فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری

سال پنجم، شماره ۶۰، بهار ۱۴۰۰- جلد نهم، ص ۱۶-۹

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting

ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

مدل‌بندی ساختار وابستگی شاخص های سهام ایران با استفاده از کاپیولاهای بیضوی و ارشمیدسی و مقادیر حدی

مجتبی ادیبی [۱]

نادر رضایی [*۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۰۳/۰۵

چکیده

هدف تحقیق حاضر مدل‌بندی رابطه بین شاخص‌های بورس اوراق بهادار تهران بود. جامعه آماری در پژوهش حاضر شامل شاخص‌های کل قیمت، شاخص صنعت، شاخص قیمت ۵۰ شرکت و شاخص بازار دوم در بازه زمانی ۸۷/۰۹/۲۳ تا ۹۸/۰۳/۱۸ بود. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از روش آماری کاپیولا با استفاده از نرم‌افزار R استفاده شد. به دین ترتیب با استفاده از هشت تابع کاپیولای نرمال، گامبل، کلایتون، فرانک، جو، گالامبوس، هاستلرریس و تابع کاپیولای مقدار حدی تی استیودنت به مدل‌بندی رابطه بین شاخص ها پرداخته شد. نتایج نشان داد که رابطه بین شاخص کل و شاخص صنعت با استفاده از تابع کاپیولای گامبل که جز خانواده کاپیولاهای ارشمیدسی است، بهترین نتیجه را داشت. برای بقیه زوج شاخص‌ها، تابع کاپیولای مقدار حدی تی استیودنت که جز خانواده کاپیولاهای مقادیر حدی است، بهترین برازش را داشته است.

واژگان کلیدی

شاخص‌های بورس، کاپیولای بیضوی، کاپیولای ارشمیدسی، کاپیولای مقادیر حدی.

۱. گروه مدیریت مالی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران.

۲. گروه حسابداری، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران. (نویسنده مسئول)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

شاخص‌های بازار سرمایه به طور کلی از دو کارکرد نماگری و سرمایه گذاری برخوردارند. به عنوان یک نماگر، شاخص ابزاری مناسب برای توصیف عملکرد کلی بازار و شرایط حاکم بر آن است. در رویکرد سرمایه گذاری با انواع صندوق‌های شاخصی و ابزارهای مالی مبتنی بر شاخص همچون آتی و اختیار معامله شاخص رو به رو هستیم. به بیان دیگر اگر شاخصی متشکل از اوراق بهاداری باشد که اصولاً امکان سرمایه‌گذاری آنها وجود نداشته باشد از شرط نخست (قابلیت ردگیری) برخوردار نیست. همچنین محاسبات شاخص باید بیانگر بازدهی پرتفوی آن باشد. بدین ترتیب ملاحظه می‌کنید که در رویکرد سرمایه‌گذاری، تعیین استراتژی سرمایه‌گذاری یا به بیان دیگر شیوه‌ی گزینش و بازنگری در ترکیب اوراق بهادار موجود در شاخص اهمیت بسیار می‌یابد (صادقی عدل، ۱۳۹۵).

وابستگی بازار سهام معمولاً با استفاده از مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM)، همبستگی بین بازده دارایی و بازده بازار تعدیل‌شده با سطح ریسک (یا همان بتا که در این نظریه کلیدی است) مطالعه شده است. با این حال، به خوبی می‌دانیم که این روش در بازارهای با بازده عادی جواب می‌دهد و به سادگی می‌توان ثابت کرد که ساختار بازده در واقع کشیده و دم‌کلفت است و این ساختار غیرعادی منجر به وابستگی غیرخطی بین سهام و عوامل تبیین‌کننده می‌شود که شاید نتوان آنها را با همبستگی خطی بیان کرد. این ساختار غیرعادی بازده باعث ردِ همبستگی ساده به عنوان معیار همبستگی می‌شود. چون در وهلهٔ نخست، ساختار ضمنی‌شان کشیدگی و چولگی دارد و همچنین همانطور که در دو مقالهٔ اخیر این حوزه توسط پون[۱]، راکینگر[۲] و تاون[۳] (۲۰۰۳، ۲۰۰۴) نشان داده شده است، اثر وابستگی معمولاً وقتی بازار صعودی است با حالتی که بازار نزولی است فرق دارد. برخی محققان مانند گیسکی[۴] (۲۰۰۴)، یانکر[۵]، اسزیمایر[۶] و واگنر[۷] (۲۰۰۵)، پاشنکو[۸] (۲۰۰۵)، روزنبرگ و شورمن[۹] (۲۰۰۶) و چوربینی، لوسیانو و وکیاتو[۱۰] (۲۰۰۴)، چون ساختار بازده حدی برای راهبردهای سرمایه‌گذاری به کار می‌روند، اهمیت کاپیولا را در امور مالی تبیین کرده‌اند.

