



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۵ / شماره ۴ (پیاپی ۶۰) / زمستان ۱۴۰۵
صفحه ۴۴۳ تا ۴۷۷

تحلیل ریسک پویای بازار سهام سبز مبتنی بر شبیه‌سازی احتمالاتی شبکه‌های بیزین پویا

ابراهیم باقی

گروه مهندسی مالی، واحد بین‌المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران
puyabaghi@yahoo.com

زهره حاجیها

استاد گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
drzhajiha@gmail.com

رضا تهرانی

استاد، گروه مدیریت و بیمه، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
rtehrani@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی جامع پتانسیل توسعه بازار سهام سبز در ایران و موانع پیش روی ورود ناشران و سرمایه‌گذاران به این بازار پرداخته و در نهایت مدل ریسک پویای بازار سهام سبز را ارائه می‌دهد. در بخش نخست، با انجام مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۲۴ نفر از ذینفعان موسسات مالی، نهادهای دولتی، شرکت‌های تامین سرمایه، سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی، ناشران بالقوه و نهادهای واسطه، دیدگاه کلی نسبت به سهام سبز و چالش‌های آن بررسی شده است. در بخش دوم، مصاحبه‌هایی با ۳۵ نفر از حسابرسان و کارشناسان نهاد نظارتی سازمان بورس و اوراق بهادار و محققان حوزه پایداری انجام شد تا دیدگاه‌های تخصصی در خصوص مولفه‌های توسعه سهام سبز در ایران جمع‌آوری شود. این مصاحبه‌ها ابتدا با نمونه‌گیری هدفمند و سپس با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله برفی صورت گرفت. بر اساس نتایج، پنج حوزه ریسک موثر بر بازار سهام سبز شناسایی شدند که شامل ریسک‌های حوزه کشاورزی، بانکی و غیر بانکی، تاسیسات زیرساختی، انرژی تجدیدپذیر و املاک و ساختمان می‌باشد. در ادامه با هدف ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک در گره‌های مختلف با استفاده از شبیه‌سازی مبتنی بر احتمالات شرطی (۱۰۰۰ تکرار) و اعطای ضرایب مطلوبیت به حالات ریسک ($L=0$, $M=0.5$, $H=1$) مشخص شد گره «املاک و ساختمان» با مطلوبیت ۰.۷۲ بیشترین ریسک و گره «بانک و غیر بانک» با مطلوبیت ۰.۶۰ کمترین ریسک را دارند و ریسک کل مدل در حالت (H) به ۵۶.۳۷۳٪ رسید. پراکندگی ریسک در گره‌های «تاسیسات زیرساختی» و «انرژی تجدیدپذیر» نیز قابل توجه بود، اما کمترین تغییرات به گره «بانک و غیر بانک» اختصاص یافت.

واژه‌های کلیدی: بازار سهام سبز، سرمایه‌گذاری پایدار، توسعه پایداری، رشد اقتصادی سبز.

۱- مقدمه

توسعه پایدار یکی از پیامدهای اصلاحات اقتصادی تحول آفرین است که برنامه هفتم توسعه می‌تواند زمینه ساز تحقق آن گردد. در حال حاضر دنیا درباره چگونگی استفاده بهینه از منابع طبیعی و محیطی برای سرعت بخشیدن به صنایع موتورهای سبز به چالش کشیده شده است. بزرگترین تهدیدی که بشر در تاریخ معاصر با آن مواجه است گرمایش جهانی است. دمای جهانی از دوران پیش از صنعتی شدن (۱۸۸۰ تا ۱۹۰۰) ۲ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. این افزایش دما باعث ویرانی زمین، دمای بالای زمین، ذوب شدن یخچال‌ها، تشدید بارندگی و تغییر زیستگاه گیاهان و حیوانات شده است (چاکابارتی و سن^۱، ۲۰۲۱). به عبارت دیگر، پیشرفت فناوری در دنیای کنونی از یک طرف به افزایش سطح رفاه و آسایش بشر منجر می‌شود، ولی از طرف دیگر در بلندمدت باعث آسیب رساندن به محیط‌های سازمانی به خصوص محیط زیست و تخریب کره زمین می‌گردد. منابعی که به صورت خدادادی در اختیار انسان گذاشته شده است به اندازه‌ای مصرف گردیده که دیگر طبیعت فرصت بازسازی آن را پیدا نکرده است؛ این روند نگرانی‌هایی را در جهان نسبت به بقای آینده بشر به وجود آورد، به طور که در سال ۱۹۸۷، کمیته‌ی جهانی محیط زیست و توسعه‌ی سازمان ملل متحد گزارش تاثیرگذاری با نام «آینده‌ی متعارف ما» منتشر کرد و در این گزارش با اشاره به موضوع فوق، تعریفی مختصر و به یاد ماندنی از راه حل مساله فوق یعنی توسعه پایدار به این صورت ارائه داد: "برآورده کردن نیاز امروز بدون به خطر انداختن برآورده شدن نیازهای نسل آینده". این گزارش در حقیقت زنگ خطری برای تمامی انسان‌ها بود تا مساله را جدی بگیرند و همچنان گزارش فوق وابستگی‌های متقابل بین محیط طبیعی، رفاه اجتماعی انسان و فعالیت‌های اقتصادی و نیاز به ایجاد و حفظ یک تعادل پویا بین این سه عامل را شناسایی نمود (حسینی^۲، ۲۰۲۱).

با توجه به موهبت قابل توجه ایران از منابع انرژی تجدیدپذیر و نیاز گسترده ایران به سرمایه‌گذاری زیرساختی، یک بازار سهام سبز فعال و توسعه یافته نقش مهمی در حمایت از توسعه پایدار ایفا می‌کند و به کشور کمک می‌کند تا به اهداف تعیین شده پایداری ملی خود دست یابد.

سهام سبز^۳ که گاهی اوقات سهام تراشه سبز^۴ نامیده می‌شود، می‌تواند برای سرمایه‌گذارانی جذاب باشد که ارزش‌های خاصی از جمله پایداری زیست محیطی را در اولویت قرار می‌دهند. این سهام با شرکت‌هایی مرتبط است که در فعالیت‌ها یا محصولات سازگار با محیط‌زیست فعالیت می‌کنند (چاکابارتی و سن^۵، ۲۰۲۱). در حالی که پتانسیل اوراق بهادار سبز و به خصوص سهام سبز به خوبی قابل درک است - به ویژه در مورد تامین مالی بالقوه اهداف توسعه پایدار ایران تا به امروز، هیچ گونه انتشار اوراق بهادار سبز در ایران - چه دولتی و چه شرکتی - وجود نداشته است. البته تعدادی کارگاه ظرفیت سازی وجود داشته است که توسط دولت و در کنار سازمان ملل متحد جمهوری اسلامی ایران و تعدادی کنفرانس دانشگاهی برگزار شده است. مشارکت بیشتر بازار در این زمینه، با

¹ Chakrabarti and Sen

² Hosseini

³ Green stock

⁴ Green chip stocks

⁵ Chakrabarti and Sen

حمایت گسترده‌تر از سوی دولت، از جمله از طریق نهادهایی مانند وزارت امور اقتصاد و دارایی و سازمان بورس و اوراق بهادار مورد نیاز است. بعلاوه، نهادهایی مانند شرکت‌های تامین سرمایه ذینفعان مهمی در تضمین موفقیت سهام سبز در کشور خواهند بود. همچنین تلاش‌هایی در بخش بانکی برای کشف آنچه که از آن به عنوان "بانکداری سبز" یاد می‌شود، صورت گرفته است. در این راستا می‌توان به پژوهش‌های مزرعه‌فراہانی و همکاران (۱۴۰۲)، جعفری گرجی و همکاران (۱۴۰۲)، حجاران و همکاران (۱۴۰۱)، قدوسی و همکاران (۱۳۹۶) اشاره نمود.

همچنین شرکت‌هایی که سهامشان در بورس اوراق بهادار تهران و یا فرابورس ایران پذیرفته شده، موظف هستند در مقاطع ۳، ۶ و ۹ ماهه و همچنین سالانه، گزارش پایداری شرکتی ارائه دهند. انتظار می‌رود با تاکید بر گزارش پایداری، بازار سهام سبز هویت خود را پیدا کند (دستورالعمل اجرایی افشای اطلاعات، سازمان بورس و اوراق بهادار).

هدف از این پژوهش، اولاً انجام یک مطالعه جامع در مورد وضعیت پتانسیل توسعه بازار سهام سبز در ایران، دوماً شناسایی موانعی که از ورود ناشران این حوزه به بازار جلوگیری می‌کند، سوماً ارائه راهکارهایی جهت افزایش انگیزش تمایل سرمایه‌گذاران محلی برای سهام سبز و در نهایت ارائه مدل ریسک پویای بازار سهام سبز در ایران جهت ارزیابی ریسک آن می‌باشد.

لذا اولین جنبه مثبت پژوهش حاضر استقرار یک سیستم جامع در خصوص توسعه بازار سهام سبز در ایران و دوم ارائه مدلی برای ارزیابی آثار تجمیعی ریسک‌ها که شامل احتمالات و تأثیرات اصلی ریسک‌ها و همچنین احتمالات و اثرهایی که از برهم کنش بین ریسک‌ها ایجاد شده، می‌باشد. چرا که در اغلب رویکردهای توسعه داده شده برای ارزیابی ریسک، ریسک‌ها به صورت مستقل بررسی شده‌اند و شاخصی که بیان‌کننده برآیند تأثیر ریسک‌ها بر یکدیگر باشد، ارائه نشده است. همانگونه که آتش سوز و همکاران (۱۳۹۴) نیز بیان کرده‌اند، ریسک‌ها از یکدیگر مستقل نیستند و کاهش یک ریسک می‌تواند سبب کاهش یا افزایش ریسک دیگر شود. در روش‌هایی همچون شبکه‌های بیز، می‌توان روابط بین ریسک‌ها را مدل‌سازی کرد. بر اساس شکاف پژوهشی موجود، پژوهشگرانی که از روش شبکه‌های بیز برای مدل‌سازی ریسک‌ها استفاده کرده‌اند، فقط در تحلیل‌های انجام شده، احتمالات مربوط به ریسک‌ها را در نظر گرفته‌اند و تأثیر ریسک‌ها که از شاخص‌های اساسی در ارزیابی و مدیریت ریسک است را مد نظر قرار نداده‌اند. همچنین، ارتباط بین انواع ریسک‌ها بیان نشده است. از طرف دیگر، در روش‌های شبیه‌سازی همچون مونت کارلو، ریسک‌ها بدون در نظر گرفتن برهم کنش‌های موجود بین آنها ارزیابی شده‌اند. این آثار، می‌تواند سبب تشدید اثرگذاری ریسک‌ها بر یکدیگر و در نهایت بر کل ریسک مالی شوند (کریمز^۱ و همکاران، ۲۰۱۴).

لازم به ذکر است تکنیک زنجیره مارکوف مونت کارلو^۲ تحت چارچوب استنباط بیزی برای تحلیل مدل‌های ریسک با نویزهای ریزساختار استفاده می‌شود. این رویکرد امکان ارزیابی رفتار پویای یک ریسک را می‌دهد که نشان‌دهنده نکول احتمالی است. علاوه بر این، ارزیابی ریسک به طور فزاینده‌ای در فرآیندهای انتخاب پروژه به

¹ Creemers

² MCMC

عنوان یک جنبه تکمیلی برای تجزیه و تحلیل امکان سنجی مالی گنجانده می‌شود و به مدیران پروژه اجازه می‌دهد تا تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرند و بر خطرات و عدم قطعیت‌های بالقوه تمرکز کنند (ایگور^۱، ۲۰۱۴). بدین ترتیب طراحی مدل ریسک پویای بازار سهام سبز در ایران از بعد عملی به این خاطر حائز اهمیت است که به نهادهای بنیان‌گذار در شناسایی ابعاد ریسک این ابزار مالی و کاهش و حذف عوامل موثر بر آنها کمک کرده و از بعد نظری به این خاطر حائز اهمیت است که باعث شناخت مولفه‌های ابعاد ریسک سهام سبز، چگونگی مدل سازی نوین ریسک آن برای محققین شده و مفاهیم و دلالت‌های سودمندی برای آنها در بر خواهد داشت. قابل توجه است که در ارزیابی اندازه‌گیری مدل ریسک ارائه شده متغیرهای اقتصاد کلان مد نظر نیست (ریسک سیستماتیک) و هدف پژوهش حاضر کنترل شرایط مخاطره آمیز جهت کاهش ریسک غیر سیستماتیک و کمک به مهندسان مالی و اقتصاددانان از منظر کنترل ماهیت ریسک این ابزار نوین و امکان سنجی آن است.

بنابراین پرسش‌هایی که پژوهش حاضر با آن روبروست به این شرح است که:

- محدودیت‌های کلیدی انتشار سهام سبز در ایران چه مواردی است؟
- پروژه‌ها و فعالیت‌های بالقوه واجد شرایط سهام سبز کشور با هدف رعایت بندهای مرتبط با قانون هفتم پیشرفت چه مواردی است؟
- چه مواردی جهت توسعه زیرساخت‌های پیاده سازی سهام سبز در ایران نیاز است؟
- چه اصول و معیارهایی باید رعایت شود تا یک سهام از نوع سبز تلقی شود؟
- ریسک‌های موثر بر انتشار سهام سبز در ایران چه حوزه‌هایی را شامل می‌شود؟
- حوزه‌های شناسایی شده ریسک انتشار سهام سبز در ایران چه بخش‌هایی را شامل می‌شود؟
- آیا می‌توان مدلی ارائه کرد که مطابق با احتمالات تخمینی توانایی ارزیابی ریسک پویای سهام سبز را بطور تجمعی و یکپارچه داشته باشد؟

یافته‌های این مطالعه برای شناسایی ابتکارات مناسب و عملی برای توسعه و تعمیق بازار سهام سبز استفاده خواهد شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

برنامه هفتم توسعه و توسعه پایدار

برنامه هفتم توسعه از مهم‌ترین برنامه‌های پنج‌ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران است که به منظور دستیابی به اهداف کلان کشور تدوین شده است. این برنامه پس از جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل شرایط اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور، با هدف رفع کاستی‌های گذشته و برنامه‌ریزی برای آینده تدوین می‌گردد. با توجه به ناکامی‌های تجربی در شش برنامه توسعه قبلی و تحولات اجتماعی-اقتصادی روزافزون در دنیای امروز و عزم دولت چهاردهم در انجام اصلاحات اقتصادی گسترده، برنامه هفتم توسعه فرصت بسیار مناسبی را برای پی‌ریزی این اصلاحات تحول‌آفرین فراهم می‌کند که علی‌القاعده این اصلاحات باید از شاکله برنامه

^۱ Igor

هفتم و فرایند تهیه، تصویب و اجرای آن شروع شود. توسعه پایدار یکی از پیامدهای اصلاحات اقتصادی تحول آفرین است که برنامه هفتم توسعه می‌تواند زمینه‌ساز تحقق آن گردد.

سرمایه‌گذاری سبز و انواع آن

سرمایه‌گذاری سبز^۱ یکی از انواع سرمایه‌گذاری‌هایی است که تمرکز آن بر پروژه‌ها و شرکت‌هایی است که اهداف زیست‌محیطی، اجتماعی، و دولتی^۲ را دنبال می‌کنند. این نوع سرمایه‌گذاری تلاش می‌کند تا تأثیرات منفی زیست‌محیطی را کاهش دهد و همزمان بازده مالی مناسبی برای سرمایه‌گذاران ایجاد کند (کلارک^۳ و همکاران، ۲۰۱۵).

سرمایه‌گذاری سبز مستقیم

این نوع سرمایه‌گذاری شامل سرمایه‌گذاری در پروژه‌ها و تکنولوژی‌هایی است که مستقیماً به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی کمک می‌کنند. برخی از نمونه‌های این نوع سرمایه‌گذاری عبارتند از (کلارک و همکاران، ۲۰۱۵):

- انرژی‌های تجدیدپذیر: مانند سرمایه‌گذاری در پروژه‌های خورشیدی، بادی، و نیروگاه‌های آبی.
- کشاورزی پایدار: شامل روش‌های کشاورزی که به حفظ خاک و منابع آب کمک می‌کنند.
- حمل و نقل سبز: مانند توسعه وسایل نقلیه الکتریکی و زیرساخت‌های مرتبط با آن.
- ساختمان‌های سبز: سرمایه‌گذاری در پروژه‌های ساخت و ساز با استفاده از مواد بازیافتی و فناوری‌های کاهش مصرف انرژی.

سرمایه‌گذاری سبز غیر مستقیم

این نوع سرمایه‌گذاری شامل سرمایه‌گذاری در شرکت‌ها و صندوق‌هایی است که به صورت غیر مستقیم اهداف سبز را دنبال می‌کنند. برخی از نمونه‌های این نوع سرمایه‌گذاری عبارتند از (کلارک و همکاران، ۲۰۱۵):

- صندوق‌های سبز^۴: اوراق قرضه‌ای که برای تأمین مالی پروژه‌های زیست‌محیطی صادر می‌شوند.
- صندوق‌های سرمایه‌گذاری پایدار: که شامل شرکت‌هایی است که معیارهای ESG را رعایت می‌کنند.
- سهام شرکت‌های سبز: مانند شرکت‌هایی که در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر فعالیت می‌کنند.

اهمیت سرمایه‌گذاری سبز

- کاهش ریسک‌های زیست‌محیطی: با توجه به تغییرات اقلیمی و کاهش منابع طبیعی، سرمایه‌گذاری سبز می‌تواند به کاهش ریسک‌های مرتبط با تغییرات زیست‌محیطی کمک کند.
- خلق ارزش بلندمدت: پروژه‌های سبز معمولاً به دنبال ایجاد ارزش بلندمدت هستند که می‌تواند به پایداری اقتصادی کمک کند.
- مسئولیت‌پذیری اجتماعی: سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سبز نشان‌دهنده تعهد به مسئولیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی است.

¹ Green Investing

² ESG

³ Clark

⁴ Green Bonds

سهام سبز

ساده‌ترین شکل سرمایه‌گذاری سبز، خرید سهام در شرکت‌هایی با تعهدات زیست‌محیطی قوی باشد. بسیاری از استارت‌آپ‌های جدید به دنبال توسعه انرژی‌ها و مواد جایگزین هستند و حتی بازیکنان سنتی شرط‌بندی قابل توجهی بر روی آینده‌ای با کربن کم دارند. برخی از شرکت‌ها مانند تسلا^۱ با هدف قرار دادن مصرف‌کنندگان آگاه از محیط زیست، توانسته‌اند به ارزش‌های چند میلیارد دلاری برسند.

دستور العمل‌های سازمان بورس و تقویت هویت بازار سهام سبز

همچنین در اجرای بند ۱ ماده ۷ دستورالعمل اجرایی افشای اطلاعات شرکت‌های ثبت شده نزد سازمان بورس و اوراق بهادار (مصوب مورخ ۱۳۸۶/۰۵/۰۳ و اصلاحیه‌های بعدی هیات مدیره سازمان بورس و اوراق بهادار)، شرکت‌هایی که سهام آن‌ها نزد بورس اوراق بهادار تهران و یا فرابورس ایران پذیرفته شده باشد، موظف هستند در مقاطع میان دوره‌ای ۳، ۶ و ۹ ماهه و همچنین مقطع سالانه گزارش پایداری شرکتی را به تفکیک گزارش وضعیت مصرف انرژی در شرکت (شامل تمهیدات انجام شده در زمینه صرفه جویی انرژی)، گزارش عملکرد زیست‌محیطی شرکت در سال مالی مورد گزارش و پیش‌بینی روند آتی آن، پیامدهای حاصل از فعالیت شرکت‌ها (پیامدهای تخریب زیست‌محیطی)، تشریح اقدامات انجام شده در خصوص رعایت قوانین و مقررات حاکم بر تأثیرات زیست‌محیطی فعالیت شرکت به خصوص در حوزه پسماندها، منابع آب و آلودگی هوا، آثار مالیاتی شامل جریمه، معافیت، تشویق و ...، اقدامات انجام شده در جهت استفاده از منابع تجدید پذیر، اهداف بلندمدت شرکت در جهت حداقل سازی پیامدهای نامبرده و سایر پیامدهای موجود ارائه نمایند. لذا انتظار می‌رود با اصلاحیه دستورالعمل حاکمیت شرکتی و تأکید بر گزارش پایداری مبنی بر فعالیتهای فوق‌بازار سهام سبز هویت خود را پیدا نماید.

اهمیت مدل ریسک پویا در ریسک سهام سبز

ماهیت تغییرپذیر ریسک: ریسک‌ها به طور مداوم و بر اساس شرایط محیطی، اقتصادی و سیاسی تغییر می‌کنند. برای مثال، تغییرات در سیاست‌های زیست‌محیطی، نوسانات بازارهای جهانی و تحولات فناوری می‌توانند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر ریسک‌های مرتبط با سهام سبز تأثیر بگذارند. بنابراین، لازم است مدل‌سازی ریسک به صورت پویا انجام شود تا بتواند این تغییرات را به طور دقیق‌تر بازتاب دهد.

تعاملات پیچیده و چندلایه: شبکه‌های بیزی به دلیل توانایی‌شان در مدل‌سازی تعاملات پیچیده و چندلایه بین متغیرهای مختلف، ابزار مناسبی برای مدل‌سازی ریسک‌های پویا هستند. این شبکه‌ها می‌توانند به طور مؤثری روابط بین عوامل مختلف ریسک را تحلیل و پیش‌بینی کنند.

عدم قطعیت و پیش‌بینی‌پذیری: استفاده از مدل‌سازی پویا با شبکه‌های بیزی کمک می‌کند تا عدم قطعیت‌ها و پیش‌بینی‌پذیری‌های مرتبط با ریسک‌های سهام سبز بهتر مدیریت شوند. این روش امکان به‌روزرسانی مداوم اطلاعات و تجزیه و تحلیل شرایط جدید را فراهم می‌آورد.

^۱ TSLA

انعطاف‌پذیری و سازگاری با تغییرات: مدلسازی پویا این امکان را فراهم می‌کند که مدل‌ها با شرایط جدید سازگار شوند و پیش‌بینی‌ها به‌روزرسانی شوند. این ویژگی برای بازارهای پویا و در حال تغییر مانند بازار سهام سبز بسیار حائز اهمیت است.

لذا ریسک‌های پویا به دلیل تغییرات مداوم و نامتقاطع در محیط‌های مختلف، مانند سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک نیاز به مدل‌هایی دارند که تغییرات آن‌ها را به خوبی پیش‌بینی کنند. شبکه‌های بیزی به دلیل توانایی‌شان در مدل‌سازی پدیده‌های پویا و پیچیده، انتخاب مناسبی برای این کار هستند.

وضعیت بازار سهام سبز در کشورهای پیشرفته

در جدول زیر، وضعیت بازار سهام سبز در کشورهای پیشرفته ارائه شده است. هدف از این مقایسه، شناسایی موانع و ارائه راهکارهای مناسب برای پیاده‌سازی سهام سبز در ایران است.

جدول ۱: وضعیت بازار سهام سبز در کشورهای پیشرفته

کشور	وضعیت بازار سهام سبز	موفقیت‌ها	موانع	راهکارها
فرانسه	بازار پیشرفته با بازدهی بالای سهام سبز	بازدهی ۱۱۰٪ برای سهام سبز در مقایسه با سهام سنتی (باپوئر ^۱ و همکاران، ۲۰۲۲)	نیاز به سیاست‌های قوی‌تر برای توسعه بیشتر	تدوین سیاست‌های محیط‌زیستی قوی‌تر
انگلستان	بازار توسعه‌یافته با تاکید بر پایداری	شفافیت بالا (ماند اف ایکس ^۲ ، ۲۰۲۴)	وابستگی به نفت	تنوع بخش‌های اقتصادی (آی‌آی‌جی اف ^۳ ، ۲۰۲۴)
دانمارک	بازار پیشرفته با تاکید بر انرژی‌های تجدیدپذیر	استفاده گسترده از انرژی‌های تجدیدپذیر	نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر در فناوری	سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز (استیت گرین ^۴ ، ۲۰۱۵)
ژاپن	بازار توسعه‌یافته با سیاست‌های سبز قوی	رتبه بالای سیاست‌های سبز و مالیات سبز	نیاز به توسعه بیشتر در بخش‌های خصوصی	تسهیل شرایط برای سرمایه‌گذاری خصوصی (آی‌آی‌جی اف ^۳ ، ۲۰۲۴)

در ادامه اهم پژوهش‌های داخلی و خارجی انجام شده پیرامون موضوع پژوهش جمع‌بندی شده است:

¹ Bauer

² IIGF

³ MondFX

⁴ State of Green

جدول ۲: پیشینه پژوهش داخلی و خارجی

نام محقق یا محققین	سال	موضوع پژوهش	یافته‌ها
لامبا ^۱ و همکاران	۲۰۲۴	تأثیر تعهدات بی‌طرفی کربن بر عملکرد سهام شرکت‌های هندی	شرکت‌هایی که تعهدات بی‌طرفی کربن را اعلام می‌کنند، بازده غیرعادی منفی دریافت کردند. سرمایه‌گذاران برای اقدامات پایدار ارزشی قائل نیستند.
ژو ^۲ و همکاران	۲۰۲۳	سهام سبز یا خاکستری؟ اثرات پویای بازارهای کربن بر اساس شیوه‌های چینی	معاملات کربن و بازارهای انرژی جدید نقش کلیدی در کاهش کربن دارند. تأثیر انرژی خاکستری بیشتر از انرژی سبز است.
تیواری ^۳ و همکاران	۲۰۲۲	اثرات سرریز پویا در میان اوراق قرضه سبز، سهام انرژی‌های تجدیدپذیر و بازارهای کربن در طول همه‌گیری کووید-۱۹	انرژی پاک بر تمام بازارهای دیگر تسلط دارد. پرتفوی‌های چند متغیره ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش می‌دهند.
ربردو ^۴ و همکاران	۲۰۲۲	آیا اوراق قرضه سبز سرمایه‌گذاری در سهام کم کربن را کاهش می‌دهد؟	بازده سهام اوراق قرضه سبز و کم کربن به‌طور مستقل حرکت می‌کنند. اوراق قرضه سبز مزایای تنوع دارند.
چاکرابارتی و سن ^۵	۲۰۲۱	ریسک پویای بازار سهام سبز در سراسر مناطق	سهام سبز ایالات متحده و اروپا سرریز نوسان قابل توجهی از بازار محلی دارند و با بازار جهانی یکپارچه هستند. سهام سبز در دوره‌های بحران انعطاف‌پذیری نشان می‌دهند.
داودی و همکاران	۱۴۰۳	ارتباط تأمین مالی سبز و نوآوری سبز در ریسک‌پذیری شرکت‌ها با رویکرد نظریه بازی‌ها	تأمین مالی سبز نقش مهمی در ترویج نوآوری سبز دارد. شرکت‌هایی با سطح ریسک‌پذیری پایین‌تر تأمین مالی سبز تأثیر مثبت‌تری بر نوآوری سبز آنها دارد.
فراهانی و همکاران	۱۴۰۲	شیوه‌های بانکداری پایدار برای بهبود عملکرد صنعت بانکداری	شیوه‌های بانکداری پایدار می‌تواند اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی را همزمان با حداکثرسازی سود در نظر بگیرد و در نهایت بهبود عملکرد صنعت بانکداری را ممکن سازد.
حجاران و همکاران	۱۴۰۱	ارائه مدل بانکداری سبز مبتنی بر مؤلفه‌های مدیریت نوآوری برای کسب مزیت رقابتی پایدار	افزایش مؤلفه مدیریت نوآوری و بانکداری سبز موجب افزایش مزیت رقابتی پایدار می‌شود. قوانین مربوط به بانکداری سبز نیز اثر مثبت دارد.

¹ Lamba² Xu³ Tiwari⁴ Reboredo⁵ Chakrabarti and Sen

نام محقق یا محققین	سال	موضوع پژوهش	یافته‌ها
جعفری گرچی و همکاران	۱۴۰۲	ارائه الگوی توسعه پایدار بانکی در بانک‌های دولتی ایران با تأکید بر بانکداری سبز	شرایط علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر توسعه پایدار بانکی شناسایی شدند. استراتژی‌های توسعه پایدار شامل تحلیل استراتژیک، تأمین منابع مالی، بهبود شرایط سیاسی و ارتباطی و کنترل ریسک است.

یافته‌های پژوهش

نوآوری پژوهش

پژوهش حاضر نخستین پژوهشی است که اولاً پتانسیل توسعه بازار سهام سبز و موانع آن در بازار سرمایه ایران را مورد ارزیابی قرار داده است و دوماً مدلی جهت اندازه‌گیری ریسک پویای بازار سهام سبز ارائه می‌نماید. اخیراً تعدادی پژوهش در زمینه تأمین مالی سبز در ایران انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش شیخ و همکاران (۱۴۰۱) اشاره نمود. البته شایان ذکر است که در این پژوهش به طراحی و تحلیل مدل تأمین مالی شرکتها از طریق صنعت بانکداری ایران در راستای استقرار محیط زیست پایدار پرداخته شده است و در خصوص توسعه بازار سهام سبز و فقدان آن در ایران هنوز ابهاماتی وجود دارد.

لازم به ذکر است کسب اطمینان معقول از اثربخشی فرآیند مدیریت ریسک مشتمل بر شناسایی، اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل، ارزیابی، مدیریت و نظارت بر سیستم مدیریت ریسک است. پژوهش حاضر این فرآیند را در دو بخش شناسایی (مرور سیستماتیک و مصاحبه با خبرگان)، اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل و ارزیابی، مدیریت و نظارت (سیستم پیش‌بینی پویای ریسک مالی با استفاده از مدل بیزین مارکوف مونت کارلو) مورد بررسی قرار داده است. از طرفی جهت اندازه‌گیری ریسک مالی باید اشاره کرد زمانی که داده‌ها هم از نظر تعداد رکوردها و هم از نظر ویژگی‌ها رشد می‌کنند، الگوریتم‌های داده کاوی متعدد با مشکلات قابل توجهی مواجه می‌شوند که منجر به توانایی پیش‌بینی ضعیف می‌شود، به خصوص زمانی که با متغیرهای کیفی سر و کار داشته باشیم. هدف از این مطالعه، ارائه یک پاسخ بالقوه برای این مشکل، با در نظر گرفتن رویکرد استنتاج بیزی مونت کارلو زنجیره مارکوف است که توزیع احتمال شرطی را در ساختارهای به‌دست‌آمده از الگوریتم بیز ساده درختی افزایش می‌دهد. تحقیقات قبلی نشان داده است که به دلیل ابعاد زیاد و پراکندگی چنین داده‌هایی، اکثر الگوریتم‌های داده کاوی گسترده از مشکلات همگرایی یا دقت رنج می‌برند. لذا یک سیستم استنتاج که بتواند چنین متغیری را تجزیه و تحلیل کند ارزشمند است. چنانچه ذکر شد با توجه مطالعات صورت گرفته در بخش بانکی پژوهش‌هایی تحت عنوان "بانکداری سبز" صورت گرفته است (مزرعه فراهانی و همکاران، ۱۴۰۵؛ جعفری گرچی و همکاران ۱۴۰۲؛ حجاران و همکاران ۱۴۰۱؛ قدوسی و همکاران ۱۳۹۶) اما پژوهش حاضر از حیث تفاوت در استفاده از روش و ماهیت معرفی ابزارهای نوین مالی جهت سرمایه‌گذاری با پژوهش‌های ایشان دارای تمایز است.

روش پژوهش

در این پژوهش، وضعیت فعلی بازار سرمایه سبز در ایران و ناشران فعال این حوزه، چه دولتی و چه خصوصی بررسی می‌شود. سپس وضعیت توسعه گرین فاینس در ایران^۱، قابلیت استفاده بازار سرمایه برای حمایت از توسعه پایدار ارزیابی شده و نشان می‌دهیم که چگونه می‌توان از سهام سبز برای دستیابی به اهداف کشور استفاده کرد تا اقدامات کلیدی توسعه بازار را شناسایی کنیم. در تجزیه و تحلیل خود از پتانسیل اوراق سهام سبز در ایران، نکات مهمی را با ذینفعان از مصاحبه‌هایی که به عنوان بخشی از مشارکت سهامداران برگزار می‌شود، ارائه می‌کنیم که علاوه بر اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق تحقیقات میدانی، مبنای داده‌های ما برای گزارش را تشکیل می‌دهد. در نهایت، تحلیلی از راه‌کارهای کلیدی از جمله ریسک‌های کلیدی که باید مورد توجه قرار گیرند و ابتکار عملی که می‌تواند برای هدایت بازار اوراق بهادار سبز در ایران اجرا شود، پیشنهاد می‌گردد. بر این اساس در ابتدا شاخص‌های ریسک تاثیرگذار بدست آمده از مصاحبه‌ها و مرور سیستماتیک به تایید خبرگان خواهد رسید و سپس آثار اصلی ریسک‌ها و همچنین تأثیرات برهم‌کنش نشات‌گرفته از وابستگی‌های بین آنها مشخص می‌گردد. محاسبات اثر تجمعی ریسک‌ها در نرم افزار AgenaRisk انجام شده است.

جامعه آماری

در بخش اول پژوهش جهت بررسی دیدگاه کلی در خصوص سهام سبز و چالش‌های این ابزار نوین با ذینفعان موسسات مالی، نهادهای دولتی، شرکت‌های تامین سرمایه، سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی، ناشران بالقوه و نهادهای واسطه (جمعا ۲۴ نفر) مصاحبه نیمه ساختاریافته به عمل آمد. فیلمی از هم‌اندیشی ارزیابی اثرات محیط زیستی ایران (با رویکرد اقتصاد سبز-اقتصاد چرخشی) که در دانشگاه شهید بهشتی اسفند ماه ۱۴۰۲ برگزار شده بود، ضبط و فیلم هم‌اندیشی پیش از شروع مصاحبه در اختیار مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت. در این پژوهش از دو نوع مصاحبه فردی و مصاحبه به صورت گروه کانونی استفاده شده است. طبق تعریف مرسوم پژوهش گروه کانونی شیوه‌ای برای جمع‌آوری داده‌های کیفی است که افراد را در یک بحث گروهی پیرامون موضوعی خاص یا مجموعه‌ای از موضوعات وارد می‌کند (حسینی، ۱۳۹۴). یکی از دلایل استفاده از گروه‌های کانونی این است که پویایی گروه می‌تواند افراد را به توصیف دیدگاه‌های خود به شکلی که در یک مصاحبه فردی کمتر اتفاق می‌افتد تشویق کند (خسروی، سعیدی ۱۳۸۹). مصاحبه‌های گروه کانونی در قالب گروه‌های زیر ۷ نفر انجام شد. لازم به ذکر است که مصاحبه گروه‌های کانونی به شکل حضوری انجام شد. در این پژوهش گروه‌های کانونی به شرح جدول زیر تشکیل گردید. به طور متوسط زمان صرف شده در جلسات هم‌اندیشی هر گروه کانونی حدود ۱۰۰ دقیقه بوده است.

^۱ Green Finance

جدول (۳): اطلاعات گروه‌های کانونی

شماره گروه	تعداد اعضا	جنسیت	شرکت کنندگان
۱	۴	۱ زن، ۳ مرد	مدیران سرمایه‌گذاری شرکت های سرمایه‌گذاری
۲	۷	۲ زن، ۵ مرد	سرمایه‌گذاران و فعالان بازار سرمایه
۳	۵	۱ زن، ۴ مرد	مدیران تولید و اجرایی ناشران بالقوه حوزه زراعت و خدمات وابسته- عرضه برق، گاز، بخار و آب گرم- حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات
۴	۳	۳ مرد	کارشناس سرمایه‌گذاری وزارت اقتصاد
۵	۵	۵ مرد	مدیران و معاونین مالی شرکت های تامین سرمایه مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

به دلیل این که همه افراد مورد نظر امکان شرکت در گروه کانونی را نداشتند از مصاحبه فردی نیز در انجام این پژوهش استفاده شد تا بتوان عمق یافته‌های پژوهش را افزایش داد. مصاحبه‌ها به شکل فردی به صورت آنلاین انجام گرفت. میانگین زمان جلسات هر مصاحبه فردی حدوداً ۴۰ دقیقه بوده است.

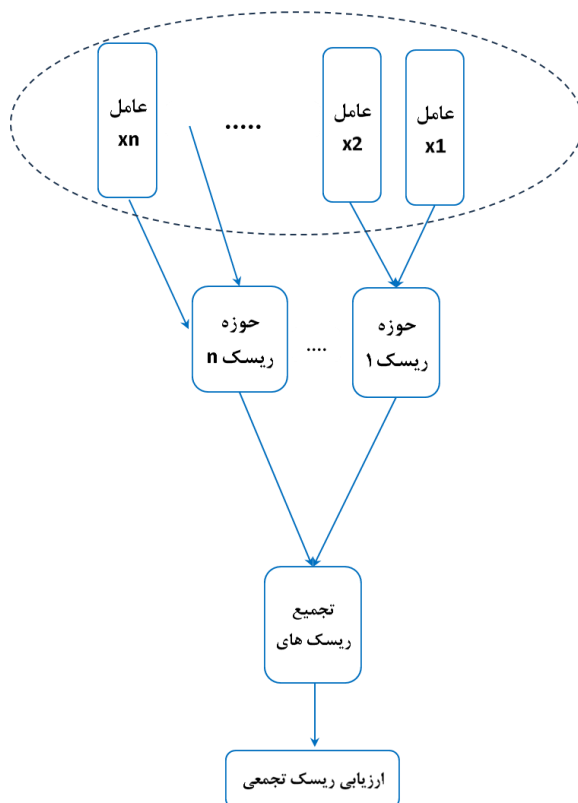
در بخش دوم پژوهش برای بررسی دیدگاه خبرگان حوزه پایداری نسبت به مولفه‌های توسعه سهام سبز در ایران با حساب‌برسان رسمی دادگستری و قوه قضاییه و کارشناسان نهاد نظارتی سازمان بورس و اوراق بهادار و محققان حوزه پایداری مصاحبه شد (جمعا ۳۵ نفر). لذا بنا بر سؤالات پژوهش و اهمیت کسب دیدگاه خبرگان نسبت به توسعه و اعتباربخشی به سهم‌هایی با ویژگی سبز از تخصص‌های مختلف برای سؤالات پژوهش استفاده شد. اطلاعات جمعیت‌شناسی مصاحبه‌شوندگان جدول ۴ برحسب آخرین سمت شغلی مصاحبه‌شوندگان در زمان مصاحبه تدوین شده است. در این پژوهش به منظور انجام مصاحبه‌ها از روش نمونه‌گیری هدفمند و نمونه‌گیری گلوله برفی استفاده شده است. در این روش از شرکت کنندگان اولیه که با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده بودند خواسته می‌شود تا افراد همسان خود را به پژوهشگر معرفی نمایند. لازم به ذکر است که یکی از نکاتی که باید در خصوص انتخاب مشارکت کنندگان مدنظر قرار گیرد، اندازه‌ی نمونه است. میزان انتخاب مشارکت کنندگان در رویکرد کیفی معمولاً تا جایی ادامه پیدا می‌کند که پژوهشگر به اشباع نظری برسد. در این پژوهش داده‌های حاصل از مصاحبه در مشارکت کننده ۲۸ حاکی از تکراری بودن کدهای پژوهش داشت. مصاحبه‌ها ادامه یافت و در نمونه‌ی ۳۲ از مناسب بودن یافته‌ها و اشباع کافی و لازم آن اطمینان حاصل گردید و مصاحبه‌ها خاتمه یافت. لازم به ذکر است تلاش شد تعداد نمونه افزایش یابد تا از صحت و کافی بودن داده‌ها اطمینان حاصل گردد.

جدول (۴): اطلاعات جمعیت شناختی مصاحبه شونده‌گان

درصد	فراوانی	حوزه فعالیت	سمت
۲۹	۱۰	حسابداران رسمی دادگستری و قوه قضاییه	کارشناس
۱۴	۵	حوزه بازار اولیه سازمان بورس و اوراق بهادار	کارشناس، کارشناس مسئول، رئیس
۲۰	۷	حوزه نظارت بر ناشران سازمان بورس و اوراق بهادار	کارشناس، کارشناس مسئول، رئیس
۱۴	۵	حوزه نظارت بر حسابرسان سازمان بورس و اوراق بهادار	کارشناس، کارشناس مسئول
۹	۳	حوزه میزهای صنعت سازمان بورس و اوراق بهادار	کارشناس، کارشناس مسئول
۱۴	۵	حوزه توسعه روش‌های نظارتی سازمان بورس و اوراق بهادار	کارشناس، کارشناس مسئول

منبع: یافته‌های پژوهش

ریسک‌های شناسایی شده بر اساس مرور سیستماتیک و نظرات خبرگان



نمودار ۱: چارچوب مفهومی پژوهش

تهیه و ساخت شبکه‌های بیز

ساخت یک شبکه بیز نیازمند انجام سه مرحله به شرح ذیل است:

- (۱) شناسایی متغیرهای حایز اهمیت و حالات ممکن آنها
- (۲) (۲) شناسایی ارتباط بین متغیرها و بیان آن در یک ساختار گرافیکی
- (۳) (۳) ارزیابی احتمالات اولیه و شرطی

لازم به ذکر است که ساخت شبکه بیز یک فرآیند خلاقانه است و این فرآیند تا رسیدن به شبکه‌ی مطلوب در مراحل فوق تکرار می‌گردد.

مرحله اول شناسایی متغیرها همیشه سر راست نیست. هکرمن^۱ (۱۹۹۵) موارد زیر را برای شناسایی متغیرها پیشنهاد کرده است:

- (۱) شناسایی دقیق اهداف مدلسازی، به عنوان مثال هدف مدلسازی می‌تواند به صورت پیش‌بینی، توصیفی یا اکتشافی باشد.
 - (۲) شناسایی مشاهدات ممکن که می‌توانند با مساله مرتبط باشند.
 - (۳) شناسایی زیرمجموعه‌های ارزشمند این مشاهدات برای مدل با توجه به پیچیدگی شبکه.
 - (۴) ساماندهی مشاهدات در متغیرها طوری که حالت‌های دو به دو ناسازگار داشته باشند.
- ینسن^۲ (۲۰۰۱) سه نوع متغیر برای توسعه‌ی یک شبکه بیز پیشنهاد کرده است:
- (۱) متغیرهای فرضیه: این متغیرها قابل مشاهده نیستند و یا با هزینه‌ای غیر قابل توجیه مشاهده می‌شوند. شناسایی این متغیرها اولین کار در ساخت شبکه‌های بیز هستند.
 - (۲) متغیرهای اطلاعات: این نوع از متغیرها قابل مشاهده‌اند و اطلاعاتی از متغیرهای فرضیه ارائه می‌کنند.
 - (۳) متغیرهای مدل‌سازی: این متغیرها برای اهداف خاص در مدل‌سازی مثلاً ساده سازی جداول احتمال شرطی به کار می‌روند.

در فرآیند ساخت یک شبکه‌ی بیز، میتوان متغیرها (گره‌ها) را به آسانی اضافه یا اصلاح کرد. ساختار گرافیکی این شبکه اجازه می‌دهد تا بدون تاثیر محسوسی در بقیه‌ی اجزای شبکه متغیرها اضافه یا حذف گردند. پس از تعریف متغیرها گام بعدی تعیین ساختار گرافیکی شبکه است. این امر مستلزم شناسایی وابستگی احتمالی بین متغیرها و اعمال آنها به وسیله‌ی یال‌های مستقیم می‌باشد. به همین جهت این یالها باید به دقت تعریف شود. این کار می‌تواند پیچیدگی مدل را افزایش دهد، با این حال باید فرآیند مدل‌سازی به طور پیوسته و برحسب روابط وابستگی بازبینی و اصلاح گردد.

آخرین مرحله‌ی ساخت یک شبکه‌ی بیز ارزیابی مقادیر احتمالات و تخصیص آنها به جداول احتمال گره‌ها (NPT) است. NPT چگونگی وابستگی علی متغیرهای مرتبط را نمایش می‌دهد. بسته به نوع یک متغیر (گسسته

¹ Heckerman

² Jensen

یا پیوسته)، NPT می‌تواند یک جدول احتمال گسسته یا یک توزیع احتمال پیوسته باشد. در گره‌های بدون والدین NPT احتمال اولیه را نشان می‌دهد که از طریق تخمین ذهنی (خبرگان) یا داده‌های گذشته (روش‌های کمی) برآورد شده است. در گره دارای والدین احتمال هر حالت از گره به شرط هر حالت از والدین آن ارزیابی می‌شود. بنابراین NPT این گره‌ها شامل مقادیر احتمال برای تمام ترکیبات ممکن از حالات والدین آنها می‌باشد. علاوه بر احتمال‌های اولیه مقادیر احتمال‌های شرطی نیز از دو منبع داده‌های گذشته و نظر خبره استخراج می‌گردند. استخراج این احتمالات فرآیندی دشوار و زمان‌بر است. در بسیاری از حوزه‌های کاربردی اطلاعات مورد نیاز محدود و یا غیر قابل دسترسی هستند.

تعیین کمیت‌های شبکه

کمی سازی شبکه به معنای تخمین توزیع احتمالات برای هر گره در شبکه است. برای تخمین احتمالات در صورتی که داده‌های عینی گذشته در دسترس باشد می‌توانیم از آنها استفاده کنیم. همچنین می‌توانیم احتمالات را از کارشناسان آن حوزه استخراج کنیم. هر دو نوع داده می‌توانند به صورت مجزا یا ترکیب با یکدیگر استفاده شوند. داده‌های عینی اغلب برای استفاده در بیشتر شبکه‌های بیز در دسترس نیستند. اگرچه مقداری از این اطلاعات می‌تواند از داده‌های تاریخی بدست آید، اما این اطلاعات برای تحلیل کافی نیستند و یا به شکلی نیستند که بتوان به آسانی در یک شبکه بیز استفاده کرد. برای مثال می‌توان به این واقعیت اشاره کرد که بیشتر احتمالات در شبکه‌های بیز احتمالات شرطی هستند. به واسطه این دشواری‌ها در داده‌های عینی استفاده از داده‌های ذهنی جذاب تر به نظر می‌رسد، اما استخراج داده‌های ذهنی مشکلات منحصر بفرد خود را داراست (آدوسی پاکو^۱، ۲۰۰۵).

استخراج احتمال

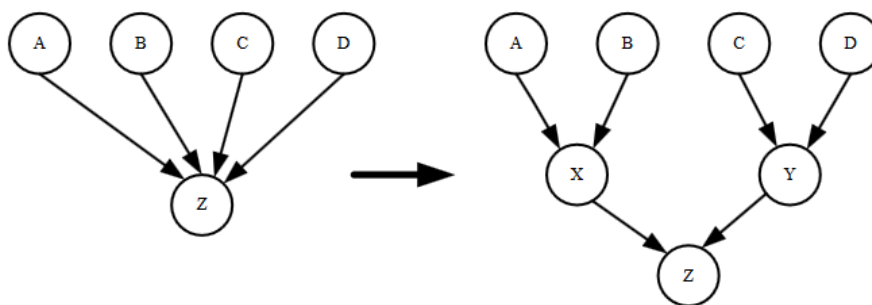
قضاوت کارشناسان می‌تواند برای تخمین وقایع جدید، نادر و پیچیده و یا پیش‌بینی وقایع آینده استفاده شود. فرایند جمع‌آوری قضاوت یا دانش کارشناسان برای تعیین احتمالات با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که ممکن است به صورت برقراری ارتباطات شفاهی و یا کتبی باشد. در ساختن یک شبکه بیز مشکل‌ترین جنبه کل فرایند استخراج احتمالات است. با این حال، بعضی از روش‌ها ساده تر هستند. یکی از این روش‌ها ایجاد تغییراتی در ساختار شبکه است. این روش بر مبنای معرفی متغیرهای میانجی (اولسن^۲، ۱۹۸۹) یا حذف کمان‌هایی است که وابستگی ضعیفی بین متغیرها دارند (کیارولف^۳، ۱۹۹۷؛ ون انگلن^۴، ۱۹۹۴). این حالت در شکل ۲ نشان داده شده است ممکن است برای یک کارشناس تعیین احتمال شرطی (A, B, C, D) مشکل باشد ولی با ایجاد دو گره واسطه X و Y تعیین احتمالات ساده تر گردد.

¹ Adusei-Poku

² Olsen

³ Kjaerulff

⁴ Van Engelen



نمودار ۲: ایجاد گره‌های واسطه (میانجی) در یک شبکه بیز

روش دیگر بر مبنای استفاده از توزیع‌های احتمال پارامتریک است که محاسبه احتمالات را به صورت مستقیم کاهش می‌دهد به عنوان نمونه مدل‌های MCMC می‌تواند برای این منظور استفاده شود (هکرمن^۱، ۱۹۹۶). روش دیگر در استخراج احتمالات بر اساس تحلیل حساسیت می‌باشد که رویکردی در جهت کاهش زمان تخمین احتمالات توسط کارشناسان است (ون در گاگ^۲ و همکاران، ۱۹۹۹). به طور کلی تحلیل حساسیت روشی به منظور بررسی تغییرات پارامترهای یک مدل برای پیش‌بینی آن است. در هنگام استفاده از یک شبکه بیز استخراج احتمالات بر گره‌های بانفوذتر شبکه متمرکز است. این کار با استفاده از استخراج احتمالات خام برای کمی‌سازی شبکه شروع می‌شود و سپس با استفاده از تحلیل حساسیت، گره‌های موثر و غیر موثر و همچنین گره‌های زائد درون شبکه شناسایی می‌شوند. سپس این احتمالات موثر با استفاده از روش‌های مرسوم تصحیح می‌شوند. این رویه آنقدر تکرار می‌شود تا نتایج رضایت‌بخش به دست آید. این روش همچنین می‌تواند به منظور تصحیح ساختار شبکه با حذف گره‌های غیرموثر استفاده شود.

یافته‌های پژوهش

محدودیت‌های کلیدی در انتشار سهام سبز

از مصاحبه‌شوندگان خواسته شد تا نظر خود را نسبت به محدودیت‌های کلیدی در انتشار سهام سبز در ایران بیان دارند. جدول زیر محدودیت‌های کلیدی در انتشار سهام سبز بر حسب نظرات مطرح شده در ایران را نشان می‌دهد.

بازخورد از ذی‌نفعان شامل موسسات مالی، نهادهای دولتی، شرکت‌های تامین سرمایه، سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی، ناشران بالقوه و نهادهای واسطه موانع صدور این قبیل اوراق را در کشور تایید می‌کند، از جمله عدم درک داری‌های واجد شرایط سبز، عدم اطمینان در قیمت‌گذاری و فقدان خط‌مشی‌ها یا دستورالعمل‌های حمایتی

¹ Heckermann

² Van der Gaag et al

چنانچه در سایر بازارهای نوظهور وجود دارد. این چالش‌ها تقاضا برای سرمایه‌گذاری‌های خارج از کشور و خروج ارز را بیشتر می‌کند و سرمایه‌گذاران داخلی ثبات ارز خارجی را نسبت به داخلی ترجیح می‌دهند.

جدول (۵): محدودیت‌های کلیدی در انتشار سهام سبز

ردیف	مؤلفه	سنجه
۱	فقدان بازار ثانویه سهام سبز	در حال حاضر بازار سهام سبز در ایران وجود ندارد و تنها اقدامی که در این خصوص شکل گرفته است راه‌اندازی برق سبز در ایران از ابتدای فروردین ۱۴۰۲ و راه‌اندازی تابلوی برق سبز در بازار بورس انرژی جهت تحقق اهداف ماده ۱۶ قانون جهش تولید دانش بنیان و تأمین برق صنایع با قدرت مصرف بیش از یک مگاوات می‌باشد. بر این اساس مطابق دستورالعمل وزیر نیرو در خصوص نحوه‌ی محاسبه بهای برق واحد‌های صنعتی بر اساس ماده ۱۶ قانون جهش تولید دانش بنیان صنایع با دیماند بالاتر از ۱ مگاوات ملزم می‌شوند طی ۵ سال ۵٪ از انرژی برق مصرفی خود را از منابع تجدیدپذیر تامین نمایند. لذا نبود بازار ثانویه برای این دسته ابزارها، ارزش‌گذاری بازار سهام سبز را به چالش می‌کشد.
۲	عدم شناخت و آگاهی	در حالی که آگاهی قابل توجهی از سهام سبز وجود دارد، تعداد کمی از فعالان بازار درک عمیقی از اوراق بدهی و سهام سبز در بین ناشران و سرمایه‌گذاران، از جمله معیارهای واجد شرایط بودن سبز و مزایای انتشار سهام سبز را داشته‌اند.
۳	فقدان دستورالعمل‌ها یا مقررات موجود	هیچ دستورالعملی برای انتشار سهام سبز در ایران وجود ندارد.
۴	عدم وجود پلتفرمی توسعه یافته از پروژه‌های واجد شرایط	تعداد کمی از فعالان بازار توانسته‌اند پروژه‌های واجد شرایط را شناسایی کنند، این موضوع در درجه اول به دلیل جدید بودن این صنعت و محصولات آن و ظرفیت فنی نسبتاً پایین در بازار امروز است. این در حالی است که پتانسیل نهفته قابل توجهی در این صنعت در ایران وجود دارد.
۵	نبود سیستم ارزیابی	نبود ظرفیت کافی برای ارزیابی، شناسایی و تعیین کمیت ریسک‌های اعتباری و بازار مرتبط با سرمایه‌گذاری در این قبیل ابزارها

منبع: یافته‌های پژوهش

پروژه‌ها و فعالیت‌های خاص کشور با واجد شرایط بودن سهام سبز

مشارکت سهامداران همچنین برای سنجش پتانسیل بالقوه موجود برای انتشار سهام سبز در ایران مورد استفاده قرار گرفت. در حالی که بیشتر سهامداران در مورد سهام سبز شنیده بودند، تعداد کمی از آنها درک یا دانش کافی از این محصول مالی برای انجام یک ارزیابی واقعی از پتانسیل آن در فعالیت‌های تجاری یا مشتریان خود داشتند. به این ترتیب مساله سهام سبز در ایران تا به امروز نسبتاً در حد نظری باقی مانده است. علی‌رغم عدم توسعه بازار، فرصت قابل توجهی برای سهام سبز در ایران وجود دارد و چندین حوزه کلیدی برای سرمایه‌گذاری با اصول سهام سبز و همچنین اولویت‌های ملی پایداری ایران هماهنگ هستند. این حوزه‌ها شامل مدیریت پایدار آب و فاضلاب، بهره‌وری

انرژی، انرژی تجدید پذیر، پیشگیری و کنترل آلودگی، کشاورزی پایدار، حمل و نقل پاک، سازگاری با تغییرات اقلیمی، ساختمان‌های سبز و حفاظت از تنوع زیستی زمینی و آبی می‌باشد. جدول (۶) پروژه‌ها و فعالیت‌های خاص کشور با واجد شرایط سهام سبز را نشان می‌دهد.

جدول (۶): پروژه‌ها و فعالیت‌های خاص کشور با واجد شرایط سهام سبز

(رعایت بندهای مرتبط با قانون هفتم پیشرفت)

مولفه	سنجه
مدیریت پایدار آب و فاضلاب	تصفیه خانه های آب زیرساخت های آب و فاضلاب (رعایت ماده ۴۱ بند الف قانون هفتم پیشرفت)
بهره وری انرژی	صرفه جویی در حوزه مصرف انرژی. عقب ماندگی آشکار ایران در بهره وری انرژی در حالی مشاهده می شود که از ابتدای برنامه پنجم توسعه تا انتهای برنامه ششم توسعه شدت مصرف انرژی باید ۵۰ درصد کاهش می یافت که در عمل چنین هدفی محقق نشده است.
انرژی تجدید پذیر	حداقل پتانسیل تاسیس ۱۰ هزار مگاوات نیروگاه جدید در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر با اتکا به قابلیت بالای منابع انرژی‌های تجدیدپذیر اعم از خورشیدی، بادی، زیست توده و زمین گرمایی از طریق امکان عقد قراردادهای بلندمدت با نرخ‌های تشویقی در ایران وجود دارد (رعایت ماده ۴۶ و ۴۲ قانون هفتم پیشرفت).
پیشگیری و کنترل آلودگی	جمع آوری زباله، بازیافت، پردازش زباله (رعایت ماده ۴۱ بند الف قانون هفتم پیشرفت)
کشاورزی پایدار	کشاورزی احیا کننده (رعایت ماده ۳۳ بند ت)، سیستم های آبیاری قطره ای، ملاحظات تنوع زیستی (رعایت ماده ۳۲، توسعه کشاورزی فرا زمینی)
حمل و نقل پاک	قطار هوایی
سازگاری با تغییرات اقلیمی	کشاورزی هوشمند (رعایت ماده ۳۲، استقرار سامانه‌های نوین آبیاری در اراضی کشاورزی) زیرساخت های دفاعی ساحلی وام مسکن سبز
ساختمان های سبز	وام سبز برای توسعه دهندگان (ماده ۳۹ بند ث) تامین مالی سیستم‌های خانه خورشیدی، انتقال و توزیع (رعایت ماده ۴۶ قانون هفتم پیشرفت)
حفاظت از تنوع زیستی زمینی و آبی	جلوگیری از تخریب محیط زیست و کاهش تنوع زیستی و حفاظت از منابع طبیعی (رعایت ماده ۲۲ بند الف و تبصره ذیل آن، ماده ۳۸ بند ب) احیای مناطق زیستی کاهش آلودگی هوا و آب (رعایت ماده ۴۱ بند الف قانون هفتم پیشرفت) تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (رعایت ماده ۴۶ و ۴۲ قانون هفتم پیشرفت) بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پاک و سازگار با محیط زیست (رعایت ماده ۴۸ بند ح قانون هفتم پیشرفت)

منبع: یافته‌های پژوهش

همچنین قابل ذکر است که چندین ناشر به دنبال سود قیمت گذاری مستقیم از انتشار این نوع ابزار مالی با برچسب سبز بودند. انتظار می‌رود که سود قیمت گذاری برای انتشار زودهنگام این محصول در کشور به سختی به دست آید، که باعث ایجاد عدم تطابق بین انتظارات ناشران و انتظارات سرمایه‌گذاران می‌شود. این امر اساساً ناشی از سطح تقاضای سرمایه‌گذاران برای ابزارهای متفاوت در مناطق جغرافیایی و کیفیت اعتباری صادرکنندگان است.

زیرساخت های لازم جهت پیاده سازی سهام سبز در ایران

در این مرحله از گروه دوم مصاحبه شوندهگان (جدول شماره ۷) خواسته شد تا ملاحظات و زیرساخت‌هایی که برای پیاده سازی سهام سبز در ایران لازم است را بیان نمایند. خلاصه نظرات در جدول زیر بیان شده است:

جدول (۷): زیرساخت های لازم جهت پیاده سازی سهام سبز در ایران

سنجه	مؤلفه
<ul style="list-style-type: none"> • یک راهنمای اختصاصی می‌تواند به ناشران و اپراتورهای بازار کمک کند تا این محصول جدید مالی را هدایت کنند. در این راستا می‌توان بر استانداردهای بین‌المللی تکیه نمود. • مساله پایداری در حال حاضر توسط سازمان بورس اوراق بهادار که به دنبال انتشار دستورالعمل‌های انتشار و تقویت این بخش است، در حال رسیدگی است. 	توسعه بخش اوراق بدهی و سهام سبز و راهنمای انتشار آنها
<ul style="list-style-type: none"> • دولت باید به دنبال ایفای نقش رهبری در مشارکت بخش خصوصی و حساس کردن فعالان بازار در زمینه فرصت‌ها و مشوق‌های سرمایه‌گذاری سبز باشد. • دولت در کنار واسطه‌های بازار، می‌تواند نقش مهمی هم در هموار کردن راه برای انتشار و هم در ایجاد علاقه به ابزارهای جدید در بین سرمایه‌گذاران ایفا کند. 	حمایت‌ها و مشوق‌های دولتی
<ul style="list-style-type: none"> • نیاز به بهبودهایی مانند ضمانت سرمایه اولیه یا اعتبار جزئی توسط شرکت‌های تامین سرمایه جهت تضمین خرید عرضه اولیه سهام سبز و اعتبار بخشی به آن 	واسطه‌ها برای تامین مالی
<ul style="list-style-type: none"> • تقویت ظرفیت نهادی و انتشار و به اشتراک گذاری دانش با هدف کلی ترویج انتشار سهام سبز 	آموزش و ظرفیت سازی
<ul style="list-style-type: none"> • تعامل با سرمایه‌گذاران جهت ایجاد انگیزه یک ابزار کلیدی است. در این راستا باید جنبه‌های کلیدی سهام سبز مانند فقدان ریسک اضافی در مقایسه با سهام عادی، این واقعیت که آنها شفافیت بیشتری را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کنند و می‌توانند به پرتفوی‌ها در برابر ریسک آب و هوایی و این قبیل مسائل کمک کنند، همه باید بیشتر به اشتراک گذاشته شوند. • درک علایق و دیدگاه سرمایه‌گذاران در مورد پایداری ضروری است. ضروری است سهامداران در مورد اهمیت مسائل پایداری و اینکه اثرات آن را کجا می‌بینند آگاهی یافته و با این قبیل موضوعات درگیر شوند. به عنوان مثال اینکه چگونه پایداری باعث کاهش ریسک، 	افزایش اشتیاق سرمایه‌گذاران

سنجه	مؤلفه
<p>صرفه جویی در هزینه، ارزش نام تجاری و اثبات آینده شرکت می‌شود و هر چه ROI قوی‌تر باشد، سرمایه‌گذاران علاقه‌مند بیشتری برای سرمایه‌گذاری خواهند داشت.</p> <ul style="list-style-type: none"> • برقراری ارتباط با چشم‌انداز پایداری حیاتی است. باید به سرمایه‌گذاران نشان داد که چگونه سرمایه‌گذاری سبز با استراتژی کسب و کار و ارزش‌های شرکت درهم می‌آمیزد. باید نشان داد که چگونه پایداری باعث رشد، نوآوری و انعطاف‌پذیری می‌شود و در این راستا از پلتفرم‌های متنوع - از گزارش‌های سالانه گرفته تا رسانه‌های اجتماعی - برای ترسیم تصویری واضح از سفر پایداری شرکت و مزایای آن استفاده نمود و این موضوع فقط به اشتراک‌گذاری اهداف نیست. بلکه در مورد نشان دادن یک مسیر با ارزش‌های مشترک است. 	
<ul style="list-style-type: none"> • انتشار سهام سبز مستلزم آن است که ناشر برای ایجاد چارچوب و سیستم‌های داخلی لازم برای انتخاب و نظارت، تاییدیه‌های مربوط به نهاد ناظر را داشته باشد. با توجه به نوین بودن این ابزار در ایران و اینکه ظرفیت داخلی محدودی برای توسعه چارچوب وجود دارد، می‌توان از مشاوران پشتیبانی خارجی دریافت کرد. • ایجاد یک تسهیلات برای کمک به تأمین هزینه اضافی انتشار می‌تواند باعث شود که ناشران زیادی این ابزارها را به طور کامل تری بررسی نمایند. • سازمان بورس اوراق بهادار می‌تواند نقش مهمی در تشویق انتشار داشته باشد و در این راستا همسویی با استانداردهای بین‌المللی و اعتبار مهم هستند. 	<p>کمک فنی برای توسعه چارچوب شرکت‌های مشمول سهام سبز و صدور گواهینامه از سوی نهادهای ناظر</p>

منبع: یافته‌های پژوهش

از جمله یافته‌های جانبی این بخش این است که برخی شرکت‌کنندگان معتقد بودند پایداری در برابر ارزش سهامداران نوعی عدم تطابق ایجاد می‌کند. اگر در مورد پایداری صحبت کنیم، نمی‌توان آن را از ارزش سهامداران جدا کرد. پایداری اصولاً بیشتر بر خلق ارزش بلندمدت متمرکز است، در حالی که ارزش سهامداران بیشتر بر خلق ارزش کوتاه مدت. این موضوع یک عدم تطابق ایجاد می‌کند، زیرا سهامداران اکنون درخواست بازده سرمایه‌گذاری مانند سود نقدی دارند، در حالی که پایداری نمی‌تواند در دوره کوتاه مدت بازدهی ایجاد کند زیرا پایداری برای ایجاد ارزش بلندمدت بیشتر است. به عقیده شرکت‌کنندگان تا به امروز، هیچ راه حل بهینه‌ای برای رفع عدم تطابق وجود ندارد مگر اینکه این موضوع در بازده سرمایه‌گذاری مد نظر قرار بگیرد. البته پیدا کردن سرمایه‌گذارانی که مایل به دریافت بازده سرمایه‌گذاری در دوره بلندمدت باشند بسیار سخت است، زیرا سرمایه‌گذاران برای سرمایه‌گذاری مجدد در پرتفوی‌های دیگر به گردش پول سریع نیاز دارند. از آنجایی که بین سرمایه‌گذاران و پایداری هدف متفاوتی وجود دارد، لذا پایداری یک پروژه سرمایه‌گذاری سنگین برای سرمایه‌گذاران تلقی می‌شود. سرمایه‌گذاران به بازده هر چه سریعتر نیاز دارند، در حالی که پایداری نمی‌تواند بازدهی سریع داشته باشد.

اهم معیارها جهت اعتباربخشی به سهم‌هایی با ویژگی سبز

در این بخش از مصاحبه شوندگان خواسته شد برای اینکه ناشران «سهم سبز» دارای اعتبار باشند، دیدگاه خود را برای معیارهای اعتباربخشی به سهم‌هایی با ویژگی سبز بیان کنند. جدول ۸ بر مبنای نظرات مصاحبه شوندگان جهت اعتباربخشی به سهم‌هایی با ویژگی سبز تطبیق داده شده است:

جدول (۸): اهم معیارها جهت اعتباربخشی به سهم‌هایی با ویژگی سبز

سنجه	معیار
<p>اصول سهام سبز مجموعه‌ای از اصول راهنما هستند که توضیح می‌دهند این قبیل سهم‌ها باید چه معیارهایی را داشته باشد تا برچسب سبز به آن‌ها داده شود. این اصول در مورد فرآیندهایی که ناشر برای دستیابی به برچسب سبز باید داشته باشد توضیحاتی ارائه می‌کند. این فرآیندها عبارتند از فرآیند انتخاب پروژه‌ها یا فعالیت‌هایی که قرار است از طریق سهام سبز تامین مالی شوند:</p> <ul style="list-style-type: none"> تشکیل کمیته‌ای که پروژه‌ها را بر اساس معیارهای استفاده از درآمد برای واجد شرایط بودن بررسی نماید. فرآیند مدیریت سرمایه و ردیابی سرمایه از طریق وظایف خزانه‌ناشر - یعنی می‌توان وجوه جمع‌آوری شده را به طور شفاف به فعالیت‌های واجد شرایط تخصیص داد. انتظارات گزارشگری: ناشران سهام سبز الزام پیدا کنند تا در مورد تخصیص درآمدها به سرمایه‌گذاران خود و تأثیری که از طریق فعالیت‌های تأمین مالی شده به دست می‌آید، گزارش دهند، به عنوان مثال، کاهش انتشار کربن از طریق تولید انرژی‌های تجدیدپذیر. تعهد به گزارش دهی مداوم: از ناشران خواسته شود که فرآیندهای داخلی خود را در رابطه با تخصیص درآمد توضیح دهند و متعهد به گزارش دهی مداوم باشند. 	<p>اصول سهام سبز</p>
<ul style="list-style-type: none"> کمک قابل توجه به حداقل یکی از شش هدف زیست محیطی مقررات طبقه بندی اتحادیه اروپا: <ul style="list-style-type: none"> کاهش تغییرات آب و هوا سازگاری با تغییرات اقلیمی استفاده و حفاظت پایدار از منابع آب و دریایی گذار به اقتصاد دایره‌ای پیشگیری و کنترل آلودگی حفاظت و احیای تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها تضمین اینکه پذیره نویسی از جنس سهام سبز آسیب قابل توجهی به هیچ یک از اهداف فوق نمی‌رساند. رعایت حداقل پادمان‌های اجتماعی همانطور که در دستورالعمل‌های OECD برای شرکت‌های چند ملیتی و اصول راهنمای سازمان ملل در زمینه تجارت و حقوق بشر آمده است. 	<p>پایداری از نظر زیست محیطی تحت طبقه بندی اتحادیه اروپا</p>

منبع: یافته‌های پژوهش

در مجموع و بر حسب نظرات طبقه بندی شده، سهامی که معیارهای طبقه‌بندی را رعایت کنند، می‌توانند از برچسب استاندارد سهام سبز اتحادیه اروپا استفاده کنند و «مطابق با طبقه‌بندی» تلقی شوند. در حال حاضر، طبقه بندی می‌تواند برای ارزیابی هر نوع دارایی استفاده شود و درجه همسویی را می‌توان به آن دارایی تقسیم کرد. برای اینکه پروژه‌های ذکر شده توسط ذی‌نفعان در پایگاه پایداری گنجانده شوند، این پروژه‌ها باید با اهداف تعیین شده ملی (تا آنجا که اطلاعات کافی در دسترس است) همسو باشند.

ریسک‌های شناسایی شده

در این بخش از مصاحبه شوندگان خواسته شد در خصوص ریسک‌های خاص در حوزه‌های مختلف سهام سبز ناشران بالقوه نظرات خود را بیان کنند. از نظر ایشان اساساً، هرچه سرمایه‌گذار با شرکت‌ها بر مبنای ریسک‌های آن‌ها آشنا تر باشد، جذب انگیزه برای سرمایه‌گذاری در آن آسان تر است. در جدول زیر، ریسک‌های شناسایی شده کلیدی برای در حوزه‌های مختلف و عوامل مربوط به ریسک بازار سهام سبز در ایران برجسته شده است:

جدول (۹): ریسک‌های شناسایی شده

معیار (حوزه)	نماد	سنجه	الزامات حداقلی سهام سبز
کشاورزی	A1	• ریسک عدم قرار گرفتن در معرض چرخه‌های کشاورزی هوشمند و ریسک محصول	- شیوه‌های کشاورزی پایدار
	A2	• ریسک قرار گرفتن در معرض نوسانات قیمت کالا	- گنجاندن کریدورهای
	A3	• ریسک عدم استحکام قراردادها با مشتریان	تنوع زیستی
	A4	• ریسک عدم استحکام زیرساخت‌های توزیع و لجستیک	- آبیاری قطره‌ای
	A5	• ریسک عدم تمرکز بر بخش پردازشی بازار	- کشاورزی ارگانیک
بانک و موسسه های مالی غیر بانکی	B1	• ریسک عدم کیفیت سبد وام و مدل پذیره نویسی	-تأمین مالی پروژه‌های مرتبط با پایداری
	B2	• ریسک نقدینگی و عدم دسترس بودن خطوط تأمین مالی سبز	
	B3	• ریسک کفایت سرمایه و عدم حمایت سهامداران	
	B4	• ریسک نظارتی و عدم رعایت مقررات	
تاسیسات زیرساختی	C1	• ساختار قراردادی و ریسک عدم دسترس بودن تضمین‌های پرداخت	باید شیوه‌های سازگار با محیط زیست را در تصفیه فاضلاب نشان دهد.
	C2	• ریسک کیفیت اعتباری دریافت کننده(های) زیربنایی	زباله‌های جامد باید به طور ایمن مدیریت شوند.
	C3	• ریسک سیاسی و نظارتی مربوط به فسخ قرارداد	
انرژی تجدید پذیر	D1	• ریسک تقاضای بازار	فرآیندهای تولید و انتقال،
	D2	• ریسک فناوری و ریسک محصول	واجد شرایط پایداری هستند
	D3	• ریسک نظارتی و تأثیر بر تداوم پروژه	

معیار (حوزه)	نماد	سنجه	الزامات حداقلی سهام سبز
	D4	• ساختار قراردادی و عدم شفافیت روند پیشرفت پروژه	
املاک و ساختمان	E1	• ریسک محدودیت دسترسی به زمین برای توسعه	• زمین باید بدون جنگل زدایی باشد.
	E2	• ریسک چرخه توسعه پروژه و توانایی اجرا	
	E3	• ریسک ساختار سرمایه	
	E4	• ریسک ساخت و ساز، مزاد بر هزینه و تاثیر متغیرهای اقتصادی بر آن	
	E5	• ریسک کیفیت اعتباری هزینه‌کنندگان و انعطاف‌پذیری پرداخت‌های اجاره	
	E6	• ریسک کیفیت مدیریت تاسیسات و نگهداری دارایی	

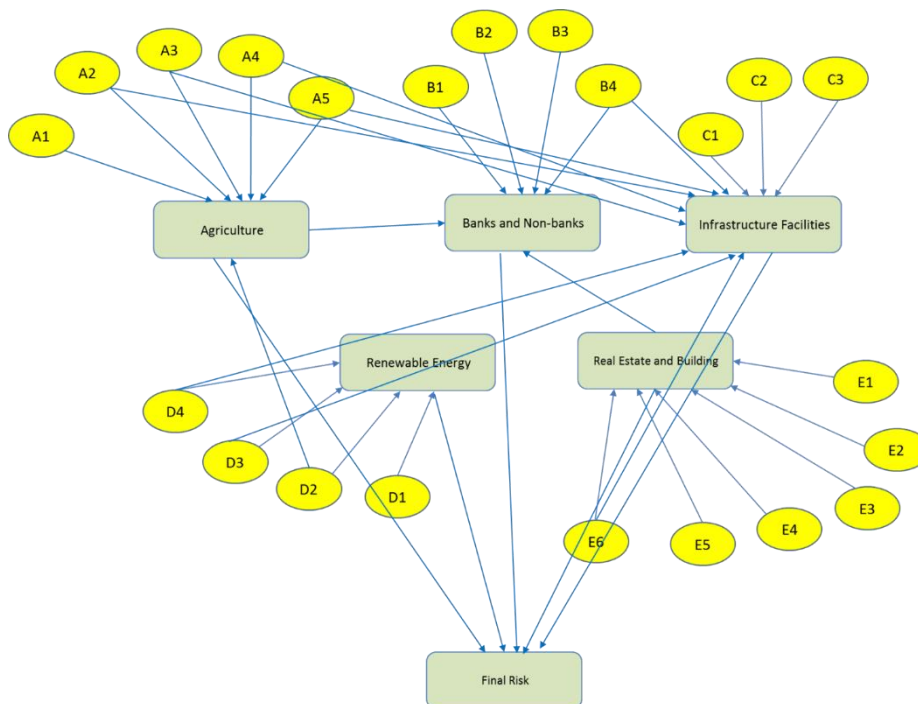
منبع: یافته‌های پژوهش

بخش دوم: پیاده‌سازی مدل ریسک تجمعی مالی

همانگونه که بیان شد ارزیابی ریسک‌ها به صورت مستقل صرفاً به اولویت بندی ریسک‌ها منجر می‌شود و شاخصی را برای بیان کردن برآیند آثار کل ریسک‌ها ارائه نمی‌دهد. برای دست یافتن به ریسک تجمعی مالی باید همزمان احتمالات تأثیر ریسک‌ها و همچنین وابستگی‌های موجود بین آنها را مد نظر قرار داد (بوچر^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). روش‌های شبیه‌سازی مانند روش شبیه‌سازی مونت کارلو، از جمله روش‌های موجود برای ارزیابی تأثیر ریسک‌ها است که بدون در نظر گرفتن تأثیر برهم کنش بین ریسک‌ها به پیش‌بینی ریسک‌ها می‌پردازد. از طرف دیگر رویکرد شبکه‌های بیز برای مدل‌سازی ارتباطات بین متغیرها توسعه داده شده است که نرم افزار AgenaRisk برای مد نظر قراردادن برهم کنش بین ریسک‌ها در این خصوص کمک می‌کند. از این رو در این بخش با ترکیب روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو و شبکه‌های بیزین در نرم افزار AgenaRisk رویکردی برای ارزیابی ریسک مالی شرکت‌ها توسعه داده شده است تا بتوان به شاخصی برای ارزیابی اثر تجمعی ریسک‌ها دست یافت. مطابق با اطلاعات به دست آمده از مرحله قبل و به کمک نرم افزار AgenaRisk، شبکه بیزین ریسک Final_Risk در نمودار ۳ ترسیم شده است.

در ادامه شبکه بیزین طراحی شده به منظور تحلیل ریسک سهام سبز مورد اعتبارسنجی قرار می‌گیرد. فرآیند اعتبارسنجی دارای دو گام است؛ در گام نخست در ابتدا اطلاعات و احتمالات گره‌های ریشه‌ای شبکه بیز (گره والد) با استفاده از نظر خبرگان جمع‌آوری می‌گردد و در گام دوم تجزیه و تحلیل ریسک سهام سبز با استفاده از نرم افزار AgenaRisk صورت می‌گیرد. بعد از انجام مراحل فوق تصمیم‌گیرندگان می‌توانند با در نظر گرفتن ریسک موجود در این فرآیند، در مورد ریسک مالی تصمیم‌گیری نمایند.

¹ Butcher



نمودار ۳: مدل شبکه‌بیزی مربوط به ارزیابی ریسک سهام سبز

در مدل مذکور برای هر گره سه حالت به نام‌های بالا (H)، متوسط (M) و پایین (L) در نظر گرفته شده است. جدول ۱۰ مقادیر احتمالات گره‌های ریشه‌ای را نشان می‌دهد:

جدول ۱۰: احتمالات اولیه گره‌های ریشه‌ای

B3: ریسک کفایت سرمایه و عدم حمایت سهامداران		B2: ریسک نقدینگی و عدم دسترس بودن خطوط تامین مالی سبز		B1: ریسک عدم کیفیت سبد وام و مدل پذیره نویسی	
۶۸٪	H	۷۵٪	H	۲۳٪	H
۲۸٪	M	۲۰٪	M	۴۲٪	M
۴٪	L	۵٪	L	۳۵٪	L
A2: ریسک قرار گرفتن در معرض نوسانات قیمت کالا		A1: ریسک عدم قرار گرفتن در معرض چرخه‌های کشاورزی هوشمند و ریسک محصول		B4: ریسک نظارتی و عدم رعایت مقررات	
۶۰٪	H	۶۵٪	H	۶٪	H
۱۰٪	M	۲۵٪	M	۱۶٪	M

۳۰٪	L	۱۰٪	L	۷۸٪	L
A5: ریسک عدم تمرکز بر بخش پردازشی بازار		A4: ریسک عدم استحکام زیرساخت‌های توزیع و لجستیک		A3: ریسک عدم استحکام قراردادها با مشتریان	
۵۱٪	H	۶۲٪	H	۳۰٪	H
۳۶٪	M	۲۱٪	M	۲۵٪	M
۱۳٪	L	۱۷٪	L	۴۵٪	L
C3: ریسک سیاسی و نظارتی مربوط به فسخ قرارداد		C2: ریسک کیفیت اعتباری دریافت‌کننده(های) زیربنایی		C1: ساختار قراردادی و ریسک عدم در دسترس بودن تضمین‌های پرداخت	
۵۶٪	H	۵۲٪	H	۵۵٪	H
۸٪	M	۲۸٪	M	۳۲٪	M
۳۶٪	L	۲۰٪	L	۱۳٪	L
D3: ریسک نظارتی و تأثیر بر تداوم پروژه		D2: ریسک فناوری و ریسک محصول		D1: ریسک تقاضای بازار	
۶۲٪	H	۶۴٪	H	۷۹٪	H
۲۶٪	M	۲۳٪	M	۱۵٪	M
۱۲٪	L	۱۳٪	L	۶٪	L
E2: ریسک چرخه توسعه پروژه و توانایی اجرا		E1: ریسک محدودیت دسترسی به زمین برای توسعه		D4: ساختار قراردادی و عدم شفافیت روند پیشرفت پروژه	
۴۸٪	H	۵۷٪	H	۳۵٪	H
۲۰٪	M	۲۷٪	M	۳۹٪	M
۳۲٪	L	۱۶٪	L	۲۶٪	L
E5: ریسک کیفیت اعتباری هزینه‌کنندگان و انعطاف‌پذیری پرداخت‌های اجاره		E4: ریسک ساخت و ساز، مزاد بر هزینه و تاثیر متغیرهای اقتصادی بر آن		E3: ریسک ساختار سرمایه	
۶۲٪	H	۷۳٪	H	۵۵٪	H
۲۹٪	M	۱۹٪	M	۲۷٪	M
۹٪	L	۸٪	L	۱۸٪	L
E6: ریسک کیفیت مدیریت تاسیسات و نگهداری دارایی					
					H
					M
					L

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۰ مقادیر احتمالات اولیه را نشان می‌دهد. برای مثال مقدار احتمالات برای گره A5 به شرح زیر است:

$$P(A2 = H) = 51\%$$

$$P(A2 = M) = 36\%$$

$$P(A2 = L) = 13\%$$

در ادامه مقادیر احتمالات شرطی برای گره‌ها محاسبه شد. برای مثال مقادیر احتمالات شرطی برای گره بانک و غیر بانک به شرح زیر بوده است:

$$P(\text{Banks and Non - banks} = H|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = H) = 47.349\%$$

$$P(\text{Banks and Non - banks} = H|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = M) = 49.349\%$$

$$P(\text{Banks and Non - banks} = H|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = L) = 51.749\%$$

$$P(\text{Banks and Non - banks} = M|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = H) = 43.820\%$$

$$P(\text{Banks and Non - banks} = M|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = M) = 45.820\%$$

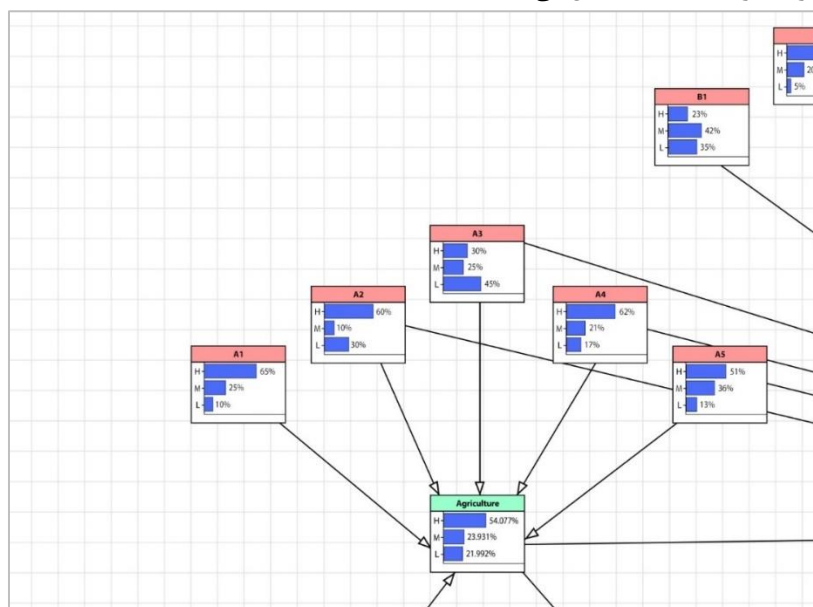
$$P(\text{Banks and Non - banks} = M|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = L) = 48.220\%$$

$$P(\text{Banks and Non - banks} = L|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = H) = 8.832\%$$

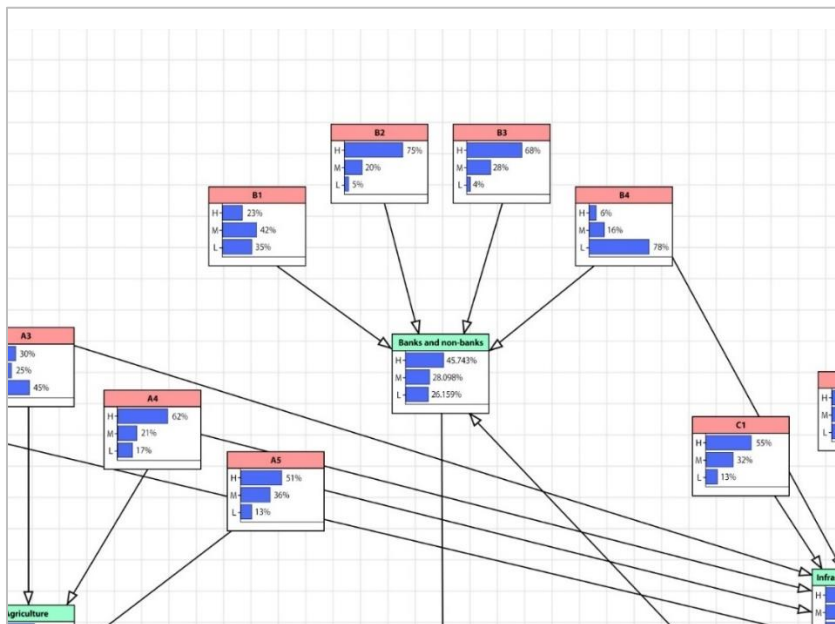
$$P(\text{Banks and Non - banks} = L|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = M) = 4.832\%$$

$$P(\text{Banks and Non - banks} = L|D1 = M|D2 = H|D3 = H|D4 = L) = 0.032\%$$

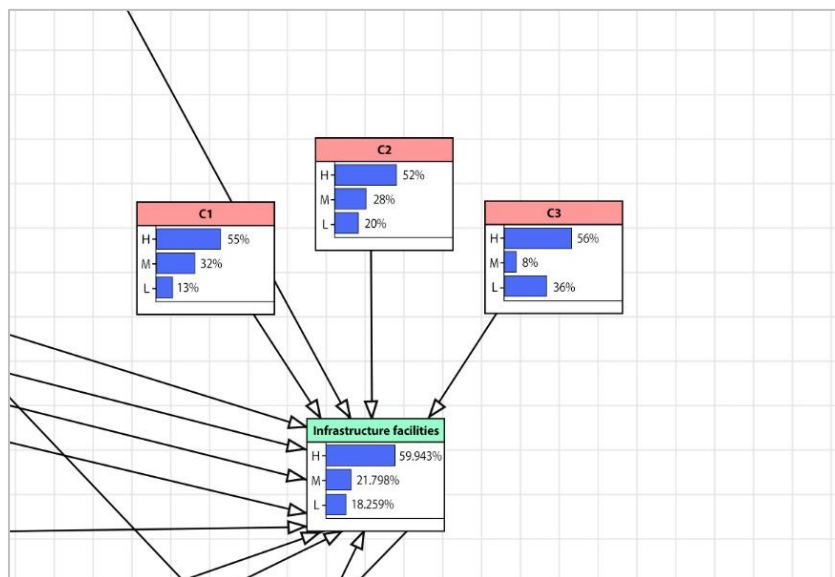
پس از ساخت شبکه و تعیین احتمالات اولیه و شرطی، مدل در نرم افزار اجرا شد و خروجی برنامه شبیه‌سازی به صورت نمودار ۹ به دست آمد. این خروجی عملکرد را در جزئیات و هریک از متغیرهای تعریف شده و همچنین به صورت کلی در متغیر Final Risk نمایش می‌دهد.



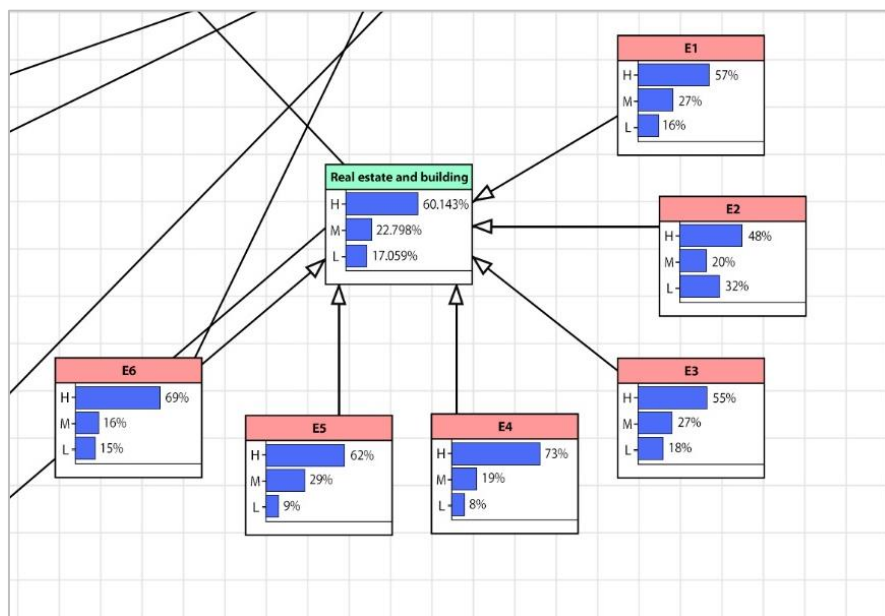
نمودار ۴: خروجی عملکرد مربوط به ریسک گره فرزند کشاورزی



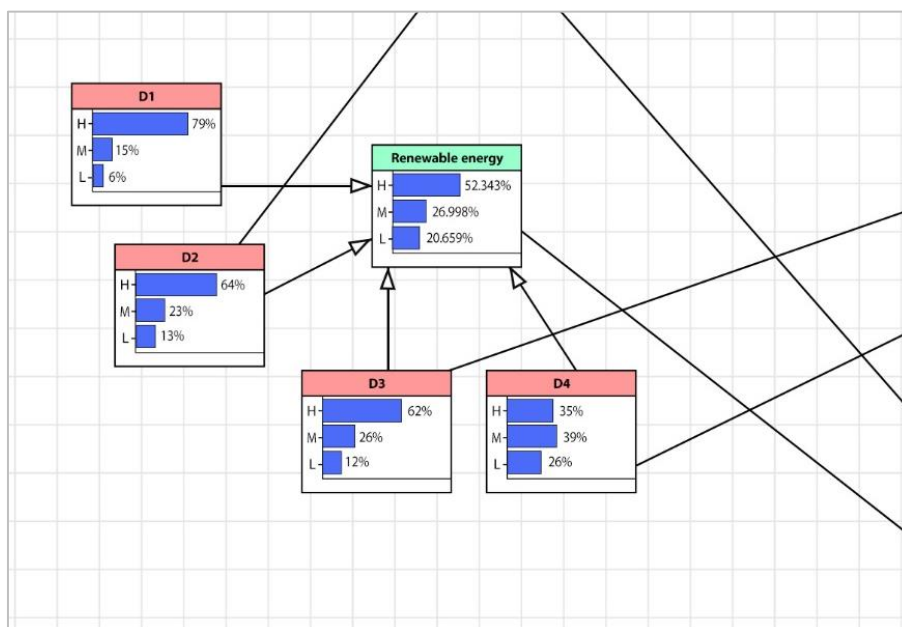
نمودار ۵: خروجی عملکرد مربوط به ریسک گره فرزند بانک و غیر بانک



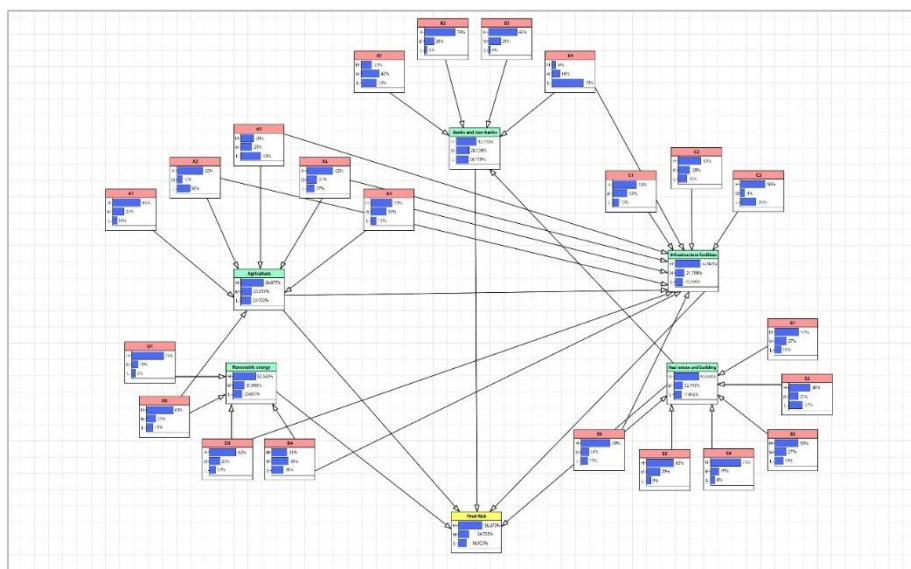
نمودار ۶: خروجی عملکرد مربوط به ریسک گره فرزند تاسیسات زیرساختی



نمودار ۷: خروجی عملکرد مربوط به ریسک گره فرزند املاک و ساختمان



نمودار ۸: خروجی عملکرد مربوط به ریسک گره فرزند انرژی تجدید پذیر



نمودار ۹: خروجی نهایی نرم افزار

نتیجه نهایی مدل در نمودار ۹ نمایش داده شده است. چنانچه مشاهده می شود مقادیر احتمالات اولیه بر روی گره های ریشه ای نمایش داده شده است. این مقادیر همان مقادیر گره های ریشه ای جدول (۱۰) هستند. برای گره های غیر ریشه ای نیز پس از ۱۰۰۰ بار تکرار شبیه سازی ($N_t = 1000$) با توجه به احتمالات شرطی، مقدار ریسک هر گره در حالات مختلف بدست آمده است. همان گونه که مشاهده می کنیم، ریسک گره Real Estate And Building در حالت (H)، ۶۰.۱۴۳٪، در حالت (M) برابر با ۲۲.۷۹۸٪ و در حالت (L) برابر با ۱۷.۰۵۹٪ است که مقدار ریسک آن در حالت (H)، بیشتر از دو حالت دیگر است و بیشترین مقدار ریسک (L) را در بین سایر گره ها داراست. پس از ریسک حوزه املاک و ساختمان، این مقادیر برای گره Infrastructure Facilities دارای پراکندگی بیشتری است؛ ریسک گره تاسیسات زیرساختی در حالت (H) برابر با ۵۹.۹۴۳٪، در حالت (M) برابر با ۲۱.۷۹۸٪ و در حالت (L) برابر با ۱۸.۲۵۹٪ می باشد. مقدار ریسک گره متغیر "انرژی تجدید پذیر" در حالت (M) با مقدار ۲۶.۹۹۸٪ بیشتر از سایر گره هاست. ریسک های "انرژی تجدید پذیر" و "کشاورزی" از نظر پراکندگی تقریباً شرایط مشابهی دارند و کمترین میزان پراکندگی نیز مربوط به گره "بانک و غیر بانک" است.

برای اینکه تعیین کنیم که کدام یک از این ۵ گره ریسک بیشتری دارد، می توانیم به هر حالت یک ضریب مطلوبیت بدهیم (فنتون^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). مطلوبیت حالت (H) را برابر ۱، مطلوبیت حالت (M) را برابر ۰.۵ و مطلوبیت حالت (L) را صفر در نظر می گیریم. هر گره که مقدار مطلوبیت بیشتری داشته باشد، ریسک بیشتری به خود اختصاص می دهد. حال مطلوبیت چهار گره فوق را حساب می کنیم:

^۱ Fenton

جدول ۱۱: بررسی مطلوبیت چهار گره مرتبط با ریسک‌ها

مقدار مطلوبیت	نام گره
$(54.076 \times 1) + (23.931 \times 0.5) = 0.66$	Agriculture
$(45.743 \times 1) + (28.098 \times 0.5) = 0.60$	Banks And Non-Banks
$(59.943 \times 1) + (21.798 \times 0.5) = 0.71$	Infrastructure Facilities
$(52.343 \times 1) + (26.998 \times 0.5) = 0.66$	Renewable Energy
$(60.143 \times 1) + (22.798 \times 0.5) = 0.72$	Real Estate And Building

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به محاسبات فوق در می‌یابیم که مقدار ریسک گره Real Estate And Building از سایر گره‌ها بیشتر است و مقدار آن به ریسک Infrastructure Facilities نزدیک می‌باشد. همچنین گره Banks And Non-Banks دارای ریسک کمتری نسبت به ۴ گره دیگر می‌باشد. مقادیر گره Final Risk نیز ریسک نهایی مدل را در حالات رژیم‌های مختلف نمایش می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود ریسک کل در حالت (H) برابر با ۵۶.۳۷۳٪، در حالت (M) برابر ۲۴.۷۲۵٪ و در حالت (L) برابر با ۱۸.۹۰۲٪ می‌باشد.

