تحقیقات اقتصادی (نشریه علمی) / دوره ۵۵، شمارهٔ ۴، زمستان ۹۹/ ص ۹۹۰-۹۶۱

الگوسازی سرایت تلاطم در بازار سهام ایران؛ رویکرد فضا-حالت غیرخطی

رضا طالبلو[۱]، پریسا مهاجری *[۲]

۱. دانشیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، taleblou.reza@gmail.com

۲. دانشیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، p.mohajeri@atu.ac.ir

نوع مقاله: علمی پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۴

چکیده

مقاله حاضر با استفاده از داده‌های روزانه شاخص قیمت ۱۵ گروه صنعت طی دوره زمانی ۱۳۹۵/۰۸/۰۹ تا ۱۴۰۰/۰۱/۰۷ درصدد الگوسازی تلاطم بازار سهام ایران است. مدل تلاطم تصادفی چند متغیره عاملی در چارچوب رویکرد فضا-حالت غیرخطی، مبنای تفکیک تلاطم بازار سهام به دو جزء «تلاطم منبعث از عوامل پنهان» و «تلاطم خاص هر صنعت» و برآورد ماتریس همبستگی پویای تلاطم صنایع قرار گرفته است. یافته‌ها حاکی از آن است که اولاً دو عامل پنهان وجود دارد که بخشی از تلاطم صنایع داخلی (انبوه‌سازی، زراعت، محصولات غذایی، قند و شکر، سیمان و ...) متأثر از عامل پنهان اول و بخشی از تلاطم صنایع کامودیتی‌محور صادراتی کشور (صنایع شیمیایی و پتروشیمی، فرآورده‌های نفتی، فلزات اساسی و محصولات فلزی)، تحت تأثیر عامل پنهان دوم است. ثانیاً تلاطم‌های خاص هر صنعت در طی دوره زمانی مورد بررسی تشدید شده و رفتار خوشه‌ای را از خود به نمایش می‌گذارد. ثالثاً تلاطم بازده سهام صنعت بانکی متأثر از هر دو عامل پنهان بوده و تلاطم خاص مرتبط با صنعت مذکور، تقریباً در میانه صنایع قرار می‌گیرد. این یافته، دور از انتظار نیست، زیرا پرتفوی تسهیلات اعطایی بانک‌ها، متشکل از تمامی صنایع می‌باشد و لذا تلاطم این بخش و اثرپذیری آن از عوامل پنهان، میانگین وزنی از سایر صنایع خواهد بود. رابعاً بیشترین درجه همبستگی تلاطم بازده سهام در میان ۴ صنعت کامودیتی‌محور مشاهده می‌شود که در طول دوره مورد بررسی، سیر صعودی داشته است.

طبقه‌بندی JEL: C11، C32، C58، G17

واژه‌های کلیدی: رویکرد بیزی، مدل فضا - حالت، واریانس ناهمسانی، تلاطم تصادفی عاملی، همبستگی پویا

---

*. نویسنده مسئول، شماره تماس: ۰۹۱۲۲۸۹۹۶۸۳

۱- مقدمه

واریانس وابسته به زمان[1]، جزء لاینفک مدل‌سازی سری‌های زمانی اقتصادی و مالی است. تلاش‌های مارکوویتز (۱۹۵۲) در لحاظ کردن واریانس ناهمسانی، انگل (۱۹۸۲) در معرفی مدل‌های تلاطم متغیر در طول زمان و تیلور (۱۹۸۲) با تمرکز بر مدل‌های فضا-حالت غیرخطی با لحاظ عامل پنهان از جمله مهم‌ترین تلاش‌هایی بوده که به شکل‌گیری مدل‌های تلاطم تصادفی (SV) یاری رسانده است. طی سال‌های اخیر نیز با مطالعات کاستنر (۲۰۱۶ و ۲۰۱۹)، کاستنر و همکاران (۲۰۱۷) و حسیجنی و کاستنر (۲۰۲۱)، امکان به‌کارگیری تخمین‌های بیزی مدل‌های تلاطم تصادفی عاملی فراهم شده و به‌کارگیری مدل‌های SV، محور اصلی بسیاری از پژوهش‌های خارجی در موضوعات اقتصاد مالی را تشکیل داده است؛ اما بررسی فضای پژوهشی ایران، تصویر متفاوتی را در مدل‌سازی تلاطم در بازارهای مالی، به‌ویژه بازار سهام که طی چند سال گذشته دستخوش نوسانات قابل ملاحظه‌ای شده است، ارائه می‌دهد. در حقیقت با وجود تلاش‌های گوناگون و فزاینده محققان خارجی و مزایای مدل‌سازی تلاطم بر مبنای الگوهای SV، مطالعات داخلی حکایت از به‌کارگیری انواع مدل‌های گارچ تک‌متغیره و یا چندمتغیره می‌باشد و استفاده از الگوهای SV (تک‌متغیره و چند متغیره یا عاملی) مورد غفلت قرار گرفته است. از این‌رو هدف اصلی مقاله حاضر، پر کردن این خلأ پژوهشی در ادبیات داخلی و تمرکز بر الگوسازی تلاطم تصادفی بازار سهام ایران است. شواهد بازار سهام ایران به‌ویژه طی چند سال اخیر نشان از تشدید تلاطم در صنایع مختلف حاضر در بورس اوراق بهادار تهران دارد که دو پرسش کلیدی را در ذهن مطرح می‌کند: اولاً سهم عوامل پنهان و عوامل خاص از تلاطم بازدهی سهام انواع صنایع چقدر است و ثانیاً همبستگی‌های زوجی تلاطم صنایع در طول زمان چگونه تغییر یافته است؟

در راستای واکاوی ابعاد مختلف موضوع، مطالب مقاله حاضر در ۵ بخش سازماندهی شده است. پس از مقدمه که بخش نخست از مقاله را تشکیل می‌دهد، ادبیات نظری و تجربی، محور اصلی مطالب بخش دوم است. در بخش سوم از مقاله، روش تحقیق با تمرکز بر انواع مدل‌های SV تک‌متغیره و چندمتغیره (عاملی) تبیین می‌شود. در بخش چهارم مقاله، پایه‌های آماری و یافته‌های تجربی ارائه می‌شود و در نهایت، بخش پنجم به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها اختصاص دارد.

1. Time Dependent Variance

۲- مبانی نظری و پیشینه تجربی

۲-۱- چارچوب نظری

بررسی تلاطم و نااطمینانی‌ها در مورد وقایع آتی و نتایج آن از مهم‌ترین موضوعات مورد علاقه پژوهشگران و فعالان حوزه مالی است زیرا تلاطم به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر تعیین ریسک سرمایه‌گذاری، نقش مهمی در کنترل ریسک و تصمیمات سرمایه‌گذاری ایفا می‌کند. برخی از اقتصاددانان بر این باورند که ورود اطلاعات جدید و غیرمنتظره منجر به تلاطم بازدهی‌های انتظاری دارایی‌ها می‌شود و هرگونه تغییر و تحول در تلاطم بازارهای مالی را می‌توان در تحولات و تلاطم محیط اقتصاد ملی، منطقه‌ای یا جهانی جستجو کرد (تسای، ۲۰۰۲). در مقابل، طیفی از محققان هستند که تغییرات بنیادی در رفتار سرمایه‌گذاران، عامل اصلی توضیح‌دهنده تلاطم در بازارهای مالی است. برای نمونه، نتایج مطالعات شیلر (۱۹۸۱)، حاکی از نقش‌آفرینی علل روانشناختی و رفتاری نظیر پیش‌بینی‌های خوش‌بینانه تحلیل‌گران در تلاطم بازار سهام است.

صرف‌نظر از دلایل نظری بروز تلاطم در بازارهای مالی، ضرورت درک ماهیت تلاطم سبب شده است تا پژوهشگران گوناگونی، مدل‌سازی تلاطم را سرلوحه مطالعات خود قرار دهند. به رغم آنکه تمرکز بر میانگین بازدهی‌های سهام (هر نوع دارایی حقیقی و مالی)، محور اصلی بیشتر تحقیقات سنتی در اقتصاد مالی را تشکیل می‌دهد، اما توسعه‌های اخیر در بازارهای مالی بین‌المللی، علاقمندی پژوهشگران را به مدل‌سازی تلاطم بازدهی‌ها سوق داده است. البته تردیدی نیست که بروز بحران‌های مالی-اقتصادی و دامنه وسیع اثرگذاری آن‌ها، پژوهشگران را در ارائه مدل‌های اقتصادسنجی روزآمدتر که توانمندی و کارایی بالاتری در پیش‌بینی‌های دقیق از تلاطم بازده داشته باشد، مصمم‌تر کرده است.

تلاطم به‌طور عموم به‌صورت انحراف‌معیار نمونه مورد بررسی در نظر گرفته می‌شود که با سه نوع مختلف از الگوها مشتمل بر «مدل‌های سری زمانی»، «مدل‌های اختیارات» و «مدل‌های مبتنی بر روش‌های ناپارامتریک»، مدل‌سازی می‌شود (کشاورز حداد و صمدی، ۱۳۸۸). مدل‌های سری زمانی نیز طبق طبقه‌بندی پون و گرنجر (۲۰۰۳) به دو گروه «مدل‌های پیش‌بینی بر اساس انحراف معیار تاریخی» و «مدل‌های ناهمسان شرطی» تقسیم می‌شوند.

گروه نخست از الگوهای سری‌زمانی که شامل مدل‌های گام تصادفی، میانگین مجذور بازده، میانگین متحرک ساده و میانگین وزنی نمایی و نظایر آن است بر فرض «توزیع یکسان و عدم همبستگی» اجزای اخلال مبتنی هستند، در حالی‌که شواهد به دست آمده از دنیای واقعی، تصویر کاملاً معکوسی را به دست می‌دهد. نتایج مطالعات مندلبورت (۱۹۶۳) و فاما (۱۹۷۲)، منعکس‌کننده وجود تلاطم خوشه‌ای در داده‌های مالی است و در مقاله ارزشمند بلرسلو و همکاران (۱۹۹۴)، «خوشه‌ای بودن تلاطم»، «هم‌حرکتی در تلاطم‌ها»، «همبستگی‌های سریالی بین اجزای اخلال» و «توزیع‌های غیرنرمال» از جمله ویژگی‌های مهم برشمرده تلاطم بازدهی سهام ذکر شده است.

ارائه شواهدی مبنی بر وجود همبستگی‌های تلاطم‌ها و غیرنرمال بودن توزیع، زمینه‌ای برای ارائه مدل‌های ناهمسان شرطی را فراهم کرده است که این مدل‌ها نیز به نوبه خود به مدل‌های آرچ/گارچ و مدل‌های تلاطم تصادفی تفکیک می‌شوند. در مدل‌های کلاس آرچ و گارچ فرض بر آن است که تغییرات واریانس از یک «تابع دقیق یا معین»[1] پیروی می‌کند، در حالی‌که در مدل‌های تلاطم تصادفی، معادله به‌کار رفته برای توصیف واریانس، تصادفی است.

معرفی و کاربست مدل‌های تلاطم تصادفی عاملی طی حدود دو دهه اخیر مرهون مطالعاتی هم‌چون هاروی و همکاران (۱۹۹۴) و آقیولار و وست (۲۰۰۰) می‌باشد که به تازگی توسط فیلیپف و گلیکمن (۲۰۰۹)، چیب و همکاران (۲۰۰۶)، هان (۲۰۰۶)، لوپز و کاروالو (۲۰۰۷)، ناکاجیما و وست (۲۰۱۳)، ژویو و همکاران (۲۰۱۴) و اشیهارا و اُموری (۲۰۱۷) توسعه‌یافته است. با توجه به اینکه کاهش ابعاد، از مهم‌ترین مسائل پیش‌روی پژوهشگران است، کاستنر (۲۰۱۹) با انتشار مقاله‌ای ارزشمند به مصاف این چالش می‌رود و در چارچوب رویکرد بیزی، عناصر غیرمهم در ماتریس بار عاملی را شناسایی و حذف می‌کند.

۲-۲- مروری بر ادبیات تجربی داخلی و خارجی

همان‌طورکه در قسمت مبانی نظری تبیین شده است، رویکردهای مختلفی برای الگوسازی تلاطم وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها، مدل‌سازی سری‌های زمانی است. طبق تقسیم‌بندی پون و گرنجر (۲۰۰۳)، مدل‌های پیش‌بینی تلاطم مبتنی بر سری‌های

1. Exact Function

زمانی مشتمل بر دو گروه «پیش‌بینی بر اساس انحراف معیار تاریخی» و «مدل‌های ناهمسانی شرطی» هستند که مدل‌های ناهمسان شرطی نیز به نوبه خود به دو طبقه «مدل‌های تلاطم شرطی کلاس آرچ» و «مدل‌های تلاطم تصادفی» تقسیم‌بندی می‌شوند. مروری بر حدود ۴۰ مطالعه داخلی[۱] که طی حدود یک دهه اخیر منتشر شده، منعکس‌کننده دو مشاهده کلیدی می‌باشد.

- اولاً تمرکز تمامی مطالعات داخلی در مدل‌سازی تلاطم سری‌های زمانی روی به‌کارگیری مدل‌های تلاطم شرطی کلاس آرچ و گارچ استوار است و مدل‌های تلاطم تصادفی که به‌ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه و اقبال پژوهشگران خارجی بوده است، در مطالعات داخلی مغفول باقی مانده است.

- ثانیاً مقالات داخلی منتشر شده در حوزه مدل‌سازی تلاطم را به ۴ دسته می‌توان طبقه‌بندی کرد:

- ✓ گروه نخست که حدود ۳۰ درصد مطالعات را تشکیل می‌دهند به بررسی سرایت تلاطم در بازارهای دارایی داخلی پرداخته‌اند که برای نمونه می‌توان به مقالات رضازاده و فلاح (۱۳۹۹)، کاشانی‌تبار و همکاران (۱۳۹۹)، تیموری و همکاران (۱۳۹۹)، کشاورز حداد و مفتخر دریائی‌نژاد (۱۳۹۷)، مقدسی و همکاران (۱۳۹۷)، سفیدبخت و رنجبر (۱۳۹۶)، رعنایی و همکاران (۱۳۹۶)، حسینیون و همکاران (۱۳۹۵)، مملی‌پور و همکاران (۱۳۹۵)، فلاحی و همکاران (۱۳۹۳)، جهانگیری و حکمتی فرید (۱۳۹۳) و علمی و همکاران (۱۳۹۳) اشاره کرد.
- ✓ گروه دوم با فراوانی حدود ۲۲ درصدی بر سرایت تلاطم از بازارهای جهانی (به‌ویژه نفت و بازار سهام خارجی) به بازار داخلی (به‌ویژه بازار سهام) تمرکز کرده‌اند که مطالعات ابونوری و همکاران (۱۳۹۹)، کریمی و همکاران (۱۳۹۸)، بت‌شکن و محسنی (۱۳۹۷)، توکلیان و همکاران (۱۳۹۵)، سیدحسینی و همکاران (۱۳۹۲، ۱۳۹۳)، سیدحسینی و ابراهیمی (۱۳۹۲) و زاهدی تهرانی (۱۳۹۱) در این طبقه قرار می‌گیرند.
- ✓ گروه سوم، مدل‌سازی تلاطم بین شاخص‌های گروه‌های مختلف صنایع پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را در دستور کار قرار داده‌اند که مقالات کشاورز حداد و محمدی (۱۳۹۵)، حیدری و همکاران (۱۳۹۱) و کشاورز حداد و همکاران

۱. خلاصه تطبیقی از مقالات داخلی و یافته‌های کلیدی این مقالات نزد نویسندگان مقاله وجود دارد که به دلیل اجتناب از تطویل مقاله حاضر، در متن مقاله گنجانده نشده است.

(۱۳۹۰)، در این گروه قرار می‌گیرند که تنها ۸ درصد مطالعات را تشکیل می‌دهند.

- ✓ گروه چهارم با فراوانی حدود ۴۰ درصدی، تلاطم قیمت سهام شاخص کل بازار سهام و سایر دارایی‌ها را مدل‌سازی کرده‌اند که مقالات راستین‌فر و همت‌فر (۱۳۹۹)، خدایاری و همکاران (۱۳۹۹)، قاضی‌فینی و پناهیان (۱۳۹۸)، اربابی (۱۳۹۷)، شیرازیان و همکاران (۱۳۹۷)، فتاحی و همکاران (۱۳۹۵)، نبوی چاشمی و مختاری نژاد (۱۳۹۵)، نادمی و همکاران (۱۳۹۴)، نظیفی و همکاران (۱۳۹۱)، کشاورز حداد و حیدری (۱۳۹۰)، کشاورز حداد و اسمعیل‌زاده (۱۳۸۹)، کشاورز حداد و صمدی (۱۳۸۸)، راسخی و خانعلی‌پور (۱۳۸۸) و ابونوری و موتمنی (۱۳۸۶) در این طبقه جای می‌گیرند.

مروری بر ادبیات تجربی خارجی، تصویر کاملاً متفاوتی را ارائه می‌دهد، به‌طوری‌که به‌کارگیری الگوهای تلاطم تصادفی چندمتغیره، شاکله اصلی مدل‌سازی بسیاری از مقالات جدید در حوزه‌های مختلف را تشکیل می‌دهد. جدیدترین مطالعات منتشر شده مشتمل بر مقالات اسپوستی (۲۰۲۱)، ژانگ و ژوآنگ (۲۰۲۱)، کاستنر و هوبر (۲۰۲۰)، زاهاریوا و همکاران (۲۰۲۰)، شی و همکاران (۲۰۲۰)، یامائوچی و اُموری (۲۰۲۰)، کاستنر (۲۰۱۹)، لیو و یو (۲۰۱۹)، ژانگ و ژوآنگ (۲۰۱۷) است که به ترتیب روی مدل‌سازی نوسانات شاخص قیمت کالاهای اساسی، تلاطم ۹ بازار مالی، داده‌های اقتصاد کلان آمریکا، بازارهای مالی بزرگ جهان، رمزارزها، سهام شرکت‌های آمریکایی، تلاطم بازدهی سهام ۳۰۰ شرکت حاضر در مجموعه S&P 500، بازار نفت و سهام و در نهایت بازارهای آسیای جنوب شرقی و آمریکا تمرکز کرده است.

بررسی فضای پژوهشی داخلی و مقایسه آن با مطالعات خارجی نشان‌دهنده آن است که اولاً کاربردهای تجربی مدل‌های سرایت تلاطم در ایران به‌طور عمده روی بازار دارایی‌ها تمرکز دارد و مقالات محدودی به تبیین همبستگی و سرایت تلاطم بین شاخص گروه‌های مختلف صنایع پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار پرداخته‌اند. ثانیاً تمرکز مدل‌سازی سرایت و همبستگی تلاطم بر مدل‌های کلاس آرچ و گارچ یک یا چندمتغیره استوار بوده و مدل‌سازی بر مبنای الگوی تلاطم تصادفی عاملی چندمتغیره با وجود مزایا و استقبال پژوهشگران خارجی، در مطالعات داخلی مورد توجه نبوده است، لذا نوآوری اصلی مقاله حاضر، پر کردن خلأهای پژوهشی برشمرده در مطالعات داخلی است.

۳- روش تحقیق

مدل‌های تلاطم تصادفی برای الگوسازی تلاطم از معادله دیفرانسیلی تصادفی استفاده می‌کنند، بدین معنا که یک جزء تصادفی در مدل واریانس شرطی وارد می‌شود. در این بخش از مقاله، در ابتدا به تبیین انواع مدل‌های تلاطم تصادفی تک متغیره پرداخته شده و پس از آن، مدل‌های تلاطم تصادفی عاملی یا چندمتغیره تبیین می‌شود.

۳-۱- انواع مدل‌های SV تک متغیره

مهم‌ترین مؤلفه مدل‌های تلاطم تصادفی، «تصادفی و در طول زمان متغیر بودن واریانس» است. به‌طور خاص، فرض می‌شود که لگاریتم واریانس از یک فرآیند خودرگرسیو مرتبه اول AR(1) تبعیت می‌کند.

الف) تلاطم تصادفی ساده با برآوردگرهای خطی: فرض کنید که $y = (y_1, \dots, y_n)^T$، برداری از مشاهدات را نشان می‌دهد. مدل‌های SV، ساختار زیر را برای y در نظر می‌گیرند:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t\beta + \exp(h_t/2)\,\varepsilon_t \\ h_{t+1} &= \mu + \varphi(h_t - \mu) + \sigma\eta_t \\ \varepsilon_t &\sim \mathcal{N}(0,1) \\ \eta_t &\sim \mathcal{N}(0,1) \end{aligned} \qquad (۱)$$

که $\mathcal{N}(b, B)$ توزیع نرمال با میانگین $b \in \mathbb{R}$ و واریانس $B \in \mathbb{R}^+$ را نشان می‌دهد و ε_t و η_t مستقل هستند. روند لگاریتم واریانس $h = (h_1, \dots, h_n)^T$ نیز از طریق توزیع $h_0 \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma/(1-\varphi^2))$ نمایش داده می‌شود. $X = (x_1^T, \dots, x_n^T)^T$ ماتریس $n \times K$ است که t امین ردیف آن، بردار K تخمین‌زننده در زمان t را نشان می‌دهد. ضرایب رگرسیون K در $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_K)^T$ گردآوری شده‌اند. پارامترهای مدل SV با $\vartheta = (\mu, \varphi, \sigma)$ نشان داده می‌شوند که μ سطح، φ ماندگاری و σ انحراف معیار لگاریتم واریانس است.

ب) مدل SV با خطای توزیع t استیودنت: تعدادی از پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند که از توزیع‌های پسماند شرطی غیرنرمال برای مدل‌سازی تلاطم تصادفی استفاده شود که برای نمونه می‌توان به توصیه برخی از آنان مبنی بر به‌کارگیری توزیع t استیودنت (توسط هاروی و همکاران، ۱۹۹۴)، گاوسی معکوس تعمیم‌یافته گسترده (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۶)، پسماندهای پارامتریک یا شبه پارامتریک (جنسن و ماهیو، ۲۰۱۰ و دیلاتولا و گریفین، ۲۰۱۱) یا توزیع t استیودنت چوله هذلولی تعمیم‌یافته (ناکاجیما و

اُموری، ۲۰۱۲)، اشاره کرد. اگر خطای t استیودنت برای معادله مشاهدات در تلاطم تصادفی اعمال شود، خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t\beta + \exp(h_t/2)\,\varepsilon_t \\ h_{t+1} &= \mu + \varphi(h_t - \mu) + \sigma\eta_t \\ \varepsilon_t &\sim t_v(0,1) \\ \eta_t &\sim \mathcal{N}(0,1) \end{aligned} \qquad (۲)$$

که ε_t و η_t مستقل هستند و $t_v(a,b)$ توزیع t استیودنت با درجه آزادی v، میانگین a و واریانس b است. تنها تفاوت معادله (۱) و (۲) آن است که در معادله (۲)، مشاهدات، توزیع t دارند، لذا معادله (۲)، شکل تعمیم‌یافته‌ای از معادله (۱) است، زیرا هنگامی‌که درجه آزادی به سمت بی‌نهایت میل کند، توزیع t به توزیع نرمال استاندارد تبدیل خواهد شد.

ج) مدل SV با اهرم: پیشنهادهایی در ارتباط با تغییرات نامتقارن مشتمل بر توزیع‌های ناپارامتریک (جنسن و ماهئو، ۲۰۱۴)، توزیع‌های چوله (ناکاجیما و اُموری، ۲۰۱۲) و توزیع‌های همبسته توأم با تغییر واریانس که به آن اثر اهرم نیز گفته می‌شود (هاروی و شفارد، ۱۹۹۶، ژاکیه و همکاران ۲۰۰۴)، مطرح شده‌اند. با اعمال اثر اهرم در مدل تلاطم تصادفی داریم:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t\beta + \exp(h_t/2)\,\varepsilon_t \\ h_{t+1} &= \mu + \varphi(h_t - \mu) + \sigma\eta_t \\ \varepsilon_t &\sim \mathcal{N}(0,1) \\ \eta_t &\sim \mathcal{N}(0,1) \end{aligned} \qquad (۳)$$

که ماتریس همبستگی (ε_t, η_t) بدین صورت است:

$$\sum^{\rho} = \begin{pmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{pmatrix} \qquad (۴)$$

که بردار $\varsigma = (\mu, \varphi, \sigma, \rho)^{\top}$، تمامی پارامترهای SV را نشان می‌دهد. در مقایسه با معادله (۱)، پارامتر جدید، عبارت همبستگی ρ است که پسماندهای مشاهدات را به تغییرات فرآیند واریانس مرتبط می‌کند. بنابراین معادله (۱)، حالت خاصی از معادله (۳) است مشروط به اینکه $\rho = 0$ باشد.

د) مدل SV با خطای t استیودنت و اهرم: برخی پژوهشگران، ترکیب توزیع خطای t و اثر اهرمی را پیشنهاد کرده‌اند (ژاکیه و همکاران، ۲۰۰۴، اُموری و همکاران، ۲۰۰۷ و ناکاجیما و اُموری، ۲۰۰۹). با تعمیم معادله (۲) و (۳) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t\beta + \exp(h_t/2)\,\varepsilon_t \\ h_{t+1} &= \mu + \varphi(h_t - \mu) + \sigma\eta_t \\ \varepsilon_t &\sim t_v(0,1) \\ \eta_t &\sim \mathcal{N}(0,1) \end{aligned} \qquad (۵)$$

که ماتریس همبستگی (ε_t, η_t)، عبارت $\sum^{\rho}$ در معادله (۴) می‌باشد.

۳-۲- مدل‌های SV چندمتغیره عاملی

اصلی‌ترین دشواری تخمین کوواریانس پویا، تعداد نسبت بالای مجهولات در مقایسه با تعداد مشاهدات است. اگر m ابعاد مقطع را نشان دهد، در آن صورت ماتریس کوواریانس مرتبط با آن یعنی Σ_t، درجه آزادی $m(m+1)/2$ خواهد بود. یک شیوه برای از بین بردن «نفرین یا مزاحمت ابعاد[1]»، استفاده از عوامل پنهان و دستیابی به تخمینی کارا از Σ_t است. مدل‌های عامل نهفته بر این ایده استوارند که حتی سیستم‌های با ابعاد بالا نیز توسط چند منبع تصادفی هدایت می‌شوند. این چند منبع تصادفی، چند عامل را کنترل می‌کنند که به نوبه خود تعاملات بین مشاهدات را متأثر می‌سازد. افزون بر این، مدل‌های عامل پنهان، ابزاری کارآمد برای تخمین ماتریس کوواریانس پویا فراهم می‌کند. این مدل‌ها اجازه می‌دهند تا تعداد مجهولات کاهش یابد. یک مدل متداول عامل پنهان با r عامل به‌صورت زیر تجزیه می‌شود:

$$\Sigma_t = \breve{\Sigma}_t + \bar{\Sigma}_t \qquad (۶)$$

که مرتبه $\breve{\Sigma}_t$ برابر با r و r<m می‌باشد. هم‌چنین $\bar{\Sigma}_t$ ماتریس قطری است که شامل واریانس‌های خاص خطاها می‌باشد. فرض مرتبه روی $\breve{\Sigma}_t$ متقارن سبب ایجاد «عاملی‌سازی[2]»، $\breve{\Sigma}_t = \Psi\Psi^T$ می‌شود که $\Psi \in \mathbb{R}^{m\times r}$ شامل $mr - r(r-1)/2$ تعداد عنصر آزاد خواهد بود، بنابراین $mr - r(r-1)/2$ تعداد عنصر آزاد در Σ_t باقی خواهد ماند. در الگوهای SV عاملی، مشاهدات $y = (y_{t1}, \dots, y_{tm})^{\top}$ را به شیوه زیر می‌توان مدل‌سازی کرد.

$$y_t|\beta, \Lambda, f_t, \bar{\Sigma}_t \sim \mathcal{N}_m(\beta + \Lambda f_t, \bar{\Sigma}_t) \qquad (۷)$$
$$f_t|\tilde{\Sigma}_t \sim \mathcal{N}_r(0, \tilde{\Sigma}_t)$$

که $f_t = (f_{t1}, \dots, f_{tr})^{\top}$ بردار عوامل، $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_m)^{\top}$ میانگین خاص مشاهدات و $\Lambda \in \mathbb{R}^{m\times r}$ ماتریس بار عاملی است. ماتریس‌های کوواریانس $\bar{\Sigma}_t$ و $\tilde{\Sigma}_t$ هر دو قطری هستند که فرآیند تلاطم تصادفی ساده مستقل را نشان می‌دهند.

$$\begin{aligned}
&\bar{\Sigma}_t = \mathrm{diag}\left(\exp(\bar{h}_{t1}), \dots, \exp(\bar{h}_{tm})\right),\\
&\tilde{\Sigma}_t = \mathrm{diag}\left(\exp(\tilde{h}_{t1}), \dots, \exp(\tilde{h}_{tr})\right),\\
&\bar{h}_{ti} \sim \mathcal{N}\left(\bar{\mu}_i + \bar{\varphi}_i(\bar{h}_{t-1,i} - \bar{\mu}_i), \bar{\sigma}_i^2\right), \quad i = 1, \dots, m \qquad (۸)\\
&\tilde{h}_{tj} \sim \mathcal{N}\left(\tilde{\mu}_j + \tilde{\varphi}_j(\tilde{h}_{t-1,j} - \tilde{\mu}_j), \tilde{\sigma}_j^2\right), \quad j = 1, \dots, r
\end{aligned}$$

1. Curse of Dimensionality
2. Factorization

بر اساس معادله (۷)، معادله (۶) را به‌صورت زیر می‌توان فرمول‌بندی مجدد کرد:

$$\Sigma_t = \Lambda\tilde{\Sigma}_t\Lambda^{\mathrm{T}} + \bar{\Sigma}_t \qquad (۹)$$

که چندین مسئله شناسایی شامل مرتبه، علامت و مقیاس عوامل وجود دارد که نامشخص‌اند. به‌طور خاص برای هر ماتریس جایگزینی تعمیم‌یافته P با اندازه $\mathrm{r}\times\mathrm{r}$، می‌توان تجزیه معتبر دیگری مانند $\Sigma_t = \Lambda'\tilde{\Sigma}'_t(\Lambda')^{\mathrm{T}} + \bar{\Sigma}_t$ یافت که $\Lambda' = \Lambda\mathrm{P}^{-1}$ و $\tilde{\Sigma}'_t = \mathrm{P}\tilde{\Sigma}_t\mathrm{P}^{\mathrm{T}}$ می‌باشد. ابهام موجود در مقیاس عوامل را می‌توان از طریق ثابت کردن سطح لگاریتم واریانس با صفر یعنی $\tilde{\mu}_j = 0$ برای $j = 1, \dots, r$ برطرف کرد. شناسایی علامت و مرتبه را نیز می‌توان از طریق محدودیت‌هایی روی ماتریس بار عاملی Λ انجام داد (حسیجنی و کاستنر، ۲۰۲۱).

همان‌طور که در رابطه (۹) مشاهده می‌شود، می‌توان تلاطم را به دو جزء تجزیه کرد، جزء اول مرتبط با تأثیر عامل (عوامل) پنهان بر متغیر مورد بررسی است و جزء دوم، تلاطم خاص هر متغیر را نشان می‌دهد. در عبارت نخست از رابطه (۹) یعنی $\Lambda\tilde{\Sigma}_t\Lambda^{\mathrm{T}}$، ماتریس بار عاملی با Λ نشان داده می‌شود که نشان‌دهنده میزان اثرپذیری هر یک از متغیرها از عامل (عوامل) پنهان است و ماتریس $\tilde{\Sigma}_t$ نیز ماتریس تلاطم عامل ((وامل) پنهان را نشان می‌دهد.

۴- پایه‌های آماری، برآورد مدل و تحلیل نتایج

۴-۱- آماره‌های توصیفی

به‌منظور الگوسازی تلاطم بازدهی شاخص قیمت ۱۵ گروه صنعت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، داده‌های روزانه در فاصله زمانی ۳۰ ام اکتبر ۲۰۱۶ (مصادف با ۹ آبان ۱۳۹۵) تا ۱۷ مارس ۲۰۲۱ (مصادف با ۷ فروردین ۱۴۰۰) از سایت ره‌آورد نوین استخراج شده مبنای انتخاب دوره زمانی مذکور، دسترسی به آخرین ۱۰۰۰ داده روزانه کاری طی بیش از ۵ سال گذشته است که کفایت تعداد مشاهدات لازم برای انجام برآوردهای دقیق را فراهم می‌کند. آمار توصیفی سری‌های زمانی بازده شاخص ۱۵ گروه صنعت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار در جدول (۱) منعکس شده که نشان‌دهنده رشد مثبت تمامی ۱۵ گروه فعالیت است که صنایع فلزات اساسی و خودرو و ساخت قطعات به ترتیب بیشترین و کمترین رشد را در این دوره تجربه کرده‌اند. در مقابل، بیشترین و کمترین نوسانات بازده شاخص‌های ۱۵ گروه صنعت به ترتیب به فرآورده‌های نفتی و سیمان اختصاص دارد. آماره‌های مرتبط با چولگی بازده شاخص‌های مختلف نیز حکایت از نامتقارن بودن توزیع بازده دارد که توزیع بازده شاخص‌های محصولات شیمیایی، کانی‌های غیرفلزی، بانک‌ها و مؤسسات اعتباری، چوله به چپ و

مابقی توزیع بازده شاخص‌ها، چولگی به راست دارند. آماره‌های کشیدگی نیز حکایت از آن دارد که توزیع بازده شاخص‌های فرآورده‌های نفتی و بانک و مؤسسات اعتباری بیش از نرمال بوده و برای سایر صنایع، کمتر از نرمال است.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی متغیرها طی دوره ۱۳۹۵/۰۸/۰۹ تا ۱۴۰۰/۰۱/۰۷

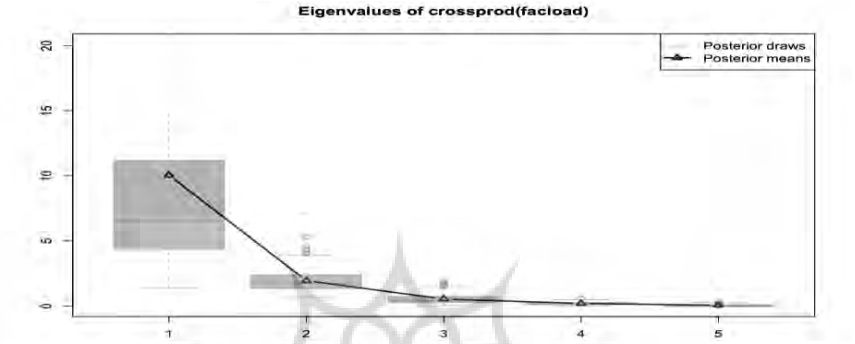
اسامی صنعت‌ها	اسامی اختصاری	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
محصولات شیمیایی	Shimi	۰/۲۸۵۴۸	۱/۷۸۸۶۵	-۰/۰۷۹۱۴	۲/۰۷۱۹۰
ساخت محصولات فلزی	Metal	۰/۳۳۳۴۵	۲/۱۳۰۱۹	۰/۴۰۷۶۴	۱/۵۸۹۰۸
فلزات اساسی	Basemet	۰/۳۴۷۷۶	۲/۰۱۸۷۷	۰/۱۴۷۹۹	۰/۷۹۷۰۶
فرآورده‌های نفتی	Oilpro	۰/۲۹۵۷۲	۱۴/۷۳۶۱۷	۰/۰۳۷۱۵	۲۳۴/۶۷۴۵۱
کانی‌های غیرفلزی	Nometor	۰/۳۱۲۰۰	۱/۶۴۷۲۷	-۰/۰۲۶۵۴	۱/۶۱۵۰۹
بانک‌ها و مؤسسات اعتباری	Bank	۰/۲۳۵۰۲	۱/۸۹۰۱۵	-۰/۱۲۳۲۹	۳/۸۹۴۷۲
بیمه	Insurance	۰/۲۵۲۹۶	۱/۷۶۰۷۸	۰/۳۲۶۲۵	۰/۵۸۴۹۳
خودرو و ساخت قطعات	Outomob	۰/۲۴۷۴۵	۲/۳۲۸۱۰	۰/۳۶۳۲۴	۱/۰۹۴۸۱
انبوه‌سازی و املاک	House	۰/۲۵۳۸۶	۱/۹۳۰۷۸	۰/۲۱۹۲۸	۰/۶۳۷۸۹
سیمان، آهک و گچ	Cement	۰/۲۷۷۷۷	۱/۶۰۳۴۱	۰/۳۲۶۷۸	۰/۳۷۹۹۷
لاستیک و پلاستیک	Rubber	۰/۲۷۶۷۷	۲/۱۱۰۳۰	۰/۰۴۸۱۴	۰/۴۱۵۳۲
زراعت	Agric	۰/۳۱۹۷۱	۲/۶۴۰۵۵	۰/۲۳۸۴۹	۰/۴۶۱۱۹
محصولات غذایی	Food	۰/۲۷۳۱۱	۱/۶۰۷۹۱	۰/۳۴۹۱۶	۲/۳۰۱۲۴
قند و شکر	Sugar	۰/۳۳۶۲۴	۱/۷۵۸۶۹	۰/۲۹۵۴۲	۰/۵۸۱۲۰
مواد و محصولات دارویی	Medicine	۰/۲۵۱۷۴	۱/۵۸۹۸۸	۰/۳۱۰۸۷	۱/۱۰۴۳۶

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲- برآورد الگو و تحلیل نتایج

هدف اصلی از به‌کارگیری مدل‌های تلاطم تصادفی عاملی، تجزیه تلاطم متغیرها به دو جزء است: جزء اول مربوط به تلاطم خاص همان متغیر و جزء دوم، مرتبط با اثرگذاری عامل یا عوامل پنهانی است که قابل مشاهده نیست. تفکیک تلاطم و برآورد الگوی تلاطم تصادفی عاملی از طریق الگوهای فضا-حالت و با روش‌های بیزین در بسته نرم‌افزاری R امکان‌پذیر است. بدین ترتیب در گام اول لازم است تعداد عوامل پنهان که بازده شاخص‌های ۱۵ گروه صنعت را متأثر می‌کنند، شناسایی شود. پایین مثلثی بودن

ماتریس بارعاملی، رایج‌ترین شیوه شناسایی الگو در مدل‌های تلاطم تصادفی است[1] و در این راستا مقادیر مشخصه ماتریس $\Lambda^T\Lambda$ می‌تواند راهنمای مناسبی برای تشخیص و انتخاب تعداد عوامل پنهان یا نهفته محسوب شود. طبق نمودار (۱)، دو عامل پنهان قابل تشخیص هستند که اختلاف معنی‌داری از صفر دارند.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱. مقادیر مشخصه و شناسایی تعداد عوامل نهفته

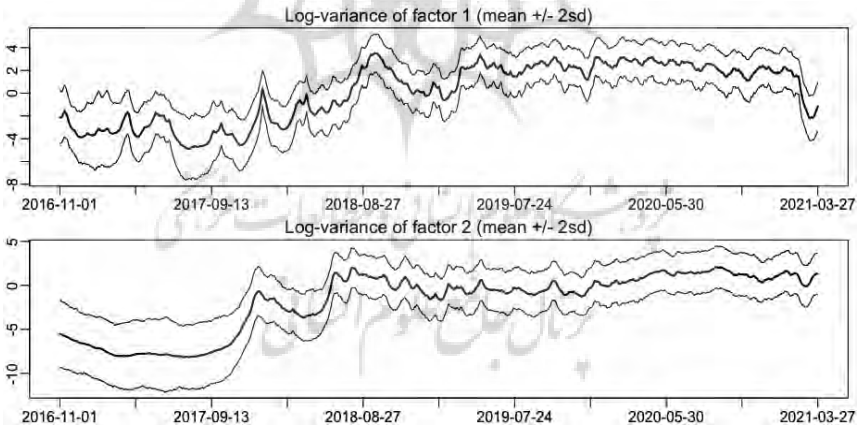
گام دوم، بررسی تلاطم (لگاریتم واریانس) میانگین پسین عوامل پنهان است که در بازه مثبت/ منفی ۲ انحراف معیار ترسیم شده است و به درک بهتر تلاطم بازده ۱۵ شاخص گروه صنعت که تحت تأثیر یک یا هر دو عامل پنهان هستند، کمک خواهد کرد. از آنجایی‌که این عوامل پنهان، در برگیرنده حوادث و رویدادهای گوناگونی هستند لذا تفسیر آن‌ها و انتساب‌شان به مجموعه‌ای از متغیرها به راحتی امکان‌پذیر نیست و تنها با بررسی روند مرتبط با تلاطم هر یک از آن‌ها و انطباق نقاط اوج و فرود آن با وقایع اقتصادی - سیاسی و اجتماعی (داخل کشور یا خارج کشور)، صرفاً می‌توان حدس‌هایی مطرح کرد. بر اساس توضیحاتی که در ادامه ارائه می‌شود، به نظر می‌رسد، عامل پنهان اول، به‌طور عمده انعکاسی از ریسک‌های سیاسی خارج از کشور است، در حالی‌که عامل پنهان دوم به نظر تحت تأثیر برخی ریسک‌های اقتصادی و تصمیمات داخلی است.

طبق نمودار (۲)، عامل پنهان اول تا شهریور ۱۳۹۶ (مقارن با سپتامبر ۲۰۱۷)، رفتار متلاطم‌تری نسبت به عامل پنهان دوم داشته است. در شهریور ۱۳۹۶، تلاطم عامل پنهان دوم رشد قابل ملاحظه‌ای را تجربه کرده و با اندکی تأخیر، تلاطم عامل

۱. برای اطلاعات بیشتر به مطالعه زو و همکاران (۲۰۱۴) مراجعه نمایید.

پنهان اول نیز رو به افزایش بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، سیر صعودی تلاطم که منجر به تغییر سطح تلاطم بوده است، تقریباً یکسال به طول انجامیده است. به نظر می‌رسد شدت گرفتن طرح خروج از برجام و قرار گرفتن آن دستورکار دولت آمریکا از اواخر شهریور و اوایل مهر ۱۳۹۶ که در نهایت به خروج رسمی آمریکا در ۱۸ اردیبهشت ۱۳۹۷ ختم شده و با افزایش بی‌سابقه حدوداً سه برابری در نرخ ارز طی این دوره همراه بوده، از جمله دلایل بالا رفتن تلاطم در عوامل پنهان طی این دوره باشد.

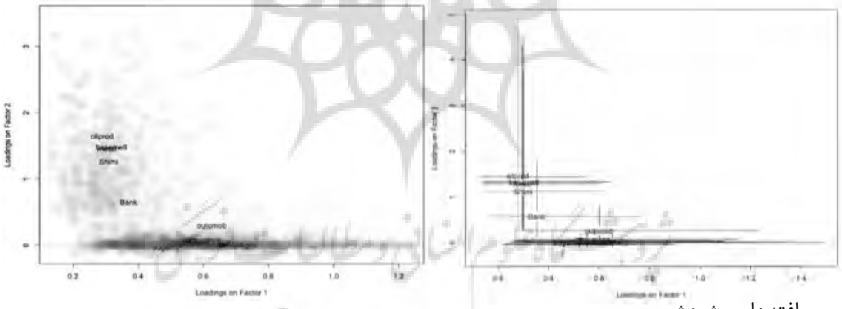
پس از آن تلاطم میانگین پسین عوامل پنهان روند نسبت کاهشی را تجربه کرده که تقریباً ۶ ماه (مرداد تا بهمن ۹۷) به طول انجامیده است و شدت کاهش تلاطمات عامل پنهان اول، بیش از عامل پنهان دوم می‌باشد. از آن پس، روند تلاطمات هر دو عامل به‌طور خفیفی افزایشی بوده است. اوایل مرداد ۱۳۹۸ (مقارن با اواخر ژوئیه ۲۰۱۹)، افزایش موقتی در تلاطم عامل پنهان دوم رؤیت می‌شود که همزمان با تجربه کمترین نرخ ارز بازار آزاد در سال ۱۳۹۸ بوده است. پس از شیوع ویروس کرونا در اواخر سال ۱۳۹۸ (اوایل سال ۲۰۲۰)، عامل پنهان دوم روند خفیف افزایشی را در تلاطم تجربه کرده، در حالی‌که طی همین دوره، تلاطم عامل اول نسبت، بدون روند بوده است. در اوایل سال ۲۰۲۱ نیز با وجود اُفت قابل توجه تلاطم عامل اول، میزان کاهش تلاطم عامل دوم نسبت، کمتر می‌باشد.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۲. تلاطم میانگین پسین عامل‌های اول و دوم در دوره زمانی ۱۳۹۵/۰۸/۰۹ تا ۱۴۰۰/۰۱/۰۷

گام سوم، شناسایی میزان اثرپذیری هر یک از ۱۵ شاخص صنعت از دو عامل پنهان در قالب یک تصویر کلی است که در نمودار (۳) منعکس شده است. بر این اساس، صنایعی نظیر انبوه‌سازی، زراعت، محصولات غذایی، صنایع قند و شکر، سیمان، محصولات دارویی، لاستیک و پلاستیک و خودرو و قطعات، به‌طور عمده تحت تأثیر عامل اول می‌باشند، در حالی‌که صنعت محصولات شیمیایی و پتروشیمی، فلزات اساسی، ساخت محصولات فلزی و فرآورده‌های نفتی متأثر از عامل پنهان دوم هستند و بخش بانکی به‌عنوان بزرگ‌ترین واسطه‌گر مالی، به‌طور متناسب تحت تأثیر هر دو عامل است. این مشاهدات منعکس‌کننده آن است که کامودیتی محور بودن یا نبودن صنعت مورد بررسی، نتایج توزیع بار عاملی را متأثر می‌کند، به‌طوری‌که صنایع کامودیتی محور صادراتی کشور متشکل از صنایع فلزی و شیمیایی و نفتی، عمدتاً تحت تأثیر عامل پنهان دوم هستند، حال‌آنکه صنایع داخلی (زراعت، دارویی، غذایی و امثالهم)، تأثیر بیشتری از عامل پنهان اول می‌پذیرند. بخش بانکی نیز که عهده‌دار بخش بزرگی از تأمین مالی صنایع مختلف است، متأثر از هر دو عامل پنهان می‌باشد که این یافته، چندان دور از انتظار هم نیست، زیرا سبد تسهیلات بانک‌ها متشکل از انواع صنایع مختلف است و انتظار می‌رود که میانگین موزونی از عوامل پنهان اثرگذار بر آن صنایع، صنعت بانکداری را نیز تحت تأثیر قرار دهد.

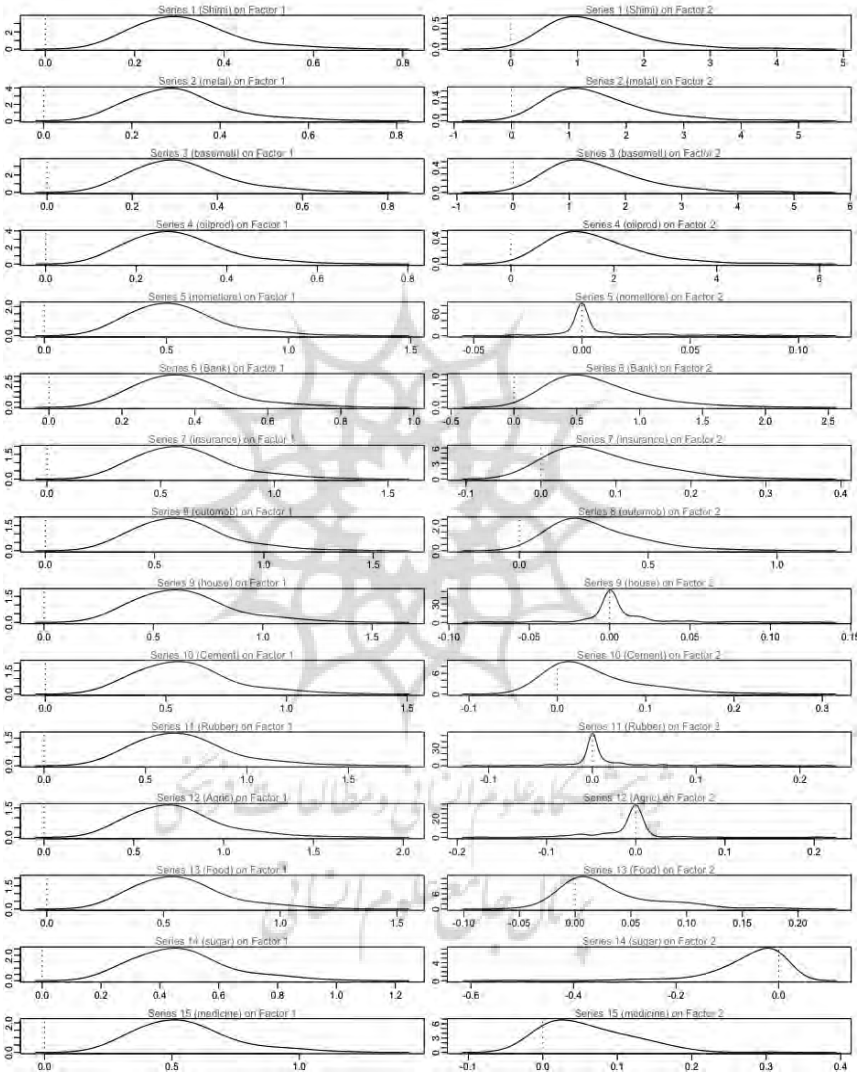


منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۳. توزیع بار عاملی پسین عامل‌های اول و دوم

در نمودار (۴)، توزیع بار عاملی برای هر صنعت به تفکیک دو عامل پنهان ترسیم شده است که ستون سمت چپ و راست به ترتیب توزیع بار عاملی مربوط به عوامل ۱ و ۲ را روی شاخص ۱۵ گروه صنعت نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، بخش

فرآورده‌های نفتی بیشترین تأثیر را از عامل پنهان دوم می‌پذیرد و بخش زراعت نیز در مقایسه با بخش‌های دیگر، بالاترین اثرپذیری را از عامل پنهان اول دارد.

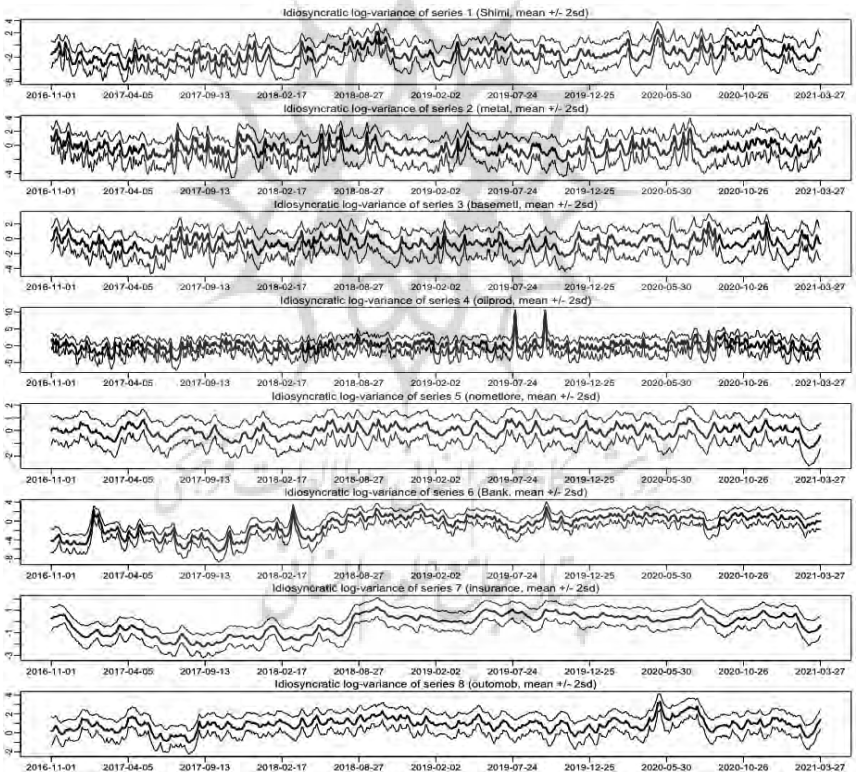


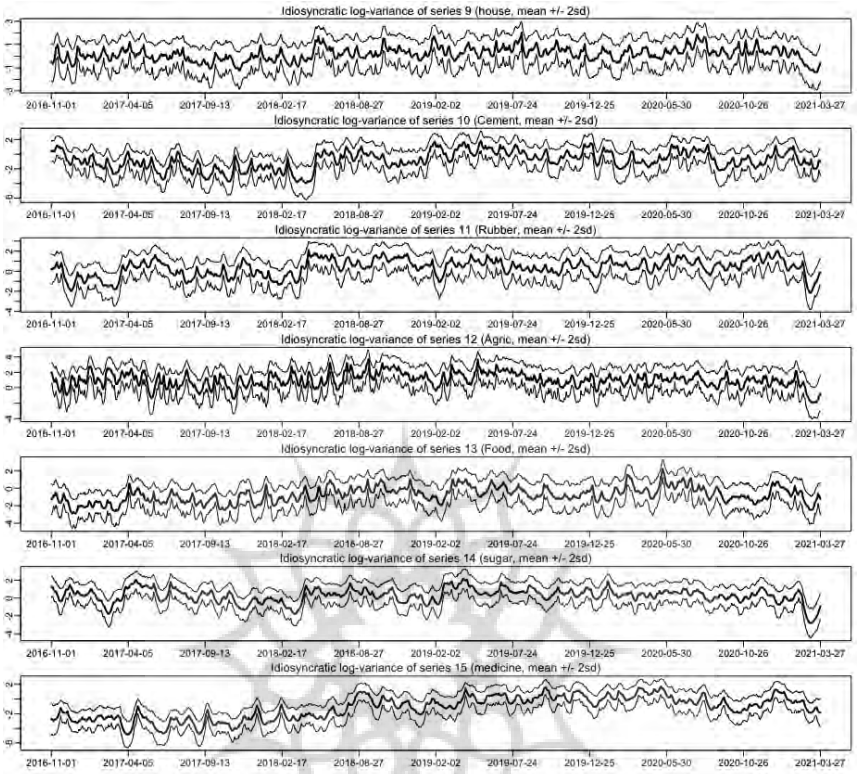
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۴. توزیع بار عاملی پسین عامل اول و دوم به تفکیک هر صنعت

نمودار (۵)، مربوط به تلاطم خاص هر صنعت است که تلاطم میانگین‌های پسین به اضافه/منهای ۲ برابر انحراف معیار را به تصویر کشیده است. در حقیقت این نمودار، توزیع‌های پسین مارژینال عناصر قطری ماتریس $\bar{\Sigma}_t$ در معادله (۸) را نشان می‌دهد.

یافته‌ها اولاً منعکس‌کننده خوشه‌ای بودن تلاطم‌هاست و ثانیاً حاکی از تشدید تلاطم‌های خاص هر صنعت از اواخر سال ۱۳۹۷ (اوایل ۲۰۱۸) می‌باشد. در حقیقت با وجود آنکه قبل از ۲۰۱۸، تلاطم‌های خاص هر صنعت در برخی صنایع (به‌ویژه کانی‌های غیرفلزی، بیمه، اتومبیل و ساخت قطعات خودرو، انبوه‌سازی، لاستیک و پلاستیک، صنایع غذایی، قند و شکر) بسیار محدود بوده، اما پس از آن تلاطم در تمامی صنایع، تشدید شده است. مشاهده جالب دیگر که هم‌راستا با مشاهدات مرتبط با بار عاملی است، در میانه قرار گرفتن رفتار تلاطم خاصِ صنعت بانکی است.





منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۵. تلاطم خاص هر صنعت طی دوره ۱۳۹۵/۰۸/۰۹ تا ۱۴۰۰/۰۱/۰۷

یکی از مهم‌ترین از موارد استفاده از مدل‌های تلاطم تصادفی عاملی، پیش‌بینی ماتریس همبستگی و انحراف معیار سری‌های زمانی است که از طریق توزیع پیش‌بینانه پسینی به‌دست می‌آید که در جداول (۲) و (۳) آمده است.

جدول ۲. ماتریس میانگین پسینی همبستگی شاخص‌های ۱۵ صنعت

	Shimi	Metal	Basemet	Oilpro	Nometor	Bank	Insurance	Outomob	House	Cement	Rubber	Agric	Food	Sugar	Medicine
Shimi	۱	۰/۷۵	۰/۸۴	۰/۸۰	۰/۰۳	۰/۶۱	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۹	-۰/۱۵	۰/۱۸
Metal	۰/۷۵	۱	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۰۳	۰/۵۶	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۸	-۰/۱۵	۰/۱۷
Basemet	۰/۸۴	۰/۷۷	۱	۰/۸۳	۰/۰۳	۰/۶۳	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۹	-۰/۱۶	۰/۱۹
Oilpro	۰/۸۰	۰/۷۴	۰/۸۳	۱	۰/۰۳	۰/۵۹	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۸	-۰/۱۵	۰/۱۸
Nometor	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۱	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۴
Bank	۰/۶۱	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۵۹	۰/۰۵	۱	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۹	-۰/۰۹	۰/۱۶
Insurance	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۱۳	۰/۲۰	۱	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۲۲
Outomob	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۱۵	۱	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۴
House	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۰۷	۱	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۵
Cement	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۰	۰/۱۲	۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۷
Rubber	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۱	۱	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۳
Agric	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۱	۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۶
Food	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۱۳	۱	۰/۱۳	۰/۱۷
Sugar	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۶	-۰/۱۵	۰/۱۳	-۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۳	۱	۰/۱۴
Medicine	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۴	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۳. ماتریس انحراف معیار پسینی همبستگی شاخص‌های ۱۵ صنعت

	Shimi	Metal	Basemet	Oilpro	Nometor	Bank	Insurance	Outomob	House	Cement	Rubber	Agric	Food	Sugar	Medicine
Shimi	۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۶
Metal	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۵
Basemet	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۷
Oilpro	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۷
Nometor	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۴
Bank	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۴
Insurance	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۷
Outomob	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۱
House	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴
Cement	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۶
Rubber	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۳
Agric	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۶
Food	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۱۵	۰/۱۵
Sugar	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۰۰	۰/۱۶
Medicine	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

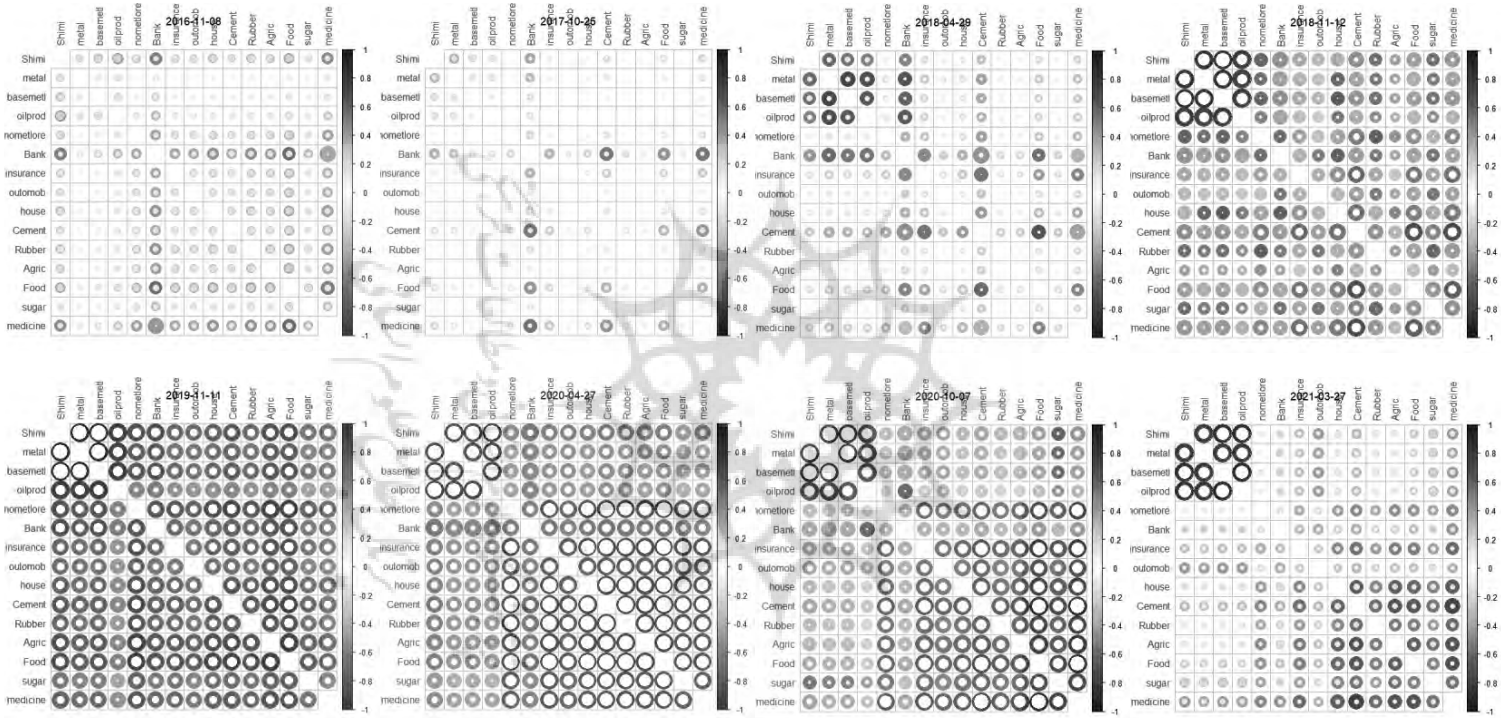
شدت همبستگی شاخص‌های ۱۵گانه صنعت مورد بررسی در این مطالعه را به دو صورت می‌توان ترسیم و بررسی کرد. شیوه نخست، ارائه نمودارهای همبستگی پسینی در مقاطع مختلف زمانی و شیوه دوم، ترسیم نمودارهای همبستگی پسینی هر صنعت با شاخص‌های سایر صنایع طی دوره مورد بررسی است. برای جلوگیری از طولانی نشدن مقاله روی شیوه نخست تمرکز شده است؛ که امکان ارائه برخی مشاهدات کلیدی را میسر می‌کند. بر این اساس، ماتریس همبستگی پسینی در ۸ مقطع زمانی مختلف با استفاده از دوایر در نمودار (۶) ترسیم شده است که همبستگی ۱+ به رنگ قرمز تیره و همبستگی ۱- با رنگ آبی تیره به نمایش درآمده است. یافته‌ها حاکی از آن است که:

- اولاً به استثنای همبستگی منفی بانک با ۴ صنعت در آخرین مقطع زمانی، همبستگی‌ها در مقاطع مختلف زمانی و بین گروه‌های مختلف صنعت، مثبت است.

- ثانیاً درجه همبستگی در مقاطع مختلف تغییر یافته، به‌طوری‌که همبستگی بین شاخص‌های مختلف در ابتدا (۲۰۱۶ و ۲۰۱۷) بسیار ضعیف و محدود به همبستگی بین صنعت، بانکی با صنایع دیگر بوده است، در حالی‌که طی یک روند صعودی، به‌شدت افزایش یافته و در نیمه ۲۰۲۰ (تیرماه ۱۳۹۹) بالاترین همبستگی بین شاخص‌های صنایع مختلف مشاهده شده، اما پس از آن، دوباره رو به افول گذارده است.

- ثالثاً بالاترین درجه همبستگی بین‌خوشه‌ای بین ۴ صنعت کامودیتی‌محور مشتمل بر «محصولات شیمیایی و پتروشیمی»، «فلزات اساسی»، «محصولات فلزی» و «فرآورده‌های نفتی» مشاهده می‌شود که درجه همبستگی خوشه‌ای بین آن‌ها به مرور زمان افزایش یافته است و حتی در آخرین مقطع زمانی مورد بررسی و باوجود کاهش همبستگی بین صنایع، درجه همبستگی‌های خوشه‌ای بین آن‌ها بیشتر شده است.

- رابعاً همبستگی بین‌خوشه‌ای نیز میان صنایع داخلی (به‌ویژه زراعت، محصولات غذایی، محصولات دارویی، سیمان و انبوه‌سازی) مشاهده می‌شود که به مرور زمان افزایش یافته و در ادامه از اواسط ۲۰۲۰ روند کاهشی را تجربه کرده است.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۶. ماتریس همبستگی پسین تلاطم ۱۵ شاخص صنعت در ۸ مقطع زمانی مختلف

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف مقاله حاضر به‌کارگیری روش کارآمد و مبتنی بر اصل صرفه‌جویی برای برآورد ماتریس کوواریانس متغیر در طول زمان با استفاده از مدل‌های تلاطم تصادفی عاملی است. در این مقاله با به‌کارگیری رویکرد بیزی که با اصل صرفه‌جویی عجین است، ساختار کوواریانس شاخص‌های ۱۵ گروه صنعت با استفاده از عوامل پنهان (که به‌نوبه خود از یک فرآیند تلاطم تصادفی پیروی می‌کنند)، مدل‌سازی شده و هم‌چنین اثرپذیری تلاطم هر یک از صنایع از عوامل پنهان با استفاده از برآورد ماتریس بار عاملی شناسایی شده است. یافته‌های مقاله حاکی از آن است که:

- تلاطم سری‌های زمانی شاخص ۱۵ گروه صنعت، رفتار خوشه‌ای را از خود به نمایش می‌گذارد که در مقاطعی از زمان تشدید شده است. بخشی از این تلاطم ریشه در نوسانات خاص آن صنعت داشته و بخشی نیز تحت تأثیر عوامل پنهان است.

- شناسایی ماتریس بار عاملی، حاکی از وجود دو عامل پنهان است. صنایعی نظیر انبوه‌سازی، زراعت، محصولات غذایی، صنایع قند و شکر، سیمان، محصولات دارویی، لاستیک و پلاستیک و خودرو و قطعات، به‌طور عمده تحت تأثیر عامل اول می‌باشند، در حالی‌که صنعت محصولات شیمیایی و پتروشیمی، فلزات اساسی، ساخت محصولات فلزی و فرآورده‌های نفتی متأثر از عامل پنهان دوم هستند و بخش بانکی که نمادی از واسطه‌گری مالی در اقتصاد است، از هر دو عامل به‌طور نسبت یکسان تأثیر می‌پذیرد. به بیان دیگر کامودیتی‌محور بودن یا نبودن صنعت مورد بررسی، نتایج توزیع بار عاملی را متأثر می‌کند و بخش بانکی نیز که عهده‌دار بخش عمده‌ای از تأمین مالی صنایع مختلف است متأثر از هر دو عامل پنهان می‌باشد که با شواهد آماری مرتبط با ارائه تسهیلات، سازگاری و هماهنگی دارد.

- با وجود آنکه قبل از ۲۰۱۸ (مقارن با زمستان ۱۳۹۷)، تلاطم‌های خاص هر صنعت در برخی صنایع (به‌ویژه کانی‌های غیرفلزی، بیمه، اتومبیل و ساخت قطعات خودرو، انبوه‌سازی، لاستیک و پلاستیک، صنایع غذایی، قند و شکر) بسیار محدود بوده، اما پس از آن بر شدت تلاطم در تمامی صنایع، افزوده شده است. رفتار تلاطم خاص صنعت بانکی نیز تقریباً متوسطی از تلاطم‌های صنایع دیگر است که هم‌راستا با مشاهدات مرتبط با بار عاملی است.

- درجه همبستگی تلاطم بین گروه‌های مختلف صنعت در مقاطع مختلف تغییر یافته، به‌طوری‌که در ابتدا (۲۰۱۶ و ۲۰۱۷) بسیار ضعیف و محدود به همبستگی تلاطم بین صنعت بانکی با صنایع دیگر بوده است، در حالی‌که طی یک روند صعودی، به‌شدت افزایش یافته و در نیمه ۲۰۲۰ (تیرماه ۱۳۹۹) به بالاترین حد خود رسیده، اما پس از آن، سقوط کرده است.

- بالاترین درجه همبستگی خوشه‌ای متعلق به ۴ صنعت کامودیتی محور مشتمل بر «محصولات شیمیایی و پتروشیمی»، «فلزات اساسی»، «محصولات فلزی» و «فرآورده‌های نفتی» است. همبستگی تلاطم میان صنایع مذکور به مرور زمان تشدید شده و حتی در آخرین مقطع زمانی (آخرین روز کاری بازار سهام در اسفند ۱۳۹۹) و باوجود کاهش همبستگی تلاطم بین سایر صنایع، درجه همبستگی‌های خوشه‌ای میان آن‌ها افزایش یافته است.

با توجه به اینکه تنوع‌بخشی کارای سبد سهام بدون آگاهی از رفتار و همبستگی‌های بین دارایی‌های مورد نظر امکان‌پذیر نیست، نتایج مطالعه حاضر می‌تواند در ارائه بینشی روشن در مورد تحلیل تلاطم بازدهی بازار سهام ایران و اتخاذ استراتژی مناسب سرمایه‌گذاری یاری رساند. افزون بر این، محاسبه ارزش در معرض ریسک، قیمت‌گذاری اختیارات معاملات و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از مدل‌های تلاطم تصادفی عاملی می‌تواند موضوع تحقیقات آتی باشد که در فضای پژوهشی داخلی از نظر دور مانده است.

منابع

۱. ابونوری، اسمعیل، نوفرستی، محمد و تور، منصور (۱۳۹۹). بررسی اثرات نامتقارن تلاطم در بازار سهام ایران و امارات. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۴۳، ۷۵-۵۷.

۲. ابونوری، اسمعیل و مؤتمنی، مانی (۱۳۸۶). تجزیه و تحلیل بازخورد نوسانات در بازار سهام تهران. *پژوهشنامه اقتصادی*، دوره ۷، شماره ۲۷، ۲۶۱-۲۴۷.

۳. ابونوری، اسمعیل و موتمنی، مانی (۱۳۸۶). بررسی هم‌زمان اثر اهرمی و بازخورد نوسانات در بازار سهام تهران. *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۷۶، صص ۱۱۷-۱۰۱.

۴. اربابی، فرزین (۱۳۹۷). پیش‌بینی تلاطم بازدهی سکه طلا در بازار دارایی‌های مالی (رهیافت ANN-GARCH). *فصلنامه اقتصاد مالی*، سال دوازدهم، شماره ۴۳، ۱۹۲-۱۷۹.

۵. بت‌شکن، محمدهاشم و محسنی، حسین (۱۳۹۷). بررسی سرریز نوسانات قیمت نفت بر بازدهی بازار سهام. *دانش سرمایه‌گذاری*، سال هفتم، شماره ۲۵، ۲۸۴-۲۶۷.

۶. توکلیان، حسین، اعتمادی، سیدامیر و تهرانی، رضا (۱۳۹۵). بررسی سرریز تلاطم بازده شاخص قیمت نفت برنت بر بازده شاخص‌های کل و صنایع مرتبط با قیمت نفت در بازارهای مالی ایران و آمریکا با استفاده از مدل MGARCH. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال ششم، شماره ۲۱، ۶۱-۳۳.

۷. تیموری، بشری، امام‌وردی، قدرت‌اله، اسماعیل‌نیا کتابی، علی‌اصغر، نصابیان، شهریار (۱۳۹۹). بررسی سرایت شوک‌های غیرمنتظره در بازارهای مالی ایران با رویکرد DFGM. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۴۳، ۵۶-۳۰.

۸. جهانگیری، خلیل و حکمتی فرید، صمد (۱۳۹۳). مطالعه آثار سرریز تلاطم بازارهای سهام، طلا، نفت و ارز. *پژوهشنامه اقتصادی*، سال پانزدهم، شماره ۵۵، ۱۹۲-۱۵۹.

۹. حسینیون، نیلوفر سادات، بهنامه، مهدی و ابراهیمی سالاری، تقی (۱۳۹۵). بررسی انتقال تلاطم نرخ بازده بین بازارهای سهام، طلا و ارز در ایران. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال بیست و یکم، شماره ۶۶، ۱۵۰-۱۲۳.

۱۰. حسینی نسب، سیدابراهیم، خضری، محسن و رسولی، احمد (۱۳۹۰). تعیین اثرات نوسانات قیمت نفت بر روی بازده سهام بورس اوراق بهادار تهران: آنالیز موجک و راه‌گزینی مارکف. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم، شماره ۲۹، ۶۰-۳۱.

۱۱. حیدری، حسن، سنگین‌آبادی، بهرام، الماسی، سامان و نصیرزاده، فرزانه (۱۳۹۱). تأثیر نوسانات پیش‌بینی شده و پیش‌بینی نشده بازده سهام صنعت خودرو بر بازده آن در بازار بورس اوراق بهادار تهران. *دو فصلنامه اقتصاد پولی-مالی*، سال نوزدهم، شماره ۴، ۱۹۰-۱۶۳.

۱۲. خدایاری، محمدعظیم، یعقوب‌نژاد، احمد و خلیلی عراقی، مریم (۱۳۹۹). مقایسه برآورد تلاطم بازارهای مالی با استفاده از مدل رگرسیون و مدل شبکه عصبی. *فصلنامه اقتصاد مالی*، سال چهاردهم، شماره ۵۲، ۲۴۰-۲۲۳.

۱۳. راستین‌فر، علی و همت‌فر، محمود (۱۳۹۹). مدل‌سازی و پیش‌بینی نوسانات بازار سهام با استفاده از ترکیب شبکه‌های عصبی و الگوهای واریانس شرطی. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۴۳، ۴۷۳-۴۵۱.

۱۴. راسخی، سعید و خانعلی‌پور، امیر (۱۳۸۸). تحلیل تجربی نوسانات و کارایی اطلاعاتی بازار سهام (مطالعه موردی: بورس اوراق بهادار تهران). *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال سیزدهم، شماره ۴۰، ۵۷-۲۹.

۱۵. رضازاده، روح‌اله و فلاح، میرفیض (۱۳۹۹). بررسی سرریز نوسانات شاخص استرس مالی بر تورم، نرخ بهره، نقدینگی و شاخص صنعت با تأکید بر مدل‌های GARCH-BEKK، VAR و علیت گرانجر. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۴۲، ۳۰۱-۲۷۲.

۱۶. رعنایی کردشولی، حبیب‌اله، عباسی، عباس و پشوتنی‌زاده، هومن (۱۳۹۶). شبیه‌سازی الگوی تأثیرات نوسانات دارایی‌های رقیب سهام بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و قیمت مسکن با رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۳۳، ۵۰-۲۵.

۱۷. زاهدی تهرانی، پریوش (۱۳۹۱). تبیین راهبرد سرایت نوسانات بازارهای سرمایه بین‌المللی بر بورس اوراق بهادار تهران. *مطالعات مدیریت راهبردی*، شماره ۱۱، ۶۵-۴۳.

۱۸. سفیدبخت، الهه و رنجبر، محمدحسین (۱۳۹۶). سرریز نوسانات بین قیمت نفت، نرخ ارز، قیمت طلا و بازار سهام تحت فواصل زمانی و شکست ساختاری: استفاده از مدل گارچ (BEKK) و الگوریتم ICSS. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۳۳، ۸۷-۵۱.

۱۹. سیدحسینی، سیدمحمد، ابراهیمی، سیدبابک و باباخانی، مسعود (۱۳۹۳). مدل سرایت تلاطم همبستگی شرطی ثابت با حافظه بلندمدت شواهدی از بازار سهام تهران و دبی. *دانش سرمایه‌گذاری*، سال سوم، شماره ۱۱، ۴۵-۲۵.

۲۰. سید حسینی، سید محمد و ابراهیمی، سید بابک (۱۳۹۲). بررسی سرایت تلاطم بین بازارهای سهام؛ مطالعه موردی بازار سهام ایران، ترکیه و امارات. *فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، سال ششم، شماره ۱۹، ۹۷-۸۱.

۲۱. شیرازیان، زهرا، نیکومرام، هاشم، رهنمای رودپشتی، فریدون و ترابی، تقی (۱۳۹۷). خوشه‌بندی نوسانات در بازارهای مالی با مدل شبیه‌سازی عامل بنیان. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۳۶، ۲۲۴-۲۰۱.

۲۲. علمی، زهرا، ابونوری، اسمعیل، راسخی، سعید، شهرازی، محمدمهدی (۱۳۹۳). اثر شکست‌های ساختاری در نوسانات بر انتقال تکانه و سرریز نوسان میان بازارهای طلا و سهام ایران. *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، سال هشتم، شماره ۲، ۷۳-۵۷.

۲۳. کاشانی‌تبار، شهرزاد، رهنمای رودپشتی، فریدون، فلاح، میرفیض، چیرانی، ابراهیم و زمردیان، علیرضا (۱۳۹۹). بررسی تأثیر سرریز نوسانات در بازارهای مالی و ویژگی‌های بازاری در پیش‌بینی ترکیدن حباب قیمت در بورس با رویکرد تلاطم شرطی. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۴۴، ۳۵۰-۳۲۸.

۲۴. کریمی، مجتبی، صراف، فاطمه، امام‌وردی، قدرت‌اله و باغانی، علی (۱۳۹۸). همبستگی شرطی پویای نوسانات قیمت نفت و بازار سهام کشورهای حوزه خلیج‌فارس با تأکید بر سرایت بحران مالی. *فصلنامه اقتصاد مالی*، سال سیزدهم، شماره ۴۹، ۱۳۰-۱۰۱.

۲۵. کشاورز حداد، غلامرضا و مفتخر دریائی نژاد، کبری (۱۳۹۷). تأثیر سرایت بازده و تلاطم در برآورد ارزش در معرض ریسک سبد دارایی، متشکل از طلا، ارز و سهام. *تحقیقات اقتصادی*، دوره ۵۳، شماره ۱، ۱۵۲-۱۱۷.

۲۶. کشاورز حداد، غلامرضا و محمدی، الهام (۱۳۹۵). آیا در تلاطم‌های شدید بازار سهام تهران، متنوع‌سازی ریسک را کاهش می‌دهد؟. *تحقیقات اقتصادی*، دوره ۵۱، شماره ۲، ۵۱۵-۴۹۳.

۲۷. کشاورز حداد، غلامرضا، ابراهیمی، سیدبابک و جعفر عبدی، اکبر (۱۳۹۰). بررسی سرایت تلاطم میان بازدهی سهام صنعت سیمان و صنایع مرتبط با آن در ایران. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال شانزدهم، شماره ۴۷، ۱۶۲-۱۲۹.

۲۸. کشاورز حداد، غلامرضا و حیدری، هادی (۱۳۹۰). بررسی تأثیر اخبار سیاسی بر تلاطم بازار سهام ایران (مقایسه مدل‌های FAGARCH و MSM). *تحقیقات اقتصادی*، دوره ۴۶، شماره ۱، ۱۳۵-۱۱۱.

۲۹. کشاورز حداد، غلامرضا و اسمعیل‌زاده، موسی (۱۳۸۹). مدل‌سازی سری زمانی برای پیش‌بینی تلاطم در بازدهی سهام شرکت سیمان. *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۹۱، ۲۵۵-۲۱۹.

۳۰. کشاورز حداد، غلامرضا و صمدی، باقر (۱۳۸۸). برآورد و پیش‌بینی تلاطم بازدهی در بازار سهام تهران و مقایسه دقت روش‌ها در تخمین ارزش در معرض خطر: کاربردی از مدل‌های خانواده FIGARCH. *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۶، ۲۳۵-۱۹۳.

۳۱. فتاحی، شهرام، خانزادی، آزاده و نفیسی مقدم، مریم (۱۳۹۵). پیش‌بینی تلاطم بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش شبیه‌سازی MCMC و الگوریتم متروپلیس هستینگ. *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، سال نهم، شماره ۳۲، ۹۴-۷۹.

۳۲. فلاحی، فیروز، حقیقت، جعفر، صنوبر، ناصر و جهانگیری، خلیل (۱۳۹۳). بررسی همبستگی بین تلاطم بازار سهام، ارز و سکه در ایران با استفاده از مدل DCC-GARCH. *پژوهشنامه اقتصادی*، سال چهاردهم، شماره ۵۲، ۱۴۷-۱۲۳.

۳۳. قاضی فینی، سیدرضا و پناهیان، حسین (۱۳۹۸). پیش‌بینی و مدل‌سازی تلاطم بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های GARCH. *تحقیقات حسابداری و حسابرسی*، شماره ۴۳، ۷۰-۵۵.

۳۴. مقدس بیات، مریم، شیرین بخش، شمس اله و محمدی، تیمور (۱۳۹۷). تحلیل نوسانات بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل MSBVAR-DCC. *فصلنامه چشم‌انداز مدیریت مالی*، سال هشتم، شماره ۲۲، ۱۱۲-۹۷.

۳۵. مملی‌پور، سیاب و فعلی، عاطفه (۱۳۹۵). بررسی سرریز تلاطم قیمت نفت بر بازدهی صنایع منتخب در بورس اوراق بهادار تهران: رویکرد تغییر رژیم مارکوف و تجزیه واریانس. *پژوهش‌های اقتصاد پولی، مالی*، سال ۲۴، شماره ۱۴، ۲۳۴-۲۰۶.

۳۶. نادمی، یونس، ابونوری، اسمعیل و علمی، زهرا (۱۳۹۴). ارائه یک الگوی هشدار پیش از وقوع نوسانات شدید در بازار سهام تهران: رویکرد مارکوف سوئیچینگ گارچ. *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، سال هشتم، شماره ۲۸، ۴۰-۲۷.

۳۷. نبوی چاشمی، سیدعلی و مختاری‌نژاد، ماریه (۱۳۹۵). مقایسه مدل‌های حرکت براونی و براونی کسری و گارچ در برآورد نوسانات بازده سهام. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، شماره ۲۹، ۴۴-۲۵.

۳۸. نظیفی نایینی، مینو، فتاحی، شهرام، صمدی، سعید (۱۳۹۱). مدل‌سازی و پیش‌بینی نوسانات بازار سهام با استفاده از مدل انتقالی گارچ مارکف. *فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۹، ۱۴۱-۱۱۷.

39. Aguilar. O., & West, M. (2000). Bayesian Dynamic Factor Models and Portfolio Allocation. *Journal of Business and Economic Statistics*, 18(3), 338–357.

40. Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Hetroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327.

41. Chib, S., Nardari, F., & Shephard, N. (2006). Analysis of High Dimensional Multivariate StochasticVolatility Models. *Journal of Econometrics*, 134(2), 341–371.

42. Delatola, E.I., & Griffin, J.E. (2011). Bayesian Nonparametric Modeling of the Return Distribution with Stochastic Volatility. *Bayesian Analysis*, 6, 901–926.

43. Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. Econometrica, 50(4), 987–1007.

44. Esposti, R. (2021). On the Long-Term Common Movement of Resource and Commodity Price, A Methodological Proposal. *Resource Policy*, Vol. 72, August 2021, 102010.

45. Han, Y. (2006). Asset Allocation with a High Dimensional Latent Factor Stochastic VolatilityModel. *Review of Financial Studies*, 19(1), 237–271.

46. Harvey, A. C., Ruiz E., & Shephard, N. (1994). Multivariate Stochastic Variance Models. *The Review of Economic Studies*, 61 (2), 247–264.

47. Hosszenjni, D., & Kastner, G. (2021). Modeling Univariate and Multivariate Stochastic Volatility in R with stochvol and factorstochvol. Retrieved from https://cran.r-project.org/web/packages/factorstochvol/vignettes/paper.pdf.

48. Ishihara, T., & Omori, Y. (2017). Portfolio Optimization Using Dynamic Factor and Stochastic Volatility: Evidence on Fat-Tailed Error and Leverage, Japanese Economic Review, 68 (1), 63-94.

49. Jacquier, E., Polson, N.G., & Rossi, P.E. (2004). Bayesian Analysis of Stochastic Volatility Models with Fat-Tails and Correlated Errors. *Journal of Econometrics*, 122(1), 185–212.

50. Jensen, M.J., & Maheu, J.M. (2010). Bayesian Semiparametric Stochastic Volatility Modeling. *Journal of Econometrics*, 157(2), 306–316.

51. Jensen, M.J., & Maheu, J.M. (2014). Estimating a Semiparametric Asymmetric Stochastic Volatility Model with a Dirichlet Process Mixture. *Journal of Econometrics*, 178(3), 523–538.

52. Kastner, G. (2016). Dealing with Stochastic Volatility in Time Series Using the R Package Stochvol. *Journal of Statistical Software*, 69 (5), 1-30.

53. Kastner, G., Fruhwirth-Schnatter, S., & Lopes, H. F. (2017). Efficient Bayesian Inference for Multivariate Factor Stochastic Volatility Model. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 26 (4), 905-917.

54. Kastner, G., & Huber, F. (2020). Sparse Bayesian Vector Autoregressions in Huge Dimensions. *Journal of Forecasting*, 39 (7), 1142-1165.

55. Liu, W., & Yu, Y. (2019). Comparison of Price Fluctuation Among Domestic and Oversea Oil Shipping Stocks Based on DC-MSV Model. *Tongi Daxue Xubao*, 47 (10), 1528-1532.

56. Lopes, H.F., & Carvalho, C.M. (2007). Factor Stochastic Volatility with Time Varying Loadings and Markov Switching Regimes. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 137 (10), 3082-3091.

57. Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.

58. Nakajima, J. & West, M. (2013). Dynamic Factor Volatility Modeling: A Bayesian Latent Threshold Approach. *Journal of Financial Econometrics*, 11(1), 116-153.

59. Nakajima, J., & Omori, Y. (2012). Stochastic Volatility Model with Leverage and Asymmetrically Heavy-Tailed Error Using GH Skew Student's *t* Distribution. *Computational Statistics & Data Analysis*, 56(11), 3690–3704.

60. Nakajima, J., & Omori, Y. (2009). Leverage, Heavy-Tails and Correlated Jumps in Stochastic Volatility Models. *Computational Statistics and Data Analysis*, 53(6), 2335–2353.

61. Omori, Y., Chib, S., Shephard, N., & Nakajima, J. (2007). Stochastic Volatility with Leverage: Fast and Efficient Likelihood Inference. *Journal of Econometrics*, 140(2), 425–449.

62. Philipov, A., & Glickman, M. E. (2006). Factor Multivariate Stochastic Volatility via Wishart Processes. *Econometric Review*, 25(2-3), 311-334.

63. Poon, S. H., & Granger, W. J. (2003). Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review. *Journal of Economic Literature*, 41 (2), 478-539.

64. Shi, Y., Tiwari, A.K., Gozgor, G., & Lu, Z. (2020). Correlations among Cryptocurrencies: Evidence from Multivariate Factor Stochastic Volatility Model. *Research in International Business and Finance*, Vol. 53, October 2020, 101231.

65. Shiller, R. J. (1981). Do Stock Prices Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends? *American Economic Review*, 71 (3), 421-436.

66. Silva, R.S., Lopes, H.F., & Migon, H.S. (2006). The Extended Generalized Inverse Gaussian Distribution for Log-Linear and Stochastic Volatility Models. *Brazilian Journal of Probability and Statistics*, 20(1), 67–91.

67. Tsay R. S. (2002). Analysis of Financial Time Series, John Wiley & Sons.

68. Yamauchi, Y., & Omori, Y. (2020). Multivariate Stochastic Volatility Model with Realized Volatilities and Pairwise Realized Correlations. *Journal of Business and Economic Statistics*, 38 (4), 839-855.

69. Zaharieva, M.D., Trade, M., & Wilfling, B. (2020). Bayesian Semiparametric Multivariate Stochastic Volatility with Application. *Econometric Review*, 39 (9), 947-970.

70. Zhang, J., & Zhuang, Y.M. (2021). Cross-Market Infection Research on Stock Herding Behavior Based on DGC-MSV Models and Bayesian Network. *Complexity*, Retrieved from https://www.hindawi.com/journals/complexity/2021/6645151/.

71. Zhang, J., & Zhuang, Y.M. (2017). Volatility Spillover among USA and Major East Asian Stock Indices Based on Multivariate Stochastic Volatility with Regime-Switching Model. International Conference on Control, Automation and Systems, South Korea, 18-21 October 2017.

Zhou, X., Nakajima, J., & West, M. (2014). Bayesian Forecasting and Portfolio Decisions Using Dynamic Dependent Sparse Factor Models. *International Journal of Forecasting*, 30(4), 963–980.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی