



## مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی قیمت‌گذاری دارایی و ابهام در بازار سهام

مریم ایدی زاده<sup>۱</sup>

حسن قدرتی قزائی<sup>۲</sup>

علی اکبر فرزین فر<sup>۳</sup>

حسین پناهیان<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۳۱

### چکیده

پژوهش حاضر باهدف طراحی مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی قیمت‌گذاری دارایی و ابهام در بازار سهام ایران به انجام رسیده است. جهت برآورد مدل مارکوف به روش حذفی سیستماتیک ۱۳۰ شرکت انتخاب و بر پایه عملکرد ۱۴۰۰ به دودسته ۵۰ شرکت برتر و شرکت‌های نا برتر تقسیم و مبتنی بر فرایندهای تصادفی جهت تعیین رژیم‌های مارکوف، پورتفوی‌های سرمایه‌گذاری تشکیل شده و بر پایه برآورد مارکوف رژیم‌های صعودی و نزولی تعریف و پارامترهای مارکوف برآورد گردیدند. برآورد رگرسیون ارتباطی بین بازده و عوامل مؤثر در شرکت‌های تحت بررسی صرف‌نظر از دسته‌بندی‌ها نشان داد که بین ریسک، درجات ابهام نرمال و لاپلاس با بازده ارتباط معکوس (تأثیر منفی) وجود داشته و عوامل تعیین‌کننده صرف ریسک بازار، بازده دارایی، بازده سرمایه، نوسان سود، جریان نقدی، ارزش شرکت، نقد شوندگی دارایی‌ها، فرصت‌های رشد، گردش دارایی و اندازه شرکت، با بازده سهام ارتباط معنی‌داری داشته‌اند. در بین شرکت‌های برتر بازده اضافی (صرف ریسک سهام) کمتر معمولاً با نوسانات ریسک کمتر و درجه ابهام بالاتر همراه بوده و صرف ریسک سهام بالاتر با نوسانات ریسک بالاتر و درجه ابهام کمتر همراه است.

### کلمات کلیدی

رژیم سویچینگ مارکوف، قیمت‌گذاری دارایی، ابهام در بازار سهام.

۱- گروه مدیریت صنعتی، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران. Maleka.eydizadeh@yahoo.com

۲- گروه مدیریت، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران. (نویسنده مسئول) dr.ghodrati42@gmail.com

۳- گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران. farzinfar\_47@yahoo.com

۴- گروه مدیریت و حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران. Panahian@yahoo.com

## مقدم

دیدگاه‌های اقتصادی مختلفی در راستای تخمین و پیش‌بینی قیمت دارایی‌های سرمایه‌ای در بازارهای پولی و مالی وجود دارد. سیری در ادبیات تحقیق بر پایه تجزیه و تحلیل شواهد تجربی به دست آمده از پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که مطالعات تجربی زیادی در این زمینه وجود دارد که مبادله افراد و سرمایه‌گذاران را برای آشکارسازی برون‌یابی عملکرد گذشته و چگونگی تأثیر آن بر دیدگاه بازار سرمایه نشان می‌دهد (راجی زاده، ۱۴۰۱).

بسیاری از مطالعات تحقیقاتی نظیر هلیم و همکاران (۲۰۱۷)؛ تأثیرات انتظارات برون‌یابی در مدل‌های موجود قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. چن و همکاران (۲۰۱۷)؛ شواهدی از واکنش‌های بیش‌ازحد ارائه کرد که نشان می‌داد برون‌یابی به توصیف حقایق ساده در مورد قابل پیش‌بینی بودن قیمت‌ها و بازده کل بازار کمک می‌کند.

علاوه بر تأثیر ابهام بر عدم تقارن اطلاعاتی، اطلاعات مبهم می‌تواند بر انتظارات عوامل تصمیم‌گیری تأثیر گذاشته و آن‌ها را از اتخاذ استراتژی‌های تصمیم‌گیری در زمینه سرمایه‌گذاری یا مصرف مربوطه بازدارد. این اثر به‌طور شهودی نمی‌تواند با استفاده از رویکردهای بیزین ظاهر شود. درحالی‌که عوامل تصمیم‌گیری از وابستگی کیفیت اطلاعات آینده و خدمات و اقدامات فعلی جلوگیری می‌کنند.

بررسی ادبیات بر پایه تجزیه و تحلیل شواهد تجربی به دست آمده از برخی از پژوهش‌های پیشین نظیر بالی و ژو (۲۰۱۶)، ابهام را در مورد عدم قطعیت احتمالاتی که در آن احتمالات مرتبط یا مرتبط با موقعیت‌های خاص واضح نیستند یا برای چندین موقعیت تکرار نمی‌شوند، به کار گرفته‌اند. به عبارت دیگر، وضعیت ابهام احتمالات نامطمئن ریسک را شکل می‌دهد، به طوری که احتمالات مرتبط با برخی بینش‌های شناخته شده باید تعریف و به‌طور منحصربه‌فرد برای به حداقل رساندن ریسک آن‌ها تخصیص داده شود. بنابراین، تفسیر اطلاعات یا سیگنال‌های بازار به‌منظور قضاوت در مورد کیفیت اطلاعات، در راستای تصمیم‌گیری‌های منسجم و قابل اعتماد بسیار مهم است. این امر مخصوصاً در مورد اطلاعاتی که به آن اطلاعات "ملموس" گفته می‌شود، کاملاً صادق است. اطلاعاتی مانند سود و نرخ بهره که به‌عنوان سیگنال‌های اطلاعاتی مهم و کامل شناخته شده و به تحلیل‌های کمی بازار کمک می‌کنند. علاوه بر این، رابطه بین بازده اضافی و واریانس بازده شرطی متأثر از ابهام، بسیار متغیر است.

## مبانی نظری

### قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای

در تعریف مدل با تعبیری که در مباحث کمی نظیر اقتصادسنجی و مباحث ریاضی عنوان می شود باید گفت، یک مدل بسته به مورد، بر پایه مجموعه ای از مفروضات تعریف گردیده و بسط ریاضی مدل از طریق دست کاری این مفروضات صورت پذیرفته و حتی در برآوردها نیز با دست کاری و تغییر مفروضات یاد شده، مجموعه ای از پیش بینی ها صورت می گیرد. در اغلب موارد، مفروضاتی که مدل خاصی بر پایه آنها تبیین می گردد، آزمون های هنجاری را پشت سر نمی گذارند. حتی اگر چنین چیزی درست باشد، نمی توان تأثیرات عوامل مؤثر بر جریان نقدی آتی دو مقطع متفاوت زمانی را ثابت فرض کرد. از سوی دیگر، احتمال دارد شیوه ای که فرض می شود بدان صورت باید در دنیای واقعی تحقق یابد، بیش از حد ساده نیست، از این جهت اشتباهاتی در قیمت گذاری دارایی ها مبتنی بر مدل ها در قیاس با واقعیت های موجود صورت گرفته و بر این اساس مدل های قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای نیاز به پیشرفت دارند (باربریز و نیکلاس، ۲۰۱۵).

مدل هایی که در زمینه قیمت دارایی ها ابداع گردیده و به کارگیری آنها با روند رو به تزایدی گسترش یافته است، چالش های مثبت و هنجاری را در دیگر بخش های اقتصاد را نیز مورد توجه قرار داده اند. به طور کلی وقتی مدلی را برای پیش بینی جریان های آتی در نظر گرفته می شود، معمولاً به مفروضاتی که زیربنای پیش بینی را شکل داده و در پیش بینی بر آن تکیه می شود، نیز توجه می گردد. اگر پس از فرایند ارزیابی بر پایه استفاده از آزمون های هنجاری، مفروضات بنیانی حقیقت داشته باشند، پیش بینی های انجام شده بر مبنای آنها نیز باید درست باشد. این راست آزمایی می تواند از طریق آزمون های اعتبارسنجی مناسب مورد بررسی قرار گیرد. به رغم آنچه گفته شد، در واقع قیمت گذاری دارایی مبتنی بر پیش بینی جریان های نقدی آتی، بیش از همه چیز در محیطی ساده صورت نمی گیرد (هلیم و همکاران، ۲۰۱۷؛ نصیری و عسکرزاده، ۱۴۰۲).

بر این اساس می توان قیمت گذاری دارایی را در راستای اینکه چنین ادعاهایی نیز در قیمت گذاری مورد توجه قرار گیرد، واکنش هایی که رهنمودی برای تصمیم گیری های عمومی و خصوصی است را نیز مورد توجه قرار داد. نظریه قیمت گذاری دارایی ها برگرفته از یک مفهوم ساده است که: "قیمت امروز دارایی برابر با ارزش های تنزیل شده جریان های نقدی حاصل از به کارگیری آن است". سایر موارد جزئیات است، موارد خاص و مملو از ترفندهایی است که معادله مرکزی را برای یک یا چند برنامه کاربردی مفید می سازد.

تمایز این مطالعه در بررسی ادبیات تحقیق در این است که این اولین تلاش برای بررسی ادبیات درزمینه مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی و بررسی شواهد تجربی به‌دست‌آمده از پژوهش‌های گذشته در قالب مروری ساختاری بر شواهد تجربی است.

### **الگوهای قیمت‌گذاری بر مبنای پایه نظری**

در این تحقیق، نوعی از مدل‌های قیمت‌گذاری که در چارچوب مباحث مالی نئوکلاسیک طبقه‌بندی گردیده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته و شواهد تجربی به‌دست‌آمده از پژوهش‌های مرتبط یا مشابه پیشین که انجام بررسی تجربی ساختاری را ارزیابی می‌کنند، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

در چارچوب نظریه‌های نئوکلاسیک مالی، الگو (مدل)های قیمت‌گذاری دارایی را می‌توان به دودسته: (۱) مدل‌های قیمت‌گذاری مطلق و (۲) مدل‌های نسبی طبقه‌بندی نمود. منظور از مدل‌های قیمت‌گذاری مطلق، الگوهایی هستند که در آن‌ها هر دارایی با تکیه بر قرار گرفتن دارایی در معرض منابع اساسی ریسک اقتصاد کلان، قیمت‌گذاری می‌شود. مدل‌های تعادلی مبتنی بر مصرف و نمونه‌های محض از جمله این الگوها هستند. رویکرد قیمت‌گذاری مطلق در متون آموزشی و پژوهشی دانشگاهی مرسوم بوده و آن‌ها را الگوهای قیمت‌گذاری متکی بر نظریه اثباتی قیمت‌گذاری دارایی تعریف کرده‌اند. وجه تسمیه اثباتی در مورد این مدل‌ها از آن جهت است که هدف از این مدل‌ها توضیحی اقتصادی درزمینه این است که چرا قیمت‌ها این مقدار هستند؟ یا در راستای پیش‌بینی این که در صورتی که سیاست یا ساختار اقتصادی تغییری پیدا کند، چگونه قیمت‌ها تغییر می‌کنند؟ مدنظر قرار می‌گیرد (دریوچی و تریگرگیس، ۲۰۲۰). در الگوهای قیمت‌گذاری نسبی، یک سؤال کم‌اهمیت‌تر پاسخ داده می‌شود. در این الگوها هدف پاسخ به این سؤال است که چگونه می‌توان بر پایه قیمت‌های دیگر دارایی‌ها، در مورد قیمت خاصی ارزش‌گذاری کرد؟ در این الگوها پرسیده نمی‌شود که قیمت دیگر دارایی‌ها از کجا آمده‌اند؟ علاوه بر این در این الگوها در صورت امکان، اطلاعات اندکی پیرامون عوامل اساسی مؤثر بر ریسک را مورد استفاده قرار می‌دهند شیوه قیمت‌گذاری بلک-اسکولز<sup>۱</sup>، نمونه کلاسیکی از این رویکرد بوده و بسط آنالیز داعیه اقتضایی آن، در راستای ارزیابی مسئله ریسک در یک کشور است (لی، ۲۰۲۰).

### **الگوهای قیمت‌گذاری بر مبنای عوامل مؤثر**

به‌طور کلی، بررسی ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که پژوهش‌های انجام‌شده در ارتباط با مدل‌های ارزش یا قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای به الگوی قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) مبتنی بر پژوهش شارپ (۱۹۶۴) برمی‌گردد. در این مدل فرض شده است که بازده هر پورتهوی مورد

## مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی.../ایدی زاده، قدرتی قزائی، فرزین فر و پناهیان

ارزیابی صرفاً ناشی از ریسک سیستماتیک معروف به بتا تعریف شده است. بر این اساس، مدل مزبور به الگوی تک عاملی معروف شده که در آن تک عامل مؤثر بر بازده عبارت از ریسک سیستماتیک تلقی گردیده بود.

پس از مدل تک عاملی مرتون (۱۹۷۳)، مدل‌های چندعاملی نظیر سه عاملی فاما و فرنچ (۱۹۹۲)، ابداع گردیده و الگوی تک عاملی را مورد انتقاد قرار دادند.

در راستای رفع نارسایی‌های الگوهای قبلی، فاما و فرنچ (۲۰۱۳) طی پژوهشی توانستند با افزودن دو عامل سودآوری و سرمایه‌گذاری به الگوی سه عاملی یا الگوی قبلی خود، الگوی پنج عاملی را ابداع نمایند. پژوهش‌گران مزبور توانستند در قیاس با الگوهای قبلی، توان و قدرت بیشتر توضیح‌دهندگی الگوی جدید را نشان داده و برخی از نارسایی‌های الگوی قبلی را مرتفع سازند. بررسی ادبیات تحقیق بر پایه شواهد تجربی به دست آمده از پژوهش‌های پیشین که در زمینه الگوهای چندعامله قیمت‌گذاری سرمایه‌ای به انجام رسیده‌اند نشان می‌دهد که سهم لینتنر (۱۹۶۵) و شارپ (۱۹۶۴)، در تبیین الگوهای قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، توسعه روابط بین ریسک و بازده، بدون تردید قابل‌انکار بوده و به جهت پیشرو بودن اندیشمندان یادشده در این زمینه در قیاس با دیگر پژوهش‌گران، جایگاه ویژه‌ای دارند.

### **پیشینه تحقیق**

خو و ژائو (۲۰۲۳) در تحقیقی به بررسی شکست مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای در پیش‌بینی بازده مورد انتظار سهام انفرادی با ویژگی بتا و ریسک نوسانات ویژه بالا براساس مدل چندعاملی فاما و فرنچ پرداخته‌اند. آن‌ها با تحلیل سهام NASDAQ در بازه زمانی ۱۹۶۳ تا ۲۰۱۵ به دنبال بررسی بی‌ثباتی بتا در سهام با ویژگی‌های مذکور بوده و به این نتیجه رسیدند که بتا در این سهام دارای بی‌ثباتی است و میل به بازگشت دارد که این مطلب بیان‌کننده ضعف مدل CAPM در ارزیابی این نوع از سهام خواهد بود.

وانگ و همکاران (۲۰۲۱) طی پژوهشی رژیم مارکوف را در راستای قیمت‌گذاری دارایی و اندازه‌گیری ابهام در بازار سهام پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که درجه ابهام در بازار سهام چین به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از آن در بازار سهام هنگ‌کنگ بوده و تفاوت‌های قابل‌توجهی بین دو بازار وجود دارد. علاوه بر این، نتایج رگرسیون ارتباط بین ریسک، ابهام و بازده را بررسی کرد.

چین و همکاران (۲۰۲۰) طی پژوهشی به بررسی ابهام، مخاطرات طولانی‌مدت و قیمت‌گذاری‌ها در یک‌زمان پیوسته پرداختند. در این پژوهش مدل‌های ریسک‌های بلندمدت (LRR)، بر مبنای فرموله

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / دوره ۱۵ / شماره ۵۹ / تابستان ۱۴۰۳

بندی بازده و استفاده از مدل‌های LRR، بسط داده شد. در این پژوهش، مدلی چندهدفه با معیارهای بازده و ابهام سرمایه‌گذار در زمینه عدم قطعیت، فرموله گردید. تجزیه و تحلیل تجربی شواهد تجربی در این تحقیق نشان داد که با توجه به ابهام در عدم قطعیت، به‌ویژه ابهام زیاد در مورد مخاطرات طولانی‌مدت، مدل‌های LRR می‌تواند به‌طور قابل توجهی عملکرد مناسب صرف ریسک سهام و نرخ بدون ریسک را هنگام استفاده از ضریب انحراف نسبت خطرپذیری پایین بهبود بخشد.

لی (۲۰۲۰)؛ رفتار شاخص بی‌ثباتی ارزشهای رمز پایه و بازارهای سهام در طی همه‌گیر شدن کووید ۱۹ را از طریق رویکرد انسجام مویک و مدل خودتنظیم سوئیچینگ مارکوف مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده یک بی‌ثباتی مالی در دوران این بیماری است؛ به طوری که در دوران پاندمی کووید ۱۹، ارزشهای رمز پایه و قیمت سهام به شدت افت کردند؛ ولی با این وجود، ارزشهای رمزنگاری شده بلافاصله حرکت‌های بازگشتی از خود نشان دادند، در حالی که بازارهای سهام در مرحله افت گرفتار شدند.

شی (۲۰۱۹) طی پژوهشی به بررسی اثرات مشترک عدم قطعیت سیاست اقتصادی و ویژگی‌های شرکت بر ساختار سرمایه شرکت‌ها پرداختند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که عدم قطعیت سیاست اقتصادی و ویژگی‌های شرکت به صورت مشترک در شکل‌گیری تأمین مالی و بدهی یا ساختار سرمایه شرکت‌ها مؤثر هستند. علاوه بر این، پژوهش‌گران مزبور نشان دادند که اثرات حاشیه‌ای عدم قطعیت سیاست اقتصادی نمی‌تواند در تأمین مالی و بدهی ثابت بوده و بسیاری از شاخص‌های ویژگی‌های شرکتی نیز با تأمین مالی و اهرم مالی رابطه مثبت و منفی متفاوتی داشته و در نهایت عدم قطعیت سیاست اقتصادی با ساختار سرمایه و تأمین مالی بدهی در شرکت‌های تحت بررسی رابطه معکوس داشته است.

صبوری و کریم پور (۱۴۰۰) طی پژوهشی اقدام به تعیین اثرات مشترک عدم قطعیت سیاست اقتصادی و ویژگی‌های شرکت بر ساختار سرمایه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. با نتایج به دست آمده مشخص شد که عدم قطعیت سیاست اقتصادی بر اهرم مالی و ساختار سرمایه اثر مستقیم و مثبت داشته اما ویژگی‌های شرکتی بر اهرم مالی و ساختار سرمایه اثری معکوس و منفی دارد. به عبارتی دیگر، عدم قطعیت سیاست اقتصادی به میزان ۱۰/۷۹ باعث افزایش ساختار سرمایه و ویژگی‌های شرکتی به میزان ۵/۲۰ منجر به کاهش آن می‌شود که با پژوهش بالی و ژو (۲۰۱۶) هم‌راستا بوده است.

امین عشایری (۱۴۰۰) طی پژوهشی به بررسی تأثیر عدم قطعیت سیاست اقتصادی بر ریسک سقوط قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بر مبنای داده‌های عملکردی ۱۳۹۰

## مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی.../ایدی زاده، قدرتی قزائی، فرزین فر و پناهیان

تا ۱۳۹۷ پرداختند. تجزیه و تحلیل شواهد تجربی به دست آمده از تحقیق نشان داد که ریسک سقوط قیمت یک سهام معین با افزایش عدم قطعیت در سیاست اقتصادی افزایش می یابد. تأثیر عدم قطعیت در سیاست اقتصادی بر ریسک سقوط قیمت سهام با افزایش در بتای بازده عدم قطعیت سیاست اقتصادی افزایش می یابد. نهایتاً تحلیل یافته ها نشان داد که بین عدم قطعیت سیاست اقتصادی و ریسک سقوط قیمت سهام انباشته در سطح بازار رابطه مثبت و بااهمیتی وجود دارد.

فرهادی و همکاران (۱۴۰۲) به رفتار گله ای در اقتصاد ایران بر معیار کارایی مدل قیمت گذاری دارایی ها می پردازد. روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش از نوع تحقیقات همبستگی است که جهت آزمون سؤالات تحقیق از روشی رگرسیونی استفاده شده است. جهت سنجش آزمون فرضیات از مدل ۴ عاملی کارهارت استفاده شده است که عامل توده واری به آن اضافه شده است. نمونه آماری تحقیق حاضر شامل ۱۱۵ شرکت فعال در اقتصاد کشور ایران است. بازه زمانی تحقیق به مدت ۱۰ سال است که از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان می دهد که توده واری در درجات مختلف ریسک متفاوت بوده و بیشتر در نواحی پر ریسک بازار رخ می دهد و موجب بازگشت بتا در بازار می گردد و ناکارایی مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای را به دنبال دارد. همچنین مشخص گردید که با حذف پرتفوی های پر ریسک از نمونه، توده واری مشاهده نمی گردد و رفتار بتا طبق نظریه مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای باثبات گردیده و بازگشت بتا رخ نمی دهد.

### روش شناسی

پژوهش حاضر، بر اساس هدف کاربردی است. جامعه آماری تحقیق حاضر عبارت از شرکت های پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران تعریف گردیده که گستره مورد بررسی آن بر پایه محدودیت ها یا شرایط تعریف شده به عنوان مرزهای جامعه آماری به صورت زیر بوده است. بعضاً تعریف مرزهای محدود کننده جامعه آماری شرکت های منتخب بورسی به صورت فوق را به عنوان روش نمونه گیری قلمداد کرده و از آن بانام های "نمونه گیری حذفی سیستماتیک"، "روش نمونه گیری هدفمند" یا "غربال گری منظم" یاد کرده اند.

- به لحاظ افزایش قابلیت مقایسه، دوره مالی آن ها منتهی به ۲۹ اسفندماه باشد.
- در طی بازه ده ساله منتهی به ۱۴۰۰/۱۲/۲۹ تغییر سال مالی نداشته باشد.
- اطلاعات مالی آن قابل دسترس باشد.
- جزء شرکت های زیان ده به ویژه شرکت هایی که طی چند سال متوالی زیان ده بوده و به نوعی فعالیت های سرمایه گذاری در آن ها متوقف شده و از جذابیت لازم برخوردار نیست، نباشد.

- داده‌های موردنیاز جهت اندازه‌گیری متغیرها در راستای ارزیابی کارایی مالی یا تعیین سطح بهینه مورد انتظار سرمایه‌گذاری در دسترس باشد.

با اعمال محدودیت‌های فوق، اطلاعات مالی ۱۳۰ شرکت واجد شرایط پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران موردبررسی قرار گرفته است. البته با توجه به استفاده از مبانی مدل‌های قیمت‌گذاری سرمایه‌ای از این شرکت‌ها پورتهوی‌های سه تا ۵ تایی از هر صنعت و به‌صورت تصادفی تعریف گردیده است.

### مرحله اول

با در نظر گرفتن بازده لگاریتمی روزانه شرکت‌های منتخب پذیرفته‌شده در بورس تهران، از یک مدل تغییر رژیم مارکوف برای صنعت مالی (شرکت‌های فعال در صنعت بیمه، واسطه‌های مالی، صندوق‌های مشترک و شرکت‌های سرمایه‌گذاری و نهایتاً بانک‌ها) و دیگر صنایع (شرکت‌های تولیدی، بازرگانی و خدماتی غیرمالی) تعریف گردیده است. علاوه بر این فرض شده است که بازده هر بازار یا  $It$  از زنجیره مارکوف درجه اول M-state پیروی کرده و در هر بازار متوسط و واریانس بازده متفاوتی وجود دارد. در این صورت توزیع بازده، احتمالات و دیگر پارامترها به‌صورت روابط ۱ تا ۳ و به شرح ذیل تعریف‌شده است:

روابط ۱ تا ۳:

$$r_t = \mu_{st} + \xi_{st}, \quad \xi_{st} \sim N(0, \sigma_{st}^2)$$

$$P(s_t = j | s_{t-1} = i) = p_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, M$$

$$\sum_{j=1}^M p_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, M$$

که در این رابطه  $s_t$  یک متغیر تغییر رژیم مارکوف باحالت‌های  $M$  است و در این رابطه حالت‌های ممکن یا شرایط به‌صورت:  $s_t \in \{1, 2, \dots, M\}$  و  $p_{ij}$  احتمال انتقال از وضعیت  $i$  در زمان  $t-1$  به حالت  $j$  در زمان  $t$  است.  $\mu_{st}$  میانگین شرطی وابسته به حالت بازده است. فرض می‌شود  $\mu_{st}$  دارای توزیع نرمال توزیع با مقدار متوسط صفر و واریانس وابسته به حالت  $r_2$  است. علاوه بر این،  $\xi_{st}$  یک اختلال وابسته به حالت است درحالی‌که به‌صورت  $\xi_{st} \sim N(0, \sigma_{st}^2)$  بیان گردیده است. در این پژوهش از روش فیلتر برنولی (۱۷۳۸) و روش حداکثر احتمال برای تخمین پارامترهای مارکوفین:  $p_{ij}$ ،  $\mu_{st}$  و  $\delta_{2st}$  استفاده شده است.



## مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی.../ایدی زاده، قدرتی قزائی، فرزین فر و پناهیان

### مرحله دوم

سطوح یا درجات ابهام ماهانه، درجات یا سطوح ریسک ماهانه، احتمال میانگین ماهانه سود و میانگین ماهانه انحراف مطلق نیز به ترتیب و در حالت‌های مختلف برآورد گردیده است. در این راستا از فرایند محاسباتی زیر بهره گرفته شده است:

۱) قیمت‌های پایانی در هر پنج دقیقه در هر دو صنعت مالی و غیرمالی برای محاسبه بازده لگاریتمی پنج دقیقه‌ای دو شاخص استفاده می‌شود. با صرف نظر کردن از بازدهی بین قیمت‌های پایانی و قیمت‌های افتتاحیه روز بعد، تأثیر تغییرات قیمت یک‌شبه و تقسیم سود، حذف گردیده است. سپس متوسط میانگین و انحراف استاندارد بازده روزانه، برای هر روز محاسبه شده است.

۲) محدوده بازده روزانه با توجه به ضوابط ارکان نظارتی چون سازمان بورس اوراق بهادار مثلاً در فاصله بین بعلاوه و منهای ۵ درصد قیمت نهایی روز قبل در نظر گرفته شده و بر پایه آن محدوده بازده اضافی نسبت به بازده بدون ریسک تعریف گردیده و به ازای آن‌ها احتمال بازده محاسبه شده است.

۳) میانگین و واریانس احتمالات را برای هر بازه از دو شاخص به‌طور جداگانه محاسبه شده، سپس درجات ابهام ماهانه دو شاخص با استفاده از رابطه شماره ۳-۷ محاسبه شده است.

۴) برای اطمینان از اعتبار نتایج، علاوه بر توزیع نرمال، فرض شده است که بازده‌های روزانه مشمول توزیع غیر نرمال نیز هستند و به‌عنوان مثال از توزیع لاپلاس بهره گرفته شده است (لیو و یانگ، ۲۰۲۰) و به ازای هر یک از این توزیع‌ها دو نوع درجه ابهام را برای دو صنعت تحت بررسی به‌طور جداگانه محاسبه شده است.

۵) از رابطه ۳ برای محاسبه واریانس ماهانه در راستای نشان دادن سطح ریسک استفاده گردیده است. در این راستا، انحراف مطلق روزانه دو شاخص و سپس میانگین انحراف مطلق ماهانه را محاسبه کرده و بر مبنای آن‌ها احتمالات روزانه بازده و سپس میانگین ماهانه احتمال بازده، محاسبه شده است.

### مرحله سوم

در راستای بررسی رابطه بین ریسک، ابهام و بازده، آزمون‌های آماری بر روی درجات ریسک ماهانه، درجات ابهام ماهانه و بازده مازاد ماهانه برای همه نمونه‌ها و همه حالت‌های هر شاخص به‌طور جداگانه انجام شده و علاوه بر این، همبستگی بین آن‌ها برآورد شده بر پایه علامت و مقدار ضریب همبستگی نسبت به نوع و شدت ارتباط بین متغیرهای یادشده، قضاوت شده است.

### مرحله چهارم

از دو آزمون نا پارامتریک مقایسه میانگین‌ها با آماره یو-من و وایتنی و نیز کورموگروف به ترتیب به

جهت مقایسه بین دو صنعت و نرمال بودن توزیع متغیرها، بهره گرفته شده است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹). به این ترتیب بستگی بازده به نوع صنعت و نیز نرمال بودن توزیع متغیرهای ریسک، بازده و ابهام محاسبه شده بر مبنای داده‌های تاریخی مورد آزمون قرار گرفته‌اند.

#### مرحله پنجم

بر مبنای رابطه شماره ۴، رگرسیون را به ازای هر یک از صنایع جداگانه و کل نمونه آماری با استفاده از روش حداقل مربعات برآورد گردیده است. علاوه بر این، جهت حصول اطمینان از برآوردگر شی (۲۰۱۹) نیز در راستای مقابله با خودهمبستگی بالقوه و ناهمسانی در عبارت خطای معادله رگرسیون استفاده شده است.

$$K_t = \alpha + \gamma \cdot v_t^2 + \eta \cdot (v_t^2 \times \bar{v}_t) + \eta' \cdot (E[P_t] \times v_t^2 \times \bar{v}_t) + \varepsilon_t \quad \text{رابطه شماره ۴}$$

#### مرحله ششم

در راستای ارزیابی گشتاورهای مراتب بالاتر توزیع، از جمله چولگی و کشیدگی و برای آزمایش استحکام نتایج آزمایش تجربی رابطه ۴ نیز صورت گرفته است. این آزمون استحکام بر پایه رابطه رگرسیونی شماره ۵ و در راستای اعتبارسنجی بیشتر نتایج ارزیابی برآورد گردیده است:

$$K_t = \alpha + \gamma \cdot v_t^2 + \eta \cdot (v_t^2 \times \bar{v}_t) + \eta' \cdot (\bar{P}_t \times v_t^2 \times \bar{v}_t) + \beta_1 \delta_t + \beta_2 k_t + \varepsilon_t \quad \text{رابطه ۵}$$

در حالی که در این رابطه  $\delta_t$  و  $k_t$  به ترتیب ضرایب چولگی و کشیدگی بازده پرتفوی بازار در ماه  $t$  هستند. بر اساس این رابطه رگرسیونی می‌توان ارتباط بین ریسک، ابهام و قیمت‌گذاری دارایی‌ها بر پایه بازده را بر اساس ضرایب چولگی و کشیدگی استاندارد بازده را به‌عنوان یک آزمون استحکام مورد استفاده قرار داد.

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

در این بخش از یافته‌های تحقیق به توصیف نتایج به‌دست‌آمده از بررسی بازده، ریسک و ابهام در بازار سرمایه به تفکیک کل بازار، شرکت‌های برتر و سایر شرکت‌های مورد مطالعه در بازار سرمایه تحت مطالعه پرداخته شده است. به‌طوری‌که پیش‌از این گفته شده مبنای محاسبات مبادلات لحظه‌ای (با مقاطع زمانی ۵ دقیقه‌ای) بوده که بر اساس آن برآوردهای روزانه و ماهانه محاسبه گردیده است.

#### برآورد مدل مارکوف

اولین گام در زمینه شبیه‌سازی روند مبادلات سهام در بازه زمانی و نمونه تحت مطالعه عبارت از برآورد مقادیر بهینه پارامترهای معیارهای اطلاعاتی است. در این راستا محاسبات لازم صورت گرفته و طی جدول شماره ۱، مقادیر معیار اطلاعاتی آکاییک ( $AIC^2$ ) و معیار اطلاعاتی بی‌زین ( $BIC^3$ ) را برای انتخاب

## مدل رژیم سوپرجینگ مارکوف در راستای ارزیابی.../ایدی زاده، قدرتی قزائی، فرزین فر و پناهیان

تعداد بهینه حالت‌ها ارائه شده است.

جدول ۱- برآورد معیارهای اطلاعاتی مدل مارکوف

شرح نمونه	معیار اطلاعاتی	نماد	شرح رژیم			
			دو حالت (بهینه)	سه حالت	چهار حالت	پنج حالت
شرکت‌های برتر	آکاییک	AIC	-۴۰۱/۰۰۸۹	-۳۷۳/۴۶۷۶	-۳۷۳/۹۶۱۳	-۳۵۹/۷۰۸۶
	بیزین	BIC	-۳۷۵/۵۰۹۸	-۳۴۹/۲۱۹۰	-۳۱۰/۲۱۳۶	-۲۸۴/۰۸۷۱
شرکت‌های نا برتر	آکاییک	AIC	-۵۱۷/۴۱۷۹	-۵۱۷/۰۸۲۲	-۵۰۶/۴۵۶۲	-۴۸۶/۵۳۱۴
	بیزین	BIC	-۴۹۸/۲۹۳۶	-۴۷۸/۸۳۳۵	-۴۴۲/۷۰۸۵	-۳۹۰/۹۰۹۹

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

همان‌طور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است، زمانی که  $M = 2$ ، مقادیر AIC و BIC دو شاخص در سطح کوچک‌ترین مقدار خود در هر دو نمونه (۴۰۱/۰۰۸۹، -۳۷۵/۵۰۹۸، -۵۱۷/۴۱۷۹ و -۴۹۸/۲۹۳۶) شرکت‌های برتر و نا برتر بوده است. معیارهای اطلاعاتی مدل در رژیم‌های مختلف نشان می‌دهد اعداد به‌دست‌آمده بیان‌گر حالت بهینه در دو بازار سهام (نا برتر و برتر) برابر با دو حالت یا رژیم می‌باشد. طی جدول شماره ۱، نتایج به‌دست‌آمده در زمینه برآورد پارامترهای مدل مارکوف حاوی دو شاخص اطلاعاتی آکاییک (AIC) و معیار اطلاعاتی بیزین (BIC) ارائه شده است.

طی مرحله دوم بری رژیم‌های دوگانه، پارامترهای آماری در تخمین مدل مارکوف برآورد گردیده و به شرح جدول شماره ۲ خلاصه گردیده است:

جدول ۲- برآورد پارامترهای مدل مارکوف

شرح نمونه	شرح پارامتر مارکوف	نماد	رژیم اول	رژیم دوم
شرکت‌های برتر	میانگین بازده	$\mu_{st}$	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۲۵۱
	واریانس بازده	$\sigma_{st}^2$	۰/۰۰۱۹	۰/۰۱۲۷
	احتمال رژیم اول	$P_{11}$	۰/۹۵	****
	احتمال رژیم دوم	$P_{22}$	۰/۹۴	****
شرکت‌های نا برتر	میانگین بازده	$\mu_{st}$	-۰/۰۰۶۱	۰/۰۱۲۱
	واریانس بازده	$\sigma_{st}^2$	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۱۳
	احتمال رژیم اول	$P_{11}$	۰/۹۳	****
	احتمال رژیم دوم	$P_{22}$	۰/۹۵	****

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

### فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / دوره ۱۵ / شماره ۵۹ / تابستان ۱۴۰۳

برآورد پارامترهای آماری اساسی در برآورد مدل مبتنی بر رویکرد زنجیره مارکوف به شرح جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که در شرکت‌های برتر متوسط بازده برای رژیم انتخابی اول  $0/0008-$  با واریانس  $0/0019$  و برای رژیم انتخابی دوم متوسط بازده  $0/0251$  با واریانس  $0/0127$  بوده است. بر این اساس، رژیم انتخابی دوم بازده بیشتر و ریسک بالاتر را به همراه داشته است. در شرکت‌های نا برتر متوسط بازده برای رژیم انتخابی اول  $0/0061-$  با واریانس  $0/0067$  و برای رژیم انتخابی دوم متوسط بازده  $0/0121$  با واریانس  $0/0013$  بوده است. بر این اساس، رژیم انتخابی دوم بازده بیشتر و ریسک بالاتر را به همراه داشته است. در مجموع نتایج تحلیل نشان می‌دهد که رژیم دوم بازده بالا با ریسک بالا و حالت اول بازده پایین با ریسک پایین را مشخص کرده است. بر این اساس، رژیم انتخابی اول بازار نزولی را نشان داده درحالی که رژیم انتخاب دوم بازار گاوی را نشان می‌دهد.

#### برآورد پارامترهای آماری

طی جدول شماره ۳ توصیف یافته‌های آماری مبتنی بر برآورد پارامترهای آماری درجات ریسک ماهانه  $U^2$ ، درجات ابهام ماهانه  $U^2$  و بازده اضافی ماهانه هر دو نمونه شرکت‌ها نا برتر و برتر را بدون در نظر گرفتن رژیم انتخابی در برآورد مدل مبتنی بر رویکرد زنجیره مارکوف، ارائه شده است.

جدول ۳- پارامترهای آماری توصیف یافته‌ها در نمونه‌های آماری

شرح پارامتر آماری							پارامتر	شرح نمونه
کشیده‌گی	چولگی	انحراف معیار	بیشینه	کمینه	میانه	میانگین	مارکوف	
۴/۱۵۵۵	-۰/۰۶۸۴	۰/۰۸۶۶	۰/۲۷۶۷	-۰/۲۶۱۷	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۹۴	K	شرکت‌های برتر
۱۹/۳۷۸۳	۳/۶۸۰۷	۰/۰۰۷۵	۰/۰۵۳۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۵۳	$U^2$	
۵/۱۲۲۴	۱/۵۸۴۲	۰/۳۲۵۳	۱/۵۵۲۱	۰/۰۷۵۸	۰/۳۴۲۴	۰/۴۴۳۹	$U_1^2$	
۵/۱۰۹۸	۱/۵۷۲۸	۰/۶۲۴۱	۲/۹۲۲۶	۰/۱۳۹۳	۰/۶۴۹۲	۰/۸۳۱۴	$U_2^2$	
۴/۳۳۹۳	-۰/۳۸۰۷	۰/۰۵۹۶	۰/۱۶۸۹	-۰/۲۲۷۹	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۲۷	K	شرکت‌های نا برتر
۸۱/۴۱۱۲	۷/۷۹۸۹	۰/۰۰۷۱	۰/۰۸۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۳۸	$U^2$	
۱۳/۴۴۱۰	۲/۲۱۷۴	۰/۵۶۳۲	۴/۶۰۳۶	۰/۱۲۰۰	۰/۸۴۹۶	۰/۹۲۱۳	$U_1^2$	
۶/۹۴۰۰	۱/۲۸۳۹	۰/۹۴۰۹	۶/۵۷۵۱	۰/۱۵۷۲	۱/۶۲۴۰	۱/۷۰۲۸	$U_2^2$	

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

همان‌طور که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، در مقایسه با شرکت‌های نا برتر بورسی، هم میانگین و هم انحراف استاندارد بازده اضافی شرکت‌های برتر بورسی بیشتر بوده و درعین حال میانگین و انحراف استاندارد درجه ابهام آن نیز همان‌طور که در این جدول نشان داده شده است کمتر بوده و مجموعه

### مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی.../ایدی زاده، قدرتی قزائی، فرزین فر و پناهیان

بهتری را بری تصمیم‌گیری سرمایه‌ای سرمایه‌گذاران فراهم ساخته است.

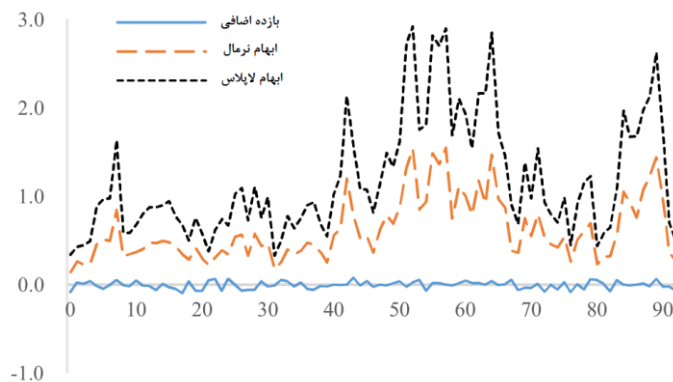
طی جدول شماره ۴ پارامترهای آماری مربوط به توصیف یافته‌ها در برآورد پارامترهای زنجیره مارکوف به ازای رژیم‌های اول و دوم در نمونه شرکت‌های برتر بورسی و نیز مقاطع زمانی ماهانه خلاصه گردیده است:

جدول ۴- پارامترهای آماری توصیف یافته‌ها در دو رژیم انتخابی شرکت‌های برتر

رژیم	شرح پارامتر	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
اول (نزولی، خرسی)	$\kappa$	-۰/۰۰۳۵	-۰/۰۰۰۷	-۰/۰۹۶۲	۰/۰۸۳۰	۰/۰۴۲۵	-۰/۱۷۲۴	۲/۲۶۷۶
	$U^2$	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۲۱	۰/۰۰۲۱	۱/۷۷۶۵	۶/۸۶۷۷
	$U_1^2$	۰/۶۲۳۲	۰/۵۱۲۳	۰/۱۴۶۱	۱/۵۵۲۱	۰/۳۵۰۶	۱/۰۵۷۸	۳/۲۹۲۴
	$U_2^2$	۱/۱۸۵۶	۰/۹۷۵۱	۰/۳۳۲۸	۲/۹۲۲۶	۰/۶۶۸۲	۱/۰۵۰۲	۳/۲۷۶۲
دوم (صعودی، گاوی)	$\kappa$	۰/۰۲۳۳	۰/۰۳۵۱	-۰/۲۶۱۷	۰/۲۷۶۷	۰/۱۱۵۶	-۰/۳۶۵۹	۲/۷۸۱۹
	$U^2$	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۰۹	۰/۰۵۳۹	۰/۰۰۹۷	۲/۶۱۷۳	۱۰/۴۸۶۲
	$U_1^2$	۰/۲۵۰۰	۰/۲۳۵۴	۰/۰۷۵۸	۰/۸۲۴۸	۰/۱۲۳۸	۱/۷۰۶۱	۷/۷۰۸۰
	$U_2^2$	۰/۴۴۸۵	۰/۴۲۲۱	۰/۱۳۹۳	۱/۶۱۱۳	۰/۲۱۶۴	۰/۹۵۹۹	۳/۷۶۲۸

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

بنا بر محاسبات انجام‌شده به ازای پارامترهای ابهام و بازده ماهانه، طی نمودار شماره ۱ به ازای بازده و درجات ابهام مربوط به شرکت‌های برتر بورسی در بازه زمانی تحت بررسی به ازای مقاطع ماهانه و شرکت‌های تحت مطالعه با فرض رژیم اول (بازده نزولی یا خرسی) تصویر گردیده است:

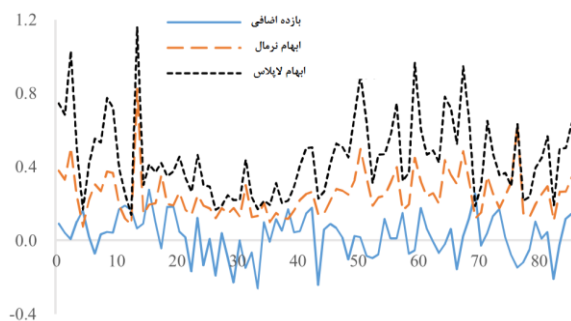


نمودار ۱- بازده اضافی و ابهام در رژیم اول شرکت‌های برتر بورسی (بازده نزولی یا خرسی)

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / دوره ۱۵ / شماره ۵۹ / تابستان ۱۴۰۳

مشابهت بنا بر محاسبات انجام شده به ازای پارامترهای ابهام و بازده ماهانه، طی نمودار شماره ۲ به ازای بازده و درجات ابهام مربوط به شرکت‌های برتر بورسی در بازه زمانی تحت بررسی به ازای مقاطع ماهانه و شرکت‌های تحت مطالعه با فرض رژیم دوم (بازده صعودی یا گاوی) تصویر گردیده است:



نمودار ۲- بازده اضافی و ابهام در رژیم دوم شرکت‌های برتر بورسی (بازده صعودی یا گاوی)

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

علاوه بر این طی جدول شماره ۵ پارامترهای آماری مربوط به توصیف یافته‌ها در برآورد پارامترهای زنجیره مارکوف به ازای رژیم‌های انتخابی اول و دوم در نمونه شرکت‌های نا برتر بورسی و نیز مقاطع زمانی ماهانه خلاصه گردیده است:

جدول ۵- پارامترهای آماری توصیف یافته‌ها در دو رژیم انتخابی شرکت‌های نا برتر

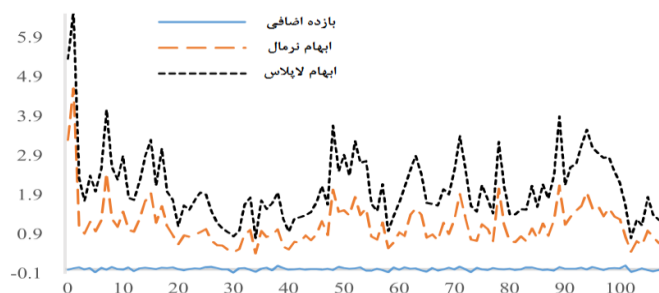
رژیم	شرح پارامتر	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
اول (نزولی، خرسی)	K	-۰/۰۰۷۸	-۰/۰۰۸۱	-۰/۲۲۷۹	۰/۱۶۸۹	۰/۰۸۴۰	۰/۰۰۲۶	۲/۶۲۳۶
	U <sup>2</sup>	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۸۱۹	۰/۰۱۰۷	۵/۱۶۲۹	۳۵/۷۴۸۰
	U <sub>1</sub> <sup>2</sup>	۰/۵۹۶۰	۰/۵۱۳۳	۰/۱۲۰۰	۱/۵۵۸۲	۰/۳۵۹۹	۰/۸۲۸۲	۳/۰۱۵۳
	U <sub>2</sub> <sup>2</sup>	۱/۰۹۶۸	۰/۹۹۵۴	۰/۱۵۷۲	۲/۸۷۹۱	۰/۶۴۹۰	۰/۷۷۴۹	۳/۱۴۰۴
دوم (صعودی، گاوی)	K	۰/۰۰۹۵	۰/۰۱۲۷	-۰/۰۸۱۹	۰/۰۹۸۰	۰/۰۳۵۱	-۰/۶۳۴۱	۳/۱۶۹۵
	U <sup>2</sup>	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۱۳	۱/۴۵۲۲	۵/۶۰۰۵
	U <sub>1</sub> <sup>2</sup>	۱/۱۳۰۲	۰/۹۸۴۵	۰/۴۰۶۹	۴/۶۰۳۶	۰/۵۷۲۳	۲/۷۶۲۹	۱۵/۴۲۵۱
	U <sub>2</sub> <sup>2</sup>	۲/۰۹۱۹	۱/۹۰۲۹	۰/۷۹۵۸	۶/۵۷۵۱	۰/۸۹۴۰	۱/۷۷۷۵	۸/۶۷۷۱

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

بنا بر محاسبات انجام شده به ازای پارامترهای ابهام و بازده ماهانه، طی نمودار ۳ به ازای بازده و درجات ابهام مربوط به شرکت‌های نا برتر بورسی در بازه زمانی تحت بررسی به ازای مقاطع ماهانه و

## مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی.../ایدی زاده، قدرتی قزانی، فرزین فر و پناهیان

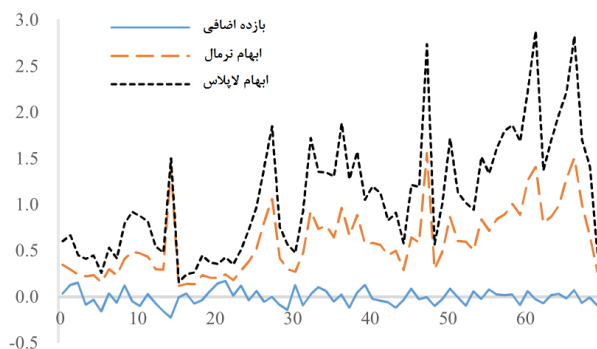
شرکت‌های تحت مطالعه با فرض رژیم اول (بازده نزولی یا خرسی) تصویر گردیده است:



نمودار ۳- بازده اضافی و ابهام در رژیم اول شرکت‌های نا برتر بورسی (بازده نزولی یا خرسی)

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

و مشابهتاً بنا بر محاسبات انجام شده به ازای پارامترهای ابهام و بازده ماهانه، طی نمودار شماره ۴ به ازای بازده و درجات ابهام مربوط به شرکت‌های نا برتر بورسی در بازه زمانی تحت بررسی به ازای مقاطع ماهانه و شرکت‌های تحت مطالعه با فرض رژیم دوم (بازده صعودی یا گاوی) تصویر گردیده است:



نمودار ۴- بازده اضافی و ابهام در رژیم دوم شرکت‌های برتر بورسی (بازده صعودی یا گاوی)

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

همان‌طور که در جدول شماره ۴ و ۵ نشان داده شده است، در مقایسه با بازار صعودی، میانگین و انحراف استاندارد بازده مازاد در بازار نزولی (خرسی) در هر دودسته شرکت‌های برتر و نا برتر کمتر بوده، علاوه بر این میانگین و انحراف معیار درجات خطر نیز کمتر به دست آمده است. با این حال، نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که میانگین و انحراف معیار درجات ابهام بالاتر است.

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به تحلیل محتوای ادبیات تحقیق و رویکردهای عنوان شده سنج‌های از اندازه‌گیری ابهام مبتنی

بر داده‌های واقعی بازار سرمایه ایران تعریف شده است. بررسی ادبیات تحقیق بر پایه تحلیل یافته‌های به‌دست‌آمده از پژوهش‌های پیشین که در مورد قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌بر اساس "ابهام" صورت گرفته‌اند، عمدتاً در ابعاد نظری انجام شده است. باسیلی (۲۰۰۱) طی پژوهشی از یک تابع فرعی برای توصیف نگرش سرمایه‌گذاران در زمینه ابهام بهره گرفته و در نهایت به ایجاد یک مدل نظری جهت قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای استفاده می‌کند. بر اساس ایده مدل مطلوبیت مورد انتظار با احتمالات نامشخص ابداعی ایژاکیان (۲۰۱۷)، از داده‌های معاملات واقعی در بازار سهام آمریکا در راستای اندازه‌گیری تجربی درجه ابهام استفاده شده است. در این پژوهش بر پایه رویکرد تحلیل محتوا، سنج‌های مبتنی بر داده‌های تجربی جهت اندازه‌گیری ابهام در بازار سرمایه ایران تعریف شده است.

عدم قطعیت یکی از ویژگی‌های اساسی بازارهای مالی و در نتیجه یکی از عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌ای است. بر این اساس، سرمایه‌گذاران منطقی عدم قطعیت‌های مختلفی را در نظر می‌گیرند و دارایی‌های مالی را سرمایه‌گذاری می‌کنند (وانگ، رانگ و ژائو، ۲۰۱۹؛ جین، لیو و یانگ، ۲۰۲۰). پژوهش حاضر باهدف طراحی الگوی رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی قیمت‌گذاری دارایی و ابهام در بازار سهام ایران به انجام رسید.

نتایج اندازه‌گیری ابهام بر پایه الگوی مارکوف و آزمون‌های ناپارامتریک نشان داد که درجات ابهام در بین شرکت‌های برتر و نا برتر از یک‌طرف و بازارهای صعودی (خرسی) و نزولی (گاو) به‌طور معنی‌داری متفاوت است. در بین شرکت‌های برتر بازده اضافی (صرف ریسک سهام) کمتر معمولاً با نوسانات ریسک کمتر و درجه ابهام بالاتر همراه بوده و صرف ریسک سهام بالاتر با نوسانات ریسک بالاتر و درجه ابهام کمتر همراه است. در حالی که در شرکت‌های نا برتر، صرف ریسک سهام کمتر معمولاً با درجات ابهام کمتر و نوسانات ریسک بالاتر همراه بوده و صرف ریسک بالاتر با درجات ابهام بالاتر و نوسانات ریسک کمتر همراه بوده است. برآورد رگرسیونی روابط بین ریسک، درجات ابهام نرمال و لاپلاس با صرف ریسک سهام (بازده اضافی) در کل شرکت‌ها نشان داد که معادله‌ای که ریسک و ابهام و تعامل آن‌ها را به‌طور هم‌زمان در نظر می‌گیرد، بیشترین برازش را دارد. برآورد رگرسیونی در هر دسته از شرکت‌های برتر و نا برتر نشان داد که پس از معرفی عوامل ابهام، تأثیرات عامل نوسان ریسک بر بازده اضافی در بازار نزولی به‌طور قابل توجهی منفی و در بازار صعودی مثبت است. علاوه بر این، رفتار ابهام‌گریزی سرمایه‌گذاران در شرکت‌های برتر و نا برتر متفاوت بود در شرکت‌های برتر به ازای احتمال افزایش بیشتر از ۰/۵۱ در بازار نزولی و بیشتر از ۰/۶ در بازار صعودی، سرمایه‌گذاران ابهام‌گریزند در حالی که در بازار نزولی به ازای احتمال بیشتر از ۰/۴۹ و در بازار صعودی به ازای بیشتر از ۰/۶۳ باشد، ابهام‌گریز بوده است. لذا ابهام در



## مدل رژیم سویچینگ مارکوف در راستای ارزیابی.../ایدی زاده، قدرتی قزائی، فرزین فر و پناهیان

قیمت گذاری دارایی جدید می تواند بر صرف ریسک سهام تأثیر بگذارد.

نتایج تحقیق مبتنی بر به کارگیری الگوی مارکوف در تعیین رژیم های سرمایه گذاری، برآورد ریسک، ابهام و بازده به ازای داده های مبادلات سهام نشان داد که اولاً الگوی برآوردی در تعیین رژیم مناسب سرمایه گذاری موفق بوده و آزمون مقایسه میانگین ها معنی داری تفاوت بین شرکت های برتر و نا برتر و نیز رژیم های انتخابی و نهایتاً تحلیل روابط بین ریسک، ابهام و بازده مبتنی بر تحلیل همبستگی و رگرسیون نشان داد که اولاً: الگوی مارکوف قدرت تمایز بین رژیم های سرمایه گذاری را داشته و ثانیاً: الگوی مارکوف قادر به پیش بینی ریسک و ابهام و بازده بوده و نهایتاً بیشترین توضیح دهنده در حالی است که علاوه بر لحاظ کردن ریسک و ابهام، تعامل آن ها نیز باید مورد توجه قرار گرفته شود. چراکه به موازات افزایش سطح ابهام، ریسک گریزی افراد افزایش می یابد و به تعبیری افراد سرمایه گذار در این بازارها ابهام گریز بوده و این ارتباط حتی در صورت لحاظ عدم تقارن و کشیدگی توضیح برقرار است. بر این اساس به سیاست گذاران بازار سرمایه، تحلیل گران مالی و ارکان نظارتی توصیه می شود با تکیه بر سنجه های ۸ گانه سنجش ابهام مشتمل بر: گردش مالی سهام، حجم معاملات، نوسان گردش مالی، نوسان معاملات، نوسان بازده بازار، نوسان بازده اضافی، نوسان قیمت سهام و نوسان پیش بینی، به صورت ادواری درجات ابهام به ازای شرکت های مورد ارزیابی را برآورد و اولویت بندی های سرمایه گذاری را بر مبنای آن ها تعیین نمایند. تدوین نیم رخ یا پروفایلی از هر شرکت بر مبنای بازده و متناظر با آن ریسک و ابهام، می تواند در تصمیم گیری های سرمایه ای به سرمایه گذاران حقوقی (صندوق های مشترک و شرکت های سرمایه گذاری) به ویژه کمک نماید. علاوه بر این سرمایه گذاران بالقوه می توانند بر اساس این سنجه شرکت هایی را جهت سرمایه گذاری انتخاب کنند که سطح ابهام کمتری را در گذشته تجربه کرده باشند. شرکت های که گردش مالی سهام بیشتر، حجم معاملات بیشتر، نوسان گردش مالی کمتر، نوسان معاملات کمتر، نوسان بازده بازار کمتر، نوسان بازده اضافی کمتر، نوسان قیمت سهام کمتر و مبتنی بر تحلیل های تحلیل گران از نوسان پیش بینی کمتری، برخوردار باشند. نهایتاً به فعالان بازار سرمایه می شود مهم ترین عوامل تعیین کننده ریسک، ابهام و بازده مشتمل بر: صرف ریسک بازار، بازده دارایی، بازده سرمایه، نوسان سود، جریان نقدی، ارزش شرکت، نقد شوندگی دارایی ها، فرصت های رشد، گردش دارایی و اندازه شرکت، را در ارزیابی گزینه های سرمایه گذاری مورد توجه قرار دهند.

### قدردانی

بدینوسیله از ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشان و همچنین اساتید محترم راهنما و مشاور که مرا را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تشکر می کنیم.

- 1) Amin Eshairi, A. (2021) "Investigation of the relationship between economic policy uncertainty and the risk of falling stock prices", *New Research Approaches in Management and Accounting* 5 (77).
- 2) Avgerou, C., Geoff, W., (2017). "Information Technology in Context: Studies from the Perspective of Developing Countries: Studies from the Perspective of Developing Countries". Routledge.
- 3) Bali, T.G., Zhou, H. (2016). "Risk, uncertainty, and expected returns". *J. Financ. Quant. Anal*, 51, pp. 707–735
- 4) Barberis, N., et al. (2015). "X-CAPM: An extrapolative capital asset pricing model". *Journal of Financial Economics*, 115 (1), pp. 1-24
- 5) Bernoulli, D. (1738). "Hydrodynamica sive de viribus et motibus fluidorum commentarii". *Johannis Reinholdi Dulseckeri*.
- 6) Bolstad, W. M., & Curran, J. M. (2016). "Introduction to Bayesian statistics". John Wiley & Sons
- 7) Carhart, M. M. (1997). "On persistence in mutual fund performance". *The Journal of Finance*, 52 (1), pp. 57e82.
- 8) Chen, B., Liu, X., Zhao, H., & Príncipe, J. C. (2017). "Maximum correntropy Kalman filter". *Automatica*, 76, pp. 70-77.
- 9) Driouchi, R.H.Y. So, L. Trigeorgis, T. (2020). "Investor ambiguity, systemic banking risk and economic activity: the case of too-big-to-fail". *J. Corp. Financ*, 62, pp. 101549, <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2019.101549>
- 10) Fama, E. F., & French, K. R. (2015). "A five-factor asset pricing model". *Journal of Financial Economics*, 116 (1), pp. 1e22. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.10.010>
- 11) Fama, E. F., & French, K. R. (2013). "A. Five-Factor Asset Pricing Model. "Fama-Miller Working Paper." Available at SSRN 2287202 (2013).
- 12) Fama, E.F., & French, K.R. (1992), "The Cross-Section of Expected Returns." *Journal of Finance*, 47 (2), 427-465.
- 13) Farhadi, Hamidreza, Nadiri, Mohammad, Saranj, Alireza, and Tehrani, Reza. (2023). Investigating the effect of herd behavior in Iran's economy on the efficiency of asset pricing model. *Islamic Economics and Banking*, 11 (38), 113-136. SID. <https://sid.ir/paper/1040242/fa>
- 14) Gilboa, D., & Schmeidler, I. (1989). "Maxmin expected utility with non-unique prior". *J. Math. Econ*, 18 (2), pp. 141–153

- 15) Halim, E., Yohanes, E. R., & Nilanjan, R. (2017). "Costly Information Acquisition, Social Networks and Asset Prices: Experimental Evidence." Washington.
- 16) Izhakian Y. (2017). "Expected utility with uncertain probabilities theory", J. Math. Econ. 69, pp. 91–103.
- 17) Jin, G., Liu, H., & Yang, Z. (2020). "Optimal consumption and investment strategies with liquidity risk and lifetime uncertainty for Markov regime-switching jump diffusion models, Eur". J. Oper. Res. 280 (3), pp. 1130–1143
- 18) Klibanoff, M. Marinacci, S., & Mukerji, P., "A smooth model of decision making under ambiguity". *Econometrica*, 73 (6), pp. 1849–1892
- 19) Li, J. (2020). "Preferences for partial information and ambiguity". *Theor. Econ.* 15 (3), 1059–1094.
- 20) Lintner, J. (1965). "The valuation of risk assets and selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets". *Review of Economics and Statistics*, 47, pp. 13-37.
- 21) Maqsood, Hossein, Vakili Fard, Hamidreza, Torabi, Taghi (2019) "Variability testing of factors effective in predicting stock returns using dynamic averaging models", *Financial Engineering and Securities Management*, 11 (45), pp. 639 -660.
- 22) Merton, R. C. (1973). "An Intertemporal Capital Assets Pricing Model". *Econometrica*, 41 (5), pp. 867-87.org/10.1016/j.bir.2017.08.005
- 23) Nasiri, Koresh, & Askarzadeh, Gholamreza. (2023). Comparative analysis of the efficiency of Black-Scholes pricing model and binomial tree in Tehran Stock Exchange call option transactions. *Financial Engineering and Securities Management*, 14 (54), 25-42.
- 24) Rajizadeh, Simin. (1401). Evaluation of VIX volatility index in Iran's capital market and its future pricing effect using the Garou model. *Financial Engineering and Securities Management*, 13 (52), 60-80.
- 25) Sabouri, Narges, Karimpour, Enayat (1400) "Investigation of joint effects of economic policy uncertainty and company characteristics on capital structure (case study: companies admitted to the Tehran Stock Exchange)", *new research methods in management and accounting* , 5 (66).
- 26) Schmeidler, D. (1989). "Subjective probability and expected utility without additivity". *Econometrica*, 57 (3), 571–587.
- 27) Sharpe, W. F. (1964). "Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk". *The journal of finance*, 19 (3), pp. 425-442.
- 28) Shi, Z. (2019). "Time-varying ambiguity, credit spreads, and the levered equity premium". *J. Financ. Econ*, 134 (3), 617–646.

- 29) Wang, J., Zhou, M., Guo, X., Qi, L., & Wang, X. (2021). "A Markov regime switching model for asset pricing and ambiguity measurement of stock market". *Neurocomputing*, 435, pp. 283-294.
- 30) Wang, T., H. Li, X. Zhou, et al. (2020). "A prospect theory-based three-way decision model". *Knowl.-Based Syst*, 203, p. 106129, <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.106129>
- 31) Wang, X., Rong, H., & Zhao, S. (2019). "Optimal investment and benefit payment strategy under loss aversion for target benefit pension plans". *Appl. Math. Comput.* 346, pp. 205–218.
- 32) Xu, Yexiao., & Zhao, Yihua. (2023). *Beta Reversal and Expected Returns*. The University of Texas at Dallas, Vol 37. 83-114.

یادداشت‌ها:

---

- 1 Black- Scholes  
2 Akaike Information Criterion  
3 Bayesian Information Criterion

## Markov switching regime model in order to assess asset pricing and uncertainty in the stock market

Maryam Eydizadeh<sup>1</sup>

Hasan Ghodrati Ghazaani<sup>2</sup>

Aliakbar Farzinfar<sup>3</sup>

Hossein Panahian<sup>4</sup>

Receipt: 23/05/2023    Acceptance: 22/07/2023

### Abstract

The current research has been carried out with the aim of designing the Markov switching regime model in order to evaluate the asset pricing and uncertainty in the stock market in Iran's stock market. In order to estimate the Markov model by systematic elimination method, 130 companies were selected and based on their performance, 1400 were divided into two categories, the top 50 companies and the lowest companies, and based on random processes to determine Markov regimes, investment portfolios were formed and based on the estimation of the Markov regime were estimated. The regression estimation of the relationship between efficiency and effective factors in the companies under investigation, regardless of the categories, showed that there was an inverse relationship between risk, normal and Laplace uncertainty degrees with efficiency, and the only determining factors were market risk and asset efficiency. , return on capital, profit volatility, cash flows, company value, asset liquidity, growth opportunities, asset turnover and company size have a significant relationship with stock returns. Among top companies, lower additional returns are usually associated with lower risk fluctuations and higher degree of uncertainty, and higher share risk spending is associated with higher risk fluctuations and lower degree of uncertainty.

### Keywords

Markov switching regime, asset pricing, uncertainty in the stock market.

1-Department of Industrial Management, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran. Maleka.eydizadeh@yahoo.com

2-Department of Industrial Management, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran. (Corresponding Author) dr.ghodrati42@gmail.com

3-Department of Accounting, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran. farzinfar\_47@yahoo.com

4-Department of Management and Accounting, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran. Panahian@yahoo.com