

## بررسی ساختار وابستگی پویا و کرانه ای بازار مالی ایران بر اساس الگوی copula-GARCH بارویکرد نیمه پارامتری

مریم مقدس بیات<sup>۱</sup>

شمس اله شیرین بخش ماسوله<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۸

### چکیده

در این مقاله از الگوی copula-GARCH و توانمندیهای رویکرد نیمه پارامتری استفاده می‌گردد تا توزیع شرطی ناگوسی متغیرها به چگالی‌های حاشیه ای و توابع مفصل تفکیک گردد. این ویژگی آماری، امکان تحلیل وابستگی پویا و کرانه ای رادر ساختارهای غیرخطی و نامتقارن فراهم می‌آورد. با بهره گیری از این ابزار نوین آماری، ساختار وابستگی بازار مالی ایران به بازار داخلی و خارجی طی دوره زمانی ۱۲ مردادماه ۱۳۹۲ تا ۲۵ مردادماه ۱۳۹۴ مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور شاخص آزاد شناور، نرخ رسمی ارز (ریال/دلار)، قیمت جهانی طلا (برحسب دلار) و قیمت نفت سبد اوپک (بشکه به دلار) با فراوانی روزانه استفاده می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که وابستگی بازار مالی به سایر بازارها کاملاً پویا بوده و تنها در مقاطعی از زمان نا همبسته می‌باشد. بررسی ساختار وابستگی در دنباله توزیع نیز بوجود وابستگی کرانه ای نا متقارن دلالت دارد به نحوی که وابستگی بازار مالی به بازارهای مذکور در وضعیت رونق بازار نسبت به وضعیت کساد بازار قویتر است. این یافته نشان می‌دهد که در دوره مورد بررسی، سرمایه گذاران خوش بین بوده و نسبت به اخبار خوب حساس تر می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** الگوی copula-GARCH، رویکرد نیمه پارامتری، توزیع شرطی نا گوسی، ساختار وابستگی کرانه ای.

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه الزهراء (س)، (مسئول مکاتبات) moghaddasbayat.maryam@gmail.com

۲- دانشیار دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهراء (س)

## ۱- مقدمه

رشد فزاینده ابزارهای تحلیلی نوین نشان می‌دهد که روابط بین متغیرها نسبت به گذشته از ساختارهای پیچیده تری برخوردار است. یکی از این ابزار، توابع copula می‌باشد. اسکالر<sup>۱</sup> (۱۹۵۹)، توابع copula که معادل فارسی آن "توابع مفصل" می‌باشد را به عنوان ابزاری برای تشکیل توزیع چندمتغیره توام برای متغیرهای نامتجانس معرفی نمود. این ابزار در علوم آماری طی سالهای متمادی مورد استفاده قرار گرفته است. در دهه گذشته، استفاده از این توابع برای شناخت وابستگی بازارهایی با ساختارهای متمایز مرسوم گردید. در اقتصاد مالی از ترکیب این ابزار با الگوهای GARCH، برای تحلیل توضیح دهندگی متغیرها و همچنین کشف ساختارهای پیچیده و غیرخطی وابستگی به ویژه در دنباله بالا و پایین توزیع استفاده می‌گردد. وابستگی دنباله روشی کارا برای ارزیابی احتمال وابستگی بازارها به یکدیگر در وضعیت رونق و یا کساد بازار می‌باشد.

بازار سهام ایران با وجود پیشرفت‌های اخیر جزو بازارهای مالی نوظهور بوده و در نتیجه نسبت به تحولات داخلی نوسان پذیر و نسبت به تحولات بین‌المللی آسیب‌پذیر می‌باشد. از اینرو، استفاده از توانمندی‌های این گونه ابزار برای بررسی ساختار وابستگی این بازار به بازارهای دیگر امری اجتناب‌ناپذیر است. بر این اساس در این مقاله، الگوی copula-GARCH گزینش شده است تا با استفاده از توانمندی‌های آماری این الگو ساختار وابستگی بورس اوراق بهادار به بازار ارز (داخلی)، بازار طلا و نفت (خارجی) مورد مطالعه قرار گیرد.

ادامه مباحث در چهاربخش ارائه می‌گردد. پیشینه تحقیق در بخش دوم ارائه می‌گردد. بخش سوم به روش تحقیق می‌پردازد. نتایج در بخش چهارم ارائه گردیده و بخش پنجم به خلاصه و نتیجه‌گیری می‌پردازد.

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

کروپسکی و جو<sup>۲</sup> (۲۰۱۵)، الگوی وابستگی ۵۱ بازده سهام که در ۵ گروه طبقه‌بندی شدند را مورد بررسی قرار دادند. با فرض نامپوشانی بین گروهی و همگونی درون گروهی، از ابزار factor copula استفاده شده است تا ساختار وابستگی بازده‌ها به یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق از تابع وزن برای کشف وابستگی در دنباله استفاده شده است. همچنین، چندین الگوی copula با یکدیگر مقایسه گردیده است. بر اساس ارزیابی‌های این مقاله، نتیجه‌گیری می‌شود که الگوهای متقارن، وابستگی در دنباله پایین توزیع را کمتر از میزان واقعی برآورد می‌نمایند. همچنین، الگوی دوعاملی با تابع مفصل فرنک، وابستگی در هر دو دنباله را کمتر از میزان واقعی برآورد می‌کنند. در این میان، الگوی دوعاملی با تابع مفصل BB۱ / فرنک میزان وابستگی در هر دو دنباله را در تمامی گروه‌ها به خوبی ارزیابی نموده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که وابستگی گروه‌ها در دنباله توزیع قوی‌تر بوده و استفاده از نتایج الگوی copula برای اتخاذ استراتژی مناسب در سرمایه‌گذاری و مدیریت سبد سرمایه‌گذاری توصیه شده است.

آودولاژ و بارونیک<sup>۳</sup> (۲۰۱۵)، از تابع copula امتیازی برای پیش‌بینی توزیع توام شرطی نفت و سهام استفاده کرده است. در این تحقیق از الگوی

copula-realized GARCH استفاده شده است. در این چارچوب، ساختار وابستگی دنباله بین نفت و سهام طی یک دهه مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، کاربردهای اقتصادی وابستگی در دنباله در قالب پیش‌بینی ارزش در خطر پویا ارائه شده است. با استفاده از الگوی وابستگی پویا و پیش‌بینی خارج از دوره‌ای نشان داده می‌شود که استفاده از توابع مفصل به بهبود مدیریت دارایی منجر می‌گردد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که برخلاف مطالعات پیشین، تنوع سبد سرمایه‌گذاری سهام با نفت چندان سودآور نیست و این منافع طی زمان متغیر است. مؤلفین، تضاد نتیجه به دست آمده در این مقاله با مطالعات قبلی را به توانمندی آماری ابزار بکارگرفته در کشف ساختار غیرخطی و گشتاورها در دنباله‌های توزیع نسبت دادند.

