مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی
شماره پنجم / زمستان ۱۳۸۹

بررسی مقایسه ای کارایی مدل ریسک سنجی و مدل اقتصادسنجی GARCH در پیش بینی ریسک بازار در بورس اوراق بهادار تهران

دکتر میرفیض فلاح شمس[۱]

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۰

چکیده

در چند سال اخیر مدلهای ارزش در معرض ریسک[۱] از اصلی ترین مدلهای اندازه گیری ریسک خصوصاً ریسک بازار محسوب می رشوند. ریسک بازار به صورت عدم اطمینان ناشی از تغییر شرایط بازار نظیر: تغییر قیمت داراییها، نرخ بهره، نوسانات بازار و نقدینگی بازار می باشد که منجر به مخاطره افتادن بازدهی پرتفوی معاملاتی و یا ارزش داراییهای نهاد مالی خواهد شد. در این تحقیق سعی گردید که کارایی مدلهای ریسک سنجی شرکت جی.پی.مورگان و مدل اقتصاد سنجی GARCH جهت تخمین ارزش در معرض ریسک (VAR) در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نوسانات شاخص کل مورد بررسی قرار گیرد. داده های مورد نیاز برای طراحی و آزمون کارایی مدلها، روند نوسانات شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ بوده است. از داده های روزانه شاخص کل در طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ برای تخمین پارامترهای مدل و از داده ای روزانه سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ برای تعیین اعتبار مدلها استفاده شده است. با انجام آزمون شکستهای احتمالی کوپیک، در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ ، مشخص گردید که کارایی مدلهای اقتصاد سنجی GARCH و ریسک سنجی تفاوت معنی داری نداشته و هر دو مدل از کارایی مناسبی برای پیش بینی ریسک بازار برخوردار می باشند.

واژه‌های کلیدی: ریسک، ریسک بازار، ارزش در معرض ریسک، ریسک سنجی، اتورگرسیو ناهمسانی شرطی.

۱- مقدمه

۱- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

با توجه به ماهیت فعالیت در موسسات مالی، مدیریت ریسک یکی از شاخصه های مهم صنعت خدمات مالی به شمار می رود و تلاش های وسیعی برای توسعه روش ها و تکنیک های قابل اتکا جهت اندازه گیری و کنترل ریسک در این حوزه از سوی دانشگاهیان و افراد حرفه ای صورت گرفته است.امروزه مدیریت ریسک یکی از شاخصه های برتر صنعت خدمات مالی به شمار می رود. تلاش های وسیعی برای توسعه روش ها و تکنیک های قابل اتکا در این حوزه از سوی دانشگاهیان و افراد حرفه ای صورت گرفته است. در بین ریسک های پیش روی موسسات مالی، ریسک بازار از مهمترین ریسک موجود می باشد و سهم آن در درماندگی مالی یک بنگاه اقتصادی بسیار زیاد و چشمگیر است. اهمیت ریسک بازار به دلیل تنوع بیش از حد عوامل بروز ریسک بازار است. در چند دهه اخیر پیشرفتهای چشمگیری در زمینه اندازه گیری، کنترل و مدیریت ریسک بازار صورت گرفته است و در حال حاضر مدلهای ارزش در معرض ریسک از مهمترین مدلهای اندازه گیری ریسک بازار در موسسات مالی و بانکها محسوب می شوند. شرکت جی.پی.مورگان یکی از اولین شرکت هایی بود که توانست روش شناسی مدیریت ریسک بازار را بر مبنای مفهوم ارزش در معرض ریسک ایجاد نماید.(Jorion,۱۹۹۷)

ریسک بازار چیست و چه کسانی نگران این نوع ریسک هستند؟ مدیریت ریسک بازار به چه معناست و این مدیران چه کاری انجام می دهند؟ این سوالات از سنخ سوالات تئوریک و با جواب های درست یا نادرست نیست بلکه این نوع سوالات بیشتر سوالاتی کاربردی برای شرکت های مالی و غیر مالی هستند که با آن دست به گریبانند. پاسخ منطقی این نوع سوالات به فعالیت، محیط، فرهنگ، اهداف و ساختار هر شرکتی بستگی دارد. ریسک بازار را میتوان از چهار بعد مورد بررسی قرارداد: شناسایی، ارزیابی، نظارت و کنترل ریسک.(Jacques peziers, 2004)

مدیریت ریسک فرآیندی است که در آن مدیران بـه شناسـایی، انـدازه گیـری، تصـمیم گیری و نظارت بر انواع ریسکهای مطرح در بنگاه ها یا نهادهای مالی می پردازنـد. مـدیریت ریسک در واکنش به افزایش ناپایداری در بازارهای جهانی و خصوصاً سیسـتم بـانکی - کـه پایه اصلی تمامی فعالیتهای اقتصادی است - ظهور کرد. به واسطه زیـان ناشـی از مبـادلات تجاری، سودآوری موسسات مالی بزرگی همچون سیتی گروپ و مریل لیـنچ کـاهش یافتـه است. در پژوهش پیش رو تلاش شده است تا با استفاده از دو مـدل ریسـک سـنجی گـروه

ریسک سنجی شرکت جی.پی.مورگان و مدل اقتصاد سنجی گارچ (فرآیندهای تعمیم یافتـه خود رگرسیونی واریانس ناهمسان شرطی) ارزش در معرض ریسک- که به عنوان مهمترین معیار سنجش ریسک بازار است - را برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران تخمین زده و سپس کارایی دو مدل در سنجش ارزش در معرض ریسک (VAR) را با یکدیگر مقایسه و بهترین مدل را انتخاب نماییم.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- پیشینه تحقیق

یکی از مهمترین روش های سنجش ریسک بازار استفاده از روش محاسبه ارزش در معرض ریسک می باشد. امروزه روشهای بسیار متنوعی برای محاسبه ارزش در معرض ریسک داراییها بصورت منفرد و پرتفوی داراییها وجود داشته و نهادهای مالی نظیر بانک ها و صندوقهای سرمایه گذاری بطور گسترده ای از این روشها برای سنجش ریسک پرتفوی داراییهای خود مورد استفاده قرار می دهند. پس از آن که شرکت جی.پی.مورگان مدل ریسک سنجی را در سال ۱۹۹۴ به منظور اندازه گیری ارزش در معرض ریسک معرفی کرد، این مدل به عنوان روش شاخصی برای اندازه گیری ریسک بازار مطرح شد. در سال های بعد مدل های دیگری نظیر: تئوری «ارزش نهایی»[۲]، «دادهای پر نوسان»[۳] و مدل های شرطی واریانس ناهمسان نظیر مدل GARCH [۴] در تحقیقات افرادی نظیر : دانیلسون و وریز[۵] (۱۹۹۷)، بلتراتی و مورانو[۶] (۱۹۹۹)، هو ودیگران [۷] (۲۰۰۰)، ونگ و سو[۸] (۲۰۰۳) به عنوان روشهای سنجش ارزش در معرض ریسک مطرح شد. بانک تسویه بین الملل در سال ۱۹۹۶ مدل ارزش در معرض ریسک را توسط کمیته بال در قالب رهنمودهای نظارت بانکی برای مدیریت ریسک بازار مطرح کرد. پاسکال، رومو و روئیز[۹] (۲۰۰۱) در تحقیق خود با پیش بینی پارامتریک خطاها و مدلسازی واریانس پرتفوی، ارزش در معرض ریسک پرتفوی را پیش بینی کردند. هال و وایت[۱۰] (۱۹۹۸) و بارون-آدسی[۱۱] (۱۹۹۹) در تحقیقات خود به بررسی مدل شبیه سازی گذشته نگر در پیش بینی ریسک بازار پرداختند. هم چنین فیجلوسکی[۱۲] (۲۰۰۲) در تحقیقات خود به بررسی سطوح اطمینان قابل قبول در پیش بینی مدل ارزش در معرض ریسک پرداخت. کمپ بل، هسمن و کودیک (۲۰۰۱) به بررسی وزن بهینه داراییهای موجود در پرتفوی با در نظر گرفتن محدودیتهای مدل ارزش در

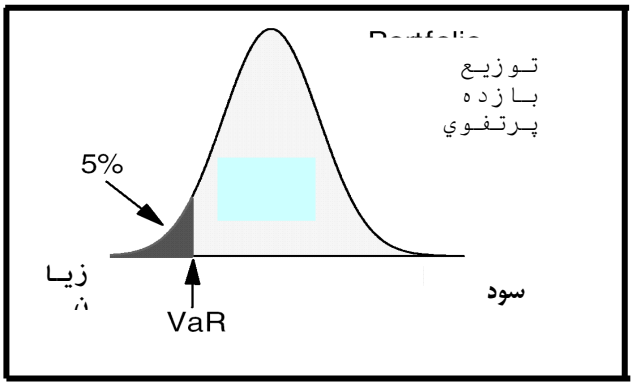
معرض ریسک پرداختند. هم چنین بیلیو و پلیزن[۱۳] (۲۰۰۰) و فن و گو [۱۴] (۲۰۰۳) روش های شبه پارامتریک را جهت پیش بینی ارزش در معرض ریسک مورد استفاده قرار دادند. یکی از مهمترین چالشهایی که مدل های پیش بینی ارزش در معرض ریسک با آن مواجه بودند، وجود پدیده واریانس شرطی در توزیع بازدهی داده های مالی است. این پدیده منجر به طراحی مدل های واریانس ناهمسانی شرطی خود رگرسیونی شد. این گروه از مدل ها، ابتدا توسط انگل[۱۵] در سال ۱۹۸۳ معرفی شدند. بلرسف [۱۶](۱۹۸۶)، مدل انگل را تعمیم داد و گروهی از مدل ها را که به مدل های تعمیم یافته خودرگرسیون واریانس ناهمسان (GARCH) شهرت یافتند، ارائه کرد. آکگیرای[۱۷] (۱۹۸۹) نیز به بررسی مدل های واریانس ناهمسان شرطی در سری های زمانی بازدهی سهام پرداخت. از این پس این مدل های شرطی دیگری با تاکید بر ویژگیهای مختلف داده های مالی گسترش یافتند، که از آن جمله می توان به مدل های IGARCH ، EGARCH ، FGARCH اشاره کرد. از دیگر تحقیقات اخیر در رابطه با سنجش ریسک بازار میتوان به تحقیقات هفنر و رومباست[۱۸] و سو و یو [۱۹] اشاره نمود. هفنر و رومباست (۲۰۰۴) در تحقیقات خود به مقایسه مدل شبیه سازی مونت کارلو و مدلGARCH جهت پیش بینی ارزش در معرض ریسک پرداختند و یافته های تحقیق آنها حاکی از کارایی بیشتر مدل GARCH در پیش بینی ریسک بازار می باشد. سو و یو (۲۰۰۶) نیز عملکرد مدل های مختلف GARCH را در محاسبه ارزش در معرض ریسک پرتفوی سهام در بورس نیویورک مورد بررسی قرار دادند. یافته های تحقیق آنها حاکی از این است که در اکثر موارد توزیع بازدهی در بازار سهام از توزیع نرمال با دنباله های کلفت تر پیروی می نماید و در نتیجه مدلهایی مثل RiskMetrics که فرض را بر نرمال بودن توزیع بازدهی می گذارد از کارایی کمتری برای پیش بینی ریسک بازار برخوردار خواهد بود. همچنین یافته های آنها بیانگر این است که بدلیل رفتار نامتقارن۲۰ سرمایه گذاران در بازار ، از بین مدلهای گارچ، مدل IGARCH[۲۱] از عملکرد بهتری جهت پیش بینی ریسک بازار برخوردار خواهد بود.

