



مدل سازی گزارش گری پایداری شرکتی در بازار سرمایه ایران (مبتنی بر رویکردهای کوانتوم مالی و نظریه بازی ها)

مهرداد شفیعی

گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

فاطمه صراف^۱

گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

زهره حاجیها

گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

سمیر والی پی

کارشناس تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان موج انرژی آزمای کاسپین

تاریخ دریافت: ۵ دی ۱۴۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹ تیر ۱۴۰۴

تحولات اخیر جهانی اهمیت مبحث گزارش گری پایداری را افزایش داده است؛ اما این مبحث در ایران چندان مورد توجه و اهمیت قرار نگرفته و صرفاً در فصل ششم دستورالعمل حاکمیت شرکتی سازمان بورس اوراق بهادار تهران بدان اشاره شده است؛ بر این اساس در پژوهش حاضر سعی گردیده در قالب مدل های هیبریدی نظریه بازی ها و کوانتوم مالی فرآیند توسعه گزارش گری پایداری در بازار سرمایه ایران مدل سازی گردد. پژوهش حاضر کاربردی است. جهت استخراج اطلاعات از پرسشنامه (اطلاعات ۳۱ نفر از خبرگان حوزه حسابداری و حسابرسی) و صورت های مالی شرکت ها (۱۷۲ شرکت)، بهره گرفته شده است. از رویکردهای کوانتوم مالی و نظریه بازی ها جهت حل مدل بهره گرفته شد؛ بر اساس نتایج، افزایش نرخ رقابت و نرخ سرریزشوندگی؛ موجب بهبود سطح سودآوری شرکت های رهبر-پیرو می گردد؛ همچنین نتایج بیان گر این واقعیت است که شرکت رهبر از سود بالاتری نسبت به شرکت های پیرو منتفع می گردد؛ در نتیجه ورود به نوآوری و فناوری های نوین در حوزه پایداری برای شرکت هایی که در این حوزه پیش قدم هستند؛ منافع بیش تری خواهند داشت. در نهایت نتایج، گویای این واقعیت است که ۹ مولفه پایداری (ویژگی های ساختاری، ویژگی های عملکردی، سطح فردی، سطح سازمانی، عوامل سیاسی، عوامل اجتماعی، عوامل اقتصادی، بازار سرمایه و عوامل تجاری)، بر گزارش گری پایداری تأثیر معنادار و مثبتی داشتند و این شدت در ویژگی های ساختاری قوی تر ارزیابی گردید.

واژه های کلیدی: پایداری، نظریه بازی، استاگلبرگ، رهبر-پیرو، انحصار چند جانبه.

¹ f.sarraf@iau.ac.ir

مقدمه

تحولات اخیر جهانی باعث می‌شود شرکت‌ها نه تنها پایداری اقتصادی؛ بلکه پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی را نیز در برنامه‌های استراتژیک خود بگنجانند [۹]؛ [۴۶]. نظریه مسئولیت اجتماعی و گزارش‌گری پایداری، رویکردی متعالی به کسب‌وکار است که تأثیر اجتماعی یک سازمان بر جامعه را مورد توجه قرار می‌دهد [۵]. گزارش‌دهی پایداری به افشای فعالیت‌های توسعه پایدار برای تصمیم‌گیری و پاسخ‌گویی سهام‌داران اشاره دارد [۳۶]. برای اینکه شرکت‌ها افشای پایداری داشته باشند، به منابع نیاز دارند [۳۴]. از اینرو، تأمین مالی سبز که منابع مالی را در اختیار شرکت‌ها قرار می‌دهد، شرکت‌های کوچک و متوسط را تشویق می‌کند تا رفتار حامی محیط‌زیست نشان دهند [۳۹]. پژوهش‌های در مورد گزارش‌دهی پایداری تمایل زیادی به تمرکز بر شرکت‌های بزرگ دارد [۱۶]، احتمالاً به این دلیل است که، شرکت‌های کوچک و متوسط محدودیت منابع برای ارائه گزارش عملکردهای پایداری خود دارند [۴۵]؛ [۲۳]؛ [۱۵]. تحقیقات ارتباط معناداری میان سرریز شونده‌گی این اثرات میان شرکت‌های بزرگ و کوچک و متوسط شناسایی کردند. نظریه بازی‌ها توانایی تعامل میان این رفتارها را دارند.

نظریه بازی مطالعه ریاضی موقعیت‌های تعارض است که به مشکلاتی می‌پردازد که تصمیم‌گیرندگان متعددی را درگیر می‌کند؛ بنابراین، ابزار مناسبی برای مشکلات تصمیم‌گیری پایدار و تدوین سیاست است. تئوری بازی توضیح می‌دهد که چگونه تصمیمات فردی به هم مرتبط هستند و چگونه چنین تصمیماتی بر نتیجه کلی تأثیر می‌گذارد [۲۹].

کارایی مدل‌های اقتصادسنجی به نوع بازار مورد بررسی، بازه زمانی مورد بررسی، کشور مورد بررسی و متغیرهای ورودی و متغیر وابسته تعریف شده دارد؛ اما آنچه مسلم است عموماً رویکرد مدل‌های غیرخطی از دقت بالاتری نسبت به مدل‌های خطی برخوردار است و ضرایب برآوردی در طی زمان ثابت نیستند و به مدل‌های با انعطاف‌پذیری بالا در برآورد ضرایب نیاز می‌باشد [۲۷]؛ [۲۶]. رویکردهای کوانتومی توانایی بسیار بالایی در شبیه‌سازی رفتارهای بازارهای مالی دارند.

گزارش‌گری پایداری در سال‌های اخیر در ایران اهمیت زیادی پیدا کرده است. با توجه به رشد روزافزون مسائل محیط زیستی اهتمامات اجتماعی و نیاز به توسعه پایدار سازمان‌ها و شرکت‌ها در ایران نیازمند استفاده از گزارش‌گری پایداری هستند تا عملکرد خود را در حوزه‌های اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی به جوامع محلی و جهانی منتقل کنند. یکی از اهمیت‌های گزارش‌گری پایداری در ایران، سهم‌دهی به بهبود عملکرد محیط‌زیستی است. با ارائه اطلاعات مرتبط با مصرف منابع طبیعی، کاهش آلاینده‌ها و مدیریت پسماندها سازمان‌ها می‌توانند تغییرات بهبود یافته در عملکرد محیط زیستی خود را نشان دهند و نقش مثبت خود را در حفاظت از محیط زیست نشان دهند؛ همچنین گزارش‌گری پایداری در ایران بهبود اعتماد عمومی را نیز به همراه دارد. ارائه اطلاعات صادقانه و شفاف به جامعه افراد و سایر ذی‌نفعان اعتماد را بالا می‌برد و روابط مؤثرتری را میان سازمان‌ها و جوامع مختلف ایجاد می‌کند. به علاوه گزارش‌گری پایداری در ایران می‌تواند به توسعه اقتصادی پایدار کمک کند. با گزارش دادن درباره تأثیرات اقتصادی فعالیت‌ها در جامعه محلی و بهره‌برداری از منابع محلی می‌توان به تحقق اهداف

توسعه پایدار کمک کرد. بر این اساس گزارش‌گری پایداری در ایران می‌تواند فرصت‌های کسب و کار جدید را معرفی و موجب ایجاد ارزش افزوده بیش‌تر شود. در کشور ایران با وجود منابع طبیعی سرشار و محیط زیست متنوع و نیز علی‌رغم تأکید بر ارائه گزارش‌های اثرات مرتبط با محیط زیست و اجتماع، هنوز بسیاری از شرکت‌ها به مسئله پایداری شرکتی توجه نکرده و درک مناسبی از ابعاد آن نداشته و برای اجرا و افشای آن اقدامی انجام نداده‌اند و در این حوزه غفلت نموده‌اند [۲]؛ که این امر موجب کاهش کیفیت گزارش‌گری مالی شرکت‌ها می‌گردد [۷]؛ با توجه به اینکه گزارش‌گری پایداری زیرشاخه گزارش‌گری یکپارچه است؛ اهمیت ارائه این مدل دو چندان است [۳]، یکی از دلایل این امر، نبود مدل مدونی در این حوزه است. مسئله اصلی پژوهش حاضر مدل‌سازی گزارش‌گری پایداری بر اساس رویکرد نظریه بازی‌های تکاملی است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مبانی نظری پژوهش در سه بخش تشریح گردید.