سوویونگ<sup>۴</sup> (۲۰۱۴)، به مطالعه وابستگی ۵ نوع بازده سهام در کشور هنگ‌کنگ پرداخته است. به این منظور از الگوی vine-copula GARCH استفاده شده است. در این چارچوب از سه تابع مفصل تی، کلایتون و گامبل استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که وابستگی بین سهام کاملاً پایدار است. علاوه بر آن، تقریباً تمام وابستگی‌های شرطی پویا می‌باشند، گرچه اندکی از وابستگی‌ها ایستا هستند. همچنین، با افزایش ریسک در دوران آشفتگی مالی ۲۰۰۸ وابستگی سهام به یکدیگر نیز افزایش یافته و افزایش آن در سال‌های بعد به پایداری ریسک فزون یافته منجر شده است.

بشر و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۴)، وابستگی بازارهای مالی را در بین کشورهای عضو شورای همکاری خلیج با استفاده از الگوی copula-GARCH، طی دهه گذشته مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از تابع مفصل تی استفاده شده است. نتایج این تابع

نشان می‌دهد که الگوی وابستگی نامتقارن، وابستگی قوی و وابستگی در دنباله توزیع وجود دارد. به نحوی که وابستگی در دنباله پایین توزیع نسبت به وابستگی در دنباله بالای توزیع بیشتر می‌باشد. علاوه بر آن، بازار سهام ابوظبی و دوی منبغ اصلی عدم تقارن در ساختار وابستگی شناخته شده است. از آنجا که این دو بازار در امارت متحده قرار گرفته اند، بالاترین همبستگی در دنباله بالا و پایین را در بررسی‌های دویه دوی کشورهای مورد مطالعه نشان می‌دهند.

لایه<sup>۶</sup> (۲۰۱۴)، ارتباط بین بازارهای سهام چهار کشور هنگ‌کنگ، کره جنوبی، سنگاپور و تایوان را در قالب الگوی copula-GARCH مورد مطالعه قرار داد. در این مطالعه، مشکل ناهمترازی سری‌های زمانی که به دلیل اختلاف در روزهای کاری بازارهای مختلف بوجود می‌آید با استفاده از الگوریتم امتیازدهی برطرف و با استفاده از تابع مفصل جو-کلایتون، تابع چگالی احتمال توام با تابع توزیع تی چوله محاسبه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که فرض توزیع نرمال منجر می‌گردد که معیار هماهنگی و وابستگی ناکارا باشد. لذا، تابع مفصل با توزیع تی چوله برای بازده‌های مالی که عموماً توزیعی با دنباله پهن دارند، مناسب تشخیص داده شده است. علاوه بر آن، نتایج نشان می‌دهد که وابستگی در دنباله راست  $10^{-12}$  بوده و وابستگی در دنباله چپ در دامنه  $10^{-4}$  تا  $10^{-4} \times 2/77$  می‌باشد. بدین معنی که تنها وابستگی ضعیفی در دنباله چپ وجود دارد.

الوی و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۳)، ساختار وابستگی بین قیمت نفت و نرخ ارز را با استفاده از الگوی مفصل مورد بررسی قرار دادند. به این منظور قیمت نفت خام تکزاس و برنت و همچنین دلار آمریکا برحسب دلار کانادا، یورو، پوند انگلیس، ین ژاپن، فرانک سوییس

مقاله از نوع تعدیل یافته آزمون که به آزمون کلی‌نگر چند متغیره پیراسته معروف است، استفاده می‌گردد:

$$Q_k(m) = \left( \sum_{i=1}^M T^{-1}(\cdot / T-i) \right) b_i' (\rho^{-1} \otimes \rho^{-1}) b_i$$

که در آن  $T$  حجم نمونه،  $i$  مقادیر تاخیری (وقفه)،  $k$  ابعاد سری زمانی،  $\rho$  ماتریس همبستگی متقاطع و  $b_i = \text{vec}(\rho)$  می‌باشد.

### ۳-۲- الگوی copula- GARCH

هدف این مقاله بررسی رابطه بازار مالی با بازارهای ارز، نفت و طلا می‌باشد. شیرین‌بخش و مقدس بیات (۲۰۱۱) نشان دادند که رابطه نفت با اقتصاد ایران غیرخطی است. علاوه بر آن، هم حرکتی نوسانات قیمت جهانی طلا با قیمت نفت در اغلب مطالعات مورد تایید قرار گرفته است. در نتیجه برای مطالعه رابطه بازار مالی با این گونه بازارها لازم است تا الگویی گزینش شود که قادر به کشف روابط غیرخطی باشد. همچنین، در بررسی اولیه شاخص مالی ایران، مشخص گردید که توزیع چوله با دنباله پهن است. این امر بر وجود اطلاعات منحصر به فردی در دنباله توزیع دلالت دارد. در نتیجه، توجه به ساختار وابستگی در دنباله توزیع نیز حائز اهمیت گردید. براین اساس، توابع copula (مفصل) به خوبی اهداف مورد نظر را تامین می‌نماید.

توابع copula، ابزاری برای ارتباط توزیع‌های حاشیه‌ای نامتجانس به یکدیگر و تشکیل توزیع چندمتغیره توام می‌باشد. مزیت اصلی تابع copula در کشف ساختارهای غیرخطی وابستگی‌های شرطی است. علاوه بر آن در چارچوب این تابع، امکان بررسی وابستگی در دنباله توزیع توسط آماره تائوکندال نیز فراهم می‌گردد. این آماره، برخلاف سایر آماره‌ها مبتنی بر فرض خاصی در مورد

را مورد بررسی قرار دادند. ساختار وابستگی متغیرهای الگو با توابع متفاوت مفصل از جمله بیضوی، ارشمیدسی و درجه دوم مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که رابطه بین نرخ ارز و نفت معنی‌دار و نامتقارن است. نتایج نشان می‌دهد که توابع مفصل با توزیع تی وابستگی‌های کرانه‌ای را به خوبی برآورد می‌نماید. منظور نمودن این وابستگی‌ها نیز به بهبود دقت پیش‌بینی ارزش در خطر منجر شده است. گرچه، شواهد تجربی نشان می‌دهد که افزایش قیمت نفت با کاهش ارزش دلار همراه است، نتایج آماره کندال بر رابطه مثبت بین نرخ ارز و قیمت نفت دلالت دارد. این رابطه مثبت تنها، در مورد نرخ ارز دلار برحسب این ژاپن تایید نمی‌گردد. این مطالعه نشان می‌دهد که وابستگی در دنباله متقارن بوده و در زمان‌های بروز بحران قوی‌تر می‌شود. ساختار مزبور نسبت به تغییر دوره زمانی و یا تغییر نوع الگوی گارچ حساس نبوده و تنها در زمان‌های بروز بحران وابستگی قوی‌تر نشان می‌دهد.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