۲-۲- چارچوب نظری

ریسک بازار، به عنوان احتمال وقوع زیان ناشی از عدم قطعیت درآمدهای پرتفوی معاملاتی یک موسسه مالی به واسطه تغییر در شرایط بازار شامل قیمت دارایی، نرخ بهره،

نوسانات بازار و نقدینگی بازار تعریف می شود. ریسک بازار زمانی به وجود می آید که موسسه مالی به طور فعالانه به خرید و فروش دارایی، بدهی و اوراق مشتقه مبادرت می نماید نه هنگامی که اقلام مذکور را برای مقاصد سرمایه گذاری بلندمدت، تامین مالی و مصون سازی نگهداری می کند. در حال حاضر مهمترین روش سنجش ریسک بازار استفاده از مدلهای ارزش در معرض ریسک (VAR) می باشند. ارزش در معرض ریسک به معنای بر آورد حداکثر زیان در سطح خاصی از اطمینان (مثل ۹۵٪) و در مدت زمان معینی (مثل ۱روز) است. ارزش در معرض ریسک را می‌توان در فاصلهٔ زمانی بین ۱ تا ۳۰ روز و با ضریب اطمینان ۹۰٪ الی ۹۹٪ محاسبه نمود. مدل ارزش در معرض ریسک بعنوان درصدی از ارزش بازار و یا واحد پول رایج نظیر دلار آمریکا یا ین ژاپن بیان می شود. مهمترین ویژگی استفاده از مدل ارزش در معرض ریسک آن است که این سیستم برای همه سطوح از پرتفوی خرد تا پرتفوی کلان مورد استفاده قرار می گیرد و همچنین بعنوان یک روش متداول جهت پوشش ریسک در داخل و خارج از سازمان قابل استفاده است. منظور از خارج سازمان همان تحلیل گران، مؤسسات رتبه بندی و سهامداران می باشند. (Duffie, 1997)

اگر بگوئیم با فرض ۹۵ درصد اطمینان و مدت زمان یک روز ارزش در معرض ریسک (VaR) برابر با ۱۱ میلیون دلار است ، این بدان معناست که یک روز از بیست روز بطور متوسط امکان دارد مبلغی به میزان بیش از ۱۱ میلیون دلار زیان در پرتفوی دارایی های سرمایه گذاری شده ، در صورت بروز نوسانات بازار ایجاد شود.



نمودار۱-برآورد ارزش در معرض ریسک

بطور کلی برای محاسبهٔ ارزش در معرض ریسک از سه روش زیر می توان استفاده کرد (CROUHY.e.al. 2001):

۱) روش پارامتریک
۲) روش شبیه سازی تاریخی
۳) روش شبیه سازی مونت کارلو

هریک از این روشها به تنهایی از یک نظر دارای نقاط قوت و از نظر دیگر دارای نقاط ضعف‌اند اما مجموعهٔ اینها با یکدیگر می‌تواند دیدگاهی جامع تر از ریسک فراهم آورد.

۱- روش پارامتریک:

این روش شامل دو فرض اساسی است که البته باعث محدودیت های این روش می شود. این دو فرض عبارتند از: بازده دارایی دارای توزیع نرمال است. بین عوامل ریسک بازار و ارزش دارایی رابطه خطی وجود دارد. در روش پارامتریک برای محاسبه پارامترهای مورد نیاز ماتریس کوواریانس، از جمله میانگین و انحراف معیار، از اطلاعات تاریخی استفاده می شود. این اطلاعات معمولاً در دسترس است. همچنین برای محاسبه VaR در این روش نیازی به دانستن ارزش دارایی های منفرد موجود در پرتفوی نیست، تنها پارامترهای مورد نیاز انحراف معیار و ضریب همبستگی دارایی هاست. بنابراین محاسبه VaR در روش پارامتریک نسبتاً آسان است و به قدرت محاسباتی خیلی زیاد نیاز ندارد. همین ویژگی ها موجب شده است تا روش پارامتریک به عنوان رایج ترین روش محاسبه VaR مطرح باشد.

۲- روش شبیه سازی تاریخی

روش شبیه سازی تاریخی ساده ترین روش غیر پارامتریک بوده و نیازی به پیش فرض در مورد توزیع احتمال بازده دارایی یا دارایی های مالی وجود ندارد بنابراین این روش مدل ندارد. در این روش فرض براین است که رفتار بازدهی دارایی های مالی مانند رفتار گذشته آن است وتوزیع احتمال بازده در گذشته عیناً توزیع احتمال آتی دارایی مالی نیز است و روند تغییرات قیمت در گذشته در آینده نیز ادامه خواهد داشت. به عبارت دیگر تغییرپارامترهای بازار در گذشته مورد ارزیابی قرار می گیرد و بر آن اساس پرتفوی موجود نیز مشابه تغییرات گذشته ارزیابی و ریسک آن محاسبه می شود. مدل مذکور بدین ترتیب

است که ابتدا اجزای پرتفوی موسسه مالی تعیین گردیده وسپس ارزش پرتفوی مذکور بر اساس قیمت های بازار در روز های گذشته محاسبه می گردد. محاسبات مذکور برای هر یک از N روز قبل تکرار می گردد. در نهایت ارزش های محاسبه شده تاریخی به صورت صعودی (از کمترین به بیشترین) مرتب گردیده و براساس سطح خطای مورد نظر، ارزش در معرض ریسک براساس داده های تاریخی محاسبه می گردد. بعنوان مثال اگر ارزش پرتفوی برای ۵۰۰ روز گذشته محاسبه شده باشد و سطح خطا نیز ۵ درصد باشد در این صورت بیست و پنجمین ارزش محاسبه شده بعنوان پایین ترین ارزش پرتفوی مورد نظر فرض می شود و با استناد به تجربه تاریخی می دانیم که تنها در ۵٪ مواقع (۲۵ روز از ۵۰۰ روز) ارزش پرتفوی پایین تر از ارزش یاد شده خواهد بود.