الف: گزارش‌گری پایداری

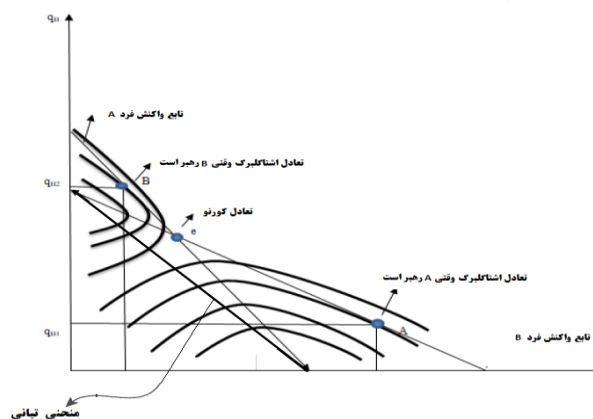
رابطه بین گزارش‌دهی پایداری شرکت توسط تئوری ذی‌نفعان حمایت می‌گردد [۱۳]؛ این تئوری استدلال می‌کند که شرکت‌ها نه تنها باید نگران حداکثر کردن سود و ثروت باشند [۲۸]؛ بلکه باید به تأثیر فعالیت‌های خود بر محیط‌زیست، جامعه و اقتصاد به عنوان یک کل؛ توجه کنند. شرکت‌ها باید نسبت به جامعه مسئولیت‌پذیر باشند [۱۴]. گزارش پایداری شرکتی در حوزه مدیریت منابع سبز [۱۷]؛ [۳۵]، فرهنگ سازمانی [۱۷]؛ [۲۷]، شایستگی‌های مدیریتی [۳۵]، نوآوری [۱۷]؛ [۴۰] و یادگیری سازمانی [۲۴]، نقش مهمی ایفاء می‌کند. نظریه مشروعیت توسط داوولینگ و فافر (۱۹۷۵)، ارائه شد [۱۲]. این نظریه بر این فرض بنا شده است که یک قرارداد اجتماعی بین شرکت و جامعه‌ای که شرکت در آن فعالیت می‌کند وجود دارد [۱۱]. کسب و کارها باید به طور مستمر در جهت برآوردن انتظارات و منافع جامعه تلاش کنند. [۴۴]. بنابراین شرکت‌ها مجبور به انتشار گزارش‌های پایداری و افشاء هستند تا عدم تقارن اطلاعاتی در مورد نحوه اداره شرکت، کاهش دهند [۱۱] [۲۲]. بر اساس رویکرد سیگنالی‌نگ، شرکت‌ها تلاش می‌کنند تا از گزارش‌دهی پایداری برای تأکید بر تعهدات خود نسبت به فعالیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی بهره ببرند. همانطور که رویکرد سبز شویی^۱ نشان می‌دهد، شرکت‌ها سعی می‌کنند یک برداشت خوب از خود را در سطح جامعه منعکس کنند [۱۷].

ب: نظریه بازی‌ها

نظریه بازی ابزاری است که در تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. [۴۱]. پژوهش‌های زیادی از نظریه بازی‌ها برای بهینه‌سازی پارامترها و مدل‌های مختلف بهره گرفته‌اند [۱۸]؛ [۱۰]؛ [۴۸]. در تئوری بازی‌ها، تعادل نش راه حلی از نظریه بازی است که شامل دو یا چند بازیکن

^۱ سبز شویی (Greenwashing)، فرآیندی است که شرکت‌های بزرگ و حتی کوچک از آن بهره می‌برند که محصولات خودشان رو دوست‌دار محیط زیست نشان دهند تا فروش بیش‌تری داشته باشند

می‌شود. در این راه حل فرض بر آگاهی هر بازیکن به راهبرد تعادل بازیکنان دیگر است، بدون وجود هیچ بازیکنی که فقط برای کسب سود خودش با تغییر راهبرد یک جانبه عمل کند [۱۸]. سه رویکرد اصلی در مدل‌سازی نظریه بازی‌ها وجود دارد. رویکرد کورنو در تعادل ناشی از تقاطع توابع واکنش بازیگران به صورت همزمان است، رویکرد استکلبرگ ناشی از مماس شدن تابع سود یکسان بنگاه با تابع واکنش بنگاه مقابل است. در این روش بازی ابتدا بنگاه رهبر مقدار تولید خود را تعیین نموده و سپس بنگاه پیرو اقدام به تعیین مقدار تولید بهینه خود از مابقی بازار خواهد نمود. این بازی به صورت همزمان صورت نخواهد پذیرفت. در حالت تبانی نیز با جمع دو تابع واکنش و به صورت بنگاه انحصاری رفتار نمودن موجب ایجاد تعادل خواهد شد. در این حالت دو بنگاه در حکم یک بنگاه عمل خواهند نمود. این فرآیند در نمودار (۱)، ترسیم شده است [۴۷].



نمودار ۱: مقایسه روش کورنو و استکلبرگ و تبانی

ج: کوانتوم مالی

در طول چند سال گذشته، پژوهش پیرامون تجزیه‌تحلیل دینامیک بازار سهام با استفاده از [مدل‌های فیزیک کوانتومی](#)، رایج‌تر شده است. براساس مکانیک کوانتومی، یک سهام در بازار سهام، به عنوان یک نوسانگر هماهنگ کوانتومی برخورد می‌کند، معادله شرودینگر که اغلب معادله موج شرودینگر نامیده می‌شود، معادله بنیادی فیزیک برای توصیف رفتار مکانیک کوانتومی است. وقتی معادله شرودینگر نوسانگر هماهنگ حل می‌شود، می‌توان تعیین نمود تابع موج ذره در زمان آینده به چه شکل است؛ بنابراین می‌توانیم توزیع مکان ذره، اندازه حرکت و خواص مورد نیاز دیگر را تعیین نمود [۸]. در ادامه به پیشینه پژوهش داخلی و خارجی انجام شده در راستای موضوع پژوهش پرداخته شده است. لین و همکاران (۲۰۲۴)؛ به بررسی گزارش پایداری با استفاده از متن کاوی در سنگاپور پرداختند. بر اساس نتایج شرکت‌های بزرگ نسبت به شرکت‌های کوچک؛ سرمایه‌گذاری بیش‌تری در این حوزه پایداری می‌نمایند و عملکرد مطلوب‌تری دارند [۲۶]. حسینی و همکاران (۲۰۲۳)؛ اقدام به ارائه الگویی برای شناسایی عناصر مهم گزارش‌گری پایداری شرکتی با تأکید بر اصول و ارزش‌های اسلامی در مالزی

و اندونزی پرداختند. در مجموع، ۲۰۳ شاخص از طریق بررسی گزارش‌های پایداری نمونه‌ای از شرکت‌های مورد تأیید شریعت در مالزی و اندونزی شناسایی شد. از کل شاخص‌های شناسایی شده، ۱۵۸ شاخص مرتبط با استانداردها و رهنمودهای گزارش‌گری پایداری متداول و ۴۵ شاخص مرتبط با فعالیت‌های مسئولیت‌پذیری اسلامی شرکت‌ها بود [۱۹]. خلیلی و همکاران (۱۴۰۳)؛ اقدام به تبیین مدلی برای تأثیر فرهنگ سازمانی و عوامل اقتضایی بر گزارش‌گری پایداری با رویکرد عملکرد اقتصادی (GRI۲۰۱)، نمودند. نتایج نشان می‌دهد که: مؤلفه‌های فرهنگ سازمانی (توجه به جزئیات، توجه به ره‌آوردها و توجه به اعضای سازمان) و عوامل اقتضایی (افراد)، مدل مناسب برای تأثیرگذاری و تبیین گزارش‌گری پایداری با رویکرد عملکرد اقتصادی در شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران هستند [۴]. فاطری و همکاران (۱۴۰۲)؛ به بررسی ابعاد و شاخص‌های گزارش‌گری پایداری شهرداری‌ها و شناسایی وزن و رتبه آن‌ها پرداختند. رتبه ابعاد گزارش‌گری پایداری به ترتیب شامل ۱. ویژگی‌های گزارش؛ ۲. عوامل تعالی و پیشرفت؛ ۳. مدیریت و سرمایه انسانی؛ ۴. کار و تولید؛ ۵. اقتصادی؛ ۶. عوامل زیست‌محیطی بوده است [۶]. رحمانی و همکاران (۱۴۰۲)؛ اقدام به شناسایی پیشران‌های موثر بر آینده گزارش‌گری پایداری نمودند. بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته الزامات قانونی، بحران‌های آب و هوایی و زیست‌محیطی و وجود گروه‌های حمایت از محیط‌زیست به عنوان پیشران‌های کلیدی آینده گزارش‌گری پایداری انتخاب شدند [۵]. احمد زاده و همکاران (۱۴۰۱)؛ اقدام به ارائه چارچوب گزارش‌گری پایداری مبتنی بر ایجاد توازن بین انتظارات ذی‌نفعان و ظرفیت‌های شرکت نمودند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که از مجموع ۱۶۹ مؤلفه مورد بررسی (طبقه‌بندی شده در ۱۱ گروه)، ۸۵ مؤلفه (بابت افشاء پایداری)؛ مورد انتظار ذی‌نفعان بوده است و در تمامی گروه‌ها غیر از طبقه نمایه سازمان، بین وضعیت موجود و مورد انتظار ذی‌نفعان تفاوت معناداری وجود داشته است [۱]. بر اساس مبانی نظری و تجربی ارائه شده؛ سوالات تحقیق به شرح ذیل هستند:

سوال اول: نحوه اثرگذاری گزارش‌گری پایداری بر سودآوری شرکت‌های پپرو چگونه است؟

سوال دوم: نحوه اثرگذاری گزارش‌گری پایداری بر سودآوری شرکت رهبر چگونه است؟

سوال سوم: نحوه اثرگذاری شدت رقابت بر سودآوری شرکت پپرو چگونه است؟

سوال چهارم: نحوه اثرگذاری شدت رقابت بر سودآوری شرکت رهبر چگونه است؟

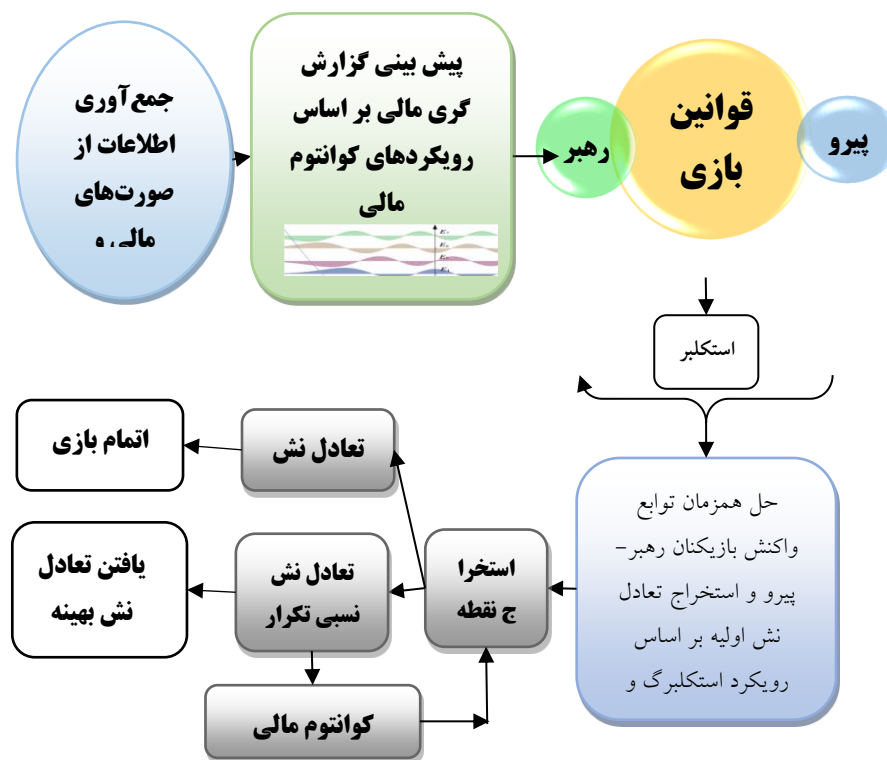
سوال پنجم: نحوه اثرگذاری سرریزشوندگی نوآوری در گزارش‌گری پایداری بر سودآوری شرکت رهبر چگونه است؟

سوال ششم: نحوه اثرگذاری سرریزشوندگی نوآوری گزارش‌گری پایداری بر سودآوری شرکت پپرو چگونه است؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت اکتشافی است. در این پژوهش از رویکردهای کوانتوم مالی و تئوری بازی‌ها استفاده شده است. از کوانتوم مالی برای تعیین وزن‌ها و روند اثرگذاری و اثرپذیری متغیرها بر یکدیگر در مدل استفاده می‌شود. از تئوری بازی‌ها برای پیش‌بینی رفتار

تصمیم‌گیرندگان و نتیجه بازی و همچنین هماهنگی بین استراتژی‌های بازیکنان استفاده می‌شود. متغیرهای پژوهش در قالب یک مدل مفهومی است به شرح ذیل است:



نمودار ۲: فرآیند انجام پژوهش

با توجه به دیدگاه مبتنی بر منابع، شرکت‌ها از سرمایه‌گذاری در حوزه پایداری شرکت سود می‌برند؛ بنابراین، لازم است توابع سود و هزینه را بر اساس این رویکرد بازنویسی گردد [۳۰]. نمادهای استفاده شده در مدل‌سازی پژوهش در جدول (۱)، ارائه شده است. هدف شرکت‌ها انتخاب سطح پایداری $w_i \geq 0$ است که تابع سود خالص آن‌ها را با توجه به سطوح پایداری رقبا به حداکثر برساند. شرکت i با پیش‌بینی اقدامات رقبا خود در مورد بهترین اقدام تصمیم می‌گیرد. تابع سود خالص شرکت i به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Pi_i^{sus}(w_i, w_{N/i}) = r_i^{sus}(w_i, w_{N/i}) - c_i^{sus}(w_i, w_{N/i}) \quad (۸)$$

از یک طرف، شرکت‌ها ممکن است تصمیم بگیرند داوطلبانه در زمینه پایداری سرمایه‌گذاری کنند. این شرکت‌ها در صورتی که منافع مورد انتظارشان از هزینه‌های مورد انتظار پایداری بیشتر باشد، نوآوری در حوزه پایداری را انجام می‌دهند؛ زیرا تصور می‌شود که تصمیم‌گیرندگان عقلایی هستند؛ بنابراین،

شرکت i به طور داوطلبانه نوآوری را در حوزه پایداری انجام می دهند، در صورتی که سود خالص $\prod_i^{sus}(w_i, w_{N/i}) \geq 0$ باشد. از سوی دیگر، اگر شرکت ها مجبور به سرمایه گذاری در پایداری شوند، یا از مقررات جدید پیروی کنند یا به دلیل عدم پذیرش با جریمه مواجه شوند. برای این شرکت ها، تصمیمات سرمایه گذاری پایدار به این خلاصه می شود که آیا سود خالص مورد انتظار آن ها از جریمه های عدم پذیرش بیش تر است یا خیر؟ بنابراین، اگر خالص نفع $\prod_i^{sus}(w_i, w_{N/i}) \geq f_i$ باشد، شرکت i از مقررات پیروی می کند و نوآوری پایداری را انجام می دهد. ما تعاملات پایداری شرکت هایی را که به طور داوطلبانه نوآوری پایداری را انجام می دهند، مدل می کنیم. با این حال، این مدل برای شرکت هایی که مجبور به سرمایه گذاری در پایداری باشند؛ دارای کاربرد است. به سادگی مقدار ثابت جریمه f_i نیز باید در تجزیه و تحلیل گنجانده شود.

جدول ۱: نمادهای استفاده شده در مدل سازی پایداری

نماد	شرح
i	نماد شرکت $i = 1, \dots, N$
w_i	سطح نوآوری های در حوزه پایداری شرکت i ، $w_i \geq 0$
$w_{N/i}$	برداری برای سطح نوآوری های در حوزه پایداری همه بازیکنان، به استثنای شرکت i .
$r_i^{sus}(w_i, w_{N/i})$	مزایای اجرای پایداری با توجه به سطوح پایداری رقبا
$c_i^{sus}(w_i, w_{N/i})$	هزینه اجرای پایداری با توجه به سطوح پایداری رقبا
f_i	مبلغ ثابت جریمه، در صورتی که شرکت i از مقررات پیروی نکند
$\prod_i^{sus}(w_i, w_{N/i})$	سود خالص از انجام پایداری با توجه به سطوح پایداری رقبا
w_L	سطح نوآوری ها در حوزه پایداری توسط شرکت رهبر
w_{Fi}	سطح نوآوری ها در حوزه پایداری توسط شرکت های پیرو
$p_L(w_L, w_{Fi})$	پرداخت های ذی نفعان برای رهبر برای سطح پایداری w_L
$p_{w_{Fi}}(w_L, w_{Fi})$	پرداخت های سهام داران برای شرکت پیرو i برای سطح پایداری w_{Fi}
a	تمایل اولیه ذی نفعان برای پرداخت برای نوآوری در حوزه پایداری، $a > 0$
b	نرخ که با افزایش نوآوری در حوزه پایداری، تمایل به پرداخت کاهش می یابد، $b > 0$

هزینه نهایی برای سرمایه‌گذاری در حوزه پایدار برای رهبر و پیروان، $d > 0$	d
سرریز پایداری برای پیرو i ، $\gamma_i \in [0,1]$	γ_i
سرریز پایداری با نرخ ثابت برای همه پیروان، $\gamma \in [0,1]$	γ
سطح رقابت، $\theta \in [0,1]$	θ
واکنش شرکت پیرو i به سطوح پایداری سایر پیروان با لحاظ سطح پایداری رهبران در سطح w_L	$R_{Fi}(\sum_{j \neq i}^{N-1} w_{Fj} w_L)$
سرمایه‌گذاری بهینه بازیکن i با توجه به سطوح پایداری دلخواه توسط سایر بازیکنان	w_i^*
عایدی رهبر از انجام نوآوری در حوزه پایداری	$r_L^{sus}(w_L, w_{Fi})$
عایدی پیروان از انجام نوآوری در حوزه پایداری	$r_{Fi}^{sus}(w_L, w_{Fi})$
هزینه رهبر از انجام نوآوری در حوزه پایداری	$c_L^{sus}(w_L, w_{Fi})$
هزینه پیروان از انجام نوآوری در حوزه پایداری	$c_{Fi}^{sus}(w_L, w_{Fi})$
سود خالص رهبر از انجام نوآوری در حوزه پایداری	$\prod_L^{sus}(w_L p_L, (w_L, w_{Fi}))$
سود خالص پیروان از انجام نوآوری در حوزه پایداری	$\prod_{Fi}^{sus}(w_L p_L, (w_L, w_{Fi}))$

پیگا^۱ (۲۰۰۲)، بیان می‌دارد که در بازارهای انحصاری، در شرایط تعادل، شرکت‌هایی که کالاهای پایدار عرضه می‌کنند، سودهای «غیر طبیعی»، به دست می‌آورند [۳۷]. مک ویلیامز و همکاران (۲۰۰۶)، ادعا می‌کند رهبران حوزه پایداری سود بالاتری بدست می‌آورند [۳۱]. در این پژوهش فرض می‌گردد: تابع سود $r_i^{sus}(w_i, w_{N/i})$ یک تابع مقعر فزاینده نسبت به w_i است و با افزایش سطح پایداری شرکت، منافع این حوزه کاهش می‌یابد [۳۳]؛ [۳۸]؛ [۲۱]؛ [۴۲].

بازی‌هایی که ترتیب ورود به بازار در آن‌ها اهمیت دارد را؛ می‌توان با رویکرد استکلبرگ مدل‌سازی کرد [۲۰]. تصمیمات پایداری به عنوان بازی‌های تکراری قلمداد می‌شوند. در مدل‌های افشا، یک شرکت تصمیم می‌گیرد اطلاعات مربوط به فعالیت‌های پایداری خود را افشاء نماید و رقبا وی تصمیم می‌گیرند که اعتصاب کنند یا نه؟ [۲۵]؛ [۴۳]؛ [۳۲].

رفتار پیرو - رهبر تحت تأثیر منفی رقابت با یکدیگر قرار می‌گیرند؛ بنابراین، انتخاب پایداری پیرو، تأثیر منفی بر بازگشت پایداری رهبر و سایر پیروان دارد.

