048.

[35] Christoffersen P. and Pelletier D. (2004), " Backtesting Value-at-Risk: A duration-based approach", **"Journal of Financial Econometrics"**, 2, pp 84-108.

[36] Degiannakis S. and Floros C. and Dent P. (2013), " Forecasting value-at-risk and expected shortfall using fractionally integrated models of conditional volatility", **" International evidence, International Review of Financial Analysis"**, 27, pp 21-33.

[37] Dominique G. and Bertrand K. **"Risk Measurement From Quantitative Measures to Management Decisions"**.

[38] DuMouchel W.H.(1983), "Estimating the stable index in order to measure tail thickness", **"A critique, The Annals of Statistics"**, 11, pp 1019-1031.

[39] Eike Christian B. (2013), "Hierarchical Kendall copulas" ,**" Properties and inference.Journal of the American Statistical Association"** , 95, pp 62-72.

[40] Frye J. (1997), "Principals of risk", **" Finding value-at-risk through factor-based interest rate scenarios"**, pp 75-85.

[41] Furió D. and Climent F.J. (2013)," Extreme value theory versus traditional GARCH approaches applied to financial data", **"a comparative evaluation. Quantitative Finance"**, 13, pp 45-63.

[42] Jen-Jsung H. and Kuo-Jung L. and Hueimei L. and Wei-Fu L. (2009), "Estimating value at risk of portfolio by conditional copula-GARCH method" , **" Mathematics and Economics"**, 45, pp 315-324.

[43] Gencay R. and Selcuk F. (2004), " Extreme value theory and Value-at-Risk: Relative performance in emerging markets", **" International Journal of Forecasting "**, 20, pp 287-303.

[44] Li, D. X. (2000) , ” On default correlation: A copula function approach”, **” Journal of Fixed Income”**, 9, pp 43-54.

[45] Mensi W. and ammoudeh S. and Nguyen D.K. and Yoon S.M. (2014),” Dynamic spillovers among major energy and cereal commodity prices”, **” Energy Economics”**, 43, pp 225-243.

[46] McNeil A.J. and Frey R. (2000), ” Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series”, **”an extreme value approach. Journal of Empirical Finance”**, 7, pp 271-300.

[47] Mapa S. and Suaiso Q. (2009),” Measuring market risk using extreme value theory”, **” School of Statistics, University of the Philippines, School of Economics, University of the Philippines”**.

[48] Nelsen R. B. (2005), ”Dependence modeling with Archimedean copulas”, **” Proceedings of the Second Brazilian Conference on Statistical Modelling in Insurance and Finance”** , pp 45-54.

[49] Robert A. and Simon van S.(1993),” Oil Prices and the Rise and Fall of the U.S. Real Exchange Rate ”, **”International Department Bank of Canada 234 Wellington Ottawa, Ontario, Canada ”**, pp 95-102.

[50] Singhal S. Ghosh S. (2016), ” Returns and volatility linkages between international crude oil price, metal and other stock indices in India Evidence from VAR-DCC-GARCH models ”, **” Resources Policy ”**, 50, pp 276-288.

[51] Wenhua Y. and Kun Y. and Yu W. and Likun L. (2017), ” Measuring value-at-risk and expected shortfall of crude oil portfolio using extreme value theory and vine copula”, pp 64-80 .

[52] Wang Y. and Wu Ch. and Yang L. (2013), ” Oil price shocks and stock market activities: evidence from oil-importing and oil-exporting countries ”, **” Journal of Comparative Economics”**, 41,pp 1220-1239.

[53] Zhang B. and Wei Y. and Yu J. and Peng Z. (2014), ” Forecasting VaR and ES of stock index portfolio: A Vine copula method, Physica A”, **” Statistical Mechanics and its Applications”**, 416, pp 112-124.