۳- روش شبیه سازی مونت کارلو

دومین روش از روش های ناپارامتریک محاسبه ارزش در معرض ریسک، روش مونت کارلو است. این روش در برخی موارد به روش شبیه سازی تاریخی شباهت دارد. در این روش نیز فرض نرمال بودن توزیع بازدهی الزامی نیست. بنابراین روش شبیه سازی مونت کارلو مشابه روش شبیه سازی تاریخی، پرتفوی های متشکل از اختیار معامله و سایر ابزارهایی که ارزش آن ها به صورت تابع غیر خطی از عوامل بازار است را پوشش می دهد. لیکن، روش شبیه سازی مونت کارلو برخلاف روش شبیه سازی تاریخی از اطلاعات تاریخی استفاده نمی کند بلکه در این روش با استفاده از فرایندهای تصادفی و استفاده از نمونه های شبیه سازی شده زیاد که توسط رایانه ساخته می شود، پیش بینی تغییرات آتی به انجام می رسد. مراحل شبیه سازی مونت کارلو برای محاسبه ارزش در معرض ریسک عبارتند از:

الف- تعیین فرآیندهای احتمالی و پارامترهای فرآیند برای متغیر های مالی

ب- شبیه سازی فرضی قیمت برای کلیه متغیرهای مورد استفاده با استفاده از فرآیند اعداد تصادفی . تغییرات قیمت های فرضی از شبیه سازی توزیع های مشخص شده به دست می آیند

ج- محاسبه و تعیین قیمت دارایی یا دارایی های مالی در زمان T و بازده دارایی از روی قیمت های شبیه سازی شده و محاسبه ارزش پرتفوی سرمایه گذاری

د - تکرار مراحل ۲و۳ به دفعات زیاد مثلاً ۱۰۰۰یا ۱۰۰۰۰ بار به منظور تشکیل توزیع احتمال ارزش پرتفوی

ه - اندازه گیری ارزش در معرض ریسک در سطح اطمینان($1-\alpha$) از روی توزیع شبیه سازی شده بازدهی در زمانT.

۳- متدولوژی و روش‌های اجرایی تحقیق

۳-۱- روش و مدل مفهومی تحقیق

روش مورد استفاده در این تحقیق توصیفی و از نوع تحلیل همبستگی و رگرسیون می باشد. در پژوهش پیش رو تلاش شده است تا با استفاده از دو مدل ریسک سنجی گروه ریسک متریکس شرکت جی.پی.مورگان و مدل اقتصاد سنجی گارچ (فرآیندهای تعمیم یافته خود رگرسیونی واریانس ناهمسان شرطی) ارزش در معرض ریسک- که به عنوان مهمترین معیار سنجش ریسک بازار است– را برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را تخمین زده و سپس با استفاده از آزمون های مناسب کارایی دو مدل در سنجش ارزش در معرض ریسک (VAR) را با یکدیگر مقایسه و بهترین مدل را انتخاب نماییم.

مدل ریسک سنجی

مدل ریسک سنجی از جمله روشهای پارامتریک محاسبه ارزش در معرض خطر برای سنجش ریسک بازار روش ریسک سنجی می باشد. در حال حاضر، ریسک سنجی به عنوان متداول ترین روش محاسبه ارزش در معرض ریسک مطرح است. فرضیه مدل ریسک سنجی در خصوص توزیع داده های مربوط به بازدهی این است که توزیع بازدهی ها به شکل نرمال شرطی توزیع شده است که نسبت به توزیع نرمال، توزیع داده ها را بهتر نشان می دهد. به منظور اجتناب از مسائل مربوط به میانگین متحرک با وزن های برابر، این مدل برای سنجش شاخص نوسانات از روش «میانگین متحرک موزون نمایی» استفاده می کند. در این مدل برای پیش بینی نوسانات از رابطه زیر استفاده می شود:(J.P.Morgan , 1996)

$$\sigma^2_{t+1|t} = (1-\lambda)\sum_{t=0}^{T}\lambda^t(r_t-\bar{r})^2$$

λ بیانگر پارامتر مدل می باشد(۱> λ > ۰/۹). عبارت $\sigma^2_{t+1|t}$ نشان می دهد که از پیش

بینی نوسانات در روز t ، به عنوان پیش بینی کننده نوسانات در روز بعد استفاده می شود (t+1). ارزش در معرض ریسک روزانه در سطح اطمینان $(1-\alpha)$را می توان از طریق ضرب $\sigma^{2}_{t+1|t}$ در مقدار بحرانی توزیع نرمال در سطح خطای αو ضرب آن در ارزش دارایی انفرادی یا پرتفویی از دارایی ها محاسبه کرد:

Z_{α} : مقدار بحرانی توزیع نرمال

$\sigma^{2}_{t+1|t}$: انحراف معیار شرطی بازدهی دارایی منفرد یا پرتفویی از دارایی ها بعنوان شاخص نوسانات

V : ارزش دارایی انفرادی یا پرتفویی از دارایی ها

از این روش می توان برای محاسبه ریسک دارایی انفرادی و یا برای محاسبه ریسک پرتفویی از داراییها استفاده کرد.

مدل های سری زمانی ARCH و GARCH

مدل های ARCH اولین بار توسط انگل در سال ۱۹۸۲ معرفی شدند و در سال ۱۹۸۶ به وسیله بالرسلو تحت عنوان GRACH (تعمیم یافته ARCH) تعمیم داده شد. در مدل‌های اقتصادسنجی سنتی، ثابت بودن واریانس جملات اخلال همواره یکی از فروض اصلی و کلاسیک اقتصادسنجی به حساب می آید. رابرت انگل (۱۹۸۲)، برای رهایی از این فرض محدود کننده روش جدیدی موسوم به ARCH را پایه‌گذاری کرد. یکی از دلایل استفاده از مدلهای ARCH، وجود خطاهای پیش بینی کوچک و بزرگ در خوشه‌های مختلف یک سری می‌باشد. وجود عینی این مساله را می‌توان در بررسی روند یک متغیر اقتصادی (مانند نرخ تورم، نرخ ارز و ...) مشاهده نمود به طوریکه ممکن است سری مذکور در طی سالهای مختلف رفتارهای متفاوتی را از خود به نمایش بگذارد. به مفهوم دیگر ممکن است در برخی سالها دارای نوسانات کم و در برخی سالهای دیگر دارای نوسانات زیاد باشد. در چنین شرایطی انتظار بر این است که واریانس در طول روند تصادفی سری مورد نظر ثابت نبوده و تابعی از رفتار جملات خطا باشد. در واقع مزیت مدلهای ARCH این است که می‌تواند روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته خود توضیح دهد. در

حالت کلی فرایند مرتبه q ام ARCH و تابع حداکثر راست نمایی آن، توسط معادلات زیر ارائه می‌گردد:

$$y_t|\psi_{t-1} N(x_t\beta, h_t)$$

$$\sigma^2_{t+1|t} = h_t = a_0 + \sum_{i=1}^{q} a_i \varepsilon^2_{t-i}$$

مدل رگرسیونی ARCH به صورت صریح بین واریانس غیرشرطی و واریانس شرطی تفاوت قایل شده و واریانس شرطی را به عنوان تابعی از خطاهای گذشته و در طول زمان متغیر فرض می کند. اگر ε_t یک فرایند تصادفی با اعداد حقیقی و به صورت محدود باشد و اگر ψ_t مجموعه اطلاعات موجود در طول زمان t فرض شود، در این صورت مدل GARCH به صورت زیر مطرح می‌شود:

$$\varepsilon_t|\psi_{t-1} N(0, h_t)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^{q} a_i \varepsilon^2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i h_{t-i}$$

به طوری که: $p \geq 0, q\rangle 0$ و $a_0 > 0, a_i \geq 0$ و $i = 1,2,\ldots,q$

$\beta_i \geq 0$ و $i = 1,2,\ldots, p$

برای $p = 0$ فرآیند ARCH(q) خواهد شد و اگر $p = q = 0$ باشد در این صورت به سادگی می‌توان دید که ε_t یک جمله نوفه سفید[۲۲] است. در فرآیند ARCH(q)، واریانس شرطی تابعی خطی از خطاهای گذشته است اما درفرآیند GARCH(p,q)، واریانسهای شرطی وقفه ای نیز وارد مدل می‌شوند.

۳-۲- جامعه آماری

با توجه به اینکه در این تحقیق به دنبال پیش بینی ارزش در معرض ریسک به عنوان شاخص سنجش ریسک بازار در بورس اوراق بهادار تهران هستیم، انتخاب نماینده ای از پرتفوی بورس اوراق بهادار تهران برای انجام این کار مورد نیاز است. جامعه آماری در پژوهش پیش رو شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران به عنوان نماینده پرتفوی بازار می باشد که به خوبی می تواند تغییرات قیمتی شرکت های موجود در بورس را نمایش دهد.

۳-۳- نمونه آماری و روش نمونه گیری

به منظور تعیین نمونه و داده های مورد نیاز مدل های این پژوهش از روش نمونه گیری برش مقطعی طولی استفاده شده است. داده های حاصل از روش برش مقطعی طولی در یک برهه از زمان و به صورت تصادفی تهیه می شوند. نمونه انتخابی، داده های مربوط به سری زمانی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در فاصله سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ می باشند.

۳-۴- ابزار گردآوری اطلاعات

اطلاعات مربوط به بررسی مبانی نظری و ادبیات موضوع از طریق مطالعات کتابخانه ای و جستجوی اینترنتی جمع آوری گردیده است و اطلاعات مربوط به سری زمانی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران نیز از طریق سایت رسمی شرکت بورس و اوراق بهادار جمع آوری شده است. به منظور برازش مدل های ریسک سنجی و مدل های اقتصاد سنجی GARCH و هم چنین تجزیه و تحلیل داده های این تحقیق از نرم افزارهای E-views و Matlab استفاده شده است.

۳-۵- داده های سری زمانی

داده های اصلی این تحقیق شامل سری زمانی مربوط به شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران (TEPIX) می باشد. بدین منظور سری زمانی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را از تاریخ ۱۳۸۲/۱/۱ تا تاریخ ۱۳۸۶/۱۲/۲۸ در نظر گرفته و بازدهی لگاریتمی را به صورت روزانه طبق فرمول ریر محاسبه کرده ایم

$$R_t = \ln(\frac{p_t}{p_{t-1}}) = \ln(p_t) - \ln(p_{t-1})$$

۴- فرضیات تحقیق

فرضیاتی که در این پژوهش برای دستیابی به هدف مذکور در نظر گرفته شده است به شرح زیر است:

۱) امکان محاسبه ارزش در معرض ریسک در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ریسک سنجی وجود دارد.

۲) امکان محاسبه ارزش در معرض ریسک در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل GARCH وجود دارد.

۳) قدرت سنجش و پیش بینی مدل GARCH از مدل ریسک سنجی بیشتر است.

۵- یافته های تحقیق

آزمون پایایی سری زمانی

در متدولوژی GARCH پایا بودن سری زمانی بکار رفته بسیار مهم می باشد. در این تحقیق از آزمون دیکی – فولر تعمیم یافته (ADF) و فیلیپس پرون در سطح معناداری ۵٪ جهت آزمون پایایی سری زمانی استفاده شده است. نتایج حاصل از دو آزمون فوق الذکر در جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۱- نتایج آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته (ADF) و آزمون فیلیپس پرون (PP)

PP Test Statistic	-۳۵,۹۹۶۵۷	٪۱Critical value	-۳,۹۶۹۰
		٪۵ Critical value	-۳,۴۱۵۱
		٪۱۰ Critical value	-۳,۱۲۹۴
ADF Test Statistic	-۱۳,۴۰۷۲۵	٪۱ Critical value	-۳,۴۳۷۳
		٪۵ Critical value	-۲,۸۶۳۸
		٪۱۰ Critical value	-۲,۵۶۸۰

همان طور که ملاحظه می کنید، هر دو آزمون (ADF و PP) در سطوح اطمینان مختلف (از ۹۰ درصد تا ۹۹ درصد) مانایی (پایایی) سری زمانی را مورد تایید قرار می دهد.

برازش مدل بازدهی موردانتظار بازار

در پژوهش پیش رو به منظور برازش مدل پیش بینی بازدهی مورد انتظار بازار از رویکرد باکس--جنکینز استفاده شده است. با استفاده از این روش، ابتدا با وارد کردن اتورگرسیوهای (AR) مختلف و میانگین متحرک مناسب و تخمین OLS، بر اساس معیارهای اطلاع آکائیک و شوارتز و با توجه به مواردی نظیر آماره دوربین-واتسن، انحراف معیار خطاها و ضریب تعیین مدل مناسب انتخاب می گردد. در جدول ۲ می توانید خروجی نرم افزار E-views که در آن ضرایب مربوط به مدل پیش بینی باکس-جنکینز همراه با معیارهایی که در بررسی معناداری این رابطه نقش دارند را ملاحظه کنید.

جدول ۲- خلاصه اطلاعات برازش مدل مناسب

Dependent Variable: R Method: Least Squares Included observations: 450 after adjusting endpoints Convergence achieved after 7 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000898	0.000285	3.152055	0.0017
AR(1)	0.669998	0.045603	14.69203	0.0000
MA(1)	-0.313616	0.058330	-5.376569	0.0000
R-squared	۰,۱۹۸۲۹۸	Mean dependent var		0.000899
Adjusted R-squared	۰,۱۹۵۷۴۸	S.D. dependent var		0.005480
S.E. of regression	0.004944	Akaike info criterion		-7.778798

Sum squared resid	0.031807	Schwarz criterion	-7.766897
Log likelihood	5074.776	F-statistic	149.9162
Durbin-Watson stat	2.016121	Prob(F-statistic)	0.000000
Inverted AR Roots	.67		
Inverted MA Roots	.31		

در تخمین های انجام شده مدل فوق از نظر معیارهای فوق الذکر مناسب ترین بوده است. این مدل دارای بیشترین R^2 بوده و هم چنین معیارهای اطلاع آکاییک و شوارتز و انحراف معیار خطاهای این رابطه از بقیه روابط کوچک تر بوده است. برای تعیین تعداد وقفه های مدل ، وقفه های بیشتر از یک بار آزمایش شد، اما مشاهده شد که یک بار وقفه نسبت به تعداد وقفه های بالاتر، مدل کاراتری را نمایش می دهد. با توجه به معناداری ضرایب و موارد مهم ذکر شده، مدل تصریح شده را می توان به صورت زیر در نظر گرفت:

$$R_t = \beta_0 + \beta_1 R_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-1}$$

آزمون ضریب لاگرانژ (LM)

بعد از اینکه مدل مناسب از طریق روش باکس و جنکینز۲۳ برآورد شد، به منظور اطمینان خاطر از وجود اثر ARCH در سری زمانی انتخاب شده، با انجام آزمون ضریب لاگرانژ این پدیده مورد بررسی قرار می گیرد. فرضیه صفر این آزمون بیانگر عدم وجود اثر ARCH در داده های مالی است. رد این فرضیه به معنای تایید فرضیه مقابل و وجود اثر ARCH در داده های مربوط به سری زمانی است. جدول زیر آزمون ضریب لاگرانژ را به منظور شناسایی اثرات ARCH نمایش داده است.

جدول ۳- نتایج آزمون ضریب لاگرانژ

ARCH Test:			
F-statistic	1.23522	Probability	0.127867
Obs*R-squared	61.3384	Probability	0.130611

با توجه به اینکه احتمالات مربوط به آماره F و هم چنین R^2 در جدول بالا بیشتر از ۰/۰۵ است، بنابراین فرضیه صفر در این آزمون مبنی بر عدم وجود اثر ARCH رد شده و فرضیه مقابل تایید می گردد. پرواضح است که تایید فرضیه H_1 به معنای وجود اثر ARCH است.

۵- تخمین شاخص نوسانات با استفاده از مدل GARCH و ریسک سنجی

بعد از حصول اطمینان نسبت به وجود پدیده ناهمسانی واریانس شرطی یا اثر ARCH در سری زمانی موردنظر، مدل استاندارد GARCH(1,1) برای سری زمانی در بازه مورد نظر برآورد می گردد. مجموع ضرایب ARCH و GARCH تخمین زده شده که به ترتیب به α و β معروف هستند، نشان دهنده میزان نوسان در سری زمانی می باشند. توجه به این نکته که مجموع ضرایب معادله نوسانات کمتر از ۱ است، بیانگر مانا بودن فرآیند واریانس بازدهی در شاخص کل می باشد.۲۴ خروجی نرم افزار MATLAB برای تخمین مدل GARCH(1,1) در جدول ۴ نمایش داده شده است:

جدول ۴- تخمین مدل GARCH

Standard parameter	T-Value	Standard Error	T-Statistic
C	-0.00062738	0.00014261	-4.392
AR(1)	0.34835	0.069774	4.9926
MA(1)	0.29147	0.069774	4.9926
K	3.5879e-006	0.0891	3.2712
GARCH(1)	0.18946	0.072695	2.6062
ARCH(1)	0.7642	0.12284	6.2211

پس از تخمین مدل GARCH(1,1) می توان شاخص نوسانات برای برآورد VARرا بر اساس رابطه زیر بدست آورد:

$$\sigma_t^2 = -0.00062738 + 0.7642\varepsilon_{t-1}^2 + 0.18946\sigma_{t-1}^2$$

در مدل ریسک سنجی نیز شاخص نوسانات بر اساس متدولوژی میانگین موزون متحرک نمایی تخمین زده شده و برای محاسبه ارزش در معرض ریسک به کار می رود. بر اساس مدل میانگین موزون متحرک نمایی(EMWA)، شاخص نوسانات به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\sigma_{t+1|t}^2 = \sqrt{\lambda\sigma_t^2 + (1-\lambda)r_t^2}$$

درمدل ریسک سنجی با نظرگرفتن واریانس بازدهی(σ_t^2) و مربع بازدهی(r_t^2) در زمان t، شاخص نوسانات دوره بعد (σ_{t+1}) تخمین زده شد.به منظور پیش بینی شاخص مذکور پارامتر λ را بر اساس توصیه شرکت جی.پی.مورگان در متدولوژی ریسک سنجی برای داده های روزانه معادل ۰/۹۴ در نظر گرفتیم(J.P.group, 1996). در گام بعدی ارزش در معرض ریسک روزانه بر اساس شاخص نوسانات بدست آمده از دو مدل ریسک سنجی و گارچ تخمین زده شد.

۶- نتایج آزمون کارایی مدل GARCH و ریسک سنجی در پیش بینی VAR

برای تخمین شاخص نوسانات (σ_t)با استفاده از مدل ریسک سنجی، از یک پنجره متحرک صد تایی از داده های مربوط به شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران قبل از سال ۱۳۸۵ استفاده شد و شاخص نوسانات (σ_t) برای سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به صورت روزانه با استفاده از دو روش میانگین موزون ساده و میانگین موزون متحرک نمایی(EMWA) تخمین زده شد. در نهایت ارزش در معرض ریسک را برای سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ با استفاده از شاخص نوسانات، مقدار ناحیه بحرانی و ارزش شاخص به صورت روزانه برای سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ تخمین زدیم.

هم چنین برای تخمین شاخص نوسانات (σ_t) با استفاده از مدل GARCH، داده های سری زمانی شاخص را برای سال های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ به عنوان دادهای پایه در نظر گرفتیم و شاخص نوسانات (σ_t) را برای سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به صورت روزانه تخمین

زدیم. در نهایت ارزش در معرض ریسک روزانه را طبق فرمولی که قبلاً ذکر گردید، برای روش ریسک سنجی و با استفاده از مدل GARCH محاسبه کردیم.

به منظور برآورد اعتبار سنجی مدل های استفاده شده در تخمین ارزش در معرض ریسک(VAR)، از آزمون نسبت شکست های احتمالی کوپیک استفاده شده است. نسبت احتمالی کوپیک (LR) دارای توزیع خی – مربع با یک درجه آزادی بوده و دارای آماره زیر است:

$$LR = 2Ln[\frac{V^f(1-V)^{T-f}}{\alpha^f(1-\alpha)^{T-f}}]$$

در معادله بالا، LR همان نسبت احتمالی، f تعداد شکست ها (تعداد دفعاتی که زیان واقعی از زیان برآورد شده توسط VAR بزرگتر است)، T تعداد کل پیش بینی های انجام شده توسط مدل VAR ، V نسبت شکست و α سطح خطای مورد نظر مدل VAR می باشند. در این آزمون زمانیکه LR محاسبه شده براساس داده ها ی مدل بیشتر از مقدار بحرانی استخراج شده از توزیع خی – مربع باشد، در این صورت در سطح اطمینان مورد نظر می توان ادعا نمود که درصد خطای پیش بینی مدل (یعنی حالتی که مقدار زیان پیش بینی شده بیشتر از مقدار واقعی باشد) حداکثر به میزان سطح خطای تعیین شده (α)خوهد بود و مدل از اعتبار مناسب در پیش بینی VAR برخوردار خواهد بود. (Kupiec,۱۹۹۵)

جدول ۵ نتایج حاصل از آزمون نسبت شکست های کوپیک

مدل	سطوح اطمینان	آماره LR	مقدار بحرانی توزیع کای-مربع
ریسک سنجی	99%	7.86	6.634
	95%	5.24	3.841
مدل GARCH(1,1)	99%	7.64	6.634
	95%	6.76	3.841

نتایج حاصل نشان می دهد مدل های طراحی شده با استفاده از هر دو روش ریسک سنجی و مدل GARCH(1,1) در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ قابل اتکا می باشند.

همچنین به منظور آزمون فرضیه سوم و مقایسه کارایی دو مدل از تعداد شکست های احتمالی کوپیک استفاده شده است. . اگر تعداد موفقیت های یک مدل در برآورد ارزش در معرض ریسک در یک بازه زمانی نسبت به مدل دیگر بیشتر باشد، آن مدل دارای قدرت سنجش و پیش بینی بالاتری است.

جدول ۶- مقایسه اعتبار مدل ریسک سنجی و GARCH

مدل	سطوح اطمینان	تعداد موفقیتها	تعداد شکستها
ریسک سنجی	99%	405	10
	95%	396	19
مدل GARCH(1,1)	99%	404	11
	95%	398	17

همانطور که ملاحظه می گردد، در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ تفاوت معنی داری بین قدرت پیش بینی دو مدل وجود ندارد.

۶- نتیجه گیری و بحث

ریسک جزء لاینفک فعالیت های اقتصادی است و تمامی موسسات و بنگاه های اقتصادی با طیف متنوعی از ریسک مواجه می باشند. در بین ریسک های پیش روی موسسات مالی، ریسک بازار از مهمترین ریسک موجود است و سهم آن در ورشکستگی یک بنگاه اقتصادی بسیار زیاد و چشمگیر است. اهمیت ریسک بازار به دلیل تنوع بیش از حد عوامل بروز ریسک بازار است. بطور کلی ریسک بازار ناشی از تغییرات در نرخ دارایی های مالی، نرخ کالا، نرخ ارز، نرخ بهره و ... در بازارهای سرمایه ، کالا، ارز و بازار پول می باشند. در بین ریسک های مالی، ریسک بازار موضوع نسبتاً جدیدی است و شناخت آن به دهه ۸۰ پس از ابداعات و نوآوریهای صورت گرفته در بازارهای مالی دنیا بر می گردد. ابداعات و نوآوری های صورت گرفته در بازارها به همراه گسترش فن آوری اطلاعات و جهانی شدن اقتصاد، بازارهای مالی جهان را با تغییرات و نوسانات عمده همراه ساخته است و ضرورت مدلهای کاراً و پیشرفته اندازه گیری ریسک اعتباری بیشتر احساس گردید. تا قبل از ابداع روش های VAR در اندازه گیری ریسک، از روشهای سنتی از قبیل محاسبه واریانس،

کوواریانس و ضریب همبستگی ریسک، خصوصاً ریسک بازار مورد اندازه گیری قرار می گرفت.