¹ Piga

فرض می‌گردد که سرریزها از رهبر به پیروان و از یک پیرو به پیرو دیگر سررازی می‌شود. در مدل، پایداری پیروان، بازده رهبر که ناشی از سرمایه‌گذاری‌های پایداری است کاهش می‌یابد، در حالی که تأثیر فعالیت‌های پایداری رهبر به پیروان به رابطه بین سرریزها و سطح رقابت بستگی دارد. جهت مدل نمودن تعاملات پایداری شرکتی در این مطالعه، از مفروضات زیر استفاده شده است:

(۱) تقاضای ذی‌نفعان، برای پایداری با یک سطح از عرضه تأمین می‌شود.
 (۲) رقابت برای سهم بازار برای محصولات یا خدمات شرکت‌ها نیست؛ بلکه برای پاسخگویی به تقاضای پایداری است. می‌توان استدلال کرد که رقابت بین شرکت‌ها برای پایداری کاملاً مستقل از رقابت بین شرکت‌ها برای ارائه محصول و/یا خدمات آن‌ها به دلیل ماهیت پایداری نیست. با این وجود، ساختار پایداری را می‌توان به عنوان یک «کالا»، همگن عرضه شده توسط شرکت‌ها در نظر گرفت. با توجه به فرض کالاهای همگن، تأثیر رقابت توسط رهبر و پیروان درک می‌شود و در بین همه بازیکنان ثلث است.

(۳) انتظار است که اثرات سرریز از رهبر به پیروان در طول زمان کاهش یابد، در حالی که سرریزها از یک پیرو به پیروان بعدی افزایش خواهد یافت.

(۴) فرض می‌گردد که نرخ کاهش اثرات سرریز از رهبر به پیروان و نرخ افزایش سرریز از یک پیرو به پیرو دیگر به یک اندازه است و سرریز تجمعی برای پیروان γ تغییر نمی‌کند.

از آنجایی که ذی‌نفعان به شرکت‌ها برای تلاش‌های پایداری خود پاداش می‌دهند، شرکت‌ها با انتخاب سطح پایداری بهینه با توجه به اقدامات پایداری رقبای خود، قصد دارند منافع خالص خود را به حداکثر برسانند. پاداش دریافتی از سرمایه‌گذاری‌های پایداری به عنوان پرداخت‌های سهام‌داران در نظر گرفته می‌شود که با قیمت در مدل کلاسیک استاگلبرگ مطابقت دارد. با افزایش تعداد بازیگرانی که در زمینه پایداری سرمایه‌گذاری می‌کنند، انتظار می‌رود پرداخت‌های پایداری کاهش یابد. پرداخت‌های ذی‌نفعان مدل که عبارتند از: رهبر، پیرو ۱ و پیرو ۲ به صورت زیر فرموله می‌گردد [۴۷]:

$$(9) p_L(w_L, w_{F1}, w_{F2}) = a - b(w_L + \theta(w_{F1} + w_{F2}))$$

$$(10) p_{F1}(w_L, w_{F1}, w_{F2}) = a - b(w_{F1} + (\theta - \gamma)w_L + \theta w_{F2})$$

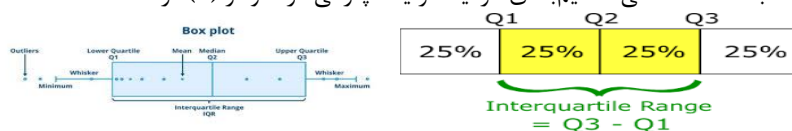
$$(11) p_{F2}(w_L, w_{F1}, w_{F2}) = a - b(w_{F2} + (\theta - \gamma)(w_{F1} + w_L))$$

تبادل نش بازی از حل همزمان توابع رفتاری سه بازیکن حاصل می‌گردد. برای شیوه حل معادلات به مقاله یوان و همکاران (۲۰۲۱) [۴۷] می‌توان مراجعه کرد.

یافته‌های تحقیق

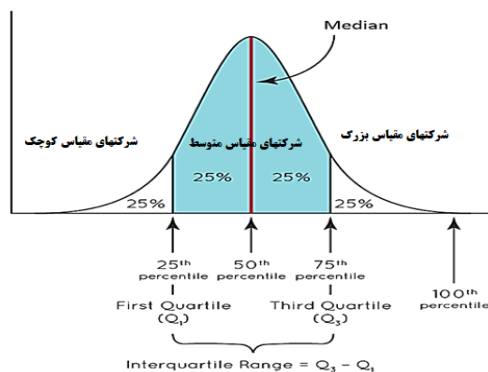
در ابتدا لازم است اطلاعات میزان کل درآمدها؛ کل هزینه‌ها و میزان سود شرکت‌ها مورد بررسی استخراج گردد؛ تا بتوان تغییرات سود را در صورت تغییر در پارامترهای گزارش گری پایداری مورد بررسی قرار داد. برای تفکیک شرکت‌ها به رهبر و پیرو از قاعده چارکی بهره گرفته شده است.

در این پژوهش ابتدا بر اساس میزان میانگین کل دارایی‌های هر شرکت در بازه زمانی تحقیق (بازه زمانی ۱۴۰۰-۱۴۰۳) اقدام به مرتب کردن داده‌ها از کوچک به بزرگ گردید. سپس بر اساس خاصیت چارکی؛ شرکت‌ها به ۴ دسته اصلی تقسیم‌بندی گردید. فرآیند چارکی در نمودار (۳)، ارائه شده است.



نمودار ۳: فرآیند چارکی

بر اساس این خاصیت شرکت‌هایی که در چارک چهارم قرار دارند؛ شرکت‌های رهبر و شرکت‌هایی که در چارک اول تا سوم قرار دارند به عنوان بنگاه پیرو در نظر گرفته شده‌اند. این فرآیند در نمودار (۴)، ارائه شده است.



نمودار ۴: فرآیند چارکی در انتخاب شرکت‌های پیرو-رهبر

مأخذ: محاسبات پژوهش

برای انتخاب شرکت‌ها نیز از فرآیند غربال‌گری بهره گرفته شده است. بر اساس نتایج جدول (۴)، حجم نمونه ۱۷۲ شرکت تعیین شد.

جدول ۴: نحوه‌ی انتخاب تعداد شرکت‌های جامعه آماری^۱

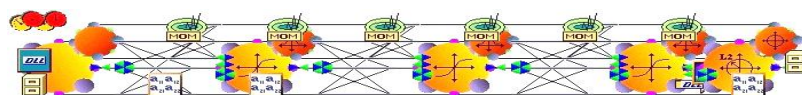
جمع	جمع	شرح
۷۱۹		تعداد کل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس تا پایان سال ۱۴۰۳:
	۷۲	تعداد شرکت‌هایی که در دامنه زمانی ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳ به بازار بورس وارد شده‌اند و اطلاعات آن‌ها در این بازه وجود نداشته است.
	۱۲۴	تعداد شرکت‌هایی که جز هلدینگ، سرمایه‌گذاری‌ها، واسطه‌گری‌های مالی و بانک و بیمه و لیزینگ‌ها بوده‌اند:

^۱ <https://www.sena.ir/>

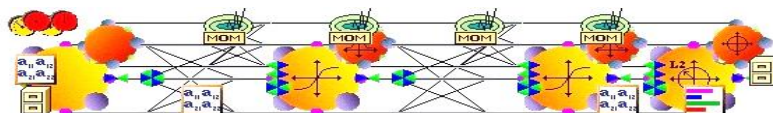
۴۱	تعداد شرکت هایی که در دامنه زمانی پژوهش، تغییر سال مالی داده اند و یا سال مالی آن ها منتهی به اسفند نمی باشد:
۳۱۰	تعداد شرکت هایی که هیچ گونه گزارش پایداری ارائه ننموده اند؛ یا گزارش پایداری به صورت جزئی و ناقص ارائه شده است.
۵۴۷	جمع:
۱۷۲	تعداد شرکت های غربال گری شده

بر اساس توضیحات فوق ۴۳ شرکت در چارک چهارم و به عنوان رهبر و ۱۲۹ شرکت به عنوان بنگاه های رهبر در مدل در نظر گرفته شده اند. در بخش دوم به منظور برآورد معادلات از داده های پرسشنامه اخترشناس و همکاران (۱۳۹۹)؛ بهره گرفته شده است؛ علت انتخاب این پرسشنامه بومی شدن آن با توجه به شرایط بازار سرمایه ایران است.

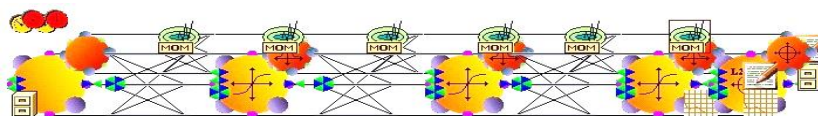
از نظرات ۳۱ خبره در حوزه حسابداری و حسابرسی جهت امتیاز دادن به عوامل حوزه گزارش گری پایداری بهره گرفته شده است. علت انتخاب این تعداد خبره همگرایی در محاسبه پارامترهای مدل در نظریه بازی بر اساس رویکرد کالیبراسیون است (در ادامه این مبحث تشریح شده است). در این پژوهش برای برآورد پارامترهای مدل از روش بیزین، کوانتوم مالی و شبکه عصبی بهره گرفته شده است. در این مدل جهت پیش بینی گزارش گری پایداری از چهار رویکرد بیزین، گراسبرگ، بردارهای پشتیبان و کوانتوم مالی جهت پیش بینی بهره گرفته شده است. ساختار شبکه عصبی مدل های فوق در نمودار (۵) (الف: ساختار شبکه SVM، ب: ساختار شبکه بیزین ج: ساختار شبکه پاد انتشار گراسبرگ د: کوانتوم مالی)، ارائه شده است.