با توجه به موارد ذکر شده در بالا، در این تحقیق، هشت کاپیولای مختلف شامل تابع کاپیولای نرمال[۱۱]، تابع کاپیولای گامبل[۱۲]، تابع کاپیولای کلایتون[۱۳]، تابع کاپیولای فرانک[۱۴] و تابع کاپیولای جو[۱۵]، تابع کاپیولای گالامبوس[۱۶]، تابع

---

[1] Poon
[2] Rockinger
[3] Tawn
[4] Giesecke
[5] Junker
[6] Szimayer
[7] Wagner
[8] Pachenko
[9] Schuermann
[10] Vecchiato
[11] Normal copula
[12] gumbel copula
[13] Clayton copula
[14] Frank copula
[15] Joe copula
[16] galambos copula

کاپیولای هاستلرریس[۱۷] و تابع کاپیولای مقدار حدی تی استیودنت[۱۸] برای مدل‌بندی رابطه بین شاخص های کل، شاخص صنعت، شاخص قیمت ۵۰ شرکت و شاخص بازار دوم استفاده شده است.

جین و لهنرت[۱۹] (۲۰۱۸) در تحقیقی از کاپیولاهای دینامیکی بیضوی برای تحلیل مدیریت ریسک پرتفلیو و مسئله بهینه سازی پرتفلیو استفاده کردند. به منظور برآورد مدل های گارچ از کاپیولاهای نرمال و تی استیودنت و همچنین روش درست نمایی ماکزیمم استفاده کردند. سپس به منظور برآورد ارزش در معرض ریسک از مدل‌های برآورد شده استفاده کردند. کولیا[۲۰] (۲۰۱۶) از الگوی ریسک گارچ کاپیولای نیمه پارامتریک برای الگو سازی سری های زمانی بازده با استفاده از رویکرد آزمون فشار استفاده کرد و نشان داد استفاده از طیف گسترده ای از الگوهای ریسک سبب نتایج متفاوت و تأثیر آنها بر سبد می شود؛ بنابراین، استفاده از الگوهای متفاوت و متنوع سبب دست یابی به نتایج مطمئن تری از سناریوها می‌شود آگودلو[۲۱] و گوتیرز[۲۲] (۲۰۱۱) رابطهٔ بین COLCAP و اسپرد مبادلهٔ نکول اعتبار ۵ ساله (Spread CDS)، شاخص Bovespa، شاخص اس‌اندپی ۵۰۰، قیمت نفت خام و نرخ دلار در برابر پزوی کلمبیا و شاخص VIX مطالعه کردند. سازنج و نوحمد (۱۳۹۷) تحقیقی تحت عنوان آزمون فشار به عنوان ابزار کلیدی مدیریت ریسک دارایی های مالی با تأکید بر نظریهٔ ارزش فرین و توابع کاپیولا را انجام دادند. در این مقاله، با مرور روش های مختلف آزمون های فشار، اثرات سناریوهای مختلف فشار روی سبد سهامی متشکل از سه شاخص قیمت شیمیایی، دارویی و فلزات اساسی در بورس اوراق بهادار تهران ارزیابی شده است. همچنین دنباله های فرین همهٔ عوامل ریسک در سبد با استفاده از نظریهٔ ارزش فرین شناسایی شده است و ساختارهای وابستگی پویا و غیرخطی بین آنها با استفاده از توابع کاپیولا الگو سازی شده است. در این پژوهش سه آزمون فشار شامل سناریوهای فشار تاریخی، هیبریدی و فرضی برای شبیه‌سازی روند شکل گیری مشترک عوامل ریسک در طی زمان به کار گرفته شده است. نتایج پژوهش نشان می دهد سناریوهای هیبریدی و فرضی نسبت به آزمون فشار کاملاً تاریخی ترجیح دارد؛ زیرا سناریو های منعطف تری از تکرار صرف رخدادهای گذشته ایجاد می کند .به سناریوهای فرضی بیش از سناریوهای دیگر توجه شده است؛ زیرا امکان ایجاد موقعیت های فشار را با نگاه رو به آینده برای مدیر ریسک فراهم می کند. فلاح پور و احمدی (۱۳۹۳) تحقیقی تحت عنوان تخمین ارزش در معرض ریسک پرتفوی نفت و طلا با بهره‌مندی از روش کاپیولا- گارچ را انجام دادند. هدف اصلی پژوهش حاضر محاسبهٔ دقیقتر ریسک است. پژوهش پیش رو با ترکیب توابع کاپیولا و مدلهای (GARCH)، از رویکردی با عنوان «کاپیولا- گارچ» برای محاسبهٔ VaR پرتفوی متشکل از نفت خام و طلا و داده‌های سالهای ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲، بهره برده است. در ادامه، نتایج به دست آمده از روش یاد شده با نتایج

