



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۳ / شماره ۴ (پیاپی ۵۲) / زمستان ۱۴۰۳
صفحه ۶۳۱ تا ۶۵۱

شبیه‌سازی زنجیره مارکوف مونت کارلو تحت استنباط بی‌زین جهت شناسایی پارامترهای موثر بر اندازه‌گیری کیفیت سود

حمید فرهادی

گروه حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
farhadihamid@yahoo.com

فاضل محمدی نوده

استادیار، گروه مدیریت، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران (نویسنده مسئول)
mnfazel2@gmail.com

سید رضا سید نژاد فهیم

گروه حسابداری، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
fahim_re@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵

چکیده

هدف پژوهش حاضر شبیه‌سازی زنجیره مارکوف مونت کارلو تحت استنباط بی‌زین جهت شناسایی پارامترهای موثر بر اندازه‌گیری کیفیت سود می‌باشد. در این راستا جهت پیش‌بینی رفتار سود شرکت‌ها و استنباط دقیق پارامترهای مدل از تکنیک بیزی مارکوف مونت کارلو (MCMC) که ناهمگنی مقطعی را در نظر می‌گیرد، تحلیلی با کدگذاری به زبان پایتون انجام شد. در این پژوهش سیگنال‌های سود استخراج شده از صورت‌های مالی به صورت فصلی برای یک دوره ۵ ساله (۱۴۰۰-۱۳۹۶)، برای ۱۰۴ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران جمع‌آوری شده و با استفاده از معیار جدید اندازه‌گیری کیفیت سود مورد بررسی قرار گرفت. از متغیرهای کمکی قابلیت مقایسه حسابداری، اهرم مالی، چرخه عملیاتی و نوسان فروش جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر استفاده گردید و در ادامه از چندین معیار عملکرد آماری (R^2 ، RMSE و MSE) برای ارزیابی کارایی مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر بیزی استفاده شد. نتایج نشان داد که معیار پیشنهادی پژوهش حاضر مستخرج از مدل بیز برای داده‌های آموزش و آزمایش به خوبی قادر به پیش‌بینی کیفیت سود است. شواهد نشان می‌دهد که نتایج مدل پیشنهادی نسبت به مدل مرسوم مدیریت سود تعهدی برتری دارد که به ترتیب میزان خطای $MSE=0.0188$ ، $RMSE=0.1369$ را پیشنهاد می‌کند. از نتایج پژوهش حاضر می‌توان برای تجزیه و تحلیل پرتفوی و پیش‌بینی کیفیت سود آتی شرکت‌ها با استفاده از داده‌های تاریخی استفاده کرد. همچنین می‌توان از آن برای مطالعه عوامل موثر بر عملکرد سرمایه‌گذاری استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: کمی‌سازی عدم قطعیت، زنجیره مارکوف مونت کارلو، استنباط بی‌زین، کیفیت سود، توزیع پسین.

۱- مقدمه

نظریه کیفیت سود برای نخستین بار توسط تحلیل گران مالی و کارگزاران بورس مطرح شد. آن‌ها معتقد بودند سود گزارش شده در صورت‌های مالی به دلیل وجود نقاط ضعف متعدد، قدرت سود آوری شرکت را به درستی کامل نشان نمی‌دهد. به همین دلیل در تعیین ارزش شرکت علاوه بر کمیت سود، کیفیت آن نیز مورد توجه قرار گرفت. منظور از کیفیت سود میزان احتمال تحقق و زمینه بالقوه رشد سودهای آتی است. به بیان دیگر علاوه بر سود هر سهم جاری شرکت، انتظارات ما از آینده شرکت و ضریب اطمینان نسبت به سودهای آتی و قدرت سودآوری سال‌های آتی بر ارزش سهام شرکت تأثیرگذار است (رسولخانی و همکاران، ۱۳۹۸).

با وجودی که مدیران شرکت‌ها در جهت کسب سود و افزایش ثروت تلاش می‌کنند، اما برخی از شرکت‌ها بعد از چند سال فعالیت، با ضرر و زیان مواجه می‌شوند و به جایی می‌رسند که سرمایه و ثروت خود را از دست می‌دهند. بدون شک، ضرر و زیان این شرکت‌ها، یکباره و بدون مقدمه قبلی به وجود نمی‌آید و اغلب با علائم و عارضه مالی و اداری همراه است که یکی از این علائم هشداردهنده، فقدان کیفیت سود است. در واقع، کیفیت سود، ابزاری برای سنجش توانمندی و صلاحیت مدیران، معیاری برای ارزیابی تداوم فعالیت شرکت، مکانیزمی برای ارزیابی جریان نقدی و شاخصی برای صحت فعالیت‌های مالی شرکت و مقابله با فساد است و به همین دلیل، گروهی از اقتصاددانان، سود را عاملی برای افزایش ثروت، عده‌ای دیگر، سود را ارزش افزوده فعالیت اقتصادی و گروهی دیگر نیز، سود را فایده مالی و پاداش سرمایه‌گذار می‌دانند (منیکوچی^۱، ۲۰۲۰).

در الگوهای رگرسیون خطی از آنجا که برای محاسبه پایداری سود از اطلاعات مربوط به سود در دوره‌های بلندمدت استفاده می‌شود، در بلندمدت به نوسان سود منجر خواهد گردید و لذا ضریب پایداری سود محاسبه شده از کیفیت پایینی برخوردار می‌گردد (دو^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). در زمان برآورد ضریب پایداری سود به کمک الگوهای رگرسیون خطی برقرار بودن مفروضات متعددی بایستی بررسی شود و وجود نوسان در سود حسابداری ممکن است موجب گردد تا محقق برای اینکه مفروضات الگوی رگرسیون برقرار گردد داده‌های مربوط به سود حسابداری را تعدیل نماید. یکی از تعدیلاتی که به صورت عمده در تحلیل‌های مربوط به رگرسیون خطی روی داده‌ها انجام می‌شود، حذف داده‌های پرت یا دورافتاده است. بنابر این، در زمان برآورد ضریب پایداری سود ممکن است به دلیل وجود نوسان در سود حسابداری، برخی از داده‌های مربوط به سود حذف گردند (به عنوان مثال، داده‌های یک دوره یا چند دوره برای یک شرکت حذف شوند). باید دقت داشت که گاهی اوقات داده‌های پرت حاوی اطلاعات مهمی هستند که حذف آنها می‌تواند بر تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری‌ها اثر قابل توجهی داشته باشند (مک‌نیکولز^۳، ۲۰۰۲). از این رو، داده‌های تعدیل شده می‌تواند تبیین ویژگی‌های سود حسابداری را با مشکل مواجه سازد. از طرف دیگر، برای برآورد ضریب پایداری سود از یک الگوی رگرسیون خطی استفاده می‌شود و فرض این الگو آن است که رابطه بین سود دوره $t+1$ در مقایسه با سود دوره t از لحاظ پارامتر خطی است. این فرض به دلیل نوسان سود حسابداری ممکن است در اغلب موارد برقرار نباشد. بدین ترتیب، شکل توزیع داده

¹ Menicucci² Du³ McNichols

ها و عدم تصریح درست الگوی رگرسیون می‌تواند محدودیت‌هایی بر سر راه برآورد و تحلیل ضریب پایداری سود حسابداری ایجاد نماید.

در مقابل استفاده از فرآیندهای مارکوف برای الگوسازی پایداری سود در مقایسه با تحلیل رگرسیون دارای مزیت‌هایی است که می‌تواند ضمن فائق آمدن بر مشکلاتی که بر سر راه استفاده از تحلیل رگرسیون است، امکان بررسی سایر ویژگی‌های سود حسابداری را فراهم آورد. یکی از مزیت‌های استفاده از فرآیندهای مارکوف در تحلیل پایداری سود آن است که برخلاف تحلیل‌های رگرسیون خطی که در آن برای پیش‌بینی روند نیاز به داده‌های مربوط به چند سال است، در تحلیل فرآیندهای مارکوف تنها به داده‌های دو سال پیاپی نیاز است تا تغییر یا ثبات وضعیت تعیین گردد (اسکات^۱، ۲۰۰۲). دیگر آنکه، برخلاف تحلیل رگرسیون خطی که در آن برای یک دوره ۱۰ ساله ضریب پایداری سود محاسبه می‌گردد، در تحلیل فرآیندهای مارکوف می‌توان پایداری سود را برای دوره‌های کمتر از ۱ دوره نیز تحلیل نمود (اسکات، ۲۰۰۲).