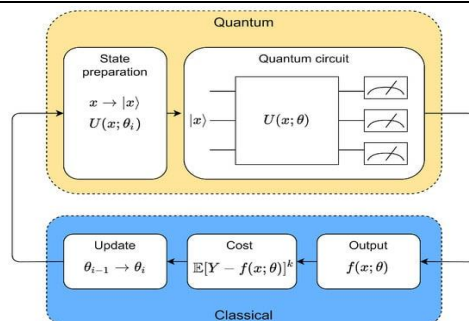
الف: ساختار شبکه SVM



ب: ساختار شبکه بیزین



ج: ساختار شبکه پاد انتشار گراسبرگ



د: رویکرد کوانتوم مالی

نمودار ۵: ساختار الگوریتم‌های مورد استفاده در پژوهش

در ادامه نتایج دقت مدل‌های ذکر شده ارائه شده است. جدول (۵)، این نتایج را ارائه می‌کند.

جدول ۵: میزان خطا در مدل‌های مختلف

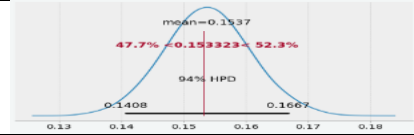
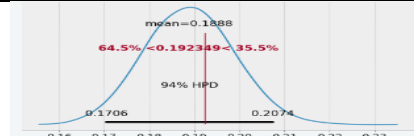
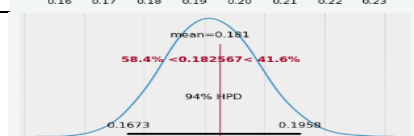
مدل	MAFE	MSFE
پاد انتشار گراسبرگ	۰/۱۰۶	۰/۰۱۹
بردارهای پشتیبان	۰/۱۱۳	۰/۰۲۰
بیزین	۰/۱۹۸	۰/۰۲۷
کوانتوم مالی	۰/۰۷۷	۰/۰۰۸

بر اساس نتایج جدول (۵)، مشاهده می‌گردد، روش کوانتوم مالی از دقت بالاتری در پیش‌بینی گزارش‌گری پایداری برخوردار است، در نتیجه پیش‌بینی گزارش‌گری پایداری بر اساس روش کوانتوم مالی صورت پذیرفته است.

حال برای محاسبه پارامترهای بازی لازم است اقدام به کالیبراسیون‌سازی پارامترهای بازی گردد. به فرآیندی که طی آن نتایج شبیه‌سازی شده توسط نرم‌افزار به نتایج میدانی مشاهده شده نزدیک می‌شود و به مقدار قابل قبولی می‌رسد، کالیبراسیون می‌گویند. در واقع، کالیبراسیون یعنی پیدا کردن بهترین ضریب ممکن از روی داده‌ها برای یک پارامتر است. بدین صورت که داده‌های پرسشنامه‌ای که به دست آمده است به نرم‌افزار متلب داده می‌شود، نرم‌افزار با بازنمونه‌گیری متروپلیس (تکرار نمونه‌گیری)، عددی محاسبه می‌کند؛ که این عدد میزان ارتباط این دو متغیر از دیدگاه خبرگان است. از طریق رویکرد حداکثر راستنمایی ماکزیمم احتمال ارتباط بین دو متغیر به دست خواهد آمد. در جدول (۶)، توزیع و میانگین پیشین و پسین پارامترهای مدل گزارش شده است که مقادیر میانگین پسین، برآورد پارامترهای مدل با استفاده از روش بیزین را نشان می‌دهد:

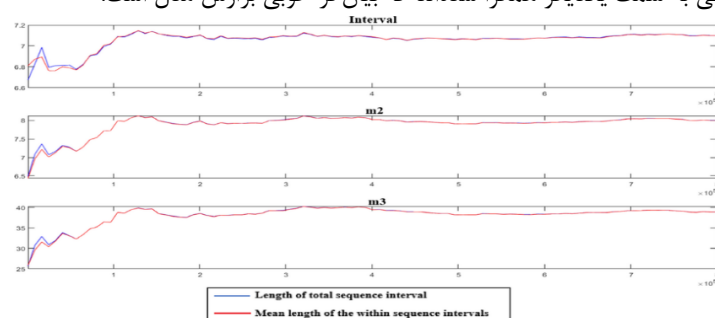
جدول ۶: توزیع پیشین و پسین پارامترهای مدل

ردیف	توضیحات	توزیع پارامتر	توزیع پیشین و پسین پارامترهای مدل	
			میانگین پیشین	میانگین پسین
X۱	شدت رقابت	بتا	۰.۱۲۷	۰.۱۳۹۱
X۲	سرریز شونده گی	گاما	۰.۱۴۴۹	۰.۱۴۵۲
X۳	ویژگی های ساختاری	گاما	۰.۱۵۲۲	۰.۱۵۳۷
X۴	ویژگی های عملکردی	گاما	۰.۱۴۷۶	۰.۱۴۷۲
X۵	سطح فردی	بتا	۰.۱۴۴۶	۰.۱۴۵۲
X۶	سطح سازمانی	نرمال	۰.۱۷۰۹	۰.۱۷۳۷
X۷	عوامل سیاسی	نرمال	۰.۱۵۱	۰.۱۵۳
X۸	عوامل اجتماعی	نرمال	۰.۱۵۸۹	۰.۱۵۹۳

۰.۱۵۳۷	۰.۱۵۳۶		عوامل اقتصادی	نرمال	x ₉
۰.۱۸۸۸	۰.۱۸۷۹		بازار سرمایه	نرمال	x ₁₀
۰.۱۸۱	۰.۱۷۹۹		عوامل تجاری	نرمال	x ₁₁

منبع: یافته‌های پژوهشگر

یکی از نتایج مهم آزمون رویکردهای پویا، آزمون تشخیصی زنجیره مارکوف مونت کارلو (MCMC)^۱، است که نشان می‌دهد مشکلی در تخمین پارامترهای الگو وجود ندارد و تخمین‌ها قابل اتکاء هستند. نرم‌افزار داینر چندین بار شبیه‌سازی متروپولیس هستینگز را انجام می‌دهد و هر بار کار خود را از یک نقطه آغاز می‌کند. اگر نتایج این زنجیره‌ها منطقی باشد، باید رفتار آن‌ها شبیه هم بوده و یا به سمت یکدیگر همگرا شوند. داینر سه شاخص Interval، m₂، m₃ را در نموداری مجزا ارائه می‌دهد که به ترتیب بیان‌گر فاصله اطمینان ۸۰ درصدی از میانگین، واریانس و گشتاور سوم پارامترهاست. نمودارهای استخراجی با عنوان تشخیص چند متغیره^۲ همین نمودارها با ماهیت مشابه هستند که شناخت کلی بر اساس مقادیر ویژه از ماتریس واریانس-کوواریانس هر پارامتر ارائه می‌دهد. اگر شباهت در نمودارها وجود نداشته باشد می‌توان نتیجه گرفت که توزیع‌های پیشین درست نیست و باید تخمین‌های پیشین جدید در نظر گرفت یا تعداد شبیه‌سازی را بالا برد. همان طور که در نمودار (۶)، نشان داده شده است این دو منحنی به سمت یکدیگر همگرا شده‌اند که بیان‌گر خوبی برازش مدل است:



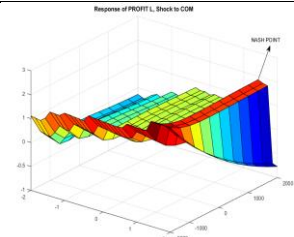
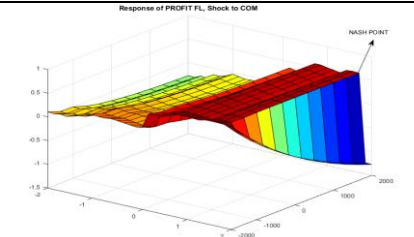
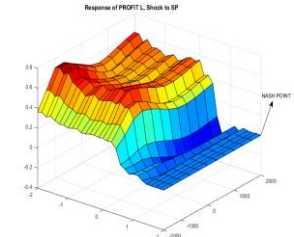
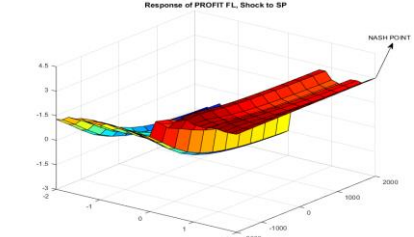
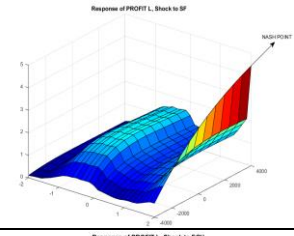
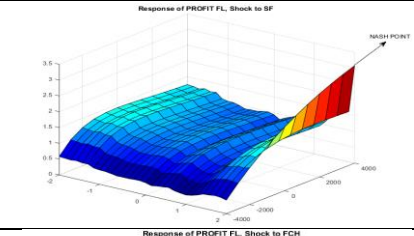
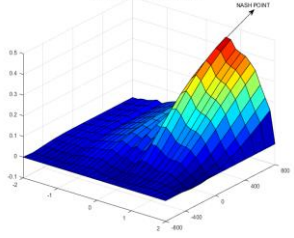
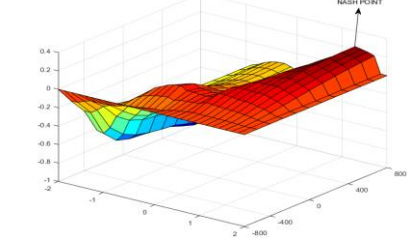
نمودار ۶: آزمون تشخیصی چند متغیره بروکز و گلن

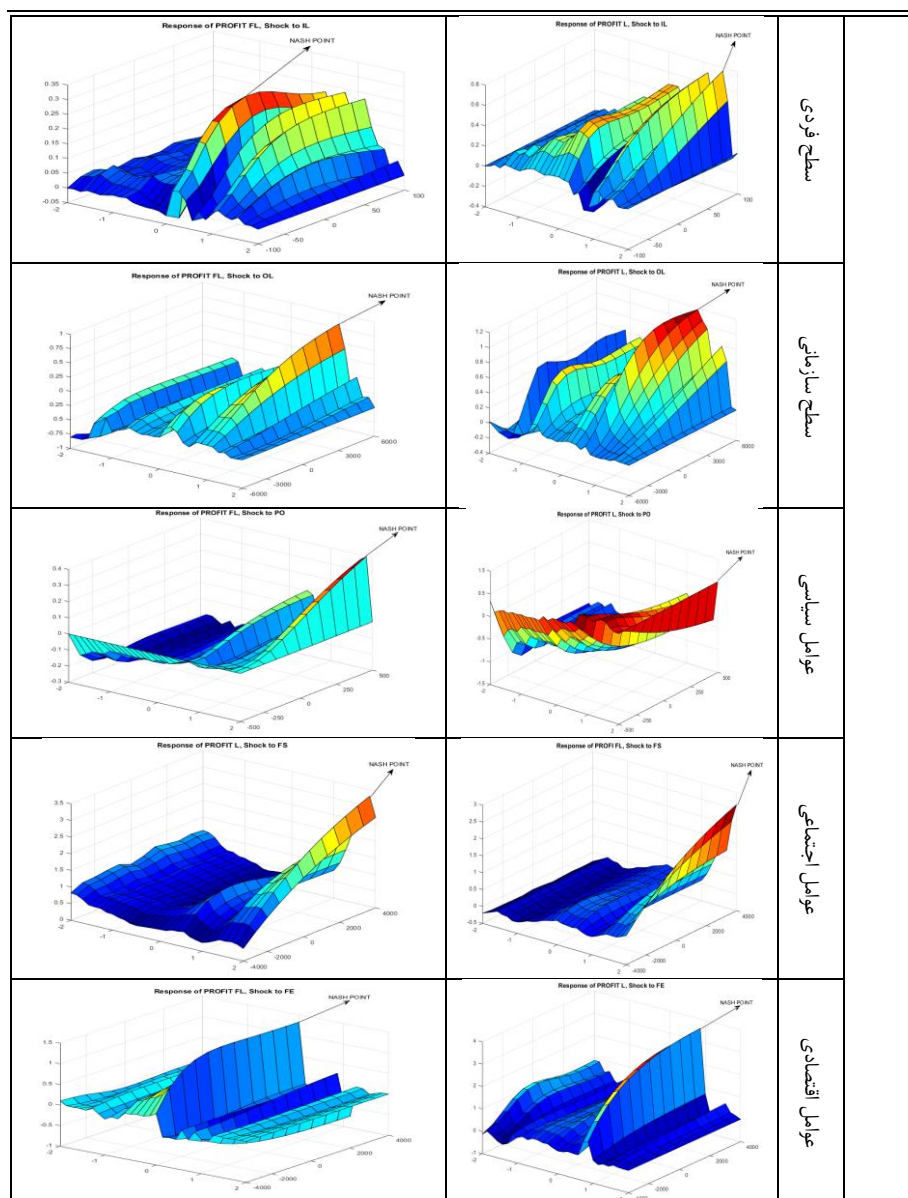
¹ Markov Chain Monte Carlo

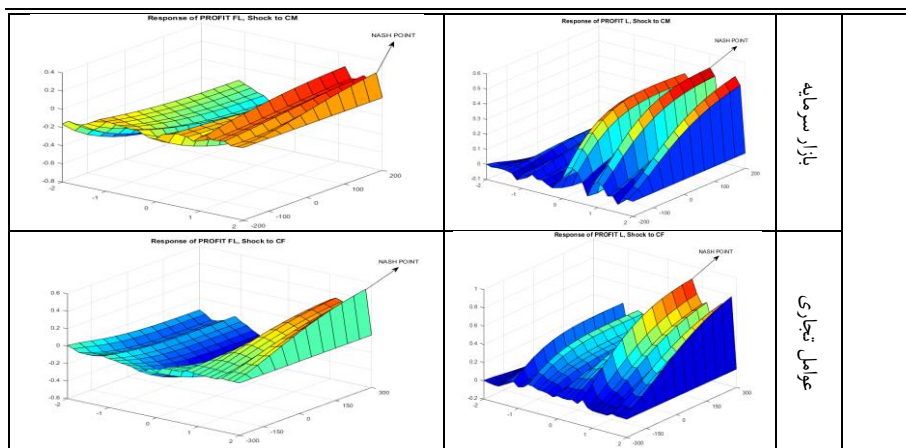
² Multivariate Diagnostic

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۷: نتایج تعادل نش بازیکنان رهبر و پیرو

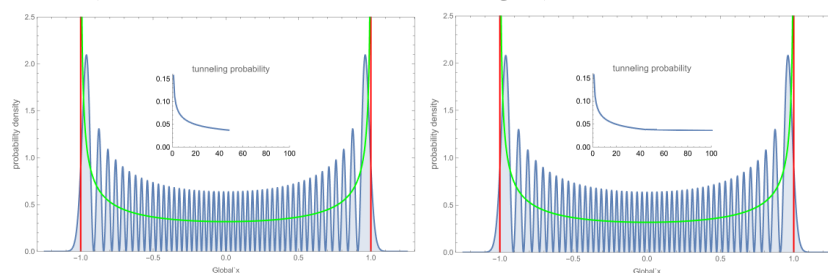
سوال	پارامترها و متغیرها	رهبر	پیرو
چهارم سوال سوم و چهارم	شدت رقابت		
جواب سوال پنجم و ششم	سرریز شونده گی		
جواب سوال اول و دوم	ویژگی‌های ساختاری		
	ویژگی‌های عملکردی		

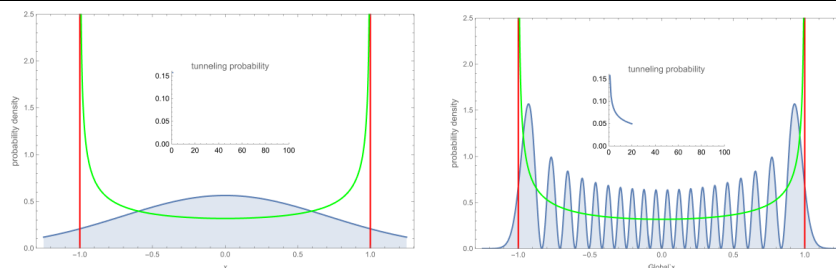




در نمودارهای فوق محور عمودی بیان گر واکنش تغییرات سود رهبر و پیرو در صورت تغییرات استراتژی های بازیکنان است. به هر میزان تغییرات در این محور شدیدتر باشد میزان اثرگذاری استراتژی مربوطه بر تابع سود رهبر و پیرو بزرگ تر خواهد بود. محور افقی بیان گر اتخاذ استراتژی های هر بازیکن است. عدد صفر به معنای عدم اتخاذ استراتژی جدید؛ اعداد ۱ و ۲ به معنای استراتژی های بهبود پایداری و اعداد ۱- و ۲- بیان گر تنزل یا کاهش سطح پایداری است. محورهای عرضی نیز بیان گر میزان تغییرات در فروش شرکت به علت اتخاذ استراتژی مربوطه است.

با استفاده از برآورد و حل بازی بر اساس رویکردهای کوانتوم مالی و نظریه بازی ها؛ این نتیجه حاصل گردید که افزایش نرخ رقابت و افزایش نرخ سرریزشوندگی اثرات پایداری؛ موجب بهبود سطح سودآوری شرکت های رهبر و پیرو می گردد؛ که بر اساس نتایج شرکت رهبر از سود بالاتری منتفع می گردد؛ در نتیجه ورود به نوآوری و فناوری های نوین در حوزه پایداری برای شرکت هایی که در این حوزه پیشقدم هستند؛ منافع بیش تری خواهد داشت. بر اساس نتایج هر ۹ مولفه پایداری (ویژگی های ساختاری، عملکردی، سطح فردی، سازمانی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، بازار سرمایه و تجاری)، بر گزارش گری پایداری تأثیر معنادار و مثبتی داشته و این شدت در ویژگی های ساختاری در بالاترین سطح قرار دارد. فرآیند رسیدن به تعادل توسط کوانتوم مالی جهت ایجاد تعادل نش در نمودار (۷)، ترسیم شده است.





نمودار ۷: فرآیند کوانتوم مالی

نمودار (۷)، افزایش سرعت انتشار اطلاعات جهت دست یافتن به تعادل نش بهینه را نمایش می‌دهد؛ بر اساس نمودار نشان داده شده است که از افزایش سرعت ذره تا مقیاس عدد ۴۵ میزان خطای کاهش یافته و از این سطح به بعد تغییری در میزان خطا و به تبع آن بهبود نتایج مشاهده نمی‌گردد.

جمع‌بندی و پیشنهادهای مدیریتی

در این پژوهش به پایداری به عنوان بازاری نگاه گردید که با سرمایه‌گذاری‌ها و تعاملات استراتژیک شرکت‌ها با فرض اطلاعات کامل شکل می‌گیرد. یک مدل متوالی پیشنهاد گردید که در آن، در مرحله اول، رهبر سطح پایداری خود را با پیش‌بینی پاسخ تجمعی پیروان متعدد انتخاب می‌کند. در مراحل بعدی، پیروان سرمایه‌گذاری‌های پایداری رهبر و نتیجه پایداری تجمعی پیروان پیشین خود را مشاهده می‌کنند و با پیش‌بینی سطوح پایداری تجمعی پیروان جانشین، میزان سرمایه‌گذاری‌های قابل انجام در حوزه پایداری خود را انتخاب می‌کنند. با استفاده از استقرار به عقب، بازی رهبر-پیروان حل گردید و راه‌حل‌های تعادل منحصر به فرد را برای محدوده‌های مختلف سطوح رقابت و نرخ سرریز محاسبه گردید. سپس اقدام به بررسی تأثیر تغییرات شاخص‌های تشکیل دهنده گزارش‌گری پایداری بر تعادل بازی و تغییرات سود رهبر و پیرو پرداخته شد. با استفاده از برآورد و حل بازی بر اساس رویکردهای کوانتوم مالی و نظریه بازی‌ها این نتیجه حاصل گردید که افزایش نرخ رقابت و افزایش نرخ سرریزشوندگی اثرات پایداری؛ موجب بهبود سطح سودآوری شرکت‌های رهبر و پیرو می‌گردد. نتایج بیان‌گر این واقعیت است که استراتژی‌های پایداری بر سطح سود شرکت‌های رهبر و پیرو به صورت همزمان افزایش می‌یابد؛ اما این تأثیر در شرکت‌های رهبر از سود بالاتری منتفع می‌گردد؛ در نتیجه ورود به نوآوری و فناوری‌های نوین در حوزه پایداری برای شرکت‌هایی که در این حوزه پیشقدم هستند؛ منافع بیش‌تری خواهد داشت. از میان مولفه‌های نه گانه پایداری ویژگی‌های ساختاری بالاترین تأثیر را بر سطح سودآوری شرکت‌های پیرو و رهبر داشتند. بر اساس نتایج پژوهش پیشنهادات زیر قابل ارائه است:

سیاست‌گذاران باید اولین سرمایه‌گذاران در حوزه فرآیندهای پایداری را برای سرمایه‌گذاری در پایداری تشویق کنند.

با توجه به اثرگذاری استراتژی‌های پایداری بر سطح تغییرات سود شرکت‌های بورسی به سازمان بورس و اوراق بهادار پیشنهاد می‌شود تدابیری اتخاذ کند تا با محاسبه امتیاز کارایی گزارش‌گری پایداری،

شرکت‌ها رتبه‌بندی شوند؛ در این رتبه‌بندی لازم است به نوع شرکت رهبر و پیرو و به علت اهمیت شدت رقابت به نوع صنعت نیز توجه گردد.

با توجه به اثرگذاری استراتژی‌های پایداری بر سطح تغییرات سود شرکت‌های بورسی و تفاوت سطح سود در شرکت‌های رهبر و پیرو پیشنهاد می‌گردد که سرمایه‌گذاران در شرکت‌هایی که در این حوزه پیش قدم بوده و رتبه بالاتری دارند؛ توجه بیش‌تری داشته باشند؛ چون ارزش پیش‌بینی‌کنندگی این شرکت‌ها بالاتر است.

از آنجایی که مدل نوسانگر هماهنگ کوانتومی در پیش‌بینی پایداری شرکت‌ها از کارایی بالاتری نسبت به سایر رویکردها برخوردار است؛ لذا به سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران بازار سرمایه توصیه می‌شود از این مدل برای تحلیل‌های خود بیش‌تر بهره‌مند شوند.

نتایج بیان‌گر این واقعیت بود که افزایش شاخص‌های ۹ گانه موثر بر گزارش‌گری پایداری بر سودآوری شرکت‌های پیرو-رهبر تأثیر مثبت دارند. در نتیجه بهبود شاخص‌های مذکور موجب افزایش منافع تمامی ذی‌نفعان و بازی‌گران فعال در بازار سرمایه می‌گردد. در نتیجه اولویت قرار دادن این شاخص‌ها بر اساس میزان اثرگذاری باید در دستور کار مدیران شرکت‌های بورسی قرار بگیرد. با توجه به اثرگذاری این شاخص‌ها و تطابق آن‌ها با ماده ۴۰ فصل ششم دستورالعمل حاکمیت شرکتی سازمان بورس اوراق بهادار تهران، پیشنهاد می‌گردد در شاخص‌سازی گزارش‌گری پایداری به عوامل زیر بخش این گزارش وزن‌های متفاوتی از لحاظ میزان اثرگذاری داده شود. به عبارتی یک شاخص وزنی در این حوزه ارائه گردد. بر این اساس تشکیل بانک اطلاعاتی از شاخص گزارش‌گری پایداری و زیرمؤلفه‌های ۹ گانه امکان رصد وضعیت این شاخص و ارائه پیشنهادت سیاستی مطلوب را جهت ارتقای آن فراهم می‌آورد.

با توجه به شرایط خاص بازار سرمایه ایران و کشور (اعمال تحریم‌های گسترده توسط سایر کشورها)، لحاظ نمودن جایگاه متغیرهای تاب‌آوری در گزارش‌گیری پایداری می‌تواند علاوه بر بهبود جایگاه پایداری شرکت‌ها؛ موجب انعطاف شرکت‌های بورسی در شرایط بحرانی مانند تحریم‌های مالی و اقتصادی گردد.

با توجه به اینکه هیچ از پژوهش‌های مورد بررسی اقدام به هیبرید رویکردهای نظریه بازی و کوانتوم مالی ننموده‌اند؛ در روند کلی نتایج پژوهش حاضر در راستای نتایج لین و همکاران (۲۰۲۴)؛ سادیک و همکاران (۲۰۲۴)؛ مایرا و همکاران (۲۰۲۱)؛ محمدی و همکاران (۱۴۰۲)؛ خلیلی و همکاران (۱۴۰۳)؛ فاطری و همکاران (۱۴۰۲)؛ رحمانی و همکاران (۱۴۰۲)؛ احمد زاده و همکاران (۱۴۰۱) قرار دارد. در پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد از سایر رویکردهای نظریه بازی همچون چمبرلین، نظریه تقاضا شکسته و نظریه هتلینگ بهره گرفت؛ همچنین پیشنهاد می‌گردد از رویکرد شبکه‌های تخصصی و بازگشتی و یادگیری عمیق در پویاسازی مدل بهره گرفته شود.

فهرست منابع

۱. احمدزاده، یونس، مران جوری، مهدی، علیخانی کشکک، رضیه، تقی پوریان گیلانی، یوسف. (۱۴۰۱). «ارائه چارچوب گزارشگری پایداری مبتنی بر ایجاد توازن بین انتظارات ذی‌نفعان و ظرفیت‌های شرکت». *پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی*، ۱۴(۵۶)، ۱۶۱-۱۹۰.
۲. اخترشناس، داریوش، خدای پور، احمد، پورحیدری، امید. (۱۳۹۹). «تدوین مدل عوامل مؤثر بر پایداری شرکتی در ایران». *مطالعات تجربی حسابداری مالی*، ۱۷(۶۵)، ۱۷۵-۲۰۱.
۳. ابوالفتحی، حسن، نوراله‌زاده، نوروز، جعفری، سیده محبوبه. (۱۴۰۲). «ارتقای کیفیت گزارشگری یکپارچه براساس شناسایی عوامل مؤثر شرکت‌ها از طریق رویکرد فراترکیب و تحلیل‌های کمی». *تحقیقات حسابداری و حسابرسی*، ۱۵(۵۷)، ۱۱۱-۱۴۰.
۴. خلیلی، محمد، ذبیحی، علی، فغانی ماکرانی، خسرو. (۱۴۰۳). «تبیین مدلی برای تأثیر فرهنگ سازمانی و عوامل اقتضایی بر گزارشگری پایداری با رویکرد عملکرد اقتصادی». *GRI ۲۰۱ دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت*، ۱۳(۵۰)، ۳۱۹-۳۳۸.
۵. رحمانی، محمد، کاشانی‌پور، محمد، فتحی، محمدرضا، فرجی، امید. (۱۴۰۲). «تبیین پیشران‌های مؤثر بر آینده گزارشگری پایداری». *صنعت لاستیک ایران*، ۲۷(۱۱۰)، ۷۸-۹۱.
۶. فاطری، علی، مشایخی، بیتا، حجازی، رضوان. (۱۴۰۲). «رتبه‌بندی ابعاد و شاخص‌های گزارشگری پایداری در شهرداری‌ها». *فصلنامه حسابداری و منافع اجتماعی*، ۱۳(۱)، ۱۷-۳۴.
۷. مرادی، مجید، ملکیان، اسفندیار، برزگر، قدرت‌اله. (۱۴۰۳). «بررسی ضعف رفتارهای اخلاقی مدیران بر سیستم حاکمیت شرکتی و کیفیت گزارشگری مالی». *تحقیقات حسابداری و حسابرسی*، ۱۶(۶۱)، ۵-۲۴.
8. Ahn, K., Choi, M. Y., Dai, B., Sohn, S., Yang, B. (2018). "Modeling Stock Return Distributions with a Quantum Harmonic Oscillator." *EPL (Europhysics Letters)*.
9. Amin, H., Kadri, M. H., Raja Ahmad, R. A. (2024). "The Influence of Sustainability Reporting in Enhancing Firm Value." *Information Management and Business Review*, 16(3I), 257-266.
10. Das, M., Kumar, D., Alam, S. (2021). "Game-Theoretic Analysis of a Three-Stage Interconnected Forward and Reverse Supply Chain." *Research Square*, 1.
11. Deegan, C. (2014). "An Overview of Legitimacy Theory as Applied Within the Social and Environmental Accounting Literature." *Sustainability Accounting and Accountability*, 2, 248-272.
12. Dowling, J., Pfeffer, J. (1975). "Organizational Legitimacy: Social Values and Organizational Behavior." *Pacific Sociological Review*, 18(1), 122-136.
13. Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Pitman/Ballinger (HarperCollins).
14. Freeman, R. E., Wicks, A. C., Parmar, B. (2004). "Stakeholder Theory and the Corporate Objective Revisited." *Organization Science*, 15(3), 364-369.
15. Ghosh, S., Raut, R. D., Cheikhrouhou, N., Sinha, S., Ray, A. (2024). "Attaining Sustainable Development Goals Through Embedding Circular Economy Principles: Evidence from Food-Processing Small- and Medium-Sized

- Enterprises in India.” **Business Strategy and the Environment**, 33(3), 2193–2224.
16. Guerrero-Baena, M. D., Castilla-Polo, F., Rodríguez-Gutiérrez, P. (2024). “Motivations for Social and Environmental Reporting in Spanish SMEs: An Inductive Content Analysis.” **Business Strategy and the Environment**.
 17. Hassanein, A., Bani-Mustafa, A., Nimer, K. (2024). “A Country’s Culture and Reporting of Sustainability Practices in Energy Industries: Does a Corporate Sustainability Committee Matter?” **Humanities and Social Sciences Communications**, 11, Article 1140. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03536-x>
 18. Hazra, T., Anjaria, K. (2022). “Applications of Game Theory in Deep Learning: A Survey.” **Multimedia Tools and Applications**, 81, 8963–8994. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12153-2>
 19. Hosseini, S. A., Babaei, F. (2023). “A Model for Identifying Key Elements of Corporate Sustainability Reporting: Emphasizing Islamic Principles and Values.” **Accounting and Auditing Review**, 30(4), 684–724. DOI: 10.22059/acctgrev.2023.360038.1008818
 20. Huck, S., Muller, W., Normann, H. T. (2001). “Stackelberg Beats Cournot: On Collusion and Efficiency in Experimental Markets.” **The Economic Journal**, 111(474), 749–765.
 21. Jacobs, B. W., Subramanian, R. (2012). “Sharing Responsibility for Product Recovery Across the Supply Chain.” **Production and Operations Management**, 21(1), 85–100.
 22. Khan, A., Afeef, M., Ilyas, M., Jan, S. (2023). “Does CSR Committee Drive the Association Between Corporate Social Responsibility and Firm Performance? International Evidence.” **Managerial Finance**, 50(1), 50–74.
 23. Kondala, M., Nudurupati, S. S., Pappu, R. P. (2024). “The Challenges in Adoption of Circular Economy in SMEs—A Research Agenda and Way Forward.” **Benchmarking: An International Journal**, 31(5), 1667–1699.
 24. Lankoski, L. (2008). “Corporate Responsibility Activities and Economic Performance: A Theory of Why and How They Are Connected.” **Business Strategy and the Environment**, 17(8), 536–547.
 25. Li, Y., Richardson, G. D., Thornton, D. B. (1997). “Corporate Disclosure of Environmental Liability Information: Theory and Evidence.” **Contemporary Accounting Research**, 14(3), 435–474.
 26. Lin, Y., Choo, W. C., Ng, K. Y. (2024). “Decoding Sustainability Reporting: Insights from Text Mining and Classification Models for SDGs.” **Journal of Lifestyle and SDGs Review**, 5(1), Article e02768. DOI: <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n01.pe02768>
 27. Lu, J., Wang, J. (2021). “Corporate Governance, Law, Culture, Environmental Performance and CSR Disclosure: A Global Perspective.” **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, 70, Article 101264.
 28. Masila, C. K., Nyamute, W., Okiro, K., Irungu, M. (2024). “Does Corporate Sustainability Reporting Influence Financial Performance? Evidence from

- Kenyan Listed Companies.” **European Journal of Business and Management Research**, 9(1), 79–84. DOI: <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2024.9.1.2270>
29. Gonzalez-Ramirez, M. G., Rodriguez-Gonzalez, P. T. (2024). “Game Theory in Sustainable Decision-Making: A New Acetic Acid Plant as a Case Study.” **Journal of Cleaner Production**, 321(25), Article 128962.
 30. McWilliams, A., Siegel, D. S., Wright, M. (2001). “Corporate Social Responsibility: A Theory from the Firm Perspective.” **Academy of Management Review**, 26(1), 117–127.
 31. McWilliams, A., Siegel, D. S., Wright, M. (2006). “Corporate Social Responsibility: Strategic Implications.” **Journal of Management Studies**, 43(1), 1–18.
 32. Mendoza, A. J., Clemen, R. T. (2013). “Outsourcing Sustainability: A Game-Theoretic Modeling Approach.” **Environment Systems and Decisions**, 33, 224–236.
 33. Moraga-González, J. L., Padrón-Fumero, N. (2002). “The Adverse Effects of Environmental Policy in Green Markets.” **Environmental and Resource Economics**, 22(3), 419–447.
 34. Nguyen, A. H., Nguyen, L. H. (2020). “Determinants of Sustainability Disclosure: Empirical Evidence from Vietnam.” **The Journal of Asian Finance, Economics and Business**, 7(6), 73–84.
 35. Orlitzky, M., Schmidt, F. L., Rynes, S. L. (2003). “Corporate Social and Financial Performance: A Meta-Analysis.” **Organization Studies**, 24(3), 403–441.
 36. Păun, A. P., Dura, C. C., Mihăilescu, S., Moraru, R. I., Isac, C. A. (2020). “OHS Disclosures Within Non-Financial Reports: The Romanian Case.” **Sustainability**, 12(5), Article 1963. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12051963>
 37. Piga, C. (2002). “Corporate Social Responsibility: A Theory of the Firm Perspective—A Few Comments and Some Suggestions.” **Academy of Management Review**, 27, 13–15.
 38. Plambeck, E., Wang, Q. (2009). “Effects of E-Waste Regulation on New Product Introduction.” **Management Science**, 55(3), 333–347.
 39. Pyo, S., Chung, S. G., Ma, H. R., Oh, D. H. (2024). “Firms for Sustainable Manufacturing: Understanding the Key Determinants of Pro-Environmental Behaviour.” **Science, Technology and Society**, 29(2), 262–281.
 40. Ramazani Yasuj, S. H., Jafari Dehkordi, H. R., Banitalebi Dehkordi, B. (2024). “Futurology of Sustainable Environmental Reporting Models Considering Innovation Indicators.” **International Journal of Innovation Management and Organizational Behavior (IJIMOB)**4 (3)101 –108. DOI: <https://doi.org/10.61838/kman.ijimob.4.3.12>
 41. Rzeczycki, A. (2022). “Supply Chain Decision Making with Use of Game Theory.” **Procedia Computer Science**, 207, 3988–3997.
 42. Sabbaghi, M., Behdad, S., Zhuang, J. (2016). “Managing Consumer Behavior Toward On-Time Return of Waste Electrical and Electronic Equipment: A Game-Theoretic Approach.” **International Journal of Production Economics**, 182, 545–563.

43. Sengupta, A. (2015). "Competitive Investment in Clean Technology and Uninformed Green Consumers." **Journal of Environmental Economics and Management**, 71, 125–141.
44. Sethi, S. P. (1975). "Dimensions of Corporate Social Performance: An Analytical Framework." **California Management Review**, 17(3), 58–64.
45. Setyaningsih, S., Widjojo, R., Kelle, P. (2024). "Challenges and Opportunities in Sustainability Reporting: A Focus on Small and Medium Enterprises (SMEs)." **Cogent Business & Management**, 11(1), Article 2298215.
46. Uşar, D. D., Denizel, M., Soytaş, M. A. (2019). "Corporate Sustainability Interactions: A Game-Theoretical Approach to Sustainability Actions." **International Journal of Production Economics**, 218(1), 196–211.
47. Yuan, L., Tao, X., Ramsey, T., Degefu, D. (2021). "Simulating the Principal–Agent Relationship Between Enterprise Owners and Professional Managers Using Evolutionary Game Theory and System Dynamics." **Wiley-Hindawi**, Article 3881254.
48. □ Zhou, Z., Gu, B. (2022). "Analysis of Coordinated Pricing Model of Closed-Loop Supplying Chain Based on Game Theory in E-Commerce Environment." **Hindawi Journal of Mathematics**, Article 2511234. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/2511234>



Modeling Corporate Sustainability Reporting in Iran's Capital Market (Based on the Approaches of Quantum Finance and Game Theory)

Mehrdad Shafiee

Department of Accounting, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Fateme Sarraf ¹©

Department of Accounting, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Zohreh Hajiha

Department of Accounting, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Samir Valihey

R&D Specialist, Mouj Energy Azmay Caspian Company

(Received: December 25, 2024; Accepted: June 30, 2025)

Recent global developments have increased the importance of sustainability reporting; however, this topic has not received much attention and importance in Iran and has only been mentioned in Chapter 6 of the Corporate Governance Guidelines of the Tehran Stock Exchange; Accordingly, the present study has attempted to model the process of developing sustainability reporting in the Iranian capital market in the form of hybrid models of game theory and quantum finance. The present study is applied. To extract information, a questionnaire (information from 31 experts in the field of accounting and auditing) and financial statements of companies (172 companies) were used. Quantum finance and game theory approaches were used to solve the model; Based on the results, increasing the competition rate and spillover rate; leads to an improvement in the profitability level of leader-follower companies; The results also indicate the fact that the leader company benefits from higher profits than the follower companies; As a result, the introduction of innovation and new technologies in the field of sustainability will have greater benefits for companies that are pioneers in this field. Finally, the results indicate that the nine components of sustainability (structural characteristics, functional characteristics, individual level, organizational level, political factors, social factors, economic factors, capital market and business factors) had a significant and positive effect on sustainability reporting, and this intensity was assessed to be stronger in structural characteristics.

Keywords: Sustainability, Game Theory, Stagelberg, Leader-Follower, Multilateral Monopoly.

¹ f.sarraf@iau.ac.ir © (Corresponding Author)