واترستون[۲۵] (۱۹۹۴) مدیر شرکت جی.پی.مورگان اولین کسی است که توانست روش شناسی مدیریت ریسک بازار را بر مبنای مفهوم ارزش در معرض ریسک تحت عنوان ریسک سنجی ایجاد نماید. امروزه روشهای بسیار متنوعی برای محاسبه ارزش در معرض ریسک داراییها بصورت منفرد و پرتفوی داراییها وجود داشته و تمامی آنها را می توان در سه گروه کلی روشهای پارامتریک، شبیه سازی و هوش مصنوعی طبقه بندی نمود. در بین مدلهای مذکور بیشترین مطالعات بروی کارایی مدلهای پارامتریک، خصوصاً مدلهای ریسک سنجی و مدلهای گروه GARCH صورت گرفته است.

در این تحقیق سعی گردید که کارایی مدل ریسک سنجی و مدل GARCH جهت پیش بینی ریسک بازار در بورس اوراق بهادار تهران مورد آزمون قرار گیرد. داده های اصلی این تحقیق شامل سری زمانی مربوط به شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از تاریخ ۱۳۸۲/۱/۱ تا تاریخ ۱۳۸۶/۱۲/۲۸ است و برای برازش مدل GARCH از رویکرد باکس-جینکینز استفاده شده است. همچنین برای آزمون اعتبار مدل های تحقیق از آزمون نسبت احتمال شکست کوپیک استفاده گردید.

یافته های تحقیق بیانگر این است که در سطوح اطمینان مختلف هر دو مدل از اعتبار مناسب و قابل اتکایی جهت سنجش ریسک بازار برخوردار می باشند و از لحاظ قدرت پیش بینی تفاوت معنی دار بین این دو مدل وجود ندارد. با توجه به اعتبار مناسب و قابل اتکا این دو مدل در پیش بینی ریسک بازار، پیشنهاد می گردد که مدیران پرتفوی در شرکتها و صندوق های سرمایه گذاری با استفاده از مدلهای مذکور به صورت روزانه و هفتگی و یا ماهانه ، حداکثر زیان محتمل پرتفوی موجود خود را برآورد نموده و اقدامات مقتضی را برای مصون سازی پرتفوی از چنین زیانهای انجام دهند. در این تحقیق فقط کارایی مدلهای ریسک سنجی و GARCH در پیش بینی ریسک بازار مورد آزمون قرار گرفته است. لذا پیشنهاد می شود که اعتبار سایر مدلهای اندازه گیری ریسک بازار از قبیل مدلهای شبیه سازی و هوش مصنوعی و رویکرد "نظریه مقدار نهایت۲۶" نیز مورد بررسی قرار گیرند. همچنین بدلیل شفافیت اطلاعاتی کم در بورس تهران، پیشنهاد می شود که

از مدل های دیگر GARCH از قبیل: EGARCH و IGARCH به منظور بررسی تاثیر اثر عدم تقارن اطلاعات بر نوسانات شاخص بورس اوراق بهادار تهران استفاده شود.

فهرست منابع

1) Shahmoradi.asghar,Zngane(1386),"Calculation of Value-At-Risk for the main Tehran stock exchange indexes", Economic Research Journal. Num.79 .(persian)
2) Radpour,Meisam(1387),"an evaluation of parametric approach to calculate Value-At-Risk in Tehran stock exchange".Master of Art Dissertation in shahid beheshti university. .(persian)
3) Abrishami, Hamid,(1381) " Basic of Econometrics" Tehran Universit Publication
4) (Persian).
5) Jorion p. (1997). Value at risk: The new Benchmark for controlling market risk, Chicago : Irwin
6) Risk Metrics Group (1996). Risk Metrics - technical document ,New York: JPMorgan/Reuters
7) Risk Metrics Group, Risk Management : A practical Guide,1999 www.riskmetrics.com
8) Patricia Jackson & Others, Bank capital and VAR, Bank of England 1998.
9) Stephen Lawrence, Value at risk incorporating Dynamic Portfolio Management, oct.20
10) Crouhy, Michel, Dan Galai and Robert Mark, Risk Management, McGraw-Hill, 2001, PP.187-188…
11) Tse, Y.K and K.S. Tung, "Forecasting Volatility in the Singapore stock market, Asia Pacific". Journal of management, 9, 1992, pp. 1-13
12) Diloitte and and Touch thomatsu,(2002) "Global Risk Management Survey",
13) Enders, W. (2004)." Applied Economic Time Series", Sec edition. John Wiley&sons.
14) Engle, R.F (1982). Autoregressive conditional Heterosedasticity with estimates of variance of United Kingdom inflation. Econometrica, 50(4), pp.987-1008
15) So,M.K.P,Yu,P.L.H.(2005)." Emprical analysis of Garch models in Value at Risk Estimation. International Financial Markets, Institutions and money,16, pp. 180-197.
16) Bollerslev,T.(1986).Generalize Autoregressive conditional heteroskedasticity. Journal of Econometrics, 31 pp.307-327

یادداشت‌ها

1-Value at Risk Models
2. Extreme Value theory
3. High Frequency Data
4. General Auto Regressive Conditional Hetrochedasticity
5. Danielsson&Veries
6. Beltratti&morana
7. Ho et.al
8. Wong&So
9. Pascual, Romo, Ruiz
10. Hull &White
11. *Baron-Adesi*
12. *Figlewski*
13. Billio,Pelizzon
14. Fan,Go
15. Engle
16. Bollerslev
17. Akgiray
18. Hafner&Romboust
19. So, Yu
20. Asymmetric behavior
21. integrated GARCH models
[22] . White Noise

۲۳. برای مطالعه بیشتر در مورد مدل های پیش بینی باکس-جنکینز به پیوست و مراجعه شود.

۲٤.بالرسلو (۱۹۸٦) نشان داد که یک فرآیند GARCH(p,q) مانا است اگر و تنها اگر $\sum_{k=1}^{q} a_k + \sum_{h=1}^{p} \gamma_h < 1$ باشد.

25 -Waterston
26 - Extreme Value Theory