#### ۳-۱- آزمون کلی‌نگر چندمتغیره پیراسته<sup>۸</sup>

قبل از ساخت الگو، انجام آزمون خودهمبستگی و آزمون وجود ناهمسانی واریانس شرطی ضروری است. برای انجام آزمون ابتدا متغیرهای الگو به دو جزء پیش‌بینی شده (میانگین شرطی) و غیر قابل پیش‌بینی (نوفه سفید) تجزیه می‌شود. جزء پیش‌بینی شده مورد آزمون خودهمبستگی قرار می‌گیرد. از آنجا که واریانس شرطی به گشتاور مرتبه دوم مربوط است لازم است تا مربع نوفه سفید مورد آزمون وجود ناهمسانی شرطی قرار بگیرد. باتوجه به آن که متغیرهای مالی توزیعی با دنباله پهن دارند، در این

$$|R|^{1/2} (\Gamma^{1/2}(v+n))^n (\Gamma(v/2)) \prod (1+u_i^2/v)^{-1/2(v+1)}$$

که در آن  $u_i = t_v^{-1} F(x_i; v)$  بوده و  $t_v^{-1}$  تابع چندک از توزیع استیودنت می باشد. آماره تائو کندال برای بررسی استقلال در دامنه توزیع بر اساس معادله زیر تعریف می گردد:

$$\tau(x_i, x_j) = 4 \int_0^1 \int_0^1 C(u_i, u_j) dC(u_i, u_j) - 1$$

تعمیم مفصل های ایستا به پویا در قالب الگوهای شرطی به ویژه الگوی گارچ توسط پتن<sup>4</sup> (۲۰۰۶)، ارائه گردید. بر این اساس،  $r_t = \{r_{it}, \dots, r_{nt}\}$  بردار تصادفی n بعدی بازده دارایی از الگوی copula-GARCH با توزیع توام زیر:

$$F(r_t | \mu_t, h_t) = C(F(r_{1t} | \mu_{1t}, h_{1t}), \dots, F(r_{nt} | \mu_{nt}, h_{nt}))$$

می باشد که در آن میانگین شرطی  $E(r_{it} | \mu_{it}) = \mu_{it}$  بر اساس اطلاعات گذشته  $r_{it}$  تولید شده است. به بیان آماری، میانگین شرطی سیگما- میدان است. واریانس شرطی  $h_{it}$  نیز از  $GARCH(1,1)$  پیروی می نماید:

$$r_{it} = \mu_{it} + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it} = \sqrt{h_{it}} z_{it}$$

$$h_{it} = w + a \varepsilon_{it-1}^2 + b h_{it-1}$$

با توجه به ویژگی های آماری متغیرهای این مقاله، فرض می گردد که توزیع  $z_{it}$  از توزیع تی استیودنت چوله  $(\nu, \mu_i, \sigma_i^2)$  با پارامتر چوله  $\sigma_i^2$  و پارامتر شکل  $\nu$ ، پیروی می کند. پارامتر چوله و پارامتر شکل به ترتیب میزان چولگی و پهنی دنباله را کنترل می کند. بدین ترتیب، این چارچوب شرایطی فراهم می نماید تا انحراف توزیع از نرمال در الگو منظور گردد. همچنین، فرض می شود که ساختار

توزیع های حاشیه ای نیست. همچنین، این آماره نسبت به تبدیلات یکنوا در توزیع نا بیضوی ناوردا بوده و برآورد همبستگی در توزیع تی را امکان پذیر می نماید.

تابع n بعدی copula که بانماد  $C(u_1, \dots, u_n)$  نشان داده می شود، در واقع، توزیع n بعدی با توزیع های یکنواخت حاشیه ای است که در فاصله ابرمکعب واحد یعنی  $[0,1]^n$  قرار دارد. بر اساس این تعریف می توان نوشت:

$$F(x_1, \dots, x_n) = C(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n))$$

که در آن F، توزیع توام از بردار تصادفی  $(x_1, \dots, x_n)$  X با توزیع های حاشیه ای  $F_i(x_i)$  می باشد. بر این اساس، تابع copula به صورت زیر حاصل می گردد:

$$C(u_1, \dots, u_n) = F(F_1^{-1}(u_1), \dots, F_n^{-1}(u_n))$$

در آن صورت تابع چگالی به صورت زیر حاصل می گردد:

$$f(x_1, \dots, x_n) = c(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)) \prod f_i(x_i)$$

که  $f_i$  چگالی حاشیه ای بوده و c تابع چگالی copula می باشد که از رابطه زیر بدست می آید:

$$c(u_1, \dots, u_n) = f(F_1^{-1}(u_1), \dots, F_n^{-1}(u_n)) / \prod f_i(F_i^{-1}(u_i))$$

که در آن  $F_i^{-1}$  تابع چندک از توزیع های حاشیه ای می باشد. بر این اساس، چگالی copula استیودنت برحسب ماتریس همبستگی R، پارامتر شکل  $\nu$  به صورت زیر نوشته می شود:

$$c(u; R, \nu) = (\Gamma^{1/2}(v+n) / (\Gamma(v/2))^n (1 + u' R^{-1} u)^{-1/2(v+n)})$$

سری های  $\{\eta_{it}^2\}$  و  $\{\eta_{it}\}$  همبستگی پیاپی وجود نخواهد داشت. خوبی برازش الگوی copula نیز با استفاده از نمودار QQ مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این نمودار داده های برازش شده در مقابل توزیع نظری در چندک های متفاوت رسم می‌گردد. چنانچه انحراف توزیع برآوردی از توزیع نظری قابل اغماض باشد، خوبی برازش مورد تایید قرار می‌گیرد.

#### ۴- نتایج پژوهش

در این مقاله، سری های زمانی شاخص آزاد شناور بورس اوراق بهادار، نرخ رسمی ارز (ریال/دلار)، قیمت نفت سبد اوپک (بشکه به دلار) و قیمت جهانی طلا (برحسب دلار) طی دوره زمانی ۱۲ مرداد ماه ۱۳۹۲ تا ۲۵ مردادماه ۱۳۹۴ مورد تحلیل قرار می‌گیرد. این دوره زمانی، همزمان با شروع رسمی کار دولت یازدهم بوده و با تحولات مهم داخلی و خارجی همراه می‌باشد. از جمله رخدادهای داخلی می‌توان به نرخ شتابنده تورم و رشد اقتصادی منفی، اجرای سیاست انقباضی در جهت مهار تورم و اعمال سیاست ارزی در جهت برگرداندن ثبات به بازار ارز در ابتدای دوره مورد نظر اشاره نمود. لزوم بازنگری اقتصاد و حرکت به سمت اقتصاد مقاومتی و همچنین تلاش برای کاهش وابستگی اقتصاد به نفت از دیگر وقایع داخلی است. علاوه بر آن، این دوره با تحولات بین المللی از جمله ناآرامی در منطقه خاورمیانه، کاهش شدید قیمت نفت و توافق برجام (برنامه جامع اقدام مشترک) همراه می‌باشد. مجموعه این وقایع، نویسندگان مقاله را بر آن داشت تا این دوره را حائز اهمیت دانسته و مورد مطالعه قرار دهند.

وابستگی توزیع های حاشیه ای از مفصل تی با همبستگی شرطی  $R_t$  و پارامتر شکل  $\eta$  پیروی می‌کند. براین اساس، چگالی شرطی در زمان  $t$  به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$C_t(u_{it}, \dots, u_{nt} | R_t, \eta) = f_i(F_i^{-1}(u_{it} | \eta), \dots, F_i^{-1}(u_{nt} | \eta)) | R_t, \eta) / \prod_{i=1}^N f_i(F_i^{-1}(u_{it} | \eta) | \eta)$$

چگالی توام الگونیاز به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$f(r_t | \mu_t, h_t, R_t, \eta) = C_t(u_{it}, \dots, u_{nt} | R_t, \eta) \prod_{i=1}^N 1/\sqrt{h_{it}} f_i(z_{it} | u_i, \xi_i)$$

#### ۳-۳- روش برآورد الگو

در اقتصاد سنجی مالی، گزینش روش برآورد بر اساس ویژگی های متغیرها صورت می‌گیرد. از آنجا که متغیرهای این مقاله دارای توزیع های نامتقارن (چوله) با دنباله ای پهن هستند، رویکرد شبه پارامتری انتخاب گردیده است. در این رویکرد، توزیع توام مفصل از توزیع پارتو پیروی می نماید و برازش دنباله ها مبتنی بر کرنل داخلی می‌باشد. الگوی واریانس شرطی نیز با رویکرد بیزی برآورد می‌گردد. چارچوب مذکور، اطلاعات دنباله را منظور نموده و مبتنی بر فروض از پیش تعیین شده نمی‌باشد. در نتیجه، چارچوبی انعطاف پذیر ایجاد می‌گردد.

#### ۴-۳- خوبی برازش

بررسی بسندگی الگوی میانگین و واریانس باآزمون تشخیصی بر پسماند:

$$\eta_{it} = a_{it} / \sqrt{\sigma_{ii,t}}$$

صورت می‌گیرد که در آن  $\sigma_{it}$ ، عناصر  $\sum_t$  می‌باشد. چنانچه الگوبه درستی برازش شده باشد، در

در این تحلیل از مشاهدات روزانه استفاده شده است. تعداد مشاهدات ۷۴۴ می‌باشد. مشاهدات مزبور از پایگاه‌های اطلاعاتی شرکت بورس اوراق بهادار تهران، بانک مرکزی، سازمان اوپک و fxtop گردآوری شده است. بازده سری های زمانی نیز به صورت  $r_{it} = 100 \times \ln(P_{it} / P_{i,t-1})$  تعریف شده است که در آن قیمت سری زمانی می باشد.

ویژگی‌های آماری بازده متغیرهای الگو در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد، آماره شپيرو<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که توزیع متغیرها نرمال نمی باشد. علاوه بر آن، توزیع متغیرهای نفت و طلا چوله به راست بوده و متغیرهای نرخ رسمی ارز و شاخص آزاد شناورچوله به چپ می‌باشد. آماره کشیدگی، میزان فزونی توزیع متغیرها را نسبت به کشیدگی توزیع نرمال (عدد ۳) نشان می‌دهد. بر اساس مقادیر این آماره، توزیع تمامی متغیرها از نرمال بیشتر بوده و در این میان کشیدگی توزیع نرخ ارز نسبت به نرمال بسیار زیاد است. ویژگی‌های مذکور دلالت بر آن دارد که توزیع متغیرهای الگو نامتقارن (چوله) بوده و از دنباله‌ای پهن برخوردار است. همچنین، در این دوره متوسط بازده متغیرها بجز شاخص سهام منفی می باشد. این جدول نشان می‌دهد که واریانس قیمت نفت از سایر متغیرها بیشتر بوده و واریانس نرخ رسمی ارز از همه کمتر است.

پس از شناسایی ویژگی‌های آماری و قبل از ساخت الگو، انجام آزمون کلی نگر ضروری است. نتایج آزمون کلی نگر تا مقدار تاخیری ۲۵ در جدول ۱ ارائه شده است که دلالت بر وجود خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس شرطی دارد. براین اساس، خود همبستگی در متغیرها بافرایند خود بازگشت مرتبه یک (الگوی میانگین شرطی (AR(1)) رفع گردیده و ناهمسانی واریانس شرطی با فرایند گارچ مرتبه ی یک و یک (الگوی واریانس شرطی (GARCH(1,1)) بارویکرد بیزی برآورد گردید. نتایج الگوی واریانس شرطی در چندک‌های متفاوت در جدول ۲ ارائه شده است. ضریب b در معادله واریانس شرطی برپایداری نوسان در متغیر دلالت دارد. همانطور که ملاحظه می‌گردد متغیر نفت در تمامی چندک‌ها دارای بالاترین ضریب بوده و کمترین مقدار به متغیر طلا مربوط می‌شود. این ضریب در چندک ۰.۷۵ و ۰.۹۷/۵، در معادلات متغیرهای نفت، ارز و سهام نزدیک به یک می‌باشد. این امر دلالت بر آن دارد که در این متغیرها، شدت وابستگی واریانس شرطی به گذشته خودش زیاد بوده و نوسان بسیار پایدار است. در مقابل، نوسانات طلا ناپایدار بوده و وابستگی واریانس شرطی به اطلاعات گذشته‌اش، تنها در چندک آخر قابل توجه می باشد.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی و ویژگی‌های تصادفی بازده روزانه

آماره	بازار	نفت	طلا	ارز	سهام
$10^{-5} \times$ میانگین	۱۱۰/۲۶۰۴۳	-۲۲/۰۰۷۴۶	-۲۴/۶۴۷۱۲	۱۱/۶۴۹۹	
$10^{-5} \times$ واریانس	۱۴/۴۰۳۵۵	۶/۱۸۶۲۳۹	۰/۰۷۳۳۶۴۹۷	۵/۳۱۰۴۱۱	
چولگی	۰/۴۵۹۵۵۱۳	۰/۳۷۶۲۲۳۸	-۱/۰۳۷۲۴۹	-۰/۰۷۵۴۲	
فزونی کشیدگی نسبت به توزیع نرمال	۸/۶۹۹۸۶۷	۴/۳۱۲۳۶۵	۱۶/۳۷۸۷۱۳	۶/۷۸۷۶۴۳	

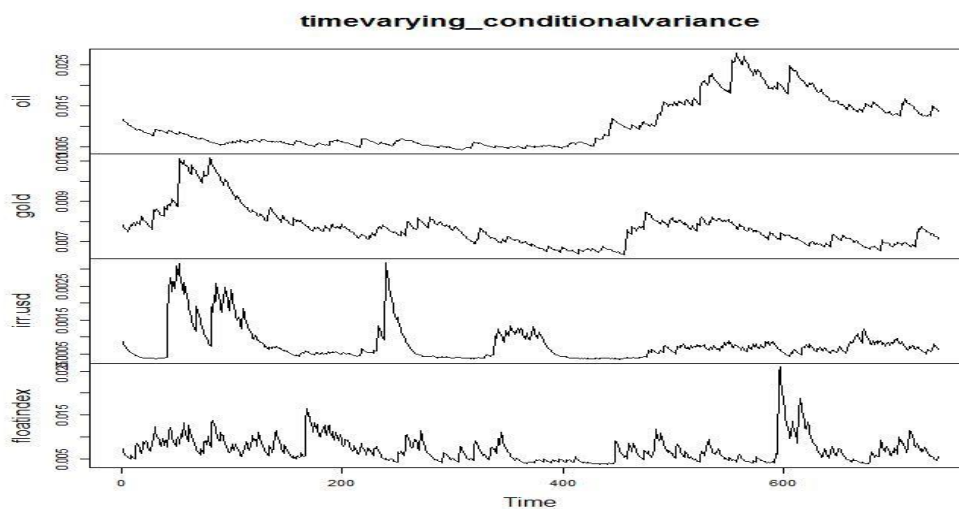
آماره	بازار	نفت	طلا	ارز	سهام
	آزمون کلی نگر (همبستگی)	۱۱۱/۱۹۹۹۶*	۳۵/۴۰۸۳۸۶*	۶۴/۱۴۴۳۷*	۸۲/۲۳۳۵۹*
	آزمون کلی نگر (ناهمسانی واریانس شرطی)	۳۱۸/۹۹۸۴۲*	۶۳/۶۷۲۸۳۴ <sup>□</sup>	۱۱۳/۲۰۱۰۳*	۹۶/۵۴۵۸۴*

توضیح: \* معنی داری در سطح ۱۰٪، <sup>□</sup> معنی داری در سطح ۵٪ و \* معنی داری در سطح ۱٪ می باشد. منبع: یافته های تحقیق

جدول ۲- پارامترهای برآوردی الگوی واریانس شرطی با رویکرد بیزی

چندک	%۲/۵	%۲۵	%۵۰	%۷۵	%۹۷/۵
<b>a</b>					
نفت	۰/۰۱۸۵۹۸	۰/۰۲۱۹۵	۰/۰۳۰۷۵	۰/۰۵۰۹۸	۰/۱۶۵۱۵
طلا	۰/۰۹۷۷۶۴	۰/۱۲۳۵۸	۰/۱۵۱۱۹	۰/۲۰۴۹۱	۰/۳۵۸۱۳
ارز	۰/۰۰۸۶۵۱	۰/۰۱۴۶۰	۰/۰۲۸۳۳	۰/۰۶۲۶۰	۰/۰۸۶۷۶
سهام	۰/۰۲۱۶۹۳	۰/۰۳۱۷۸	۰/۰۴۲۵۰	۰/۰۹۴۲۹	۰/۲۰۷۵۹
<b>b</b>					
نفت	۰/۷۵۹۶۶۷	۰/۹۴۷۵۱	۰/۹۶۶۸۸	۰/۹۷۶۱۷	۰/۹۷۹۸۵
طلا	۰/۰۱۵۸۶۲	۰/۰۲۲۲۶	۰/۰۵۰۲۵	۰/۰۹۱۲۰	۰/۴۰۵۹۰
ارز	۰/۳۸۲۶۸۳	۰/۶۷۲۱۲	۰/۸۵۳۵	۰/۹۱۲۱۵	۰/۹۵۲۴۹
سهام	۰/۲۲۰۵۱۲	۰/۵۱۱۱۱	۰/۸۸۹۷۶	۰/۹۴۰۷۶	۰/۹۵۹۷۲

منبع: یافته های تحقیق



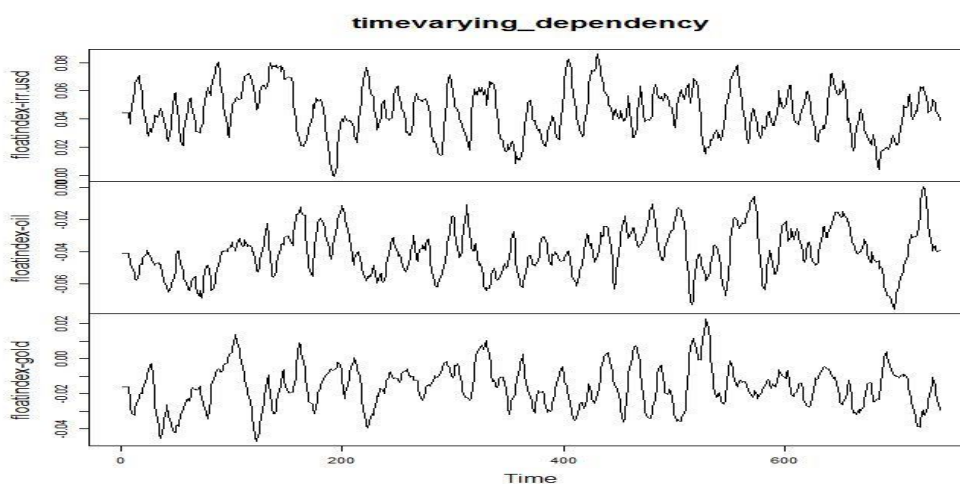
نمودار ۱. واریانس شرطی پویا. توضیح: floatindex, gold, irr.usd, oil به ترتیب به متغیرهای شاخص سهام، نرخ ارز، قیمت طلا و قیمت نفت اشاره دارد. منبع: یافته های تحقیق.

نمودار ۱ به ارائه واریانس شرطی پویا اختصاص یافته است. این نمودار نشان می دهد که در ابتدای دوره، آرامش در بازار نفت برقرار بوده ولی در اواخر دوره بازده نفت با نوسانات بزرگ و خوشه ای روبرو است. این امر را می توان به افزایش نااطمینانی در رفتارهای آتی عرضه کنندگان و متقاضیان نفت به



است. این امر برهم حرکتی قیمت طلا و نفت دلالت دارد. در مقابل، بازده شاخص سهام در تمام طول دوره پرنوسان و ناپایدار می باشد. این امر می تواند به دلیل تغییر در انتظارات فعالان بازار و واکنش به اخبار و وقایع داخلی و خارجی باشد. اهمیت رخدادهای این دوره و تاثیر آن بر تجارت بین المللی و اقتصاد داخلی، سرمایه گذاران را نسبت به اخبار رسیده به بازار مالی حساس تر نموده و در نتیجه بازار سرمایه با افت و خیزهای بیشتری روبرو می باشد.

دلیل افزایش تنش های بین المللی در منطقه خاورمیانه، کاهش رشد چین و ادامه رکود در اروپا نسبت داد. نوسان بازده نرخ ارز نیز تا اواسط دوره در مقطعی از زمان شدت یافته است. از اواسط دوره تا آخر دوره، ثبات در بازار ارز حکمفرما شده است که پیامد سیاست های ارز بانک مرکزی می باشد. برخلاف بازار نفت، نوسان بازده طلا در ابتدای دوره افزایش یافته، سپس روندی نزولی را طی کرده و در آخر دوره همسو با نوسانات بازده نفت شدت یافته



نمودار ۲. وابستگی شرطی پویا.

توضیح: floatindex-irr.usd، floatindex-oil، floatindex-gold به ترتیب به وابستگی شرطی دو به دو بازارهای سهام - نرخ ارز، سهام - نفت و سهام - طلا اشاره دارد. منبع: یافته های تحقیق.

پس از برآورد الگوی واریانس شرطی، تابع copula برازش گردید تا ساختار وابستگی بازار سهام با سایر بازارها مورد بررسی قرار گیرد. نمودار ۲ به نمایش وابستگی شرطی پویای برآوردی از الگوی copula اختصاص یافته است. همانطور که ملاحظه می گردد، وابستگی سری های زمانی به یکدیگر در طی زمان متغیر و قوی می باشد. این امر برپویایی رابطه بین متغیرها و شدت رابطه دلالت دارد. رابطه

در بررسی خوبی برازش الگوی برآوردی، آماره آزمون تشخیصی با مقدار ۱۴/۰۶۴۳۴ و پی - مقدار ۰/۱۷۰۰۷۷۲ بر پذیرش فرضیه صفر مبنی بر نبود همبستگی پیاپی در مربع و حاصلضرب متقاطع پسماندهای الگو دلالت دارد. در نتیجه الگوی انتخاب شده برای میانگین و واریانس شرطی بسنده بوده و خوبی برازش تایید می گردد.

بازار سهام با بازار طلا عمدتاً ناهمسو و تنها در برخی دوره‌ها همسو گردیده است. بدین معنا که بازده بازار سهام با بازده بازار بین‌المللی فلزات گرانبها (طلا) در جهت مخالف همبسته می‌باشد. با توجه به وزن سهام فلزات در شاخص صنعت و در نظر گرفتن این نکته که واکنش بازار بین‌المللی نسبت به بازار داخلی سریع‌تر است، نتیجه به دست آمده دلالت بر آن دارد که استفاده از اطلاعات بازار طلا می‌تواند به افزایش قدرت ودقت پیش‌بینی شاخص صنعت منجر گردد. رابطه بین نرخ ارز و سهام در کل دوره مورد بررسی همسو می‌باشد و تنها در دو نقطه از زمان به صفر می‌رسد. این امر مبین دو نکته است. نخست، نقش فعالین صادرات محور در بازار سهام نسبت به واردات محور بیشتر می‌باشد. دوم، نقش ارز در کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در سبد سرمایه‌گذاری فعالان بازار سرمایه کاهش یافته است. این امر را می‌توان پیامد سیاست ارزی بانک مرکزی در جهت برگرداندن ثبات به بازار ارز دانست. رابطه بین نفت و سهام در کل دوره ناهمسو بوده و در یک نقطه از زمان به صفر رسیده است. این امر با توجه به میزان وابستگی اقتصاد ایران به نفت قابل پیش‌بینی می‌باشد. گرچه، تلاش برای کاهش وابستگی اقتصاد به صادرات نفتی و همچنین حرکت به سمت اقتصاد مقاومتی در دستور کار دولت قرار گرفته است، اما این امر مستلزم زمان و تدابیر بیشتری است.

براین اساس، وابستگی بین بازارهای مورد بررسی کاملاً پویا بوده و تنها در نقاطی از زمان بازارها نا همبسته می‌گردد. این وابستگی در جهت موافق و مخالف مشاهده شده است که در برخی از دوره‌ها تقویت شده و در برخی موارد تضعیف می‌گردد. یافته‌های محققین در سایر کشورها نشان می‌دهد که عموماً در زمان کساد بازار، وابستگی

بازارها افزایش می‌یابد و در زمان رونق بازار وابستگی بازارها به یکدیگر کم می‌شود. برای آزمون صحت این رفتار در بازار مالی ایران، لازم است تا آماره وابستگی در دنباله بالا و پایین با استفاده از الگوی *copula* برآورد گردد و وجود وابستگی کرانه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج ساختار وابستگی در دنباله توزیع در جدول ۳ ارائه شده است. آماره‌های وابستگی در دنباله بالا و پایین بر پذیرش فرضیه وابستگی کرانه‌ای دلالت دارد. با توجه به آن که تفاوت آماره دنباله بالا و پایین صفر نمی‌باشد، نامتقارن بودن ساختار وابستگی در وضعیت رونق و کساد بازار نیز مورد تایید قرار می‌گیرد. کمترین وابستگی کرانه‌ای بین بازار سهام و طلا در دنباله پایین و قوی‌ترین وابستگی کرانه‌ای بین بازار سهام و ارز در دنباله بالا دیده می‌شود. همچنین، مقادیر آماره‌ها در دنباله بالا نسبت به دنباله پایین بالاتر است. بر این اساس، وابستگی کرانه‌ای بازار سهام به بازار داخلی (ارز) و خارجی (طلا و نفت) وجود دارد. این وابستگی نامتقارن بوده به نحوی که در وضعیت رونق نسبت به کساد بازار وابستگی قوی‌تر می‌شود. این امر نشان می‌دهد که در دوره مورد بررسی سرمایه‌گذاران خوش بین بوده و نسبت به اخبار خوب حساس‌تر می‌باشند. علاوه بر آن، همبستگی بازار سهام با بازار داخلی نسبت به بازارهای خارجی بیشتر است. در نتیجه واکنش بازار سهام به تکانه‌های بازار ارز نسبت به تکانه‌های وارده از بازار نفت و طلا سریع‌تر است.

نمودار ۳ وابستگی در دنباله راست و چپ توزیع را نشان می‌دهد. لازم به بیان است که نمودار وابستگی در دنباله راست در سمت اعداد مثبت و نمودار وابستگی در دنباله چپ در سمت اعداد منفی محور به طور مجزا قرار می‌گیرد. نمودار نشان

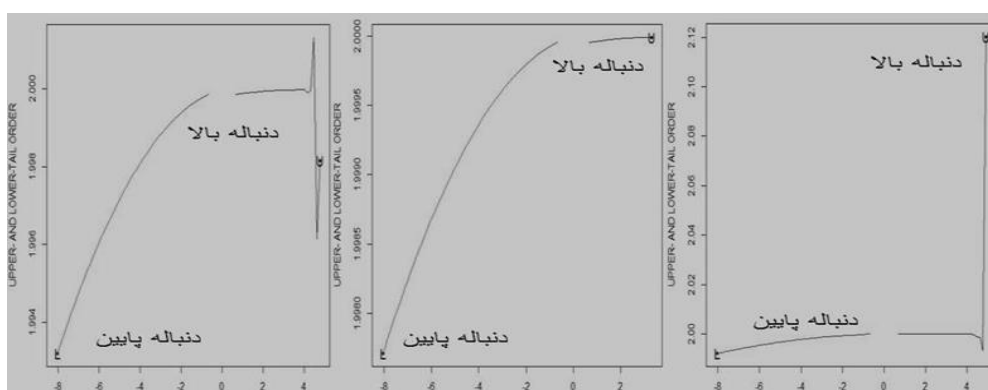
بیشتری از جانب سرمایه‌گذاران روبرو است، بر واکنش بیشتر بازار سهام به تکان‌های مثبت بازارهای مورد بررسی و همچنین قوی‌تر شدن وابستگی در وضعیت رونق دلالت دارد. در نتیجه، هم حرکتی بازار سهام با سایر بازارها در دنباله توزیع مورد تایید قرار می‌گیرد. این امر نشان می‌دهد که برای شناسایی بهتر رفتار متغیر مالی توجه به ویژگی توزیع آن مهم می‌باشد. استفاده از اطلاعات سایر بازارها در زمان رونق می‌تواند به تبیین مناسب‌تری از رفتار متغیر مالی و بهبود پیش‌بینی آن منجر گردد.

می‌دهد که وابستگی در دنباله پایین در بازارها روندی کاهشی داشته و وابستگی در دنباله بالا بجز بازار سهام- طلا روندی افزایشی دارد. این یافته بر نایستایی وابستگی بازارها و تغییر رفتار سرمایه‌گذاران دلالت دارد. تحولات داخلی نظیر کاهش روند تورم و سیاست خارجی کشور به افزایش خوش بینی سرمایه‌گذاران منجر شده است. این امر به صورت کاهش وابستگی بازار سهام در زمان کساد و ریسک (دنباله پایین) نمود یافته است. روند روبه افزایش وابستگی در دنباله بالا که در مورد بازار سهام- طلا با پویایی و اصلاح رفتار

جدول ۳- وابستگی کرانه‌ای

آماره دنباله بالا	آماره دنباله پایین	
۲/۱۲۰۲۸	۱/۹۹۲۰۶	بازارسهام- ارز
۱/۹۹۹۹۹	۱/۹۹۷۷۱	بازارسهام- نفت
۱/۹۹۸۱۶	۱/۹۹۳۲	بازارسهام- طلا

منبع: یافته‌های تحقیق

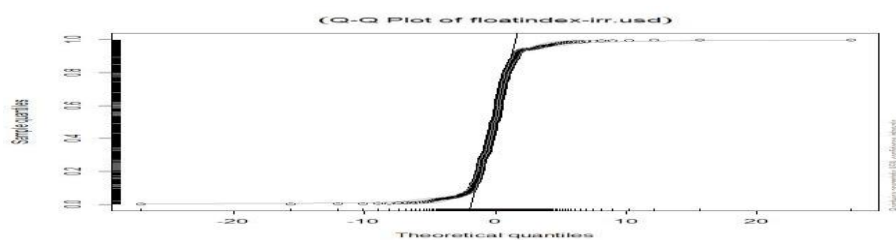


نمودار ۳. نمودار وابستگی در دنباله توزیع.

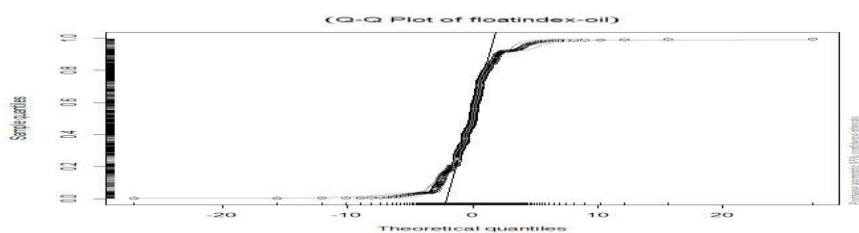
نمودارها از راست به چپ به ترتیب وابستگی در دنباله بین بازارسهام- نرخ ارز، سهام- نفت و سهام- طلا را نشان می‌دهد. لازم به توجه است که "L" به دنباله پایین "U" به دنباله بالا اشاره دارد. منبع: یافته‌های تحقیق.

برآوردی از توزیع نظری تی (خط مستقیم) در نقاط دور افتاده توزیع بوده و قابل اغماض می‌باشد. در نتیجه خوبی برازش الگوی copula مورد تایید قرار می‌گیرد.

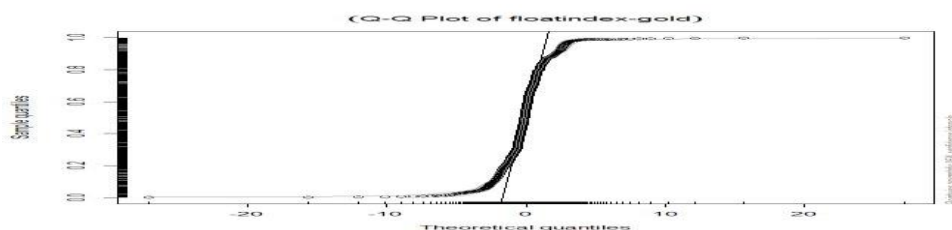
برای بررسی خوبی برازش الگوی copula از ابزار آماری رسم نمودار QQ استفاده شده است. نتایج این بررسی در نمودارهای ۴، ۵ و ۶ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد، انحراف توزیع



نمودار ۴. خوبی برازش الگوی copula در برآورد وابستگی بازار سهام وارز. منبع: یافته‌های تحقیق.



نمودار ۵. خوبی برازش الگوی copula در برآورد وابستگی بازار سهام نفت. منبع: یافته‌های تحقیق.



نمودار ۶. خوبی برازش الگوی copula در برآورد وابستگی بازار سهام طلا. منبع: یافته‌های تحقیق.

## ۵- نتیجه‌گیری و بحث

در این مقاله ساختار وابستگی بازار مالی به بازارهای داخلی (ارز) و خارجی (طلا و نفت) مورد بررسی قرار گرفت. دوره زمانی منتخب همزمان با شروع کار دولت یازدهم بوده و با وقایع داخلی و خارجی متعددی روبرو است. از جمله رخدادهای داخلی می‌توان به نرخ شتابنده تورم، رشد اقتصادی منفی، اجرای سیاست انقباضی در جهت مهار تورم و اعمال سیاست ارزی تثبیت بازار ارز در ابتدای دوره اشاره نمود. لزوم بازنگری اقتصاد و حرکت به سمت اقتصاد مقاومتی نیز از دیگر وقایع داخلی است. علاوه بر آن، این دوره با وقایع بین‌المللی از جمله

ناآرامی در منطقه خاور میانه، کاهش شدید قیمت نفت و توافق برجام (برنامه جامع اقدام مشترک) همراه می‌باشد. مجموعه این وقایع، این دوره را حائز اهمیت می‌نماید.

آماره‌های توصیفی دلالت بر آن دارد که متغیرها دارای توزیع چوله با دنباله‌ای پهن هستند. نتایج آزمون کلی نگر بر وجود خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس شرطی دلالت دارد. از این رو داده‌ها با فرایندهای خودبازگشت و گارچ بیزی برازش شده و واریانس شرطی پویا استخراج گردید. به منظور بررسی ساختار وابستگی، وابستگی بازده سهام به سایر بازده‌ها به صورت پویا و همچنین در دنباله

توزیع با استفاده از الگوی copula مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بازده شاخص سهام در تمام طول دوره پرنوسان و ناپایدار می‌باشد. این امر اهمیت دوره مورد بررسی را نشان می‌دهد. زیرا، دلالت بر آن دارد که سرمایه‌گذاران نسبت به رخدادهای حساس تر بوده و در نتیجه بازار سرمایه ناآرام می‌باشد. اهمیت وقایع داخلی و خارجی به تغییر انتظارات و واکنش بیشتر منجر گردیده است. همچنین، نتایج بروابستگی پویا و قوی بین بازار مالی با بازارهای مورد نظر دلالت دارد. گرچه، در مقاطعی از زمان بازارها ناهمبسته می‌باشند. شواهد حاکی از آن است که استفاده از اطلاعات بازاربین المللی طلا می‌تواند پیش‌بینی شاخص صنعت را بهبود بخشد. هم‌جهتی وابستگی بازار مالی با ارزش برنقش بیشتر سهام صنایع صادرات محور نسبت به واردات محورد در دوره مورد بررسی دلالت دارد. همچنین نشان می‌دهد که از نظر فعالین بازار سرمایه، متنوع سازی سبد سرمایه‌گذاری با سرمایه‌گذاری در ارز به مانند گذشته راهی برای کاهش ریسک سرمایه‌گذاری محسوب نمی‌شود. این امر را می‌توان به پیامد سیاست ارزی بانک مرکزی در برگرداندن ثبات به بازار ارز نسبت داد. وابستگی بازار مالی به بازار نفت نیز با توجه به وابستگی اقتصاد کشورهای صادرکننده نفت به صادرات نفت قابل پیش‌بینی است. گرچه، حرکت به سمت اقتصاد مقاومتی در دستور کار دولت قرار گرفته و تلاش برای کاهش این وابستگی صورت گرفته است، اما این امر مستلزم زمان و تدابیر بیشتری است. علاوه بر آن، نتایج نشان می‌دهد که وابستگی بازار سهام با بازار داخلی نسبت به بازار خارجی بیشتر است که با توجه به آن که بازار مالی ایران در گروه بازارهای

نوظهور قرار می‌گیرد، این نتیجه هم قابل پیش‌بینی می‌باشد.

فرض استقلال بازار مالی در دنباله توزیع نیز رد شده و وجود وابستگی کرانه‌ای نامتقارن تایید می‌گردد. این امر بر تشدید وابستگی در دوره رونق نسبت به دوره کساد بازار دلالت دارد. این یافته نشان می‌دهد که در دوره مورد بررسی سرمایه‌گذاران خوش بین بوده و نسبت به اخبار خوب حساس تر می‌باشند. علت این رفتار را می‌توان به سیاست‌های خارجی و سیاست‌های اقتصادی انقباضی در زمینه کاهش روند تورم و ثبات نسبی در بازار ارز نسبت داد. نتایج این مقاله مبین آن است که توانمندی تابع copula در تحلیل ساختارهای غیرخطی به شناخت عمیق تر رفتار متغیر مالی منجر می‌گردد. استفاده از این اطلاعات ارزشمند به بهبود تبیین و پیش‌بینی رفتار متغیر مالی و همچنین کاهش تورش و ناکارایی الگوهای مدیریت سبد سرمایه‌گذاری و داد و ستد تامینی<sup>۱۱</sup> می‌انجامد.

#### فهرست منابع

- \* Aloui, R., Aïssa, M., Nguyen, D., (2013), Conditional dependence structure between oil prices and exchange rates: A copula-GARCH approach Journal of International Money and Finance 32 , 719-738.
- \* Avdulaj, K., Barunik, A., (2015), Are benefits from oil-stocks diversification gone? New evidence from a dynamic copula and high frequency data, Energy Economics, 51, 31-44.
- \* Basher, S.A., Nechi, S., Zhu, H., (2014), Dependence patterns across gulf Arab stock markets: A copula approach, Journal of Multinational Financial Management, 25, 1-46.
- \* Krupskii, P., Joe, H., (2015), Structured factor copula models: Theory, inference and computation, Journal of Multivariate Analysis, 138, 53-73.

- \* Laih, Y.,(2014),Measuring rank correlation coefficients between financial time series: A GARCH-copula based sequence alignment algorithm, European Journal of Operational Research 232 , 375–382.
- \* Patton, A.J.,(2006), Modeling asymmetric exchange rate dependence. International Economic Review,47,527-556.
- \* Sklar, (1959),Functions de repartition \_a n dimensions et leurs marges, Publ. Inst. Statist. Univ. Paris, 8(1):11 .
- \* Shirinbakhsh, Sh, Moghaddas Bayat, M.,(2011),an evaluation of asymmetric and symmetric effects of oil-exports shocks on non-tradable sector of Iranian economy, Romanian Journal of Economic Forecasting,2011(1):106-124.
- \* So,M.,K.P.,Yeung,C.,Y.T.,(2014),Vine-copula GARCH model with dynamic conditional dependence, Computational Statistics and Data Analysis, 76, 655-671

#### یادداشت‌ها

1. Sklar
2. Krupskii and Joe
3. Avdulaj and Barunik
4. So andYeung
5. Basher
6. Laih
7. Aloui
8. trimming multivariate portmanteau test statistics
9. Patton
10. Shapiro test
11. hedging