رویکرد پیشنهادی پژوهش حاضر از یک مدل ساختاری برای جدا کردن کیفیت حسابداری از فرآیند سود واقعی استفاده می‌کند و در نتیجه نگرانی مبنی بر اتکا به معیارهای مبهم را کاهش می‌دهد. دو دلیل مهم بر استفاده از مدل بیزی مارکوف مونت کارلو این است که اولاً، یک محقق ممکن است پارامترهای ناشناخته را در بین شرکت‌های یک گروه یکسان تلقی کند و پارامترها را با استفاده از رگرسیون مقطعی یا رگرسیون پانل تخمین بزند (دجو و دیچاو^۲، ۲۰۰۲؛ هریبار^۳ و همکاران، ۲۰۰۲) و این موضوع زمانی که پارامترها به صورت مقطعی متفاوت هستند ممکن است نامناسب باشد. دوماً، یک محقق ممکن است پارامترها را برای هر شرکت با استفاده از رگرسیون‌های سری زمانی خاص تخمین بزند (مثلاً، لیپ^۴، ۱۹۹۰) و لذا برای تخمین قابل اعتماد پارامترهای سطح شرکت به دنباله‌ای طولانی از مشاهدات نیاز دارد که اغلب غیرممکن است. هنگامی که داده‌های خاص شرکت کمیاب است، یک رویکرد بهتر تخمین‌های خاص شرکت را نسبت به میانگین جمعیت "کوچک" می‌کند. چارچوب سلسله‌مراتبی بیزی تحت روش زنجیره مارکوف مونت کارلو فرض می‌کند که پارامترهای خاص شرکت از یک توزیع استخراج می‌شوند. تخمین‌های خاص شرکت بر اساس ترکیبی از داده‌های موجود برای آن شرکت و توزیع جمعیت است. لذا در پژوهش حاضر این مساله بررسی خواهد شد که متغیرهای موثر بر سنجش کیفیت سود منطبق با شرایط خاص بازار و شرکت‌ها چیست؟ آیا مدل زنجیره مارکوف مونت کارلو تحت چارچوب استنباط بیزی توانایی تحلیل کیفیت سود شرکت‌ها را دارد؟ آیا مدل پیشنهادی در ارائه محتوای اطلاعاتی وضعیت شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران نسبت به سایر مدل‌های مرسوم سنجش کیفیت سود برتری دارد؟

¹ Scott

² Dechow and Dichev

³ Hribar

⁴ Lipe

۲- مبانی نظری

۲-۱- تعریف کیفیت سود

کیفیت سود مفهومی است که تعریف واحدی برای آن وجود ندارد. برای کیفیت سود تعاریف متعدد و متفاوتی توسط محققین مطرح شده است؛ شیپر و وینسنت^۱ (۲۰۰۳)، به مفاهیم سود اقتصادی و سودمندی در تصمیم پرداختند و کیفیت سود را در ارتباط با این مفاهیم می‌دانند. دیچو و دیچاو^۲ (۲۰۰۲)، کیفیت سود را بر مبنای کیفیت اقلام تعهدی می‌دانند، به گونه‌ای که کیفیت سود را بر مبنای ارتباط یا نزدیکی اقلام تعهدی به جریان‌های نقد عملیاتی تعریف می‌کنند. بال و شیواکومار^۳ (۲۰۰۵)، مفهوم کیفیت سود را در ارتباط با سودمندی اطلاعات صورت‌های مالی برای اعتبار دهندگان، سرمایه‌گذاران، مدیران و دیگر استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی تعریف می‌کنند. وینسنت و شیپر (۲۰۰۲)، کیفیت سود را به درک درست مفاهیم اقتصادی و انعکاس مناسب این مفاهیم در صورت‌های مالی مربوط می‌دانند. در نهایت، بر اساس تمرکز بر رویکرد سودمندی در تصمیم‌پژوهش‌های تجربی آکادمیک و نظریه‌های هیأت تدوین استانداردهای حسابداری مالی، کیفیت سود و گزارشگری مالی را مورد توجه افرادی می‌دانند که از آن‌ها برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند (رسولخانی و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به موارد مذکور می‌توان نتیجه گرفت کیفیت سود یک مفهوم ثابت و تعریف شده نیست بلکه مفهومی نسبی است که در ارتباط با آن دیدگاه‌ها و نگرش‌های متفاوتی وجود دارد. اگرچه تابحال تعریف واحدی برای مفهوم کیفیت سود ارائه نشده و در مورد معیارهای آن برای ارزش‌گذاری نزد پژوهشگران اجماع کلی وجود ندارد؛ ولی مفهوم آن، برای درک بهتر معاملات و مفاهیم اقتصادی و انعکاس مناسب اثر آن‌ها در دفاتر و گزارش‌های مالی بنگاه‌های اقتصادی سودمند است.

رقم سود در صورت‌های مالی اطلاعات حسابداری را خلاصه می‌کند، در حالی که کیفیت سود برای تصمیم‌گیری فعالان اقتصادی استفاده می‌شود. سود با کیفیت بالا با ارائه معیاری دقیق از عملیات شرکت مشخص می‌شود که پایدار است و سودهای آتی را به طور قابل اعتماد پیش‌بینی می‌کند، مدیریت سود در آن لحاظ نشده و اطلاعات ارزشمندی را به کاربران ارائه می‌دهد. در مقابل کیفیت پایین سود ناشی از مدیریت سود، اشتباهات در قوانین حسابداری و یا عدم تقارن اطلاعاتی بین ذینفعان است. کیفیت پایین سود، ریسک اطلاعات را افزایش می‌دهد و منجر به تخصیص ناکارآمد منابع می‌شود (فونو-دمبئو^۴ و همکاران، ۲۰۲۲).

ادبیات کیفیت سود مملو از معیارهای مختلفی برای اندازه‌گیری این مفهوم است و هیچ دستورالعمل خاصی در مورد انتخاب معیارهای کیفیت سود اجرا نمی‌شود، اما توصیه می‌شود از معیارهای مختلفی جهت ارزیابی آن استفاده شود زیرا هر استاندارد کیفیت سود جنبه خاصی از سود گزارش شده یک شرکت را نشان می‌دهد (فونو-دمبئو و همکاران، ۲۰۲۲). در ادامه به مهم‌ترین آن‌ها اشاره شده است.

¹ Schipper & Vincent

² Dichow & Dichev

³ Ball & Shivakumar

⁴ Fonou-Dombeu

۲-۲ مدل‌های مختلف ارزیابی کیفیت سود

پایداری (ثبات) سود: ثبات و تداوم سود از دوره‌ای به دوره‌ای دیگر را ارزیابی می‌کند و به معنای تکرارپذیری سود دوره جاری است. هر چه شرکت برای حفظ سود دوره جاری در دوره‌های آتی توانمندتر باشد، سود پایدارتر و کیفیت آن بیشتر است. پایداری متوالی ارقام سود، بیانگر کیفیت بالای سود است، و هرچه تغییر سود با تغییر وجه نقد هماهنگی بیشتری داشته باشد، سود باکیفیت‌تر خواهد بود (شیپر و وینسنت، ۲۰۰۳).

قابلیت پیش بینی: یکی از خصوصیات کیفی اطلاعات حسابداری که موجب بهبود ویژگی کیفی مربوط بودن می‌شود، قابلیت پیش بینی است. سنجش این معیار در غالب توانایی سود در پیش بینی سودها و جریان‌های نقد آتی قرار دارد و مفهوم این ویژگی، توانایی سود در پیش بینی خود است (اعتمادی و همکاران، ۱۳۹۱). قابلیت پیش بینی را می‌توان در ارتباط با مفید بودن در تصمیم‌گیری دانست. بنابراین می‌توان آن را با هدف ارتقاء توانایی استفاده‌کنندگان در پیش بینی جریان‌های نقدی و اهداف مورد نظر دانست (لیپ، ۱۹۹۰).

هموارسازی یا نوسان پذیری سود: هموارسازی سود یکی از الگوهای مدیریت سود است که برگرفته از مطالعه لئوز و همکاران^۱ (۲۰۰۳) است و به عنوان یکی از معیارهای کیفیت سود بشمار می‌رود. آن‌ها برای اندازه‌گیری این معیار از نسبت انحراف معیار سود عملیاتی به انحراف معیار جریان وجه نقد عملیاتی استفاده کرده‌اند. بیشتر بودن این نسبت، بیانگر هموارسازی کمتر سود و در نتیجه کیفیت سود بیشتر است و بالعکس. از طریق مطالعه یکنواختی سود، می‌توان چگونگی تأثیر معیار هموارسازی بر کیفیت سود را مورد بررسی قرار داد. سود باکیفیت در این معیار به معنای عدم تغییر پذیری (نوسان) است. اما مدیریت سود می‌تواند، یکنواختی سود را از طریق عملیاتی مانند هموارسازی تحت تأثیر قرار دهد. سود باثبات در مقایسه با سود بی‌ثبات (دارای نوسان)، به عقیده بسیاری از سرمایه‌گذاران، سود تقسیمی بالاتری را تضمین می‌کند. بنابراین آن‌ها نوسان سود را یکی از معیارهای مهم ریسک شرکت می‌دانند؛ به این معنی که هرچه سود شرکتی هموارتر باشد، ریسک کمتری دارد (حاجی‌ها و ماهر، ۱۳۹۰).

کیفیت اقلام تعهدی (رابطه بین سود، جریان‌های نقدی و اقلام تعهدی): کیفیت اقلام تعهدی به میزان قابلیت تبدیل اقلام تعهدی به جریان‌های نقدی اشاره دارد. بسیاری از محققین این معیار کیفیت سود را برگرفته از ارتباط بین سود، جریان‌های نقدی و اقلام تعهدی می‌دانند (فرانسیس^۲ و همکاران، ۲۰۰۴). گزارشگری مالی به منظور ارزیابی رابطه بین سودآوری و توانایی ایجاد وجه نقد است. لازم به ذکر است که اکثر پژوهش‌های علمی مؤید این است که معمولاً سرمایه‌گذاران، به سود در مقایسه با جریان‌های نقد توجه بیشتری دارند. با این حال قابلیت پیش بینی سود از بابت بازده سهام، زمانی که شکاف زیادی بین جریان‌های نقدی و سود شرکت وجود داشته باشد، کاهش می‌یابد. در مقابل سود زمانی می‌تواند پیش‌بینی و شاخص مناسبی از بازده آتی باشد که جریان‌های نقد و سود از همبستگی بالایی برخوردار باشند.

¹ Leuz

² Francis

لذا گزارش‌های سود هم تحت‌تأثیر عملکرد بنیادی شرکت و هم فرآیند اندازه‌گیری است که توسط استانداردهای گزارش‌دهی، فناوری حساسی و اختیارات مدیریتی اداره می‌شود (به عنوان مثال، دچو و همکاران، ۱۹۹۸؛ نیکولایف^۱، ۲۰۱۷). تحقیقات قبلی از ویژگی‌های آماری سود که در بالا اشاره شد و مدل‌های اقلام تعهدی غیرعادی مبتنی بر رگرسیون برای اندازه‌گیری کیفیت سود استفاده کرده است (دچو و همکاران، ۲۰۰۲). در مدل‌های مبتنی بر رگرسیون، محققان بخش «غیر طبیعی» اقلام تعهدی را از بخش «عادی» مربوط به عملکرد بنیادی جدا می‌کنند و کیفیت اقلام تعهدی را بر اساس اقلام تعهدی غیرعادی تعریف می‌کنند (دچو و دیچاو، ۲۰۰۲).

۳- پیشینه پژوهش

در ادامه به مهم‌ترین سابقه تحقیقات انجام شده درباره موضوع پژوهش و نتایج به دست آمده در داخل و خارج از کشور و نظریه‌های علمی موجود درباره موضوع تحقیق پرداخته شده است.

شهریاری و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهش خود از یک روش ترکیبی کاپولا-نوسانات تصادفی مبتنی بر زنجیره مارکوف مونت‌کارلو، برای ارزیابی نوسانات نهفته شاخص بورس اوراق بهادار استفاده نمودند. در مطالعه ایشان توزیع لگاریتم مربعات بازده به‌عنوان معیاری از نوسانات تحقق‌یافته با استفاده از مدل نوسان تصادفی جهت به‌دست آوردن نوسانات نهفته شبیه‌سازی شده و سپس با به‌کارگیری آمیخته‌ای از توزیع‌های خانواده کاپولا و زنجیره مارکف مونت‌کارلو مدل‌سازی و تخمین در فاز آموزش صورت پذیرفت و در نهایت در فاز آزمون با استفاده از داده‌های برون نمونه جهت تخمین مدل نوسانات تصادفی فاز آزمون بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهد که از بین مدل‌های پژوهش، مدل نوسان تصادفی-گامبل کاپولا مبتنی بر MCMC با کمترین میزان خطا در بین داده‌های برون نمونه عملکرد بهتری را ثبت کرده است.

حسینی و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهش خود تحت عنوان "الگوسازی پایداری و برگشت پذیری سود حسابداری با استفاده از زنجیره‌های مارکوف" به منظور بررسی پایداری و برگشت پذیری وضعیت سود حسابداری از روش‌های ریاضی فرآیندهای مارکوف با استفاده از داده‌های ۳۰۸ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۳ الی ۱۳۹۷ استفاده کردند. برای این منظور، ابتدا داده‌ها وارد نرم افزار اکسل شده و سپس از طریق نرم افزار متلب محاسبات ریاضی انجام گردید. یافته‌های پژوهش ایشان نشان می‌دهد که سود سال جاری با سود سال آتی با یکدیگر ارتباط دارد و همین موضوع زمینه استفاده از روش‌های فرآیند مارکوف را جهت بررسی ویژگی پایداری سود فراهم می‌کند. دیگر یافته‌ها نشان می‌دهد که اثر وضعیت فعلی و جاری سود حسابداری در پیش بینی پایداری سود در بلندمدت با گذر زمان کاهش می‌یابد و اندازه‌گیری پایداری و برگشت پذیری وضعیت سود حسابداری بر اساس شاخص‌های نسبت سود عملیاتی به فروش و سود خالص به فروش با یکدیگر تفاوت معناداری ندارند.

انصاری نسب و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهش خود تحت عنوان "بررسی رفتار غیرخطی نرخ ارز در ایران: شواهدی از الگوی مارکوف سوئیچینگ" نشان دادند نرخ ارز رفتاری غیرخطی و نامتقارنی در ایران دارد و نرخ ارز

¹ Nikolaev

در سه رژیم مختلف، رفتار متفاوتی بر جای می‌گذارد و رفتار نرخ ارز در سه رژیم مورد نظر وابسته به دوره قرارگیری در آن بوده و این برای سیاستگذاری اقتصاد در حوزه نرخ ارز می‌تواند حائز اهمیت باشد.

رفاعی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهش خود تحت عنوان "شبه‌سازی تاثیر عوامل موثر بر رکود اقتصادی در ایران: مقایسه دو رهیافت زنجیره مارکوف مونت کارلو و بیزین" عوامل موثر بر رکود اقتصادی در ایران طی سالهای ۱۳۹۵-۱۳۵۷ با استفاده از زنجیره مارکوف مونت کارلو و رهیافت بیزین شبه‌سازی نمودند. نتایج نشان می‌دهد ماتریس عوامل بیز برای همه جفت مدلهای به خوبی طبق استدلال قرار گرفته‌اند. احتمالات پسین رژیمها و نسبت درستنمایی نهایی نشان می‌دهد که نقاط تغییر در مدل ششم، با بقیه مدلهای متفاوت است بنابراین تغییر رژیم در مدل ششم اتفاق می‌افتد. نتایج نشان می‌دهد متغیرهای تجارت خارجی (نرخ ارز و قیمت نفت خام) و تولید ناخالص داخلی واقعی، عامل اصلی رکود اقتصادی در ایران طی دوره مطالعاتی می‌باشند. نتیجه دیگر اینکه نتایج رهیافت بیزین نیز نتایج رهیافت مونت کارلو را تایید می‌کند.

تام^۱ و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی تحت عنوان "آمار بیزی برای نکول وام" برخی از مزایای کلیدی استنتاج بیزی MCMC و چگونگی استفاده از آنها در پیش‌بینی نکول وام در بخش بانکداری را بررسی نمودند. تکنیک‌های مختلف طبقه‌بندی سنتی نیز برای مقایسه در درجه اول از نظر سهولت تفسیرپذیری و عملکرد مدل ارائه شده‌اند. پژوهش ایشان شامل استفاده از توزیع‌های غیر اطلاعاتی برای رسیدن به همگرایی توزیع پسین است. در نهایت، با اثبات اینکه تکنیک‌های بیزی جایگزینی برای رویکردهای کلاسیک نظیر اندازه‌گیری ROC-AUC، رگرسیون لجستیک کلاسیک، الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین هستند، نشان دادند که تکنیک‌های بیزی در تجزیه و تحلیل داده‌های مالی و برنامه‌های کاربردی قدرتمند هستند.

زکریا^۲ و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهش خود تحت عنوان "مدلسازی نوسانات تصادفی MAD/EURO و MAD/USD نرخ‌های مبادله با رویکرد بیزی و الگوریتم MCMC (زنجیره مارکوف مونت کارلو)" با استفاده از ۴۴۵۶ مشاهده از سری‌های تاریخی روزانه (از ۲ فوریه ۲۰۰۰ تا ۳ مارس ۲۰۱۷) نرخ‌های مبادله MAD/EURO و MAD/USD، توانستند تمام پارامترهای تصادفی مدل نوسانات تصادفی را که امکان پیش‌بینی نرخ‌های ارز آتی را فراهم می‌کند، تخمین بزنند. نویسندگان همچنین هیستوگرام‌ها، چگالی‌های پسین و همچنین میانگین‌های تجمعی پارامترهای مدل را شبه‌سازی کردند.

پرسا کیس و ایاتریدیس^۳ (۲۰۱۵) به پژوهشی با عنوان «کیفیت سود تحت بحران مالی» پرداختند. آنها با پژوهش روی شرکت‌های معتبر ۱۸ کشور توسعه یافته و ۱۳۷۰۹۱ سال - شرکت، کشورها را به سه گروه دسته بندی کردند: دسته اول، کشورهایی با اقتصاد خارجی قوی و سیستم قوی اجرای قوانین: دسته دوم، کشورهای متکی به اقتصاد داخلی و سیستم خوب اجرای قوانینی، دسته سوم، کشورهای متکی به اقتصاد داخلی با سیستم ضعیف اجرای قوانین. نتایج نشان داد در دوران بحران مالی، پایداری سود و کیفیت اقلام تعهدی دسته اول نسبت

¹ Tham

² Zakaria

³ Persakis, Iatridis

به دسته دوم و سوم کمتر است، اما قابلیت پیش بینی سود دسته اول نسبت به دسته دوم و سوم بیشتر است و به طور کلی در دوران بحران مالی، کیفیت سود شرکت‌های بررسی شده کاهش می‌یابد. تاکاشی^۱ (۲۰۰۹)، در پژوهش خود تحت عنوان یک روش تطبیقی زنجیره مارکوف مونت کارلو برای مدل GARCH روشی را برای ساخت تراکم پیشنهادی الگوریتم Metropolis-Hastings در شبیه سازی های زنجیره ای مارکوف مونت کارلو (MCMC) مدل GARCH پیشنهاد نموده است. چگالی پیشنهادی با استفاده از داده های نمونه گیری شده توسط روش MCMC به صورت تطبیقی ساخته می شود. به نظر می رسد که خود همبستگی بین داده های تولید شده با تراکم پیشنهادی آن ها تا حد زیادی کاهش می یابد. بنابراین نتیجه گرفته می شود که روش معرفی شده بسیار کارآمد است و شبیه سازی MCMC مدل GARCH به خوبی کار می کند.

۴- فرضیه پژوهش

مدل زنجیره مارکوف مونت کارلو تحت چارچوب استنباط بیزی توانایی تحلیل کیفیت سود شرکت ها را دارد.

۵- روش پژوهش

این پژوهش از نظر ماهیت و محتوایی از نوع همبستگی و از نظر هدف کاربردی می‌باشد. با توجه به اینکه داده‌های استفاده شده در پژوهش حاضر اطلاعات واقعی و تاریخی است، آن را می‌توان از نوع پس‌رویدادی طبقه‌بندی کرد. داده های مد نظر به صورت پنبلی از شرکت مدیریت فن آوری بورس تهران و سامانه بورس ویو آرمربوط به کارگزاری مفید استخراج شده است (شرکت های مورد نظر باید جزء شرکت‌های سرمایه گذاری، واسطه گری، بیمه و بانک نباشند؛ زیرا ماهیت مدیریت، فعالیت‌ها و گزارشگری مالی در آنها متفاوت است). جهت آزمون فرضیه پژوهش، ۵ گام اساسی باید طی شود:

- شناسایی متغیرهای موثر بر سنجش کیفیت سود (متغیرهای ورودی) منطبق با شرایط خاص بازار و مرور سیستماتیک
- سنجش شرایط و وضعیت شرکت (Low state) یا (High state)
- بازیابی ضرایب رگرسیون و پارامترهای سطح شرکت
- تخمین مقادیر پارامترهای اصلی که ماتریس انتقال و ماتریس انتشار را تعیین می کند
- پیش بینی مقادیر خطا بر اساس داده های در دسترس

۵-۱ سنجش شرایط و وضعیت شرکت

در ساختار مدل پیشنهادی فرض می شود که هر شرکت بر اساس فرآیند مارکوف در بین حالت ها جابجا می شود. عملکرد اساسی شرکت وضعیت آن است که یا پایین (L) یا بالا (H) است. هر شرکت در هر دوره، یک سیگنال

¹ Takaishi

² www. bourseview.com

سود صادر می‌کند که یا کم (L) یا زیاد (H) است. احتمال اینکه شرکت سیگنال خاصی صادر کند به حالت غیرقابل مشاهده بستگی دارد، بنابراین می‌توان استنباط‌هایی در مورد وضعیت شرکت از سیگنال‌های سود آن بدست آورد. بنابراین، هر شرکت در هر دوره با احتمالات انتقال (یعنی احتمال باقی ماندن شرکت در وضعیت فعلی یا انتقال به حالت دیگر) و احتمالات انتشار (یعنی احتمالات، مشروط به وضعیتی که شرکت یک سیگنال سود مشخص منتشر می‌کند). ساختار این مدل مارکوف به ما امکان می‌دهد تا میزان سیگنال‌های سود در آشکار کردن وضعیت واقعی شرکت را تخمین بزنیم.

هنگامی که سود در سه ماهه جاری کمتر از سود در سه ماهه مشابه سال قبل باشد، سیگنال مقدار L را می‌گیرد. در غیر این صورت، سیگنال مقدار H را می‌گیرد.

تاریخچه وضعیت‌ها، احتمالات انتقال و احتمالات انتشار برای هر شرکت از پانلی متشکل از سیگنال‌ها و ویژگی‌های سود این شرکت‌ها برآورد می‌شود. چارچوب سلسله مراتبی بیزی فرض می‌کند که احتمالات انتقال و انتشار برای یک دوره شرکت خاص با ویژگی‌های شرکت در آن دوره تعیین می‌شوند. شرکت‌هایی با ویژگی‌های مشابه مقادیر مشابهی از معیار برآوردی خواهند داشت.

۲-۵ تخمین مقادیر پارامترهای متغیرهای مستقل و پارامترهای اصلی (محاسبه وفاداری سود)

در محاسبه وفاداری سود از پژوهش دو و همکاران (۲۰۲۰)، استفاده شده است؛ در واقع معیار پژوهش حاضر مفهوم‌سازی وفاداری سود (میزانی است که یک سیگنال سود $y_{i,t}$ وضعیتی که شرکت در آن قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد) به عنوان معیار کیفیت سود است که در چنین حالتی شرایط اقتصادی را نشان می‌دهد که بر عملکرد اساسی شرکت تأثیر می‌گذارد. یک سیگنال سود با وفاداری بیشتر، گیرندگان را قادر می‌سازد تا در استنتاج خود در مورد وضعیت شرکت مطمئن‌تر باشند. مدل نظری ارائه شده جهت رسمیت بخشیدن به وفاداری سود به شرح زیر است که در آن سود، یک سیگنال نویزی از وضعیتی که شرکت در آن به سر می‌برد را ارائه می‌دهد: شرکت i در زمان t یعنی x_{it} در وضعیتی که قرار دارد، می‌تواند دو مقدار بگیرد که این دو مقدار یا L یا H می‌باشد. احتمال وضعیت اولیه برابر است با:

$$\pi_0 = (\pi_{0L}, \pi_{0H}) \quad \text{رابطه ۱}$$

که در رابطه فوق:

$$\pi_{0s} = Pr(x_{i1} = s), \text{ برای } s = L, H \quad \text{رابطه ۲}$$

حرکت x_{i1} توسط یک ماتریس گذار مارکوف تحت تأثیر متغیرهای سری-زمانی مشخصه‌های خاص شرکت توصیف می‌شود:

$$Q_{it} = \begin{bmatrix} Pr(x_{it} = L | x_{it-1} = L) & Pr(x_{it} = H | x_{it-1} = L) \\ Pr(x_{it} = L | x_{it-1} = H) & Pr(x_{it} = H | x_{it-1} = H) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{it} & 1 - a_{it} \\ 1 - b_{it} & b_{it} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه ۳}$$

که در رابطه فوق:

$$a_{it} = 1 - \phi(\alpha_{iL}^* + z_{it}'\alpha_L), b_{it} = \phi(\alpha_{iH}^* + z_{it}'\alpha_H) \quad \text{رابطه ۴}$$

در رابطه فوق $a_{it}(b_{it})$ احتمال شرطی ماندگاری شرکت i در زمان t در حالت L (H) است (ماندگاری در وضعیت L یا H).

$\phi(0)$: تابع توزیع تجمعی مربوط به توزیع نرمال استاندارد

α_{iL}^* : عرض از مبدا که گرایش شرکت به انتقال از حالت H در بازه $S \in \{L, H\}$ را نشان می‌دهد.

Z_{it} : برداری از متغیرهای مستقل مربوط به شرکت i در زمان t که ماتریس انتقال مربوط به حالات نهفته را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

α_s : تاثیر متغیرهای کمکی بر حالت انتقال در حالت s را نشان می‌دهد.

بر مبنای حالت فرارگیری، شرکت i در زمان t (x_{it}) یک سیگنال سود صادر می‌کند ($v_{i,t}$) که می‌تواند دو مقدار بگیرد: 1 یا h . سیگنال سود صادر شده یک شاخص نویزی مربوط به شرکت x_{it} در حالت فرارگیری مبنای است. احتمال انتشار سیگنال سود خاص، بستگی به وضعیت غیر قابل مشاهده فعلی شرکت دارد. نگاهی از حالت به سیگنال سود را می‌توان با ماتریس احتمالات وضعیتی تشریح کرد. ماتریس انتشار به شرح زیر خواهد بود:

$$\eta_{it} = \begin{bmatrix} \Pr(y_{it} = l | x_{it} = L) & \Pr(y_{it} = h | x_{it} = L) \\ \Pr(y_{it} = l | x_{it} = H) & \Pr(y_{it} = h | x_{it} = H) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{it} & 1 - c_{it} \\ 1 - d_{it} & d_{it} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه ۵}$$

که در رابطه فوق:

$$c_{it} = 1 - \phi(\beta_{iL}^* + u_{it}'\beta_L), d_{it} = \phi(\beta_{iH}^* + u_{it}'\beta_H) \quad \text{رابطه ۶}$$

در رابطه فوق $c_{it}(d_{it})$ ، احتمال شرطی صدور سیگنال سود توسط شرکت i در زمان t با توجه به زمانی است که شرکت در حالت L (H) است.

β_{iL}^* : عرض از مبدا که رفتار خاص سیگنال سود مربوط شرکت i در زمان t را نشان می‌دهد زمانیکه در وضعیت $S \in \{L, H\}$ است.

u_{it} : برداری از ضرایب بوده و β_s تاثیر این متغیرهای کمکی بر سیگنال سود در حالت s را نشان می‌دهد.

متغیرهای کمکی z_{it} و u_{it} نشان دهنده ویژگی‌های شرکتی است که انتقال بین حالت‌ها را هدایت می‌کند و وفاداری سیگنال‌های سود را تعیین می‌کند. متغیرهای کمکی به ما کمک می‌کنند تا چگونگی تغییر احتمالات انتقال و انتشار در طول زمان را شناسایی کنیم.

جهت شناسایی رفتار خاص شرکت در هر دو احتمال انتقال و انتشار، از عرض از مبدهای سطح شرکت استفاده شده است؛ به ترتیب $(\alpha_{iL}^*, \alpha_{iH}^*)$ و $(\beta_{iL}^*, \beta_{iH}^*)$. در حالت ایده‌آل، هر عرض از مبدا در سطح شرکت به عنوان یک پارامتر آزاد برای تخمین داده‌ها در نظر گرفته می‌شود. با این حال، این رویکرد به تعداد بیشتری از مشاهدات برای هر شرکت نسبت به آنچه در دسترس است نیاز دارد و بنابراین غیر ممکن خواهد بود، در عوض، ما از مدل‌سازی سلسله مراتبی بیزی استفاده می‌کنیم و فرض می‌کنیم که پارامترهای سطح شرکت α_{is}^* و β_{is}^* از توزیع

مشترکی در بین شرکت‌ها پیروی می‌کنند. لذا به طور خاص فرض می‌شود که α_{is}^* از یک توزیع نرمال با میانگین $\bar{\alpha}_s$ و واریانس σ_s^2 پیروی می‌کند:

$$\alpha_{is}^* \sim N(\bar{\alpha}_s, \sigma_s^2), \quad s = L, H \quad \text{رابطه ۷}$$

که در رابطه فوق، $\bar{\alpha}_s$ میانگین عرض از مبدا در مدل انتقال است و σ_s^2 واریانس شرکت هاست. همین تعریف برای β_{is}^* نیز برقرار است:

$$\beta_{is}^* \sim N(\bar{\beta}_s, \omega_s^2), \quad s = L, H \quad \text{رابطه ۸}$$

که در رابطه فوق، $\bar{\beta}_s$ میانگین عرض از مبدا در مدل انتشار است و ω_s^2 شدت ناهمسانی شرکت هاست. جهت محاسبه وفاداری سود از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$Fidelity_{it} = \frac{c_{it} + d_{it}}{2} \quad \text{رابطه ۹}$$

در رابطه فوق، $Fidelity_{it}$ برابر است با میانگین احتمال انتشار سیگنال 1 به شرط حالت L و احتمال انتشار سیگنال h به شرط حالت H.

در ادامه جدول ۱، نحوه محاسبه متغیرهای کمکی مدل MCMC پژوهش را نشان می‌دهد:

جدول ۱: نحوه محاسبه متغیرهای کمکی مدل MCMC پژوهش

$Fidelity_{it}$	متغیر هدف یا خروجی	معیار وفاداری سود
جهت محاسبه وفاداری سود بر طبق پژوهش دو و همکاران (۲۰۲۰) از رابطه زیر استفاده می‌گردد: $Fidelity_{it} = \frac{c_{it} + d_{it}}{2}$		
$\{y_{it} = h\}$	متغیر وابسته	سیگنال سود
متغیر شاخصی است که برابر ۱ است اگر $y_{it} = h$ یعنی اگر سیگنال‌های سود شرکت i در زمان t، مثبت باشد این مقدار برابر ۱ خواهد بود و در غیر این صورت برابر صفر است.		
$Comparability$	متغیر ورودی یا مستقل	قابلیت مقایسه حسابداری
بیانگر قابلیت مقایسه حسابداری شرکت i در سال t می‌باشد که برای اندازه‌گیری آن از مدل دفرانکو و همکاران ^۱ (۲۰۱۱) استفاده شده است. در این مدل دو شرکت زمانی مشابه در نظر گرفته می‌شوند که برای مجموعه‌ای از رویدادهای اقتصادی یکسان (مثل بازده)، گزارش مالی (مثل سود حسابداری) مشابهی ارائه کرده باشند. برای اندازه‌گیری قابلیت مقایسه بین دو شرکت i و j، ابتدا برای هر شرکت-سال، با استفاده از داده‌های سری زمانی (شش ماهه) مربوط به سه سال قبل آن، مدل رگرسیونی زیر برآورد می‌شود تا ضرایب a و β بدست آید: $Earning_{i,k} = a_{i,t} + \beta_{i,t} Return_{i,k} + \varepsilon_{i,k}$		
		رابطه ۱۰

^۱ De Franco, G

که در رابطه فوق $Earning_{i,k}$: سود خالص شرکت i در شش ماه k تقسیم بر ارزش بازار سهام شرکت در ابتدای شش ماه، $Return_{i,k}$: بازده سهام شرکت i در شش ماه k ضرایب برآورد شده از رابطه ۱۰ برای هر شرکت-سال، معیاری از عملیات حسابداری آن شرکت است. یعنی $\hat{\alpha}_i$ و $\hat{\beta}_i$ نشان دهنده عملیات حسابداری شرکت i و ضرایب $\hat{\alpha}_i$ و $\hat{\beta}_i$ معرف عملیات حسابداری شرکت i است. شباهت بین عملیات حسابداری دو شرکت، میزان قابلیت مقایسه بین دو شرکت را نشان می‌دهد. به منظور برآورد تفاوت بین عملیات حسابداری دو شرکت i و j از مفهوم قابلیت مقایسه (ارائه گزارش‌های مشابه درباره مجموعه ای از رویدادهای مشابه) استفاده می‌شود. از این رو، در هر سال از طریق رابطه‌های ۱۱ و ۱۲ سود شرکت i (رویداد مشابه) برای دوره زمانی مشابه با دوره زمانی رابطه ۱۰ پیش بینی می‌شود:

$$E(Earning)_{ii,k} = \hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_i Return_{i,k} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

$$E(Earning)_{ij,k} = \hat{\alpha}_j + \hat{\beta}_j Return_{i,k} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

در این رابطه‌ها $E(Earning)_{ii,k}$: سود پیش بینی شده برای شرکت i و شش ماه k با استفاده از ضرایب شرکت i ، $E(Earning)_{ij,k}$: سود پیش بینی شده برای شرکت i و شش ماه k با استفاده از ضرایب شرکت j . سپس قابلیت مقایسه بین دو شرکت i و j در سال t از طریق رابطه ۱۳ محاسبه می‌شود:

$$COMPACCT_{ijk} = \frac{-1}{6} \times \sum_{k=5}^k |E(Earning)_{ii,k} - E(Earning)_{ij,k}| \quad \text{رابطه ۱۳}$$

$COMPACCT_{ijk}$: قابلیت مقایسه صورتهای مالی بین دو شرکت i و j می‌باشد و مقدار بیشتر آن نشان دهنده قابلیت مقایسه بیشتر می‌باشد. سپس، برای تعیین معیار قابلیت مقایسه سال - شرکت برای هر شرکت معین i ، برای هر سال و برای هر جفت شرکت i با شرکت‌های j عضو یک صنعت، معیار $COMPACCT_{ijk}$ محاسبه می‌شود و میانگین ۴ عدد بزرگتر محاسبه شده برای آن، معیار قابلیت مقایسه خاص شرکت i تعریف می‌شود که با $Comparability_{i,t}$ نشان داده می‌شود.

$LEV_{i,t}$	متغیر ورودی یا مستقل	اهرم مالی
برابر است با نسبت مجموع بدهی‌ها به مجموع کل دارایی‌های شرکت (چن و همکاران، ۲۰۱۹).		
$STD_Sales_{i,t}$	متغیر ورودی یا مستقل	نوسان فروش
برابر است با انحراف معیار فروش شرکت در طول ۳ سال اخیر (۲ الی ۲-۲) (چن و همکاران، ۲۰۱۹).		
$OPCYCLE_{i,t}$	متغیر ورودی یا مستقل	چرخه عملیاتی
برابر است متوسط دوره موجودی‌ها + متوسط دوره وصول مطالبات		

۶- یافته‌های پژوهش

جدول ۲ نشان دهنده آمار توصیفی ورودی‌های تخمین MCMC است. $\{y_{it} = h\}$ متغیر شاخصی است که برابر ۱ است اگر $y_{it} = h$ یعنی اگر سیگنال‌های سود شرکت i در زمان t ، مثبت باشد این مقدار برابر ۱ خواهد بود و در غیر این صورت برابر صفر است. برای ۵۱.۰ درصد از داده‌ها سه ماهه شرکت‌ها، y_{it} مقدار ۱ را دارا بوده است.

جدول ۲: آمار توصیفی ورودی‌های تخمین MCMC

متغیر	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	چولگی
وابسته ($v_{it} = h$)	۰.۵۱۰	۰.۵۰۰	۱.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۵۰۰	۰.۰۰۰
قابلیت مقایسه حسابداری	-۴.۸۰	-۴.۹۵	۷.۳۲	-۱۱.۴۳	۱.۹۳	۱.۶۷
اهرم مالی	۰.۶۵	۰.۶۱	۳.۵۵	۰.۰۴	۰.۳۷	۳.۲۲
نوسان فروش	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۳۳	۰.۰۰	۰.۰۴	۲.۱۱
چرخه عملیاتی	۰.۳۴	۰.۲۶	۶.۳۱	۰.۰۱۸	۰.۳۶	۰.۷

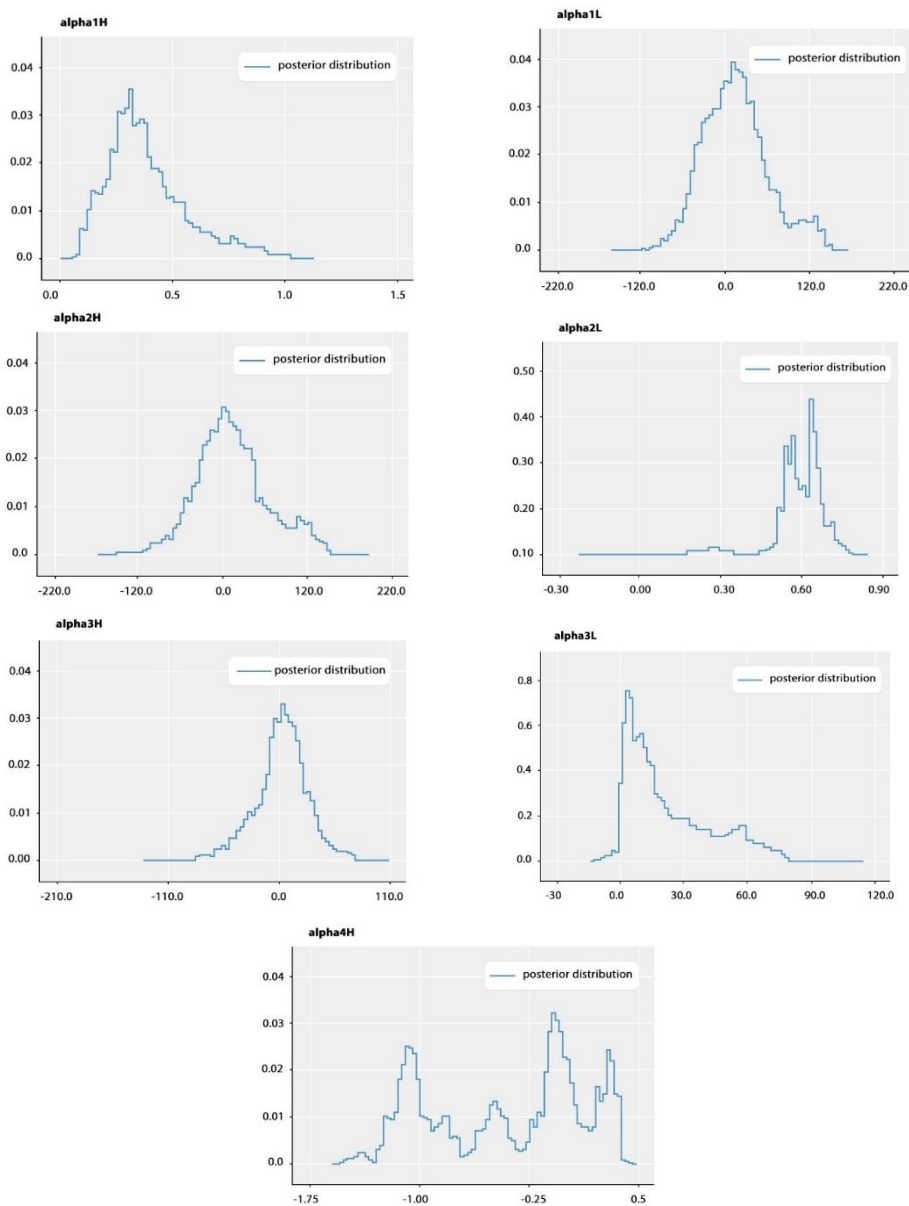
(منبع: یافته‌های پژوهش)

پس از تعیین مدل‌ها در پایتون در گره‌های منطقی، توزیع‌های نرمال (یا lognormal یا سایر توزیع‌ها) در گره‌های تصادفی انتخاب شدند. متعاقباً، اولین گروه از مجموعه‌های داده‌ها بارگیری شد و مدل‌ها کامپایل شدند و از نمونه‌گر MCMC برای محاسبه پارامترهای مدل استفاده شد.

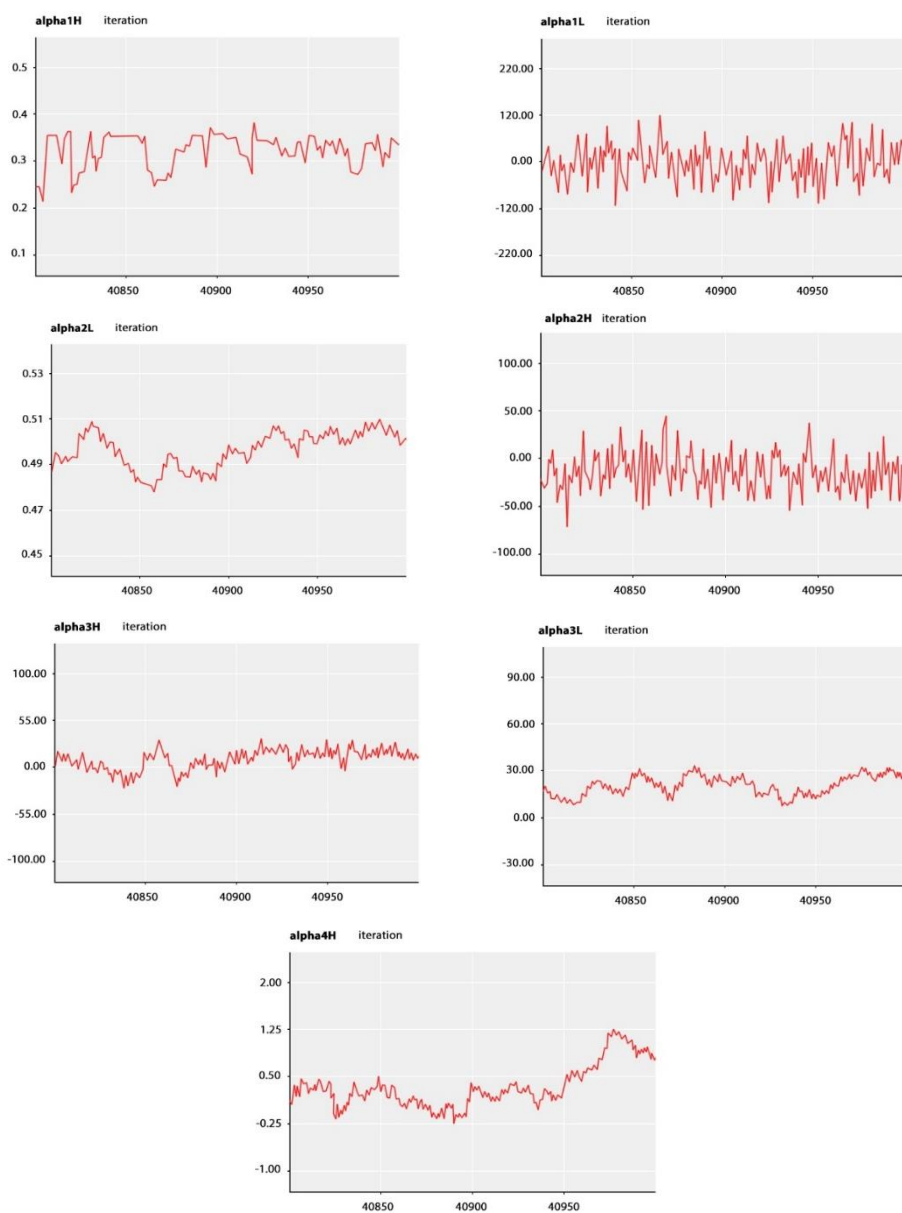
برای شناسایی تنظیمات بهینه مدل‌سازی از رویکرد آزمون و خطا استفاده گردید و مقادیر پارامترها بدست آمد. این مقادیر محتمل‌ترین پارامترهای مدل هستند به طریقی که پارامترهای پیش‌بینی‌شده حداکثر دقت را داشته باشند، زیرا این مقادیر مربوط به اوج توزیع‌های پسین هستند که در شکل ۱ ترسیم شده‌اند و مقادیر پارامترهای مدل‌های مختلف در جدول ۳ ارائه شده است.

در ادامه نمودارهای Trace برای هر پارامتر انجام شده است. اگر نمودارهای Trace حول توزیع پارامتر حرکت کنند، در این صورت مدل مطابق شکل ۳ همگرا خواهد بود. نمودارهای Trace مقادیر نمونه در مقابل Iteration نشان می‌دهد که شبیه‌سازی مورد تایید است.

جدول ۳، ضرایب تخمین زده شده بر روی متغیرهای مستقل را توصیف می‌کند. برای احتمالات انتقال، یک ضریب مثبت روی یک متغیر کمکی به این معنی است که شرکت‌هایی با مقدار متغیر کمکی بیشتر، احتمال دارد در دوره بعدی به حالت H حرکت کنند. برای مثال، شرکت‌هایی در وضعیت H با مقادیر بالاتر OPCylce یا STD_SALE، کمتر در H باقی می‌مانند. با این حال، شرکت‌هایی در وضعیت L با مقادیر بالاتر OPCylce احتمال بیشتری برای ماندن در L دارند.



شکل ۱: توزیع‌های پسین پارامترهای مدل (منبع: یافته‌های پژوهش)



شکل ۲: نمودارهای Trace مربوط به پارامترهای مدل (منبع: یافته‌های پژوهش)

جدول ۳، ضرایب تخمین زده شده متغیرهای مستقل (ماتریس انتقال)

MC error	انحراف معیار	میانگین	ضرایب
۰.۴۲۱۶	۳۰.۶۸	-۲.۶۱*	$\hat{\alpha}_{1L}(Comparability)$
۰.۰۰۸۳۶۵	۰.۱۵۲	۰.۳۰۲۱*	$\hat{\alpha}_{1H}(Comparability)$
۰.۰۰۴۲۹۳	۰.۰۷۵۱	۰.۵۰۱۲*	$\hat{\alpha}_{2L}(Lev)$
۰.۲۰۸۳	۳۱.۷۰	۰.۲۰۸۵*	$\hat{\alpha}_{2H}(Lev)$
۰.۶۶۰۲	۱۲.۴۰	۱۴.۵۰*	$\hat{\alpha}_{3L}(OPCylce)$
۰.۹۷۷	۱۸.۷۰	-۲.۷۰۵*	$\hat{\alpha}_{3H}(OPCylce)$
۰.۰۲۵	۰.۴۲۵	۰.۵۹۲۲	$\hat{\alpha}_{4L}(STD_SALE)$
۰.۰۲۱۰	۰.۳۶۰۴	-۰.۵۴۵*	$\hat{\alpha}_{4H}(STD_SALE)$

نمونه تخمین شامل ۲۰۸۰ مشاهده (اطلاعات سه ماهه شرکت‌ها) بین سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۴۰۰ می‌باشد. * نشان می‌دهد که در فاصله ۹۵٪، ضرایب صفر نیستند (منبع: یافته‌های پژوهش).

پس از تخمین ضرایب برای هر شرکت i ، می‌توانیم پارامترهای اصلی مدل را استخراج کنیم. جهت ارزیابی عملکرد مدل، معیارهای زیر محاسبه شده است:

- برآوردی از احتمال انتقال کلی $\hat{\alpha}_{it}$ و \hat{b}_{it}

- برآوردی از احتمال انتشار کلی \hat{a}_{it} و \hat{c}_{it}

- محاسبه R^2 مربوط به هر مدل

- محاسبه خطای میانگین مربعات MSE احتمالات انتقال $\hat{\alpha}_{it}$ و \hat{b}_{it}

- محاسبه خطای میانگین مربعات MSE احتمالات انتشار \hat{a}_{it} و \hat{c}_{it}

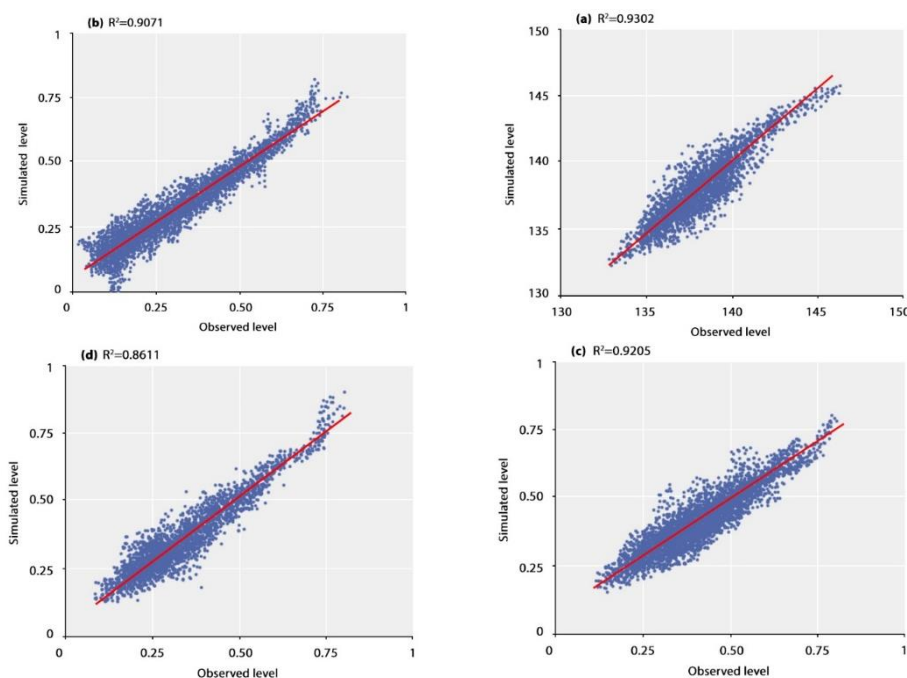
جدول ۴ آمار خلاصه برای تخمین پارامترهای اصلی (a,b,c,d) که ماتریس انتقال و ماتریس انتشار را تعریف می‌کند را نشان می‌دهد:

جدول ۴، مقادیر تخمین زده شده از پارامترهای اصلی

داده های آزمایش				داده های آموزش				پارامترها
MSE	R^2	انحراف معیار	میانگین	MSE	R^2	انحراف معیار	میانگین	
۰.۰۱۹۱	۰.۹۲۵۰	۰.۰۹۰	۰.۸۷	۰.۰۲۰۸	۰.۹۴۵۷	۰.۰۸۶	۰.۹۰	$\hat{\alpha}_{it}$
۰.۰۱۷۹	۰.۹۰۷۱	۰.۰۸۸	۰.۹۲	۰.۰۱۸۴	۰.۹۰۷۸	۰.۰۴	۰.۹۴	\hat{b}_{it}
۰.۰۰۹۲	۰.۹۲۰۵	۰.۰۵۴	۰.۹۵	۰.۰۰۹۵	۰.۹۳۵۷	۰.۰۲	۰.۸۹	\hat{c}_{it}
۰.۰۸۳۰	۰.۸۶۱۱	۰.۰۲۰	۰.۸۹	۰.۰۶۹۴	۰.۸۸۰۲	۰.۰۵	۰.۹۷	\hat{d}_{it}

(منبع: یافته‌های پژوهش)

بر طبق جدول، وضعیت L کمتر از وضعیت H مقاومت دارد. چرا که میانگین $\hat{\alpha}_{it}$ برابر با ۰.۹۰ و میانگین \hat{b}_{it} برابر با ۰.۹۴ است. این با این تصور سازگار است که سهامداران دارای اختیار انحلال هستند و انتظار نمی رود که زیان تداوم یابد.



شکل ۳: مقایسه مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده پارامترهای اصلی برای داده های آزمایش (منبع: یافته‌های پژوهش)

جدول: مقایسه سطح خطای مقادیر کیفیت سود پیش بینی شده

متغیر	نوع داده	میانگین	انحراف معیار	MSE	RMSE	مجموع مشاهدات
$Fidelity_{it}$ (معیار وفاداری سود)	داده های آموزش	۰.۹۳۴	۰.۰۲۶	۰.۰۱۶۹	۰.۱۲۹۶	۱۴۵۶ (۷۰٪ کل داده‌ها)
	داده های آزمایش	۰.۹۰۰۸	۰.۰۴۲	۰.۰۱۸۸	۰.۱۳۶۹	۶۲۴ (۳۰٪ باقیمانده)
DA_{it} (مدیریت سود تعهدی)	کل داده ها	۰.۰۵۴	۰.۰۵۹	۰.۱۰۰	۰.۳۱۷۱	۲۰۸۰

(منبع: یافته‌های پژوهش)

نتایج نشان می‌دهد که معیار *Fidelity* مستخرج از مدل بیز برای داده‌های آموزش و آزمایش به خوبی قادر به پیش‌بینی کیفیت سود است. شواهد نشان می‌دهد که نتایج مدل *Fidelity* نسبت به مدل مرسوم مدیریت سود تعهدی برتری دارد و مدل پیشنهادی در داده‌های آموزش با خطای $MSE=0.0169$ و $RMSE=0.1296$ و در داده‌های آزمایش با خطای $MSE=0.0188$ و $RMSE=0.1369$ نسبت به سطح خطای مدل مدیریت سود تعهدی $MSE=0.1$ و $RMSE=0.3171$ برتری داشته است. برتری مدل ۱ به این معنی است که با داشتن متغیرهای قابلیت مقایسه حسابداری، اهرم مالی، نوسان فروش و چرخه عملیاتی می‌توان معیاری برای اندازه‌گیری کیفیت سود تعیین نمود. به طور کلی، نتایج تجزیه و تحلیل شبیه‌سازی نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی در بازبایی هر دو ضرایب رگرسیون و پارامترهای سطح شرکت به خوبی عمل می‌کند.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

اگرچه تئوری و کاربرد مدل‌سازی داده‌های تابلویی یکی از زمینه‌های مهم تحقیقات اقتصادسنجی است، اما مفروضات نظری موجود در مورد داده‌های تابلویی با وضعیت واقعی که رفتار تولید داده و توزیع پارامتر متغیرهای اقتصادی دائماً در حال تغییر است، ناسازگار است و تضمین خواص عالی برآوردگرهای پارامتر مدل دشوار است. به منظور رفع چنین نواقصی مدل‌های مبتنی بر آمار بیزی نظیر زنجیره مارکوف مونت کارلو شکل گرفتند. لذا این پژوهش در مورد توسعه مدل بیزی بر روی داده‌های مالی صورت گرفت. هدف پژوهش حاضر شبیه‌سازی زنجیره مارکوف مونت کارلو تحت استنباط بیزین جهت شناسایی پارامترهای موثر بر اندازه‌گیری کیفیت سود بوده است. در این راستا جهت پیش‌بینی رفتار سود شرکت‌ها و استنباط دقیق پارامترهای مدل از تکنیک بیزی مارکوف مونت کارلو (MCMC) که ناهمگنی مقطعی را در نظر می‌گیرد، تحلیلی با کدگذاری به زبان پایتون انجام شد. در این پژوهش سیگنال‌های سود استخراج شده از صورت‌های مالی به صورت فصلی برای یک دوره ۵ ساله (۱۳۹۶-۱۴۰۰)، برای ۱۰۴ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران جمع‌آوری شده و با استفاده از معیار جدید اندازه‌گیری کیفیت سود مورد بررسی قرار گرفت. از متغیرهای کمکی قابلیت مقایسه حسابداری، اهرم مالی، چرخه عملیاتی و نوسان فروش جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر استفاده گردید و در ادامه از چندین معیار عملکرد آماری (R^2 ، $RMSE$ و MSE) برای ارزیابی کارایی مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر بیزی استفاده شد. نتایج نشان داد که معیار پیشنهادی پژوهش حاضر مستخرج از مدل بیز برای داده‌های آموزش و آزمایش به خوبی قادر به پیش‌بینی کیفیت سود است. شواهد نشان می‌دهد که نتایج مدل پیشنهادی نسبت به مدل مرسوم مدیریت سود تعهدی برتری دارد که به ترتیب میزان خطای $MSE=0.0188$ ، $RMSE=0.1369$ را برای داده‌های آزمایش پیشنهاد می‌کند.

مطمئناً از آنجایی که بررسی همه مدل‌های کیفیت سود در مورد یک شرکت و سایر اطلاعات مالی برای یک سرمایه‌گذار انسانی خسته‌کننده است، یک سیستم استنتاج که بتواند چنین متغیری را تجزیه و تحلیل کند ارزشمند است. لذا انجام این پژوهش کمکی به سهامداران و تحلیل‌گران مالی است تا از کیفیت سود شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران آگاهی یافته و در سرمایه‌گذاری و تجزیه و تحلیل‌های خود بجای ارزیابی چندین معیار، مدل معرفی شده پژوهش حاضر را جهت ارزیابی کیفیت سود برگزینند. همچنین از نتایج پژوهش

حاضر می‌توان برای تجزیه و تحلیل پرتفوی و پیش‌بینی کیفیت سود آتی شرکت‌ها با استفاده از داده‌های تاریخی استفاده کرد. همچنین می‌توان از آن برای مطالعه عوامل موثر بر عملکرد سرمایه‌گذاری نیز استفاده نمود.

فهرست منابع

- * اعتمادی، حسین، مومنی، منصور و فرج زاده دهکردی، حسن (۱۳۹۱)، مدیریت سود چگونه کیفیت سود شرکت‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، مجله پژوهش‌های حسابداری مالی، ۴(۲)، ۱۰۱-۱۲۲.
- * انصاری نسب مسلم، محمدی، زهرا (۱۳۹۸)، بررسی رفتار غیر خطی نرخ ارز در ایران: شواهدی از الگوی مارکوف سویچینگ، بررسی مسائل اقتصاد ایران (اقتصاد تطبیقی سابق)، سال ششم، شماره ۱ (پیاپی ۱۱) حاجی‌ها، زهره، قصاب ماهر، لیلا (۱۳۹۰)، ارزش نامشهود ایجاد شده توسط واحد تجاری در شرکت‌های هموارساز و غیرهموارساز سود، پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی، ۳(۱۲)، ۱۱۳-۱۳۶.
- * حسینی، سید رسول، حاجیان نژاد، امین (۱۴۰۰)، الگوسازی پایداری و برگشت پذیری سود حسابداری با استفاده از زنجیره‌های مارکوف، مجله دانش حسابداری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دوره ۱۲، شماره ۲.
- * رسولخانی، باقر، بزرگ اصل، موسی (۱۳۹۸)، تاثیر کیفیت سود شرکت‌های مرتبط اقتصادی بر ریسک بازار، پژوهش‌های کاربردی در گزارشگری مالی، دوره هشتم، شماره ۱۵.
- * رفاعی، رامیار، سامتی، مرتضی، قبادی، سارا (۱۳۹۸)، شبیه‌سازی تاثیر عوامل موثر بر رکود اقتصادی در ایران: مقایسه دو رهیافت زنجیره مارکوف مونت کارلو و بیزین، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، شماره ۳۶.
- * رفاعی، رامیار، سامتی، مرتضی، قبادی، سارا (۱۳۹۸)، شناسایی عوامل موثر بر رکود اقتصادی در ایران: شبیه‌سازی مونت کارلو و الگوریتم متروپلیس هاستینگس، نظریه‌های کاربردی اقتصاد، سال ششم، شماره ۳.
- * شهریار، سعید، ایمان زاده، پیمان و خوشنود، مهدی. (۱۴۰۱). مدل‌سازی نوسانات نهفته شاخص بورس اوراق بهادار با استفاده از الگوی کاپولا-نوسان تصادفی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، انتشار آنلاین.
- * Ball, R., & Shivakumar, L. (2005). Earnings quality in UK private firms: comparative loss recognition timeliness. *Journal of Accounting and Economics*, 39, 83-128.
- * Chen and J.J. Gong (2019), Accounting comparability, financial reporting quality, and the pricing of accruals, *Advances in Accounting*. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2019.03.003>
- * De Franco, G., Kothari, S.P. & Verdi, R.S. (2011). The Benefits of Financial Statement Comparability. *Journal of Accounting Research*, 49 (4): 895-931.
- * Dichow, P., & Dichev, I. (2002). The quality of accruals and earnings: the role of accrual estimation errors. *The Accounting Review*, 77.
- * Du, K., Huddart, S., Xue, L., & Zhang, Y. (2020). Using a hidden Markov model to measure earnings quality. In *Journal of Accounting and Economics* (Vol. 69, Issues 2-3, p. 101281). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2019.101281>
- * Du, K., Huddart, S., Xue, L., Zhang, Y. (2020). Using a hidden Markov model to measure earnings quality. *Journal of Accounting and Economics*, 69(2-3), 1-55.
- * Fonou-Dombeu, N. C., Mbonigaba, J., Olarewaju, O. M., & Nomlala, B. C. (2022). Earnings quality measures and stock return volatility in South Africa. In *Future Business Journal* (Vol. 8, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1186/s43093-022-00115-x>
- * Francis, J., Lafond, R., Olsson, P., & Schipper, K. (2004). Costs of equity and earnings attributes. *The Accounting Review*, 79(4), 967-1010.

- * Hribar, P., Kravet, T., Wilson, R., 2014. A new measure of accounting quality. *Review of Accounting Studies* 19, 506–538.
- * Leuz, C., Nanda, D., & Wysocki, P. (2003). Earnings management and investor protection: An international comparison. *Journal of Financial Economics*, 69, 505-527.
- * Lipe, R. (1990). The relation between stock returns and accounting earnings given alternative information. *The Accounting Review*, 49-71.
- * McNichols, M. (2002). Discussion of the quality of accruals and earnings: The role of accrual estimation errors. *The Accounting Review*, 77, 61-69.
- * Menicucci, Elisa (2020), *Earnings Quality*, Palgrave Pivot- Cham publisher, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-36798-5>
- * Nikolaev, V., 2017. Identifying accounting quality. Working Paper, University of Chicago.
- * Persakis, A., Iatridis, G.E. (2015). Earnings quality under financial crisis: A global empirical investigation. *Journal of Multinational Financial Management*, 30, 1–35.
- * Schipper, K., & Vincent, L. (2003). Earnings quality, *Accounting Horizons*. 17 (supplement), 97-110.
- * Scott, S. (2002). Bayesian methods for hidden Markov models: Recursive computing in the 21st century. *Journal of the American Statistical Association*, 97, 337-351.
- * Takaishi T. (2009) An Adaptive Markov Chain Monte Carlo Method for GARCH Model. In: Zhou J. (eds) *Complex Sciences. Complex 2009. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, vol 5. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02469-6_22.
- * Tham, A. W., Kakamu, K., & Liu, S. (2023). Bayesian Statistics for Loan Default. In *Journal of Risk and Financial Management* (Vol. 16, Issue 3, p. 203). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/jrfm16030203>
- * Zakaria, F., & Benbachir, A. (2022). Modeling the stochastic volatility of MAD/EURO and MAD/USD the exchange rates by the Bayesian approach and the MCMC (Monte Carlo Markov Chain) algorithm. In *Journal of Modelling in Management*. Emerald. <https://doi.org/10.1108/jm2-04-2021-0099>

Monte Carlo Markov chain simulation under Bayesian inference to identify the parameters affecting earning quality measurement

Hamid Farhadi

Department of Accounting, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran
farhadihamid@yahoo.com

Fazel Mohammadi Nodeh

Assistant Professor, Department of Management, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
(Corresponding Author)
mnfazel2@gmail.com

Seyed Reza Seyed Nejad Fahim

Department of Accounting, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
fahim_re@yahoo.com

Abstract

The purpose of this research is Monte Carlo Markov chain simulation under Bayesian inference to identify the parameters affecting earning quality measurement. In this regard, in order to predict the earning behavior of companies and to derive the exact parameters of the model from the Bayesian Markov Monte Carlo (MCMC) technique, which takes cross-sectional heterogeneity into account, an analysis was done by coding in Python. In this research, the earning signals extracted from the financial statements on a quarterly basis for a period of 5 years (2018-2022), for 104 companies admitted to the Tehran Stock Exchange, were collected and analyzed using a new measure of earning quality. Auxiliary variables of accounting comparability, financial leverage, operating cycle, and sales volatility were used to achieve more accurate results, and several statistical performance measures (R², RMSE, and MSE) were used to evaluate the effectiveness of Bayesian-based forecasting models. The results showed that the proposed criterion of the present study derived from the Bayesian model for training and testing data is well able to predict the quality of earning. The evidence shows that the results of the proposed model are superior to the conventional accrual earning management model, which suggests an error rate of MSE=0.0188 and RMSE=0.1369, respectively. The results of the present research can be used to analyze the portfolio and predict the quality of future earnings of companies using historical data. It can also be used to study factors affecting investment performance.

Keywords: Uncertainty quantification, Markov chain Monte Carlo (MCMC), Bayesian inference, earning quality, posterior distribution