[17] Hustler-Reiss
[18] Student's t extreme-value
[19] Jin and Lehnert
[20] Koliai
[21] Agudelo
[22] Gutiérrez

روشهای سنتی VaR مقایسه شدند. یافته های تجربی نشان می‌دهد روش کاپیولا- گارچ در مقایسه با روش‌های سنتی، ریسک پرتفوی را با دقت بیشتری محاسبه می‌کند.

روش شناسی تحقیق

پژوهش حاضر بر حسب هدف یا نتیجه، پژوهش کاربردی است و روش پژوهش با توجه به موضوع پژوهش، توصیفی و از نوع همبستگی می‌باشد. همچنین بر حسب نوع داده‌ها، پژوهش کمی و آشیوی و جهت آنها پس‌رویدادی است. با توجه به اینکه در این تحقیق به دنبال مدل بندی شاخص های مهم بورس هستیم، جامعه آماری در پژوهش حاضر شامل شاخص های کل قیمت، شاخص صنعت، شاخص قیمت ۵۰ شرکت و شاخص بازار دوم در بازه زمانی ۸۷/۰۹/۲۳ تا ۹۸/۰۳/۱۸ به صورت سری زمانی انتخاب شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از روش آماری کاپیولا با استفاده از نرم افزار R استفاده شد.

یافته‌ها

بر اساس جدول ۱ در دوره زمانی تحقیق، میانگین شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران ۶۰۶۳۵ و میانگین شاخص صنعت برابر ۵۱۸۳۵، میانگین شاخص قیمت ۵۰ شرکت برابر ۱۱۶۲۱۰ و میانگین شاخص بازار دوم برابر ۱۱۸۰۴۰ به دست آمده است. بر اساس آزمون کلموگروف-اسمیرنف هیچ کدام از شاخص های مورد مطالعه دارای توزیع نرمال نیستند؛ بنابراین فرض اساسی و پایه ای بسیاری از تحلیل هایی که در مسائل مالی استفاده می شود برقرار نیست؛ به عبارت دیگر با وجود عدم فرض نرمال، نمی توان از تحلیل های مختلف مانند ضریب همبستگی پیرسون، رگرسیون... استفاده کرد. به همین خاطر در این تحقیق به مدلبندی رابطه بین شاخص ها با استفاده از کاپیولا پرداخته شده است. در واقع کاپیولا روشی برای پیدا کردن مدل بین متغیرها است.

جدول (۱): آمار توصیفی شاخص های بورس اوراق بهادار تهران

	کمترین	میانگین	انحراف معیار	بیشترین	آماره آزمون کلموگروف-اسمیرنف	سطح معنی‌داری
شاخص کل	۷۹۵۵/۴۰	۶۰۶۳۵	۴۴۳۵۸/۰۶۷	۲۲۶۹۸۳/۴	۶/۷۹۹	۰/۰۰۰
شاخص صنعت	۶۱۵۷	۵۱۸۳۵	۴۰۳۲۰/۲	۲۰۳۱۱۹	۶/۸۱۷	۰/۰۰۰
شاخص قیمت ۵۰ شرکت	۸۴۹۰/۶۰	۱۱۶۲۰۵	۱۰۵۳۶۱	۵۱۷۲۷۳	۷/۷۰۷	۰/۰۰۰
شاخص بازار دوم	۱۲۵۲۹	۱۱۸۰۳۵	۹۳۴۸۳	۴۴۵۹۵۵	۸/۲۸۸	۰/۰۰۰

انتخاب تابع کاپیولا

در این تحقیق از هشت کاپیولای کاپیولای نرمال، کاپیولای گامبل، کاپیولای کلایتون، کاپیولای فرانک، کاپیولای جو، کاپیولای گالامبوس، کاپیولای هاستلرریس و کاپیولای مقدار حدی تی استیودنت برای مدلبندی رابطه بین شاخص های کل، شاخص صنعت، شاخص قیمت ۵۰ شرکت و شاخص بازار دوم استفاده شده است. به دین ترتیب از روش ماکزیمم درستنمایی استفاده شده و مقادیر بیشینه‌ی تابع لگاریتم درستنمایی را برای هر تابع کاپیولا حساب می‌کنیم. تابع کاپیولایی که دارای بیشترین مقدار تابع لگاریتم درستنمایی در بین همه توابع باشد، برای مدل سازی همبستگی بین دو شاخص استفاده شده است. نتایج در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: نتایج مدل سازی همبستگی بین شاخص های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از توابع مختلف کاپیولا

شاخص ها	خانواده	کاپیولای انتخاب شده	برآورد پارامتر	بیشینه لگاریتم درستنمایی
شاخص کل-شاخص صنعت	ارشمیدسی	گامبل	۳۷/۸۷	۸۰۱۵
شاخص کل-شاخص قیمت ۵۰ شرکت	مقادیر حدی	مقدار حدی تی استیودنت	۰/۹۹۹۳	۵۹۵۳
شاخص کل-شاخص بازار دوم	مقادیر حدی	مقدار حدی تی استیودنت	۰/۹۹۲۳	۵۴۵۷
شاخص صنعت-شاخص قیمت ۵۰ شرکت	مقادیر حدی	مقدار حدی تی استیودنت	۰/۹۹۹۵	۶۳۵۸
شاخص صنعت-شاخص بازار دوم	مقادیر حدی	مقدار حدی تی استیودنت	۰/۹۹۱۷	۵۵۷۰
شاخص قیمت ۵۰ شرکت-شاخص بازار دوم	مقادیر حدی	مقدار حدی تی استیودنت	۰/۹۹۳۸	۵۵۰۱

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه مدیران پرتفولیوها همواره در تلاشند که نوسانات مختلف بازار را درک کنند و همچنین درک روشن‌تری از نحوهٔ تغییر ارزش سبدشان با توجه به این عوامل داشته باشند و ساختارهای وابستگی غیرخطی و دمی را برای درک بهتر فعل و انفعال‌های دارایی‌ها در بازارهای سرمایه در نظر بگیرند، استفاده از مفهوم کاپیولا و خانواده های مختلف آن امری ضروری و مهم است. لذا هدف تحقیق حاضر بررسی همبستگی بین شاخص‌های کل قیمت، شاخص صنعت، شاخص قیمت ۵۰ شرکت و شاخص بازار دوم بر اساس بهترین تابع کاپیولای برازش داده بر اساس توابع مختلف کاپیولاها از خانواده های بیضوی، ارشمیدسی و مقادیر حدی بین شاخص‌ها بوده است. به دین ترتیب ابتدا با استفاده از

هشت تابع کاپیولای معروف متعلق به سه خانواده کاپیولای ارشمیدسی، بیضوی و مقادیر حدی به مدلبندی رابطه بین شاخص ها پرداخته شد. نتایج نشان داد که رابطه بین شاخص کل و شاخص صنعت با استفاده از تابع کاپیولای گامبل که جز خانواده کاپیولاهای ارشمیدسی است، بهترین نتیجه را داشت. برای بقیه زوج شاخص‌ها، تابع کاپیولای مقدار حدی تی استیودنت که جر خانواده کاپیولاهای مقادیر حدی است، بهترین برازش را داشته است. در واقع تابع کاپیولای مقدار حدی تی‌استیودنت تعمیمی از کاپیولای تی‌استیودنت متعلق به خانواده کاپیولاهای بیضوی برای مقادیر حدی است؛ به عبارت دیگر با استفاده از این توزیع می توان مقادیر حدی را که در داده‌ها و مفاهیم مالی شیوع زیادی است را مدل‌بندی کرد (روزنبرگ، شورمن، ۲۰۰۶). تابع کاپیولای تی‌استیودنت حدی در واقع از ویژگی‌های تابع کاپیولای تی‌استیودنت که یک تابع کاپیولای بیضوی است، بهره‌مند است و علاوه بر آن امکان مدل‌بندی و تشریح رفتار مقادیر حدی را نیز داراست. به همین خاطر تابع مناسبی برای مدلبندی رابطه بین شاخص‌ها و متغیرهای مالی است (گاویرا، ۲۰۱۷). نتیجه به دست آمده با تحقیقات گاویرا (۲۰۱۷)، گیسکی (۲۰۰۴)، یانکر و پاشنکو (۲۰۰۵) همسو بود. همچنین از آنجایی که مدل و توزیع بین شاخص های بورس اوراق بهادار تهران به غیر از یک مورد، همگی دارای توزیع مقدار حدی تی استیودنت بود، لازم است که جهت تحلیل و پیش‌بینی و تحقیقات بعدی از این توزیع به جای توزیع نرمال استفاده شود و روش‌های تحلیلی بر اساس این توزیع تشریح و پیکربندی شود.

منابع

۱. صادقی عدل، آرمین (۱۳۹۵) بررسی شاخصهای بورس اوراق بهادار تهران با رویکردی بر شاخص ارزش وزنی و هم‌وزن (فروردین ۱۳۹۳ تا خرداد ۱۳۹۵)، بورس اوراق بهادار تهران، معاونت توسعه، مدیریت تحقیق و توسعه. مرداد ماه.

۲. فلاح پور سعید، احمدی احسان (۱۳۹۳) تخمین ارزش در معرض ریسک پرتفوی نفت و طلا با بهره‌مندی از روش کاپیولا- گارچ، تحقیقات مالی، ۱۶(۲)، ۳۲۶-۳۰۹.

۳. سازنج علیرضا، نوراحمد مرضیه (۱۳۹۷) آزمون فشار به عنوان ابزار کلیدی مدیریت ریسک دارایی های مالی با تأکید بر نظریهٔ ارزش فرین و توابع کاپیولا، فصلنامه علمی -پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی، ۶(۳)، ۸۶-۶۷.

۴. همایون اسدالله، محمدی حمید، کشتکار رسول (۱۳۸۹)، ارزیابی مدل های پیش بینی شاخص های بورس ایران، فصلنامه پژوهشه و سیاست های اقتصادی، ۱۸(۵۶)، ۱۱۲-۹۵.

5. Agudelo,β D. and Gutierrez, A. (2011) ‘Anuncios Macroeconnmicos Y Mercados Accionarios: El Caso Latinoamericano (Macroeconomics and the stock market: The case of Latin America)’, SSRN Electronic Journal.
6. Cherubini, U., Luciano, E. and Vecchiato, W. (2004) Copula methods in finance. Wiley.
7. Giesecke, K. (2004) ‘Correlated default with incomplete information’, Journal of Banking & Finance, 28(7), pp. 1521–1545.

8. Joe, H. (1997) Multivariate models and dependence concepts. Chapman and Hall. New York. CRC Press, 424p.
9. McNeil, A.J., Frey, R., Embrechts, P. and McNeil, er J. (2015) Quantitative risk management: Concepts, techniques, and tools. United States: Princeton University Press.
10. Koliai, L. (2016). Extreme risk modelling: An EVT–Pair-copulas approach for financial stress tests. Journal of Banking & Finance, 70: 1-22.
11. Sklar, A., (1959) Distribution functions, dimensions and margins. Publications of the Institute of Statistics, Pp: 229-231.
12. Xisong Jin and Thorsten Lehnert (2018), Large portfolio risk management and optimal portfolio allocation with dynamic elliptical copulas, Depend. Model. 2018; 6:19–46.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Modeling the Dependency Structure of Iranian Stock Indices Using Elliptical and Archimedean Copulas and Limit Values

Mojtaba Adibi 1
Nader Rezaei *2

Date of Receipt: 2021/05/15 Date of Issue: 2021/05/26

Abstract

The purpose of this study was to model the relationship between the indicators of the Tehran Stock Exchange. The statistical population in the present study included total price indices, industry index, price index of 50 companies and secondary market index in the period of 09/23/87 to 03/18/98. In order to analyze the data, Copula statistical method was used using R software. The relationship between the indices was modeled using eight normal Copula functions, Gumble, Clayton, Frank, Joe, Galambus, Hastlerreis, and the Student's limit value Copula function, respectively. The results showed that the relationship between the total index and the industry index had the best results using the Gamble Copula function, which is part of the Archimedean Copula family. For the other pair of indices, the Student's limit value Copula function, which is the family of limit value Copula, had the best fit.

Keywords

Stock indices, elliptical copula, Archimedean Copula, Extreme-Value Copula.

1. Financial Management Unit, Maragheh Branch, Islamic Azad University, Maragheh, Iran. (M.adibi@gmail.com)

2. Accounting Unit, Maragheh Branch, Islamic Azad University, Maragheh, Iran. (Nader_rezaei_2019@yahoo.com)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی