

## **The Spillover Effects of Default Risk between Holding Companies and Their Subsidiaries (Case Study: Iran Khodro Investment Development Co.)**

**Mohammad Hassan Ebrahimi Sarv Oliya\***,  
**Hossein Tamalloki\*\***

### **Abstract**

Study of spillover effects of default risk plays a very significant role in financial institutions, their relation & interaction with each other and in portfolio selection, risk management and the credit rating of such institutions as well. This research aims to study the spillover effects of default risk between holding Companies and their subsidiaries active in Iran's capital market. For such a purpose, in the first phase, default probability was calculated for Iran Khodro Investment Development Co. and its three subsidiaries by Black-Scholes-Merton (BSM) option pricing model, then default probability spillover for the period of 2011-2018 was measured on daily basis by multivariate GARCH model (BEKK model). As concluded, there is a spillover effect of default risk from the holding companies to their subsidiaries and vice versa.

**Keywords: Spillover Effects, Default Risk, Holding Companies, Multivariates GARCH Model.**

---

Received: 2020.July.27, Accepted: 2020.September.15.

\*Assistant Prof, Department of Finance and Banking, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.  
(corresponding author). E-mail: mh.ebrahimi@atu.ac.ir

\*\* Ph.D.Candidate in Financial Management, Faculty of Accounting and Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

## بررسی سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها (مورد مطالعه: شرکت گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو)

محمدحسن ابراهیمی سروعلیا\*، حسین تملکی\*\*

### چکیده

بررسی سرایت‌پذیری ریسک نکول در میان نهادهای مالی و ارتباط آنها با یکدیگر، از اهمیت زیادی در انتخاب سبد سهام، مدیریت ریسک و رتبه‌اعتباری نهادها برخوردار است. هدف این پژوهش، بررسی اثر سرایت‌پذیری احتمال نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها در بازار سرمایه کشور می‌باشد. برای این منظور در مرحله اول، احتمال نکول با استفاده از مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله بلک-شولز-مرتون (BSM) برای هلدینگ گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو و سه شرکت فرعی آن محاسبه و سپس سرایت‌پذیری احتمال نکول با استفاده از مدل‌های گارچ چندمتغیره (مدل BEKK) به صورت روزانه برای دوره زمانی ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که سرایت‌پذیری ریسک نکول از شرکت هلدینگ به شرکت‌های فرعی آن و همچنین از شرکت‌های فرعی به شرکت هلدینگ وجود دارد.

**کلید واژه‌ها:** سرایت‌پذیری، ریسک نکول، شرکت‌های هلدینگ، مدل‌های گارچ چندمتغیره، صنعت خودرو.

---

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۰۶، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۵.

\* استادیار، گروه مالی و بانکداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).

E-mail: mh.ebrahimi@atu.ac.ir

\*\* دانشجوی دکتری مدیریت مالی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

## ۱. مقدمه

بررسی سرایت‌پذیری<sup>۱</sup> بازده و تلاطم در میان بازارها و نهادهای مالی، چند دهه‌ای است که به صورت بسیار کاربردی مورد تاکید پژوهشگران حوزه‌های مختلف قرار گرفته است. سرایت‌پذیری بازده و تلاطم، حاکی از فرآیند انتقال اطلاعات میان بازارها و نهادهای مالی می‌باشد. با توجه به اینکه بازارها و نهادهای مالی با یکدیگر در ارتباط هستند، در نتیجه اطلاعات ایجاد شده در یک بازار یا نهاد، می‌تواند سایر بازارها و نهادهای مرتبط را تحت تاثیر قرار دهد. با عنایت به این امر، مدل‌سازی سرایت‌پذیری در بین بازارها و نهادهای مالی و ارتباط آنها با یکدیگر، به لحاظ موارد استفاده آن در پیش‌بینی‌ها، موضوع با اهمیتی برای پژوهشگران، به شمار می‌رود. امروزه شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد نوسانات قیمت دارایی‌های مالی، به دارایی‌ها و بازارهای دیگر سرایت می‌کند. همچنین دامنه این سرایت‌ها با گسترش سیستم‌های ارتباطی و وابستگی بیش از پیش بازارها و نهادهای مالی به یکدیگر رو به افزایش است. این مساله پژوهشگران را بر روی درک نحوه انتقال سرایت‌پذیری نوسانات از یک بازار به بازار دیگر متمرکز ساخته است [۱۷].

علاوه بر بحث سرایت‌پذیری، یک موضوع مهم دیگر، بحث ریسک نکول و درماندگی مالی شرکت‌هاست. درماندگی مالی پیامدهای نامطلوبی برای شرکت‌ها، اقتصاد کشور و نهادهای پولی و مالی به همراه داشته و می‌تواند هزینه‌های کلانی به سهامداران و سایر ذی‌نفعان شرکت متحمل نماید. رکود جهانی در اوایل دهه ۱۹۹۰ و تخلیه حباب فناوری اطلاعات در اواخر قرن بیستم، همگی نشان داد نظام مالی نیازمند روش‌های کمی و علائم هشدار دهنده سریع جهت ارزیابی دقیق‌تر و صحیح‌تر ریسک نکول است. همچنین با وقوع بحران مالی ۲۰۰۸، علاقه پژوهشگران به تحقیق در زمینه پیش‌بینی نکول شرکتی بیش از گذشته شد. سینگو و بانسال (۲۰۱۷) با بیان اثرات منفی بحران ۲۰۰۸ بر اقتصاد جهانی، نشان دادند پیش‌بینی به‌موقع و صحیح نکول شرکتی، موضوع بسیار مهمی در نظام اقتصادی فعلی است [۲۶].

با توجه به مقدمات فوق، این پژوهش به دنبال بررسی اثر سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها در صنعت خودروی بازار سرمایه کشور، با استفاده از مدل‌های گارچ چند متغیره می‌باشد. به عبارت دیگر هدف این پژوهش، این است که اگر احتمال نکول شرکت فرعی افزایش پیدا کرده و ریسک نکول آنها بالا رفت، آیا این ریسک نکول به شرکت هلدینگ منتقل می‌شود و برعکس آن. بر این اساس می‌توان بیان داشت که این پژوهش به دنبال پاسخ به سوالات زیر است:

سرایت احتمال نکول از شرکت‌های فرعی به شرکت هلدینگ وجود دارد؟

سرایت احتمال نکول از شرکت هلدینگ به شرکت‌های فرعی وجود دارد؟

---

<sup>۱</sup> Spillover

لازم به ذکر است که در زمینه سرایت‌پذیری احتمال نکول و درماندگی مالی بین نهادهای مالی، یکسری پژوهش‌ها صورت گرفته که پیرامون شرکت‌های زنجیره تامین بوده است ولی در خصوص سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آن‌ها تاکنون تحقیقی صورت نگرفته است. برای مثال، تیمان و وسلز (۱۹۹۸) بیان کردند انتظار می‌رود تامین‌کنندگان و مشتریان بنگاه‌های تولیدکننده محصول خاص به طور جدی از درماندگی یکی از اعضای زنجیره تامین اثر بپذیرند. هرتزل و همکاران (۲۰۰۸) شواهدی را ارائه دادند که تأمین‌کنندگان بنگاه به صورت قابل توجهی از زیان‌دهی بنگاه تاثیر می‌پذیرند. همچنین کوله ۱ و دیگران (۲۰۱۲) اثر منفی درماندگی مالی یک بنگاه را بر بازده سهام عرضه‌کنندگان آن‌ها نشان دادند [۵].

انتخاب این موضوع چند ضرورت اصلی و اساسی دارد:

اول اینکه، پیرامون سرایت‌پذیری "ریسک نکول" تاکنون مطالعه چندانی در کشور صورت نگرفته است و اکثر تحقیقات به بحث سرایت‌پذیری "تلاطم و بازده" بین بازارهای مالی و صنایع بورسی همانند سرایت‌پذیری از قیمت نفت، طلا و ... به شاخص بورس پرداخته‌اند.

دوم اینکه تحقیقات صورت گرفته پیرامون سرایت‌پذیری احتمال نکول، بین شرکت‌های زنجیره تامین بوده و هیچ پژوهشی در خصوص سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها صورت نگرفته است که با توجه به اهمیت شرکت‌های هلدینگ و نقش مهم آنها در اقتصاد و بازار سرمایه کشور، ضرورت مطالعه در این حوزه، بسیار احساس می‌شود. سوم اینکه صنعت خودروی کشور بعد از صنعت نفت و گاز یکی از مهمترین شاخه‌های اقتصاد ملی محسوب می‌شود که وجود رابطه پسین و پیشین این صنعت با سایر صنایع همانند صنعت فولاد، آلومینیوم، مس، شیشه، لاستیک، نساجی، الکترونیک، رنگ و مواد شیمیایی و ... بر اهمیت شناخت روابط این صنعت می‌افزاید.

چهارم اینکه اطلاعات و نتایج حاصل از سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها می‌تواند برای موضوعاتی همچون بهینه‌سازی سبد سهام، ارزش در معرض ریسک و مدیریت ریسک هلدینگ‌ها کاربرد داشته باشد.

پنجم اینکه مکانیسم‌های سرایت‌پذیری در مدیریت سبد دارایی صندوق‌ها و سبدگردان‌ها و ... مهم است، زیرا داشتن اطلاعات از تاثیر سرایت، در انتخاب سبد سهام و کاهش ریسک آن بسیار مفید است و همچنین نتایج آن برای اتخاذ استراتژی‌های معاملاتی سودآور نیز می‌تواند مفید فایده قرار گیرد.

علاوه بر موارد بالا، با توجه به اینکه شرکت‌های رتبه‌بندی در کشور نوپا هستند، این میحث کمک شایانی به شرکت‌های رتبه‌بندی به منظور بالا بردن دقت رتبه‌بندی شرکت‌های بورسی می‌نماید.

در این پژوهش، در ابتدا مفهوم سرایت‌پذیری توضیح و مروری جامع بر پیشینه تجربی پژوهش صورت گرفته است. سپس داده‌های تحقیق و روش پژوهش توضیح داده شده و نتایج مدل مورد بررسی، ارائه و در سرانجام نتیجه‌گیری و پیشنهادات بیان شده است.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

### ۲.۱. مبانی نظری پژوهش

بحران مالی جهانی اخیر، اهمیت اطمینان یافتن از وجود رویه‌های کافی برای نظارت و کاهش ریسک سیستمی را مورد تاکید قرار داد. افزایش در هم تنیدگی و ارتباطات چندجانبه بین نهادها و مشارکت‌کنندگان بازارهای مالی، استفاده بیش از حد از اهرم مالی و نیز افزایش معاملات اوراق مشتقه، احتمال ایجاد بحران در نظام‌های مالی را روز به روز بیشتر نموده و بنابراین ریسک سیستمی و امکان ایجاد بحران‌های زنجیروار در بخش‌های مختلف بازار روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. هر یک از این ویژگی‌ها، علاقه به مطالعه سرایت‌پذیری ریسک نکول در بازارهای در حال توسعه و نهادهای مالی را افزایش داده‌اند. علاوه بر این، با توجه به تعدد شرکت‌هایی که در کشورهای مختلف دچار درماندگی مالی و به تبع آن ورشکستگی شده‌اند و اثراتی که بر سایر شرکت‌ها داشته‌اند، وجود تحقیقاتی در راستای شناسایی چنین وضعیت‌هایی و همچنین اثرات آن بر سایر شرکت‌های بازار ضرورت دارد. این تحقیق به دنبال بررسی وجود سرایت‌پذیری احتمال نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها در صنعت خودروی بازار سرمایه می‌باشد. مطالعاتی که در زمینه سرایت‌پذیری درماندگی مالی شرکت‌ها صورت گرفته، را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: دسته اول، مطالعاتی بوده که به بررسی سرایت‌پذیری درماندگی مالی بین شرکت‌های رقیب پرداخته است. این دسته از پژوهش‌ها، عمدتاً بر تاثیر ورشکستگی یک بنگاه بر سایر رقبا متمرکز شده‌اند. یورونیون و ژانگ (۲۰۰۷)، افزایش قابل توجه در رتبه پیش‌فرض اعتباری رقبا پس از اعلامیه‌های ورشکستگی یک شرکت در صنعت را یافتند. همچنین بملیچ و برگمن (۲۰۱۱) بیان کردند نرخ اوراق بدهی‌ها زمانی که رقبای صنعت در ورشکستگی هستند افزایش پیدا می‌کند. دسته دوم، مطالعاتی است که به بررسی سرایت درماندگی مالی در بین شرکت‌های زنجیره تولید یک کالا پرداخته است. در این زمینه کوله و دیگران (۲۰۱۲) اثر منفی درماندگی مالی یک بنگاه بر بازده سهام عرضه‌کنندگان آنها را نشان دادند [۵].

منتتهای امر در زمینه سرایت‌پذیری درماندگی مالی و احتمال نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها تاکنون مطالعه‌ای صورت نگرفته است و این پژوهش به دنبال بررسی

وجود رابطه سرایت‌پذیری بین شرکت هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها با استفاده از مدل‌های گارچ چند متغیره می‌باشد.

با توجه به اینکه هدف این پژوهش بررسی سرایت‌پذیری ریسک نکول در بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها در صنعت خودروی بازار سرمایه می‌باشد، لذا در این تحقیق مفهوم سرایت‌پذیری تلاطم، یکی از مفاهیم اساسی می‌باشد برای همین در ادامه توضیح داده شده است.

تلاطم (نوسان)<sup>۱</sup> به عنوان یک معیار نشان‌دهنده ریسک است اما تعریف ریسک نیست. ریسک احتمال وقوع رخدادی می‌باشد که بر روی عملکرد مورد انتظار تاثیر مطلوب یا نامطلوب داشته باشد و در نتیجه بازدهی غیر از بازدهی مورد انتظار بنگاه رخ دهد؛ در حالی که تلاطم (نوسان) تغییرپذیری پی‌درپی بازدهی یک دارایی مورد نظر می‌باشد، بنابراین تلاطم را می‌توان به عنوان نشانه وجود ریسک در یک دارایی در نظر گرفت و نوسان معیار کاملی برای اندازه‌گیری ریسک نیست. به صورت کلی نوسان، واریانس شرطی بازده است، یعنی:

$$E_{t-1}[(r_t - \mu_t)^2]$$

که در آن  $r_t$  بازده مرکب پیوسته در زمان  $t$  و  $\mu_t$  میانگین شرطی بازده با استفاده از کلیه اطلاعات در دسترس در زمان  $t - 1$  است [۲۴]. ویژگی بارز نوسان قیمت سهام این است که به صورت مستقیم قابل مشاهده نیست.

نتایج بسیاری از مطالعات در مورد تلاطم بازار سهام نشان می‌دهد که تلاطم یک سهام تا حد زیادی بستگی به تلاطم سهام‌های دیگر و همچنین تلاطم قبلی آن سهام دارد، یعنی تلاطم زیاد قیمت یک سهام، تلاطم زیاد سهام‌های دیگر را به همراه دارد و برعکس. همچنین تلاطم زیاد قیمت یک سهام در یک دوره زمانی، تلاطم زیاد قیمت همان سهام در دوره‌های آتی را به همراه دارد [۱۷].

سرایت<sup>۲</sup> نیز عبارت است از انتقال نوسانات قیمت یک دارایی مالی (مجموعه‌ای از دارایی‌ها) به دارایی‌های مالی دیگر که این انتقال می‌تواند بین دارایی‌های مختلف در یک بازار یا بین بازارها و نهادی مالی مختلف صورت پذیرد. همچنین تحقیقات در این زمینه، بیان کرده‌اند، سرایت مالی شوکی است که در یک بخش خاص متأثر از سایر بخش‌ها شکل می‌گیرد [۸].

## ۲.۲. پیشینه پژوهش

یکسری مطالعات و پژوهش‌ها در زمینه سرایت‌پذیری در داخل و خارج از کشور صورت گرفته شده است، که در ادامه به برخی از آنها اشاره شده است. لازم به ذکر است که اکثر پژوهش‌های

<sup>۱</sup> Volatility

<sup>۲</sup> Spillover

صورت گرفته در زمینه سرایت‌پذیری بازده و تلاطم بوده و در زمینه سرایت‌پذیری احتمال نکول نیز فقط برای شرکت‌های زنجیره تأمین و رقبای یک صنعت مطالعاتی صورت گرفته شده است. در خصوص سرایت‌پذیری درماندگی مالی بین شرکت‌های تأمین‌کننده زنجیره تأمین، تیمان و وسلز (۱۹۹۸) بیان کردند انتظار می‌رود تأمین‌کنندگان و مشتریان بنگاه‌های تولیدکننده محصول خاص و یکتا، به طور جدی از درماندگی یکی از اعضای زنجیره تأمین اثر بپذیرند. هرتزل و همکاران (۲۰۰۸) نیز شواهدی را ارائه دادند که تأمین‌کنندگان بنگاه به صورت قابل توجهی از زیان‌دهی بنگاه تاثیر می‌پذیرند. همچنین کوله<sup>۱</sup> و دیگران (۲۰۱۲) اثر منفی درماندگی مالی یک بنگاه را بر بازده سهام عرضه‌کنندگان آن‌ها نشان دادند. [۵].

وارن جی دین<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰) عدم تقارن در سرایت بازده و نوسانات بین بازار سهام و اوراق قرضه را در استرالیا با استفاده از بازده روزانه در طول دوره زمانی ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶ و روش مدل‌سازی دو متغیره GARCH اثبات کردند، و نشان دادند سرایت بازده‌های منفی بازار اوراق قرضه به بازده‌های پایین بازار سهام در حالی که منشاء اخبار در بازار سهام است منجر به کاهش بازده اوراق قرضه شده و سرایت نوسانات از بازار اوراق قرضه به بازار سهام وجود دارد اما برعکس آن وجود ندارد [۲۷].

محمد الهدی اروری<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) سرایت نوسانات بین بازده بخش سهام و قیمت نفت را به منظور مدیریت پورتفوی بررسی کردند. آنها از یک روند تعمیم یافته VAR-GARCH برای بررسی میزان انتقال نوسان بین بازارهای سهام و قیمت نفت در اروپا و ایالات متحده در سطح بخشی استفاده کردند. یافته‌های آنها اشاره به وجود سرایت نوسانات مهم بین بازده‌های بخش سهام و نفت دارد. با این وجود سرایت‌پذیری عمدتاً از بازارهای نفت به بازارهای سهام در اروپا به صورت یک طرفه است اما در ایالات متحده دو طرفه است [۱۶].

چانگ<sup>۴</sup> و مک‌آلر<sup>۵</sup> (۲۰۱۳) به بررسی روابط شرطی همگرایی و سرایت‌پذیری نوسان قیمتی بین نفت خام و بازارهای مالی پرداختند. به منظور این کار آنها، اطلاعات مربوط به بازده نفت خام و شاخص سهام را تجزیه و تحلیل کرده و بازده روزانه طی دوره ۲ ژانویه ۱۹۹۸ تا ۲۴ نوامبر ۲۰۰۹ را بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که نتایج تجربی حاصل از مدل‌های VARMA-GHARCH و VARMA-AGHARCH حاکی از رابطه اندک وجود سرایت‌پذیری تلاطم بین قیمت نفت خام و شاخص سهام بوده است [۴].

---

1. Markwat, T. Kole  
 2. Warren G. Dean  
 3. Mohamed El Hedi Arouri  
 4. Chang, Ch. L  
 5. McAleer

پاولووا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی پویای سرایت‌پذیری تاثیر نوسان و قیمت نفت خام بر ریسک اعتباری حاکمیت<sup>۲</sup> ده کشور صادرکننده نفت با استفاده از داده‌های هفتگی نرخ شکاف سوآپ نکول اعتباری از اکتبر ۲۰۰۸ تا سپتامبر ۲۰۱۵ و مدل VAR پرداختند. نتایج نشان داد که ۴٪ الی ۳۱٪ سرایت‌پذیری از قیمت نفت خام بر شکاف سوآپ نکول اعتباری وجود دارد و کشورهای ونزوئلا، کلمبیا، روسیه و مکزیک بالاترین دریافت‌کنندگان شوک‌های نفت خام هستند [۱۸].

رانجان میشر<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی رابطه علیت بین بازده طلا و نقره در بازار هند با استفاده از داده‌های ماهانه برای دوره ۱۹۹۱ الی ۲۰۱۸ و از طریق آزمون علیت گرنجر غیرخطی<sup>۴</sup> و آزمون علیت گرنجر متغیر-زمان<sup>۵</sup> پرداختند. نتایج نشانگر وجود سرایت‌پذیری قابل توجه مثبت و منفی از طلا به نقره بود منتهی برعکس آن یعنی از نقره به طلا درست نبود [۲۰]. کاند<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان "علیت زمان-متغیر بین بازده سهام و بازده ارز در کشور انگلستان"، با استفاده از مدل DCC و داده‌های ماهانه بازه زمانی ۱۹۷۱ الی ۲۰۱۷، به این نتیجه رسیدند که سرایت‌پذیری اطلاعات بین بازده سهام و نرخ ارز وجود دارد [۱۱].

لیو<sup>۷</sup> و گونگ<sup>۸</sup> (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان بررسی سرایت‌پذیری زمان-متغیر تلاطم بین بازار نفت خام با استفاده از یک رویکرد جدید، به بررسی سرایت‌پذیری تلاطم بین چهار بازار عمده نفت خام (وست تگزاس، برنت، عمان و مالزی) با استفاده از مدل خود رگرسیون برداری زمان-متغیر<sup>۹</sup> و برای بازه زمانی نوامبر ۲۰۰۲ الی جولای ۲۰۱۸ پرداختند. نتایج نشان داد سرایت‌پذیری تلاطم بین بازارهای نفت خام به آرامی در حال افزایش است [۱۵].

ساروار<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان "بررسی سرایت‌پذیری تلاطم بین بازار نفت و بازار سهام آسیا" با استفاده از مدل BEKK، به بررسی سرایت‌پذیری تلاطم بین نفت و بازده بازارهای سهام (کراچی، شانگهای و بمبئی) برای دوره زمانی ۱۹۹۷ الی ۲۰۱۴ پرداختند. آنها همچنین داده‌ها را به قبل از بحران و بعد از بحران نیز تقسیم کردند تا بتوانند نقش سرایت‌پذیری تلاطم در سناریوهای مختلف اقتصادی را بدست آورند. نتایج نشان داد سرایت‌پذیری تلاطم، در بازار سهام کراچی دو طرفه، و در بازار سهام شانگهای یکطرفه است، در حالی که بازار سهام بمبئی نتایج ترکیبی را تایید کرد. همچنین این پژوهش بیان کرد که پیرامون سرایت‌پذیری قبل و بعد از بحران، تفاوت معناداری بین نتایج دو برهه زمانی مشاهده نگردید [۲۲].

1. Pavlova
2. sovereign credit risk
- 3 . Ranjan Mishra
- 4 . non-linear Granger-causality test
- 5 . time-varying Granger-causality test
- 6 . Kanda
- 7 . Tangyong Liu
- 8 . Xu Gong
- 9 . TVP-VAR-SV Model
- 10 . Suleman Sarwar



شیوا زمانی، داوود سوری و محسن ثنائی‌اعلم (۱۳۸۹) به بررسی وجود سرایت بین سهام شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از یک مدل دینامیک چندمتغیره پرداختند. در این تحقیق سرایت بازده و نیز سرایت تلاطم بین سه شاخص اندازه - مرتب در بورس تهران با استفاده از یک مدل VAR-BEKK بررسی شد. در نهایت آنها به این نتیجه رسیدند که بازده‌های روزانه شاخص شرکت‌های کوچک‌تر، با تاخیر، دنباله‌روی بازده‌های روزانه شاخص شرکت‌های بزرگ‌تر هستند، ولی چنین ویژگی در بازده‌های ماهانه و فصلی شاخص‌ها مشاهده نمی‌شود. در ضمن، هیچگونه سرایتی بین تلاطم شاخص‌ها مشاهده نمی‌شود [۲۹].

غلامرضا کشاورزحداد، سیدبابک ابراهیمی و اکبر جعفرعبدی (۱۳۹۰) به بررسی سرایت تلاطم میان بازدهی سهام صنعت سیمان و صنایع مرتبط با آن در ایران پرداختند و نتیجه‌گیری کردند سرایت از شاخص صنعت سیمان به شاخص کاشی و سرامیک و سرمایه‌گذاری وجود دارد که در بازدهی سهام کاشی و سرامیک این اثر به صورت دو طرفه مشاهده شده و از شاخص صنعت سیمان به شاخص کاشی و سرامیک این اثر بیشتر است، همچنین سرایت تلاطم از سهام سرمایه‌گذاری به کاشی و سرامیک و بالعکس نیز وجود داشت، اما در مورد سهام صنعت سیمان و سرمایه‌گذاری‌ها صرفاً سرایت یک طرفه از سمت سیمان مشاهده شد [۱۲].

هاشم نیکومرام؛ زهرا پورزمانی و عبدالحمید دهقان (۱۳۹۳)، در پژوهشی با عنوان "بررسی سرایت‌پذیری تلاطم در بازار سرمایه ایران" به سرایت‌پذیری بازار سرمایه کشور از بازارهای موازی ارز، طلا و همچنین بازار نفت به عنوان یک بازار مستقل تأثیرگذار، پرداختند. نتایج این پژوهش رابطه اثر سرایت‌پذیری بازار سرمایه از بازارهای موازی ارز، طلا و نفت را تأیید کرد. یافته‌های دیگر این پژوهش حاکی از آن بود که رابطه مثبت و دو سویه‌ای میان دو بازار ارز و طلا در دوره مورد بررسی وجود داشته است [۱۷].

فیروز فلاحی و خلیل جهانگیری (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان "آزمون وجود سرایت مالی میان بازار سهام، ارز و سکه طلا در ایران" به وجود پدیده سرایت مالی پرداختند. آنها با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا (DCC-GARCH)، به این نتیجه رسیدند که شواهد پدیده سرایت فقط میان بازار ارز و سکه وجود دارد [۷].

الهه سفیدبخت و محمدحسین رنجبر (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی "سرریز نوسانات بین قیمت نفت، نرخ ارز، قیمت طلا و بازار سهام تحت فواصل زمانی و شکست ساختاری با استفاده از مدل گارچ BEKK و الگوریتم ICSS" پرداختند. نتایج نشان داد در صورتی که از محاسبه شکست ساختاری در معادلات صرف‌نظر کنیم، تغییرات نرخ ارز بر قیمت نفت تأثیری ندارد اما بر قیمت طلا و شاخص سهام اثر معناداری دارد، در این حالت تغییرات قیمت نفت بر هیچکدام از متغیرهای مورد مطالعه تأثیری ندارد. از طرف دیگر تغییرات قیمت طلا می‌تواند بر شاخص سهام تأثیرگذار

بوده و تغییرات سهام نیز می‌تواند بر روی نرخ ارز تأثیر بگذارد. اما زمانی که از شکست ساختاری در معادلات استفاده شود نتایج متفاوت خواهد بود [۲۳].

### ۳. روش‌شناسی پژوهش

#### ۳.۱. جامعه آماری

پژوهش حاضر از نظر دسته‌بندی بر مبنای هدف، کاربردی است، و همچنین از نظر روش اجرا، این پژوهش یک تحقیق توصیفی و از نوع تحلیل همبستگی محسوب می‌شود. این پژوهش، بر روی شرکت گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو به عنوان شرکت هلدینگ و شرکت‌های فنسازي خاور، شرکت مهر کام پارس و شرکت نیرو محرکه به عنوان شرکت‌های فرعی آن هلدینگ انجام شده است.

#### ۳.۲. مدل تحقیق

در این پژوهش، در مرحله اول، سری زمانی احتمال نکول شرکت‌های انتخابی با استفاده از مدل BSM استخراج می‌گردد. در مرحله دوم، از آنجایی که در مدل‌سازی سری زمانی ابتدا باید اطمینان حاصل کرد که سری‌های زمانی مانا باشد؛ لذا آزمون‌های ریشه واحد انجام شده، و در مرحله سوم، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل‌های گارچ چند متغیره (مدل BEKK) صورت می‌گیرد و در نهایت سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت هلدینگ و شرکت‌های فرعی آن با استفاده از آزمون والد ارائه می‌گردد.

با عنایت به مباحث فوق، در ادامه مدل BSM و مدل BEKK به تفصیل شرح داده شده است.

#### ۳.۲.۱. مدل BSM

در این پژوهش، احتمال نکول شرکت‌ها با استفاده از مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله بلک-شولز - مرتون (BSM) و از طریق روش هیلگایست و همکاران (۲۰۰۴)، اندازه‌گیری می‌شود. در معیار BSM، حقوق صاحبان سهام شرکت به‌عنوان یک اختیار خرید اروپایی<sup>۱</sup> در نظر گرفته می‌شود که دارایی پایه<sup>۲</sup> آن مجموع دارایی‌های شرکت، قیمت توافقی<sup>۳</sup> آن برابر با ارزش اسمی مجموع بدهی‌های شرکت و تاریخ اعمال<sup>۴</sup> آن زمان سررسید بدهی‌های شرکت (T) است. در زمان T، چنانچه ارزش دارایی‌های شرکت بیشتر از ارزش اسمی بدهی‌های آن باشد، صاحبان سهام، اختیار خرید خود را اعمال و مطالبات بستانکاران شرکت را پرداخت می‌کنند. در غیر این صورت، یعنی زمانی که ارزش دارایی‌های شرکت کفاف پرداخت بدهی‌های آن را نمی‌دهد، صاحبان سهام، اختیار خرید خود را اعمال نمی‌کنند و نکول شرکتی رخ می‌دهد.

<sup>۱</sup>. European Call Option

<sup>۲</sup>. Underlying Asset

<sup>۳</sup>. Strike (Exercise) Price

<sup>۴</sup>. Expiration Date

فرمول محاسبه احتمال نکول شرکتی با استفاده از معیار BSM در معادله ۱ نمایش داده شده است.

$$N\left(-\frac{\ln\left[\frac{V_A}{X}\right] + \left(\mu - \delta - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A\sqrt{T}}\right) = BSM - Prob \quad (۱) \text{ رابطه}$$

جایی که:

$V_A$ : ارزش بازار دارایی‌ها؛

$X$ : ارزش اسمی بدهی‌ها (برابر با مجموع بدهی کوتاه‌مدت و ۵۰ درصد بدهی بلندمدت در نظر گرفته می‌شود)؛

$T$ : دوره سررسید (برابر با یک سال در نظر گرفته می‌شود).

$\mu$ : نرخ بازده مورد انتظار دارایی‌ها؛

$\delta$ : نرخ بازده نقدی (برابر با نسبت سودهای تقسیمی به ارزش بازار تقریبی دارایی‌ها است. ارزش بازار تقریبی دارایی‌ها نیز برابر با مجموع ارزش بازار حقوق صاحبان سهام و ارزش اسمی بدهی‌ها در نظر گرفته می‌شود)؛

$\sigma_A$ : نوسان پذیری یا انحراف استاندارد بازده دارایی‌ها؛

$N$ : تابع توزیع نرمال استاندارد

در این تحقیق، از داده‌های روزانه سهام شرکت هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها از ابتدای سال ۱۳۹۰ تا پایان سال ۱۳۹۷ استفاده شده است. لازم به ذکر است که داده‌های تحقیق با استفاده از گزارشات منتشر شده در سایت سازمان بورس و اوراق بهادار، سامانه کدال و نرم‌افزار ره‌آورد نوین جمع‌آوری شده است. لازم به توضیح است که در محاسبه نرخ بازده مورد انتظار دارایی‌ها ( $\mu$ ) با توجه به اینکه طبق تئوری‌های مالی، بازده مورد انتظار نمی‌تواند منفی و یا کمتر از نرخ بازده بدون ریسک باشد، لذا در مواردی که نرخ بازده واقعی دارایی‌ها منفی و یا کمتر از نرخ بازده بدون ریسک است، نرخ بازده مورد انتظار دارایی‌ها برابر با نرخ بازده بدون ریسک در نظر گرفته شده است. همچنین نرخ بهره بدون ریسک بر اساس نرخ اسناد خزانه اسلامی و اوراق صکوک منتشر شده با ضمانت دولت و بانک‌ها استخراج شده است.

### ۳،۲،۲. مدل BEKK

در این پژوهش سرایت‌پذیری ریسک نکول با استفاده از مدل‌های گارچ چندمتغیره انجام شده است. امروزه مدل‌های چندمتغیره به منظور مدل‌سازی دینامیک بازده‌ها توسعه زیادی یافته‌اند. استفاده از مدل‌های سری زمانی چندمتغیره دو حسن مهم دارد. اولاً در شناسایی ارتباط بین سری‌ها بسیار موثر است، ثانیاً دقت پیش‌بینی را افزایش خواهد داد. مثلاً اگر مقادیر گذشته یک سری بر سری دیگر تاثیرگذار باشد، بهتر است از مدل‌های چندمتغیره استفاده شود.

در مدل‌های گارچ چندمتغیره ماتریس واریانس کواریانس جمله‌های اخلاص سری‌ها برآورد می‌شود، در حالیکه در مدل‌های تک متغیره فقط واریانس جملات اخلاص سری‌ها محاسبه می‌شود. از این رو، مدل گارچ چند متغیره برای تحلیل هم حرکتی نوسانات و اثرات اهرمی بین بازارهای مختلف و تشخیص شواهدی مبنی بر وجود انتقال نوسانات در میان بازارهای مختلف به کار گرفته شده است. در مدل‌های گارچ چندمتغیره، تعداد پارامترها با افزایش بعد مدل به شدت افزایش می‌یابد و از سوی دیگر لازم است، ماتریس واریانس، مثبت معین باشد [۱].

ساختار کلی مدل‌های گارچ چند متغیره به شرح زیر است:

فرض کنید بردار  $r_t$  بردار بازده  $N$  دارایی مالی در دوره  $t$ ام و  $I_{t-1}$  مجموعه اطلاعات جمع‌آوری شده تا زمان  $t-1$  باشد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$r_t = \mu_t(I_{t-1}) + \varepsilon_t \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن  $\mu_t$  بردار بازده مورد انتظار دوره  $t$ ام با توجه به مجموعه اطلاعات گذشته بوده که می‌تواند یک مدل VAR بصورت رابطه زیر باشد:

$$\mu_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i r_{t-i} \quad \text{رابطه (۳)}$$

بردار  $\varepsilon_t$  نیز نشان‌دهنده پسماندها در دوره  $t$ ام بوده که به صورت زیر قابل تعریف است:

$$\varepsilon_t = H_t^{-\frac{1}{2}}(I_{t-1})z_t \quad \text{رابطه (۴)}$$

که  $H_t^{-\frac{1}{2}}(I_{t-1})$  یک ماتریس مثبت معین  $N \times N$  و  $z_t$  بردار تصادفی به صورت  $N \times 1$  بوده و دارای گشتاورهای اول و دوم زیر می‌باشد:

$$E(z_t) = 0 \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$Var(z_t) = I_N$$

که در آن  $I_N$  ماتریس یکه با بعد  $N$  بوده و به راحتی می‌توان نشان داد که ماتریس واریانس شرطی  $r_t$  برابر  $H_t$  می‌باشد.

یک معادله عمومی برای  $H_t$  که توسط بالرسلو در سال ۱۹۸۸ پیشنهاد شد، مدل ساده VEC(1,1) است که به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$h_t = c + A\eta_{t-1} + Gh_{t-1} \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن:

$$h_t = vech(H_t) \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$\eta_t = vech(\varepsilon_t \varepsilon_t')$$

عملگر  $vech$  روی یک ماتریس مربع تعریف شده و مقادیر روی قطر اصلی و زیر قطر اصلی را بصورت بردار می‌دهد. همچنین تعداد پارامترهای این مدل برابر با  $N(N+1)(N(N+1)+1)/2$  می‌باشد. مثلاً به ازای  $N=3$  باید ۷۸ پارامتر تخمین زده شود. لذا این مدل در موارد دو متغیره کاربرد دارد. برای حل این مشکل معمولاً محدودیت‌هایی روی پارامترهای مدل اعمال می‌گردد. بالرسلو (۱۹۸۸) مدل قطری VEC را پیشنهاد کرد که در آن ماتریس‌های  $A$  و  $G$  قطری فرض شده و عناصر  $h_{ijt}$  صرفاً وابسته به وقفه‌های خود و مقادیر یک دوره گذشته  $\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}$  می‌باشند. این محدودیت تعداد پارامترها را به  $N(N+5)/2$  کاهش می‌دهد، اما همچنان در مدل‌های با بعد زیاد، تخمین مدل مشکل خواهد بود.

با توجه به این که در یک مدل VEC تضمین مثبت معین بودن  $H_t$  بدون اعمال محدودیت‌های قوی مشکل است، انگل و کرومر (۱۹۹۵) مدل BEKK را پیشنهاد کردند. یک مدل  $BEKK(1,1,K)$  به صورت رابطه زیر تعریف می‌گردد:

$$H_t = C^* C^* + \sum_{k=1}^K A_k^* \varepsilon'_{t-1} \varepsilon_{t-1} A_k^* + \sum_{k=1}^K G_k^* H_{t-1} G_k^* \quad \text{رابطه (۸)}$$

در شکل ساده‌تر یک مدل  $BEKK(1,1)$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H_t = C^* C^* + A^* \varepsilon'_{t-1} \varepsilon_{t-1} A^* + G^* H_{t-1} G^* \quad \text{رابطه (۹)}$$

که در آن  $A^*$  و  $G^*$  و  $C^*$  ماتریس‌های  $N \times N$  و  $C^*$  یک ماتریس بالامثلثی می‌باشد. لازم به ذکر است مدل‌های BEKK شکل خاصی از مدل‌های VEC هستند، لیکن پارامترهای مدل BEKK، برخلاف مدل VEC، مستقیماً تاثیر وقفه‌ها را روی عناصر  $H_t$  نشان نمی‌دهند. علی‌رغم اعمال محدودیت‌های مختلف روی مدل‌های BEKK، معمولاً زیاد بودن پارامترها همچنان یک مشکل اساسی می‌باشد. لذا این مدل‌ها در موارد با بعد بیش از ۳ یا ۴ متغیر (سری) بکار نمی‌روند.

#### ۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

جهت آزمون مانایی سری زمانی تغییرات احتمال نکول شرکت‌ها از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) که از پر کاربردترین تست‌های آزمون مانایی است، برای کلیه متغیرها در سطوح بحرانی ۱٪ و ۵٪ و ۱۰٪ استفاده شده است. در آزمون دیکی فولر تعمیم یافته، فرضیه صفر ( $H_0$ ) عبارت از نامانایی و وجود ریشه واحد متغیر می‌باشد. فرضیه آلترناتیو ( $H_1$ ) بیان می‌کند که اگر عدد

بدست آمده بزرگتر از مقدار بحرانی باشد آنگاه فرضیه صفر رد می‌شود و بیانگر عدم وجود ریشه واحد و مانایی در سری زمانی می‌باشد. نتایج حاصل از مانایی سری‌های زمانی در جدول زیر نشان داده شده است. همانگونه که در جدول زیر نمایان است، تمامی سری‌های زمانی در سطح اطمینان یک درصد، مانا می‌باشد.

جدول ۱. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته شده (ADF)

| نام شرکت                       | سطح اطمینان ۱٪ | سطح اطمینان ۵٪ | سطح اطمینان ۱۰٪ | آماره t  |
|--------------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------|
| گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو | -۳,۴۴۰۱        | -۲,۸۶۵۱        | -۲,۵۶۸۷         | -۲۶,۵۹۷۱ |
| فهرسازی خاور                   | -۳,۴۴۰۱        | -۲,۸۶۵۱        | -۲,۵۶۸۷         | -۲۹,۲۹۱۳ |
| مهرکام پارس                    | -۳,۴۴۰۱        | -۲,۸۶۵۱        | -۲,۵۶۸۷         | -۲۶,۱۶۳۵ |
| نیرو محرکه                     | -۳,۴۴۰۱        | -۲,۸۶۵۱        | -۲,۵۶۸۷         | -۲۹,۲۰۲۹ |

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج برآورد مدل VAR(1)-BEKK(1,1) با توزیع تی‌استیودنت در جدول شماره ۲ آورده شده است. به منظور بررسی سرایت‌پذیری احتمال نکول از شرکت‌های فرعی به شرکت هلدینگ، نماد خگستر به عنوان متغیر وابسته و نمادهای خمهر، خمحرکه و خفنر به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود. فرض صفر مدل BEKK عدم معناداری رابطه است، برای همین با در نظر گرفتن سطح خطای ۵ درصد، در صورتی که احتمال هر متغیر مستقل، کمتر از ۵ درصد باشد، در آن صورت رابطه عدم معناداری رد شده و این به منزله تایید سرایت‌پذیری احتمال نکول است. بر این اساس، همانطور که در جدول شماره ۲ نمایان است، با توجه به احتمال‌های برآوردی در ردیف‌های ۲، ۳ و ۴ و در نظر گرفتن سطح خطای ۵ درصد، نتایج مدل نشان می‌دهد که سرایت‌پذیری ریسک نکول فقط از شرکت مهرکام پارس (شرکت فرعی) به شرکت گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو (شرکت هلدینگ) صورت گرفته است و ریسک نکول از شرکت فهرسازی خاور و یا شرکت نیرو محرکه به شرکت هلدینگ سرایت نکرده است چرا که احتمال برآوردی آن دو شرکت، بیشتر از ۵ درصد است.

همچنین به منظور بررسی سرایت‌پذیری احتمال نکول از شرکت هلدینگ به شرکت‌های فرعی، هر شرکت فرعی به عنوان متغیر وابسته و شرکت هلدینگ به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال برای بررسی سرایت‌پذیری ریسک نکول از شرکت خمهر (شرکت فرعی) به شرکت خگستر (شرکت هلدینگ)، نماد خمهر به عنوان متغیر وابسته و نماد خگستر به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود. در اینجا هم با در نظر گرفتن سطح خطای ۵ درصد، در صورتی که احتمال متغیر مستقل، کمتر از ۵ درصد باشد، در آن صورت رابطه عدم معناداری رد شده و این

به منزله تایید سرایت پذیری احتمال نکول از شرکت فرعی به هلدینگ است. با عنایت به احتمال‌های برآوردی در ردیف‌های ۱۱ و ۱۶، نتایج مدل بیان می‌کند که ریسک نکول از شرکت گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو (شرکت هلدینگ) به شرکت مهر کام پارس و شرکت فنساز ی خاور (شرکت‌های فرعی) سرایت پیدا کرده است ولی از شرکت هلدینگ به شرکت نیرو محرکه سرایت‌پذیری صورت نگرفته است.

همچنین خروجی مدل BEKK به صورت ستونی و دارای ضریب و احتمال، در انتهای مقاله به پیوست ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج برآورد مدل VAR(1)-BEKK(1,1) با توزیع تی‌استیودنت

| احتمال                            | t آماره  | انحراف معیار | ضریب     | متغیر                  | ردیف |
|-----------------------------------|----------|--------------|----------|------------------------|------|
| متغیر وابسته (خگستر) مدل میانگین  |          |              |          |                        |      |
| ۰,۰۰۰۰۰                           | ۱۳,۴۲۷۹۴ | ۰,۰۲۳۴۰      | ۰,۳۱۴۱۷  | متغیر مستقل {۱} خگستر  | ۱    |
| ۰,۰۰۰۶۶                           | ۳,۴۰۴۳۲  | ۰,۰۰۳۱۷      | ۰,۰۱۰۷۸  | متغیر مستقل {۱} خمهر   | ۲    |
| ۰,۶۷۶۴۵                           | ۰,۴۱۷۳۲  | ۰,۰۱۱۸۲      | ۰,۰۰۴۹۳  | متغیر مستقل {۱} خمحرکه | ۳    |
| ۰,۶۹۱۱۳                           | -۰,۳۹۷۳۲ | ۰,۰۰۱۶۸      | -۰,۰۰۰۶۷ | متغیر مستقل {۱} خفنر   | ۴    |
| ۰,۶۰۶۱۷                           | ۰,۵۱۵۵۵  | ۰,۰۱۰۳۴      | ۰,۰۰۵۳۳  | مقدار ثابت             | ۵    |
| متغیر وابسته (خمهر) مدل میانگین   |          |              |          |                        |      |
| ۰,۰۳۹۸۱                           | -۲,۰۵۵۷۶ | ۰,۰۰۰۰۰      | ۰,۰۰۰۰۰  | متغیر مستقل {۱} خگستر  | ۶    |
| ۰,۰۰۰۰۰                           | ۱۰,۳۱۱۵۲ | ۰,۰۲۳۷۱      | ۰,۲۴۴۵۴  | متغیر مستقل {۱} خمهر   | ۷    |
| ۰,۰۱۷۱۷                           | -۲,۳۸۳۱۳ | ۰,۰۰۰۰۰      | ۰,۰۰۰۰۰  | متغیر مستقل {۱} خمحرکه | ۸    |
| ۰,۰۰۲۸۷                           | ۲,۹۸۰۹۰  | ۰,۰۰۰۰۱      | ۰,۰۰۰۰۴  | متغیر مستقل {۱} خفنر   | ۹    |
| ۰,۱۱۰۱۸                           | ۱,۵۹۷۳۹  | ۰,۰۰۰۰۰      | ۰,۰۰۰۰۰  | مقدار ثابت             | ۱۰   |
| متغیر وابسته (خمحرکه) مدل میانگین |          |              |          |                        |      |
| ۰,۰۹۳۰۷                           | ۱,۶۷۹۴۱  | ۰,۰۲۱۰۴      | ۰,۰۳۵۳۳  | متغیر مستقل {۱} خگستر  | ۱۱   |
| ۰,۰۰۰۰۰                           | ۴,۸۱۳۵۱  | ۰,۰۰۷۸۴      | ۰,۰۳۷۷۴  | متغیر مستقل {۱} خمهر   | ۱۲   |
| ۰,۰۰۰۰۰                           | ۱۱,۹۸۰۷۰ | ۰,۰۱۸۸۳      | ۰,۲۲۵۵۹  | متغیر مستقل {۱} خمحرکه | ۱۳   |
| ۰,۱۲۸۷۲                           | -۱,۵۱۹۱۹ | ۰,۰۰۳۵۵      | -۰,۰۰۵۴۰ | متغیر مستقل {۱} خفنر   | ۱۴   |
| ۰,۲۱۳۳۷                           | ۱,۲۴۴۳۴  | ۰,۰۲۱۴۲      | ۰,۰۲۶۶۶  | مقدار ثابت             | ۱۵   |
| متغیر وابسته (خفنر) مدل میانگین   |          |              |          |                        |      |
| ۰,۰۰۰۰۴                           | ۴,۱۲۷۲۷  | ۰,۰۰۴۵۶      | ۰,۰۱۸۸۳  | متغیر مستقل {۱} خگستر  | ۱۶   |
| ۰,۰۰۱۲۵                           | -۳,۲۲۶۹۷ | ۰,۰۰۴۶۴      | -۰,۰۱۴۹۸ | متغیر مستقل {۱} خمهر   | ۱۷   |
| ۰,۷۳۹۶۳                           | ۰,۳۳۲۳۵  | ۰,۰۰۴۸۰      | ۰,۰۰۱۵۹  | متغیر مستقل {۱} خمحرکه | ۱۸   |
| ۰,۰۰۰۰۰                           | ۱۶,۶۴۳۵۵ | ۰,۰۲۶۰۴      | ۰,۴۳۳۴۷  | متغیر مستقل {۱} خفنر   | ۱۹   |

|         |         |         |         |            |    |
|---------|---------|---------|---------|------------|----|
| ۰,۴۴۶۷۰ | ۰,۷۶۰۹۲ | ۰,۰۰۶۵۵ | ۰,۰۰۴۹۸ | مقدار ثابت | ۲۰ |
|---------|---------|---------|---------|------------|----|

ماخذ: یافته‌های پژوهش

**ب. نتایج برآورد مدل (BEKK(1,1)**

$$H_t = C^* C^* + A^* \varepsilon'_{t-1} \varepsilon_{t-1} A^* + G^* H_{t-1} G^*$$

$$A = \begin{bmatrix} 0.8819 & -0.000003 & 0.1479 & 0.0466 \\ (0.0000) & (0.6347) & (0.0237) & (0.0244) \\ 0.1063 & 3.1105 & 0.4776 & -0.0594 \\ (0.0005) & (0.0000) & (0.0000) & (0.0151) \\ -0.0243 & -0.000006 & 0.6329 & -0.0103 \\ (0.5625) & (0.1861) & (0.00001) & (0.4615) \\ -0.0057 & 0.00008 & -0.0116 & 1.8215 \\ (0.1380) & (0.2075) & (0.1526) & (0.0000) \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} 0.9273 & -0.0000008 & -0.0229 & -0.0015 \\ (0.000) & (0.154) & (0.0004) & (0.468) \\ -0.0119 & 0.6155 & -0.0639 & 0.0082 \\ (0.00002) & (0.000) & (0.000) & (0.0017) \\ 0.0045 & -0.0000001 & 0.9523 & -0.0004 \\ (0.466) & (0.743) & (0.000) & (0.836) \\ 0.0014 & 0.0000001 & 0.0019 & 0.8058 \\ (0.007) & (0.744) & (0.062) & (0.000) \end{bmatrix}$$

مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده P\_Value می‌باشند.

نتایج فوق، روابط بین شرکت هلدینگ و شرکت فرعی را به صورت مجزا و یک‌به‌یک بیان می‌کند ولی در مورد تاثیر همزمان شرکت‌های فرعی بر شرکت هلدینگ و بالعکس، نظری ارائه نمی‌کند. به بیان دیگر، در مدل فوق، رابطه سرایت‌پذیری احتمال نکول از شرکت هلدینگ به شرکت فرعی برای دو شرکت برقرار بود ولی در مورد یک شرکت دیگر این رابطه برقرار نگردید. بدین منظور برای بررسی تاثیر همزمان سرایت‌پذیری از شرکت هلدینگ بر شرکت‌های فرعی، باید از آزمون والد استفاده کرد. آزمون والد یک آزمون آماری پارامتری است که برای ارزیابی درستی فرضیه یا فرضیه‌هایی درباره یک پارامتر  $\theta$  یا برداری از پارامترهای  $\theta$  یک توزیع احتمال به کار می‌رود. همچنین این آزمون برای آزمون مقدار واقعی پارامتر بر پایه برآوردی از آن از داده‌های نمونه به کار گرفته می‌شود. علاوه بر موارد فوق، از آزمون والد می‌توان برای آزمون‌های همزمان ترکیب یک یا چند پارامتر استفاده کرد. با عنایت به این امر، به منظور بررسی سرایت‌پذیری همزمان احتمال نکول از شرکت هلدینگ به شرکت‌های فرعی و بالعکس (سوالات اصلی پژوهش) از آزمون والد استفاده شده است که در جدول زیر نشان داده شده است.

فرضیه صفر آزمون والد، عدم معناداری رابطه است. با توجه به جدول شماره ۳ و در نظر گرفتن سطح خطای ۵ درصد، با توجه به اینکه احتمال هر دو آزمون والد، کمتر از ۵ درصد می‌باشد، بنابراین رابطه عدم معناداری رد شده و می‌توان نتیجه گرفت که سرایت‌پذیری ریسک نکول در صنعت خودروی بازار سرمایه کشور از شرکت‌های فرعی به شرکت هلدینگ و همچنین از شرکت هلدینگ به شرکت‌های فرعی آنها برقرار است.

جدول ۳. نتایج آزمون والد به منظور بررسی سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت هلدینگ و شرکت‌های فرعی آن



| شرکت هلدینگ                                  | شرکت فرعی                                 | آزمون والد                               | آزمون والد                               |
|--|---|--|--|
|  |   | (سرایت پذیری از هلدینگ به شرکت های فرعی) | (سرایت پذیری از شرکت های فرعی به هلدینگ) |
| گسترش سرمایه گذاری<br>ایران خودرو<br>(خگستر) | فنسازای خاور (خفنر)<br>مهرکام پارس (خمهر) | ۸,۲۸۳۴                                   | ۵,۳۴۷۴                                   |
|  | نیرو محرکه (خمحرکه)                       | (۰,۰۰۰۰۱۷)                               | (۰,۰۰۰۱۱۱۲)                              |

مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده P\_Value می باشند.

نتایج این پژوهش نشان داد که در صنعت خودروی بازار سرمایه کشور، احتمال نکول از شرکت هلدینگ به شرکت های فرعی آن و بالعکس سرایت پیدا می کند و این حاکی از آن است اگر شرکت هلدینگ یا شرکت های فرعی در حالت بحران و یا درماندگی مالی قرار بگیرند و احتمال نکول آنها بالا باشد، باعث می شود این درماندگی به یکدیگر منتقل شده و آنها را با مشکل و بحران مواجه نماید.

## ۵. بحث و نتیجه گیری

این پژوهش به بررسی اثر سرایت پذیری احتمال نکول بین شرکت های هلدینگ و شرکت های فرعی آنها در صنعت خودروی بازار سرمایه کشور می پردازد. برای این منظور احتمال نکول شرکت ها با استفاده از یک معیار مبتنی بر مدل قیمت گذاری اختیار معامله بلک-شولز-مرتون (BSM) و سرایت پذیری احتمال نکول با استفاده از مدل های گارچ چندمتغیره (مدل BEKK) برای دوره زمانی ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۷ محاسبه شده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که در صنعت خودروی بورس اوراق بهادار، سرایت پذیری ریسک نکول از شرکت هلدینگ به شرکت های فرعی آن و همچنین از شرکت های فرعی به شرکت هلدینگ وجود دارد.

در فرآیند تامین مالی از طریق انتشار اوراق بدهی، با توجه به تبصره ۳ ماده ۵ دستورالعمل انتشار اوراق اجاره اصلاحیه مصوب ۱۳۹۹/۰۲/۱۳ هیئت مدیره سازمان بورس و اوراق بهادار، وجود ضامن بانکی برای پرداخت اصل و فرع وجوه دریافتی توسط بانی الزامی نخواهد بود و به جای آن بانی می تواند با تأیید سازمان و با رعایت دستورالعمل توثیق اوراق بهادار نزد شرکت سپرده گذاری مرکزی اوراق بهادار و تسویه وجوه، نسبت به توثیق اوراق بهادار با شرایطی به نفع نهاد واسط برای تضمین تعهدات خود بجای معرفی ضامن اقدام نماید. در این مرحله در صورتی که بانی انتشار اوراق، شرکت های صنعت خودرویی باشد، با توجه به اینکه سرایت پذیری احتمال نکول از شرکت هلدینگ به شرکت های فرعی و بالعکس وجود دارد، در نتیجه پیشنهاد می شود سهام شرکت های فرعی برای بانی توثیق نگردد، چرا که در صورت نکول اوراق توسط بانی، سهام شرکت فرعی نیز

متاثر از درماندگی شرکت بانی، دچار درماندگی شده و سبب می‌شود سهام وثیقه، از پوشش لازم برای بازپرداخت اصل و فرع اوراق برخوردار نباشد. علاوه بر این امر پیشنهاد می‌شود، سازمان بورس و اوراق بهادار در دستورالعمل فوق‌الذکر تجدید نظر داشته و این اصلاحیه را به دستورالعمل خود اضافه نماید.

در فرآیند تامین مالی از طریق تسهیلات بانکی، برخی از بانک‌های کشور از پذیرش سهام شرکت تسهیلات گیرنده به عنوان سهام وثیقه خودداری می‌نمایند. با عنایت به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌گردد بانک‌های تسهیلات دهنده، علاوه بر سهام شرکت تسهیلات گیرنده، از توثیق سهام شرکت‌های فرعی آنها نیز خودداری نموده و یا نسبت به تغییر وزن آنها در سبد تضامین، تجدید نظر کنند. همچنین پیشنهاد می‌گردد بانک‌ها در صورت امکان، در بخشنامه‌های اعتباری خود این امر را منظور نمایند.

با توجه به نتایج این پژوهش و همچنین اهمیت صنعت خودرو در زمینه اشتغال و رابطه پسین و پیشین با سایر صنایع کشور همچون فولاد و ...، در صورت وقوع احتمال نکول برای شرکت‌های این صنعت، علاوه بر اینکه درماندگی به شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های زیر مجموعه منتقل می‌گردد، برای اشتغال و همچنین سایر صنایع مرتبط، مشکلات جدی از جمله افزایش ریسک اعتباری ایجاد خواهد کرد. با عنایت به این امر پیشنهاد می‌گردد، نهادهای قانون‌گذار همچون مجلس شورای اسلامی، بانک مرکزی و سازمان بورس و اوراق بهادار، ضمن شناسایی عوامل موثر بر درماندگی مالی شرکت‌های این صنعت، با تدوین دستورالعمل و بخشنامه‌های مرتبط، نسبت به بهبود وضعیت مالی آنها راهکارهای عملیاتی ارائه نمایند.

همچنین پیشنهاد می‌گردد شرکت‌های رتبه‌بندی اعتباری کشور، در هنگام ارائه رتبه اعتباری یک شرکت فعال در صنعت خودرو، به روابط سهامداری شرکت هدف توجه داشته و سرایت‌پذیری ریسک نکول را در مدل ارزیابی خود منظور نمایند.

علاوه بر موارد فوق، سرمایه‌گذاران و نهادهای مالی فعال در بازار سرمایه کشور همانند سبذگردان‌ها، مدیریت صندوق‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذاری، به بحث سرایت‌پذیری ریسک نکول بین شرکت‌های هلدینگ و شرکت‌های فرعی آنها توجه داشته و این امر را در بهینه‌سازی سبد سهام مدنظر قرار دهند.

البته از آنجایی که وجود برخی مشکلات، محدودیت‌ها و نارسایی‌ها در فعالیت‌های پژوهشی اجتناب‌ناپذیر است، پژوهش پیش‌رو نیز از این قاعده مستثنی نبوده و با موانع و محدودیت‌هایی مواجه شده است. از مهمترین محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به کاستی‌های محیط بازار همچون وجود حجم مبنای، دامنه نوسان قیمت و بسته بودن نماد معاملاتی بعضی از شرکت‌ها و به تبع کاهش تعداد روزهای معاملاتی انجام گرفته در دوره مورد بررسی، اشاره کرد.

## منابع

1. Bauwens L., Laurent S., & V. K. Rombouts J. (2006). Multivariate GARCH Models: a survey. *Journal of Applied Econometrics*, 29, 79-109.
2. Bonfim, D. (2009). Credit risk drivers: Evaluating the contribution of firm level information and of macroeconomic dynamics. *Journal of Banking and Finance*, 33(2), 281-299.
3. Boqiang, Lin, Presley, K.Wesseh, Jr, & Owusu Appiah, Michael (2014). Oil price fluctuation, volatility spillover and the Ghanaian equity market: Implication for portfolio management and hedging effectiveness. *Energy Economics*, 42, 172-182.
4. Chang, Ch. L., McAleer, M., & Tansuchat, R. (2013). Conditional correlations and volatility spillovers between crude oil and stock index returns. *The North American Journal of Economics and Finance*, 25, 116-138.
5. Delnavaz, Bitā & fallah, mirfeiz (2019). Study of Financial Distress Spillover Effect among Automobile Supply Chain Companies Listed in the Tehran Stock Exchange. *Journal of Business Management*. 11(44) (in persian).
6. Do, Anh, Powella, Robert, Yonga, Jaime, & Singh, Abhay Kumar (2019). Time-varying asymmetric volatility spillover between global markets and China's A, B and H-shares using EGARCH and DCC-EGARCH models. *North American Journal of Economics and Finance*, 15, 1-26.
7. Fallahi, Firouz, & Jahangiri, Khalil (2016). The Study of Financial Contagion among Stock Market, Exchange and Gold Coin in Iran. *Journal of Financial Monetary Economics*, 22, 10(in persian).
8. Hashemi nejad, seyed mohammad; Ebrahimi, Seyed Babak; nejad afrasiabi, Maryam (2017). Risk Assessment and volatility Modeling; Page 144 (in persian).
9. Harris, R. (2005). Return and Volatility Spillovers between Large and Small Stocks in the UK. *Journal of Business Finance & Accounting*, 33, 1556-1571.
10. John Beirne, G. M.-G. (2010). Global and regional spillovers in emerging stock markets: A multivariate GARCH-in-mean analysis. *Emerging Markets Review*, 11, 250-260.
11. Kanda, Patrick, Burke, Michael, & Gupta, Rangan (2019). Time-varying causality between equity and currency returns in the United Kingdom: Evidence from over two centuries of data. *Physica A* 506, 1060-1080.
12. Keshavarz, Gholamreza, Ebrahimi, Seyed Babak, & jafar abdi; akbar (2011). Volatility and Return Transmission among Cement Industry Stock Prices: an Application of Multivariate FIGARCH Modeling in High Frequency Financial time Series. *Iranian Journal of Economic Research*; 16, 47 (in persian).
13. Kishor, Nawal, & Preet Singh, Raman (2014). Stock Return Volatility Effect: Study of BRICS. *Transnational Corporations Review*, 6, 406-418.
14. Leunga, Henry, Schiereckb, Dirk, & Schroeder, Florian (2017). Volatility spillovers and determinants of contagion: Exchange rate and equity markets during crises. *Economic Modelling*. 61, 169-180.
15. Liu, Tangyong, & Gong, Xu (2020). Analyzing time-varying volatility spillovers between the crude oil markets using a new method. *Energy Economics* 87.
16. Mohamed El Hedi Aroui, J. J. (2011). Volatility spillovers between oil prices and stock sector returns: Implications for portfolio management. *Journal of International Money and Finance*, 30, 187-145.
17. Nikoomaram, Hashem, Pourzamani, Zahra, & Dehghan, Abdolmajid (2015). Spillover Effect the on Contest Import & Export oriented industries. *Financial knowledge of securities analysis*, 8(25) (in persian).

18. Pavlova, Ivelina, E. de Boyrie, Maria, M. Parhizgarim, Ali (2018). A dynamic spillover analysis of crude oil effects on the sovereign credit risk of exporting countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance* 68, 10-22.
19. Ramaprasad Bha, B. N. (2008). Return, volatility spillovers and dynamic correlation in the BRIC equity markets: An analysis using a bivariate EGARCH framework. *Global Finance Journal*, 19, 203-218.
20. Ranjan Mishra, Bibhuti, Pradhan, Ashis Kumar, Tiwari, Aviral Kumar, & Shahbaz, Muhammad (2019). The dynamic causality between gold and silver prices in India: Evidence using time-varying and non-linear approaches. *Resources Policy*, 62, 66-76.
21. Rui Huo, Abdullahi D. Ahmed (2017). Return and volatility spillovers effects: Evaluating the impact of Shanghai-Hong Kong Stock Connect. *Economic Modeling*, 61, 260-272.
22. Sarwar, Suleman, Tiwari, Aviral Kumar, & Tingqiu, Cao (2020). Analyzing volatility spillovers between oil market and Asian stock markets. *Resources Policy*, 66.
23. Sefidbakht, Elaheh, & Ranjbar, Mohammad Hossein (2017). Volatility Spillover between Oil Price, Exchange Rates, Gold Price and Stock Market Indexes with Structural Breaks. *Financial engineering and portfolio management*, 8(33) (in persian).
24. Seyed hosseini, Seyed Mohammad, & Ebrahimi, Seyed Babak (2013). Comparing of Volatility Transmission Model with Consideration of Long Memory Effect; Case Study: Three Selected Industry Index. *Financial Research Journal*, 15(1) (in persian).
25. Shrimal, Kapil (2016). Volatility Spillover Effect from Foreign Stock Exchanges to National Stock Exchanges. *Scholars Journal of Economics, Business and Management*, (3)6. 328-339.
26. Singu, H. B. & Bansal, R. (2017). Financial distress prediction of Indian companies: Future perspectives. *International Journal of Economic Research*, 14(4): 173-181.
27. Warren G. Dean, R. W. (2010). Asymmetry in return and volatility spillover between equity and bond markets in Australia. *Pacific-Basin Finance Journal*, 18, 272-289.
28. Wang, Y. S., & Chueh, Y. L. (2013). Dynamic transmission effects between the interest rate, the US dollar, and gold and crude oil prices. *Economic Modelling*, 30, 792-798.
29. Zamani, Shiva, Souri, Davood, & Sanaei Alam, Mohsen (2011). A Dynamic Investigation to Indexes Spillovers in Tehran Stock Exchange Using a Multivariate Dynamic Model. *Journal of Economic Research*, 45(4) (in persian).

**پیوست**

لازم به ذکر است، متغیرهای C همان مقادیر ثابت، متغیرهای A همان آرچ و متغیرهای B نیز گارچ می‌باشد.

جدول ۴. نتایج مدل VAR(1)-BEKK(1,1) با توزیع تی استیودنت

|      | Variable           | Coeff    | Std Error | T-Stat   | Signif  |
|------|--------------------|----------|-----------|----------|---------|
| Mean | Model (KHGOSTAR)   |          |           |          |         |
| 1    | KHGOSTAR{1}        | ۰,۳۱۴۱۷  | ۰,۰۲۳۴۰   | ۱۳,۴۲۷۹۴ | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 2    | KHMEHR{1}          | ۰,۰۱۰۷۸  | ۰,۰۰۳۱۷   | ۳,۴۰۴۳۲  | ۰,۰۰۰۶۶ |
| 3    | KHMOHAREKE{1}      | ۰,۰۰۴۹۳  | ۰,۰۱۱۸۲   | ۰,۴۱۷۳۲  | ۰,۶۷۶۴۵ |
| 4    | KHFANAR{1}         | -۰,۰۰۰۶۷ | ۰,۰۰۱۶۸   | -۰,۳۹۷۳۲ | ۰,۶۹۱۱۳ |
| 5    | Constant           | ۰,۰۰۵۳۳  | ۰,۰۱۰۳۴   | ۰,۵۱۵۵۵  | ۰,۶۰۶۱۷ |
| Mean | Model (KHMEHR)     |          |           |          |         |
| 6    | KHGOSTAR{1}        | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰   | -۲,۰۵۵۷۶ | ۰,۰۳۹۸۱ |
| 7    | KHMEHR{1}          | ۰,۲۴۴۵۴  | ۰,۰۲۳۷۱   | ۱۰,۳۱۱۵۲ | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 8    | KHMOHAREKE{1}      | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰   | -۲,۳۸۳۱۳ | ۰,۰۱۷۱۷ |
| 9    | KHFANAR{1}         | ۰,۰۰۰۰۴  | ۰,۰۰۰۰۱   | ۲,۹۸۰۹۰  | ۰,۰۰۲۸۷ |
| 10   | Constant           | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰   | ۱,۵۹۷۳۹  | ۰,۱۱۰۱۸ |
| Mean | Model (KHMOHAREKE) |          |           |          |         |
| 11   | KHGOSTAR{1}        | ۰,۰۳۵۳۳  | ۰,۰۲۱۰۴   | ۱,۶۷۹۴۱  | ۰,۰۹۳۰۷ |
| 12   | KHMEHR{1}          | ۰,۰۳۷۷۴  | ۰,۰۰۷۸۴   | ۴,۸۱۳۵۱  | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 13   | KHMOHAREKE{1}      | ۰,۲۲۵۵۹  | ۰,۰۱۸۸۳   | ۱۱,۹۸۰۷۰ | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 14   | KHFANAR{1}         | -۰,۰۰۵۴۰ | ۰,۰۰۳۵۵   | -۱,۵۱۹۱۹ | ۰,۱۲۸۷۲ |
| 15   | Constant           | ۰,۰۲۶۶۶  | ۰,۰۲۱۴۲   | ۱,۲۴۴۳۴  | ۰,۲۱۳۳۷ |
| Mean | Model (KHFANAR)    |          |           |          |         |
| 16   | KHGOSTAR{1}        | ۰,۰۱۸۸۳  | ۰,۰۰۴۵۶   | ۴,۱۲۷۲۷  | ۰,۰۰۰۰۴ |
| 17   | KHMEHR{1}          | -۰,۰۱۴۹۸ | ۰,۰۰۴۶۴   | -۳,۲۲۶۹۷ | ۰,۰۰۱۲۵ |
| 18   | KHMOHAREKE{1}      | ۰,۰۰۱۵۹  | ۰,۰۰۴۸۰   | ۰,۳۳۲۳۵  | ۰,۷۳۹۶۳ |
| 19   | KHFANAR{1}         | ۰,۴۳۳۴۷  | ۰,۰۲۶۰۴   | ۱۶,۶۴۳۵۵ | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 20   | Constant           | ۰,۰۰۴۹۸  | ۰,۰۰۶۵۵   | ۰,۷۶۰۹۲  | ۰,۴۴۶۷۰ |
| 21   | C(1,1)             | ۰,۱۰۳۱۵  | ۰,۰۳۱۵۲   | ۳,۲۷۲۳۶  | ۰,۰۰۱۰۷ |
| 22   | C(2,1)             | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰   | -۰,۳۲۰۶۸ | ۰,۷۴۸۴۵ |
| 23   | C(2,2)             | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰   | -۰,۳۲۱۶۸ | ۰,۷۴۷۶۹ |
| 24   | C(3,1)             | ۰,۱۲۹۶۸  | ۰,۰۹۲۱۰   | ۱,۴۰۸۰۷  | ۰,۱۵۹۱۱ |
| 25   | C(3,2)             | -۰,۰۵۳۳۶ | ۰,۳۱۳۷۰   | -۰,۱۷۰۰۹ | ۰,۸۶۴۹۴ |
| 26   | C(3,3)             | -۰,۲۰۸۳۱ | ۰,۱۱۱۳۷   | -۱,۸۷۰۴۵ | ۰,۰۶۱۴۲ |
| 27   | C(4,1)             | -۰,۰۰۸۹۱ | ۰,۰۵۵۹۷   | -۰,۱۵۹۲۶ | ۰,۸۷۳۴۷ |
| 28   | C(4,2)             | -۰,۱۶۲۲۱ | ۰,۰۵۴۱۷   | -۲,۹۹۴۵۰ | ۰,۰۰۲۷۵ |
| 29   | C(4,3)             | -۰,۰۲۱۸۱ | ۰,۲۳۶۴۴   | ۰,۹۲۲۵۰  | ۰,۹۲۶۵۰ |

|    |        |          |         |           |         |
|----|--------|----------|---------|-----------|---------|
| 30 | C(4,4) | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۲۲۰۰۰ | ۰,۰۰۰۰۰   | ۱,۰۰۰۰۰ |
| 31 | A(1,1) | ۰,۸۸۱۹۷  | ۰,۱۸۷۸۲ | ۴,۶۹۵۹۳   | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 32 | A(1,2) | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۱ | -۰,۴۷۵۰۸  | ۰,۶۳۴۷۳ |
| 33 | A(1,3) | ۰,۱۴۷۹۶  | ۰,۰۶۵۴۳ | ۲,۲۶۱۲۰   | ۰,۰۲۳۷۵ |
| 34 | A(1,4) | ۰,۰۴۶۶۱  | ۰,۰۲۰۷۱ | ۲,۲۵۰۰۰   | ۰,۰۲۴۴۵ |
| 35 | A(2,1) | ۰,۱۰۶۳۷  | ۰,۰۳۰۸۰ | ۳,۴۵۴۰۰   | ۰,۰۰۰۰۵ |
| 36 | A(2,2) | ۳,۱۱۰۵۴  | ۰,۶۳۷۱۰ | ۴,۸۸۲۳۵   | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 37 | A(2,3) | ۰,۴۷۷۶۷  | ۰,۱۰۶۵۴ | ۴,۴۸۳۴۰   | ۰,۰۰۰۰۱ |
| 38 | A(2,4) | -۰,۰۵۹۴۴ | ۰,۰۲۴۴۷ | -۲,۴۲۸۹۰  | ۰,۰۱۵۱۴ |
| 39 | A(3,1) | -۰,۰۲۴۳۱ | ۰,۰۴۱۹۹ | -۰,۵۷۹۱۰  | ۰,۵۶۲۵۲ |
| 40 | A(3,2) | -۰,۰۰۰۰۱ | ۰,۰۰۰۰۰ | -۱,۳۲۲۱۲  | ۰,۱۸۶۱۳ |
| 41 | A(3,3) | ۰,۶۳۲۹۲  | ۰,۱۴۴۳۲ | ۴,۳۸۵۶۶   | ۰,۰۰۰۰۱ |
| 42 | A(3,4) | -۰,۰۱۰۳۲ | ۰,۰۱۴۰۲ | -۰,۷۳۶۳۱  | ۰,۴۶۱۵۴ |
| 43 | A(4,1) | -۰,۰۰۵۷۷ | ۰,۰۰۳۸۹ | -۱,۴۸۳۲۵  | ۰,۱۳۸۰۱ |
| 44 | A(4,2) | ۰,۰۰۰۰۹  | ۰,۰۰۰۰۷ | ۱,۲۶۰۴۴   | ۰,۲۰۷۵۱ |
| 45 | A(4,3) | -۰,۰۱۱۶۵ | ۰,۰۰۸۱۴ | -۱,۴۳۰۲۸  | ۰,۱۵۲۶۴ |
| 46 | A(4,4) | ۱,۸۲۱۵۷  | ۰,۳۷۱۱۹ | ۴,۹۰۷۴۱   | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 47 | B(1,1) | ۰,۹۲۷۳۶  | ۰,۰۰۵۶۱ | ۱۶۵,۴۰۲۲۱ | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 48 | B(1,2) | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰ | -۱,۴۲۲۸۲  | ۰,۱۵۴۷۹ |
| 49 | B(1,3) | -۰,۰۲۳۰۰ | ۰,۰۰۶۵۶ | -۳,۵۰۲۸۹  | ۰,۰۰۰۰۶ |
| 50 | B(1,4) | -۰,۰۰۱۵۳ | ۰,۰۰۲۱۱ | -۰,۷۲۵۳۳  | ۰,۴۶۸۲۵ |
| 51 | B(2,1) | -۰,۰۱۱۹۸ | ۰,۰۰۲۸۷ | -۴,۱۷۸۶۵  | ۰,۰۰۰۰۳ |
| 52 | B(2,2) | ۰,۶۱۵۵۶  | ۰,۰۱۲۵۵ | ۴۹,۰۵۴۱۹  | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 53 | B(2,3) | -۰,۰۶۳۹۹ | ۰,۰۰۶۹۲ | -۹,۲۴۶۷۶  | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 54 | B(2,4) | ۰,۰۰۸۲۳  | ۰,۰۰۲۶۲ | ۳,۱۳۴۳۹   | ۰,۰۰۱۷۲ |
| 55 | B(3,1) | ۰,۰۰۴۵۰  | ۰,۰۰۶۱۸ | ۰,۷۲۸۵۰   | ۰,۴۶۶۳۱ |
| 56 | B(3,2) | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰ | -۰,۳۲۷۴۴  | ۰,۷۴۳۳۳ |
| 57 | B(3,3) | ۰,۹۵۲۳۰  | ۰,۰۰۵۸۸ | ۱۶۱,۸۳۷۲۲ | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 58 | B(3,4) | -۰,۰۰۰۴۰ | ۰,۰۰۱۹۶ | -۰,۲۰۶۰۵  | ۰,۸۳۶۷۵ |
| 59 | B(4,1) | ۰,۰۰۱۴۸  | ۰,۰۰۰۰۵ | ۲,۶۶۰۷۴   | ۰,۰۰۷۸۰ |
| 60 | B(4,2) | ۰,۰۰۰۰۰  | ۰,۰۰۰۰۰ | ۰,۳۲۵۲۷   | ۰,۷۴۴۹۷ |
| 61 | B(4,3) | ۰,۰۰۱۹۵  | ۰,۰۰۱۰۵ | ۱,۸۵۹۹۵   | ۰,۰۶۲۸۹ |
| 62 | B(4,4) | ۰,۸۰۵۸۸  | ۰,۰۱۰۸۷ | ۷۴,۱۴۶۵۰  | ۰,۰۰۰۰۰ |
| 63 | Shape  | ۲,۱۹۰۹۰  | ۰,۰۸۷۳۹ | ۲۵,۰۷۱۱۰  | ۰,۰۰۰۰۰ |