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

معیار آکائیک ..... Akaike
توابع کاپیولا ارشمیدسی ..... Archimedean Copulas
مدل خود رگرسیون ..... Autoregressive model
مدل خود رگرسیون میانگین متحرک ..... Autoregressive moving average model
بازار سرمایه و پول ..... Capital markets and Money
انگور متمرکز ..... Canonical vine
کاپیولای کلایتن ..... Clayton copula
کاپیولا ..... Copula
ارزش در معرض ریسک شرطی ..... Conditional Value at Risk
چگالی کاپیولای ..... Copula density
همبستگی ..... Correlation
تابع توزیع تجمعی ..... Cumulative distribution function(CDF)
ارزش در معرض ریسک شرطی ..... CvaR
سنجه های ریسک نامطلوب ..... Downside risk measures
انگور گسترده ..... Drawable vines
اقتصاد بخشی ..... Economy part
ریزش مورد انتظار ..... Expected Shortfall
شوک های خارجی ..... External shocks
تحولات بازار های مالی ..... Financial market developments
بازار فارکس ..... Foreign Exchange
نظریـه ارزش فـرین ..... Frein Value Theory
کاپیولای فرانک ..... Frank copula
تابع میانگین فزونی ..... Function excess mean
گارچ ..... Garch
تابع کاپیولای گوسی ..... Gaussian copula
روش حداکثر بلوک ..... Generalized Extreme Value

مدل گارچ های نامتقارن ..... Glosten,jagonnathan and Runkle
کاپیولای گامبل ..... Gumbel copula
توابع کاپیولا ارشمیدسی سلسله مراتبی ..... Hierarchical Archimedean Copula (HAC)
تابع استنتاج برای حاشیه ها ..... Inference Function for Margins
جارک ـ برا ..... Jarque-Bera
تاو کاندال ..... Kendall's tau
بازده لگاریتمی ..... Logarithmic return
روش حداکثر درستنمایی ..... Maximum likelihood estimation
اقتصاد کلان ..... Macroeconomics
ماتریس ..... Matrix
متغیر های کلان اقتصادی ..... Macroeconomic variables
سنجه ها ..... Measures
اقتصاد خرد ..... Microeconomics
اصل یکنواختی ..... Monotonicity
مدل میانگین متحرک ..... Moving Average Models
تودرتو ..... Nested
اوپک ..... Opec
عوامل موثر بر تقاضا ..... Oil demand
ضریب پیرسن ..... Peasron Correlation Coefficien
روش فراتر از آستانه ..... Peaks over Threshold
سبد ..... Portfolio
عوامل سیاسی وحوادث ..... Political factors and Events
همگن مثبت بودن ..... Positive homogeneity
بازار اولیه و ثانوبه ..... Primary markets and Secondary markets
توابع کاپیولا ضربی ..... Product Copula
انگور معمولی ..... Regular vine
ریسک ..... Risk
ریسک منسجم ..... Risk of Measure Coherent
سنجه های حساسیت ..... Sensitivity measures
توزیع جمع پذیری ..... Subadditivity
عوامل موثر بر عرضه ..... Supply of oil
رو اسپیرمن ..... Spearman's rho
ریسک دنباله ایی ..... Tail Value at Risk
همبستگی دنباله ای ..... Tail Dependence

تابع کاپیولای تی استیودنت ..... T-copula
اصل انتقال تغییر ناپذیر ..... Translation invariance
عدم اطمینان ..... Uncertainty
ارزش در معرض ریسک ..... Value−at−Risk
سنجه های تلاطم ..... Volatility measures
درون خوشه ها ..... Within-cluster

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

آماره دیکی ـ فولر ..... Fuller Dicky
ارزش در معرض ریسک ..... Value–at–Risk
اصل انتقال تغییر ناپذیر ..... Translation invariance
اقتصاد کلان ..... Macroeconomics
اقتصاد بخشی ..... Economy part
اقتصاد خرد ..... Microeconomics
انگور معمولی ..... Regular vine
اصل یکنواختی ..... Monotonicity
انگور گسترده ..... Drawable vines
ارزش در معرض ریسک شرطی ..... Conditional Value at Risk
انگور متمرکز ..... Canonical vine
بازار سرمایه و پول ..... Capital markets and Money
بازار فارکس ..... Foreign Exchange
بازده لگاریتمی ..... Logarithmic return
بازار اولیه و ثانوبه ..... Primary markets and Secondary markets
توابع کاپیولا ..... Archimedean Copulas
تابع توزیع تجمعی ..... Cumulative distribution function(CDF)
تحولات بازار های مالی ..... Financial market developments
تابع میانگین فزونی ..... Function excess mean
تابع کاپیولای گوسی ..... Gaussian copula
توابع کاپیولا ارشمیدسی سلسله مراتبی ..... Hierarchical Archimedean Copula (HAC)
تابع استنتاج برای حاشیه ها ..... Inference Function for Margins
تاو کاندال ..... Kendall's tau
تودرتو ..... Nested
توابع کاپیولا ضربی ..... Product Copula
توزیع جمع پذیری ..... Subadditivity

تابع کاپیولای تی استیودنت ..... T-copula
جارک ـ برا ..... Jarque-Bera
چگالی کاپیولای ..... Copula density
درون خوشه ها ..... Within-cluster
ریزش مورد انتظار ..... Expected Shortfall
روش حداکثر بلوک ..... Generalized Extreme Value
روش حداکثر درستنمایی ..... Maximum likelihood estimation
روش فراتر از آستانه ..... Peaks over Threshold
ریسک ..... Risk
ریسک منسجم ..... Risk of Measure Coherent
رو اسپیرمن ..... Spearman's rho
ریسک دنباله ایی ..... Tail Value at Risk
سنجه های تلاطم ..... Volatility measures
سنجه های حساسیت ..... Sensitivity measures
سبد ..... portfolio
سنجه ها ..... Measures
سنجه های ریسک نامطلوب ..... Downside risk measures
شوک های خارجی ..... External shocks
عوامل موثر بر تقاضا ..... Oil demand
عوامل سیاسی وحوادث ..... Political factors and Events
عوامل موثر بر عرضه ..... Supply of oil
عدم اطمینان ..... Uncertainty
ضریب پیرسن ..... Peasron Correlation Coefficien
کاپیولا ..... copula
کاپیولای کلایتن ..... Clayton copula
کاپیولای فرانک ..... Frank copula
کاپیولای گامبل ..... Gumbel copula
گارچ ..... Garch
ماتریس ..... Matrix
مدل میانگین متحرک ..... Moving Average Models
متغیر های کلان اقتصادی ..... Macroeconomic variables
مدل گارچ های نامتقارن ..... Glosten,jagonnathan and Runkle
مدل خود رگرسیون میانگین متحرک ..... Autoregressive moving average model
مدل خود رگرسیون ..... Autoregressive model

نظریـه ارزش فـرین..... Frein Value Theory
همگن مثبت بودن..... Positive homogeneity
همبستگی دنباله ای..... Tail Dependence

Aabstract

Capital markets are one of the main pillars of any country's economy. One of the active capital markets in any country is the country's stock exchange . Today, due to the importance and special place of the stock market, many investors are willing to invest in this market. What is important to investors in financial markets and stock markets is risk management and control. Therefore, risk managers are always looking to optimize and quantify financial market risk. What matters in the financial markets and the stock market are the factors that influence this market. Due to the expansion of the financial markets and the relation between these markets, it has caused the fluctuations and shocks of one market to affect the other financial markets. For this reason, older models cannot accurately calculate market risk. Mathematicians and researchers are using new models called the extreme value theory, copula and Garch, to measure financial market and stock market risk.

keywords: Stock exchange, Capital markets, Risk, Value at Risk, Expected shortfall, Extreme value theory, Copula models and Garch models.

Faculty Of Mathematical Sciences

MSc Thesis in Financial Math

Measuring Value-at-Risk and Expected Shortfall of the selected portfolios using extreme value theory and Vin copula.

By: Seyed Ali Mirdousti

Supervisors:

Dr. Alireza Khoddami
Dr. Mohammad Mirbagheri Jam

January 2020