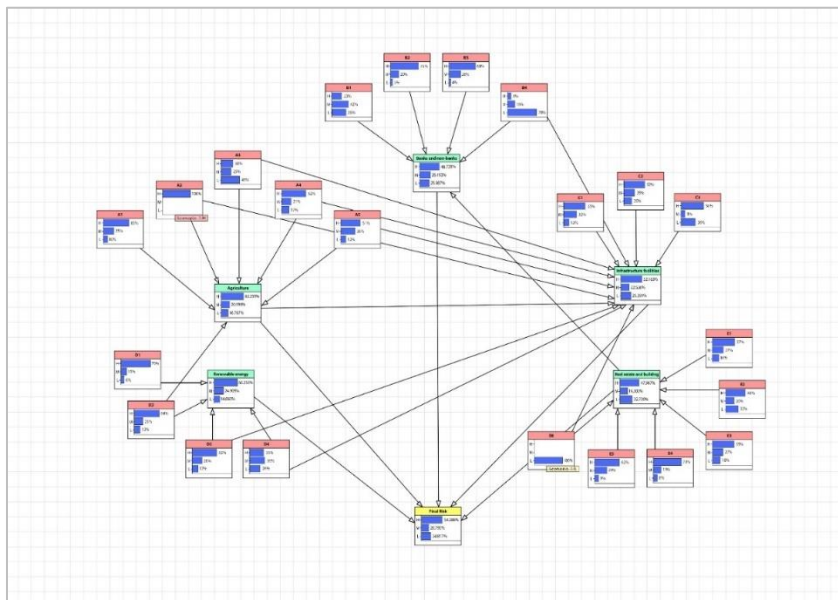
در این حالت شبکه بیزی آموزش لازم را دریافت کرده است. بر طبق نتایج بدست آمده از آنجا که ریسک حوزه "املاک و ساختمان" و "تاسیسات زیرساختی" در ارزیابی ریسک کل بیشتر از ریسک‌های کشاورزی، بانک و غیر بانک، تاسیسات و زیرساخت‌ها و انرژی تجدیدپذیر است، توجه به عوامل تاثیر گذار بر این ریسک‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

نتایج تحلیلی دیگری که از مدل قابل استفاده هستند عبارتند از: "استنتاج پیش‌بینی" و "استنتاج تشخیصی". استنتاج پیش‌بینی از طریق اعمال سناریو در گره‌های والدین صورت می‌گیرد؛ یعنی با ایجاد مشاهده در گره‌های والدین وضعیت گره‌های فرزند را پیش‌بینی می‌کنیم. استنتاج تشخیصی از طریق اعمال سناریو در گره‌های فرزند صورت می‌گیرد (فنتون و همکاران، ۲۰۱۰). برای مثال، می‌خواهیم با وارد کردن سناریوهای زیر در گره‌های والدین، وضعیت گره‌های فرزند را پیش‌بینی کنیم:

$$P(A2 = H) = 100\%$$

$$P(E6 = L) = 100\%$$

با وارد کردن این دو مشاهده در گره‌های A2 و E6، وضعیت گره‌های فرزند همانند نمودار ۱۰ تغییر می‌کند (سناریو ۱).



نمودار ۱۰: نمونه ای از استنتاج پیش بینی با اعمال سناریو در گره های A2 و E6

همانگونه که مشاهده می شود، ریسک کل در حالت (H)، از ۵۶.۳۷۳٪ به ۵۴.۳۸۸٪، در حالت (M)، از ۲۴.۷۲۵٪ به ۲۰.۷۹۵٪ و در حالت (L)، از ۱۸.۹۰۲٪ به ۲۴.۸۱۷٪ تغییر می کند. با وارد کردن این سناریو در مدل به این نتیجه می رسیم که اگر وضعیت دو گره فوق در حالت (H) و (L) تغییر کند، ریسک مالی در حالت High دستخوش تغییر زیادی نمی شود و گره‌های Real Estate and Building و Infrastructure Facilities به ترتیب با تغییرات انحراف معیار (۱۲٪-) و (۱۰٪-) در مقایسه با سایر گره ها حساسیت بیشتری از خود نشان می دهند. تغییرات سایر گره ها نیز از نمودار ۴-۸ قابل مشاهده است. علاوه بر این می توان با تغییر در مقادیر احتمالات اولیه گره های والدین، تغییرات گره های فرزند را مشاهده کرد. بنابراین با وارد کردن سناریوهای مختلف در مدل و مقایسه نتایج آنها می توان تغییرات ریسک کل سهام سبز را بررسی کرد و گره هایی که منجر به ریسک بیشتری می شوند را شناسایی کرد.

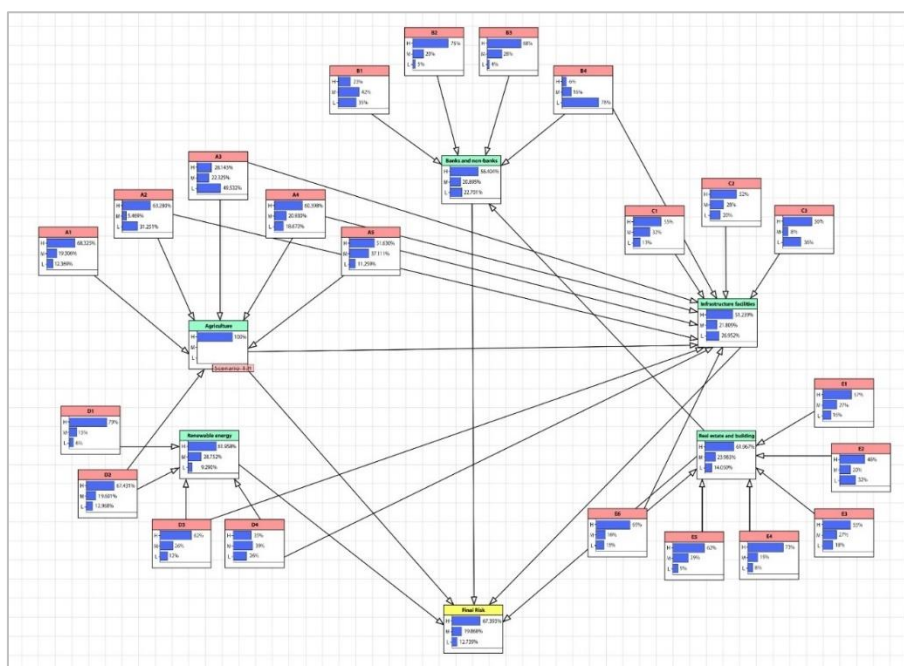
به منظور مقایسه عملکرد بهتر است از یک شاخص مطلوبیت استفاده شود. اگر مطلوبیت حالت‌های low، Medium، High به ترتیب برابر ۰.۰۲، ۰.۰۳ و ۰.۰۴ باشد (امیری، ۱۳۹۵)، آنگاه مدل مطلوبیت ریسک کل در سناریو (۱) به شرح زیر می‌باشد:

$$U = (0.02 * 24.817) + (0.03 * 20.795) + (0.04 * 54.388) = 0.032$$

در ادامه نمونه‌ای از استنتاج تشخیصی نیز در نمودار ۱۱ نمایش داده شده است. در این حالت با اعمال مشاهده زیر در گره Agriculture، مقادیر سایر گره‌ها به روز می‌گردند:

$$P(\text{Agriculture} = H) = 100\%$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنیم مقادیر گره‌های A1، A2، A3، A4 و A5 به صورت شکل زیر به روز می‌شوند:



نمودار ۱۱: نمونه‌ای از استنتاج تشخیصی با اعمال سناریو در گره Agriculture

مطابق با نمودار نمودار ۱۱ تغییرات مقادیر گره Final_Risk قابل مشاهده است (مقدار ریسک گره در حالت H به ۶۷.۳۹۴٪ افزایش می‌یابد). با وجود اینکه در سناریوی قبلی والدین همین گره (گره Agriculture) در وضعیت بحرانی قرار داشتند ولی در سناریو جدید ریسک کل به سطور چشمگیری افزایش یافته است که با سناریوی قبلی قابل مقایسه نیست.

این نتایج نشان‌دهنده خاصیت یادگیری مدل بوده که می‌توان با استفاده از سناریوهای مختلف وضعیت ریسک مالی شرکت‌ها را پیش‌بینی کرد و در تصمیم‌گیری‌های آتی از این اطلاعات بهره‌برداری کرد. مدل به دست آمده یک شبکه احتمالی است که عدم قطعیت متغیرهای اصلی را در نظر می‌گیرد. همچنین این مدل نظر خبره را در خود جای داده و امکان پذیرش اطلاعات اضافی را نیز دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

به طور خلاصه نتایج پژوهش نشان داد مولفه‌های موثر در زیرساخت‌های لازم جهت پیاده‌سازی سهام سبز در ایران عبارتند از توسعه بخش اوراق بدهی و سهام سبز و راهنمای انتشار آن‌ها، حمایت‌ها و مشوق‌های دولتی، واسطه‌ها برای تامین مالی، آموزش و ظرفیت‌سازی، افزایش اشتیاق سرمایه‌گذاران و کمک فنی برای توسعه چارچوب شرکت‌های مشمول سهام سبز و صدور گواهینامه از سوی نهادهای ناظر که توضیحات مربوط به ایجاد زیرساخت‌ها به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه نیز اهم معیارها جهت اعتباربخشی به سهم‌هایی با ویژگی سبز مورد ارزیابی قرار گرفت که دو معیار مهم اصول سهام سبز و پایداری از نظر زیست‌محیطی تحت طبقه‌بندی اتحادیه اروپا از مهم‌ترین ویژگی‌ها بودند که راه‌های پیاده‌سازی آن به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع و بر حسب نظرات طبقه‌بندی شده، سهم‌هایی که معیارهای طبقه‌بندی را رعایت کنند، می‌توانند از برجسته‌ترین استانداردهای سهام سبز اتحادیه اروپا استفاده کنند و «مطابق با طبقه‌بندی» تلقی شوند. نتایج پژوهش نشان داد پایداری و ارزش سهامداران متناقض هستند. پایداری بر خلق ارزش بلندمدت متمرکز است، در حالی که سهامداران بازده سریع را ترجیح می‌دهند. این تناقض در بسیاری از پژوهش‌ها نیز مشاهده شده است. به عنوان مثال، مطالعه‌ای توسط بوفو و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که سرمایه‌گذاران معمولاً به دنبال بازده کوتاه‌مدت هستند، در حالی که پروژه‌های پایدار نیازمند سرمایه‌گذاری بلندمدت و صبر هستند. این اختلاف نظر باعث می‌شود پایداری به عنوان یک پروژه سنگین و با بازدهی طولانی‌مدت تلقی شود و سرمایه‌گذاران تمایل کمتری به سرمایه‌گذاری در آن داشته باشند. در ایران، فرهنگ سرمایه‌گذاری ممکن است بیشتر بر بازده کوتاه‌مدت متمرکز باشد، در حالی که در برخی کشورهای دیگر، سرمایه‌گذاران نهادی یا خرد ممکن است تمایل بیشتری به سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت و پایدار داشته باشند. به عنوان مثال، در اروپا، سرمایه‌گذاران نهادی مانند صندوق‌های بازنشستگی، نقش مهمی در تامین مالی پروژه‌های سبز ایفا می‌کنند (بوفو^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). از طرفی در ایران، بازارهای مالی نسبت به کشورهای توسعه‌یافته یا حتی برخی اقتصادهای نوظهور، کمتر توسعه یافته‌اند. این موضوع باعث می‌شود که پیاده‌سازی سهام سبز در ایران با چالش‌های بیشتری همراه باشد. در حالی که در کشورهایمانند چین یا اعضای اتحادیه اروپا، زیرساخت‌های مالی قوی‌تر و پذیرش بیشتری برای ابزارهای مالی سبز وجود دارد (ژانگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۱؛ کمیته اروپا، ۲۰۲۰).

جهت تغییر نگرش به این موضوع پیشنهادات کاربردی در خصوص رونق سهام سبز در ایران برای قانون‌گذاران و نهادهای نظارتی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

تدوین مشوق‌های مالی بلندمدت همانند سهام ممتاز: ارائه مشوق‌های مالی به سرمایه‌گذارانی که مایل به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های پایداری هستند و بازدهی بلندمدت را مد نظر قرار می‌دهند. این می‌تواند شامل پرداخت سود دوره‌ای (بیشتر از یکبار در سال) برای پروژه‌های پایداری باشد.

¹ Boffo

² Zhang

ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری پایدار: تاسیس صندوق‌های سرمایه‌گذاری که به‌طور خاص برای پروژه‌های پایدار طراحی شده‌اند و بازدهی بلندمدت دارند. این صندوق‌ها می‌توانند سرمایه‌گذاران را جذب کنند که مایل به دریافت بازدهی در دوره‌های طولانی‌مدت هستند.

ترویج فرهنگ سرمایه‌گذاری پایدار: تبلیغ و ترویج فرهنگ سرمایه‌گذاری پایدار از طریق رسانه‌ها و کمپین‌های آگاهی‌بخشی به منظور تغییر نگرش جامعه و افزایش تمایل به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های پایدار

تدوین و انتشار دستورالعمل‌های حمایتی: ایجاد و انتشار دستورالعمل‌ها و خط‌مشی‌های حمایتی برای سهام سبز به منظور روشن‌سازی معیارها و تسهیل فرآیندها برای ناشران و سرمایه‌گذاران.

افزایش آگاهی و آموزش: برگزاری دوره‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی به فعالان بازار، موسسات مالی، و سرمایه‌گذاران درباره دارایی‌های واجد شرایط سبز و مزایای سرمایه‌گذاری در این حوزه.

تضمین شفافیت در قیمت‌گذاری: ایجاد مکانیزم‌های شفاف برای قیمت‌گذاری سهام سبز که باعث افزایش اعتماد و اطمینان سرمایه‌گذاران می‌شود.

تسهیل سرمایه‌گذاری داخلی: ارائه مشوق‌ها و تسهیلات مالی برای جذب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و کاهش خروج ارز از کشور.

همکاری با نهادهای بین‌المللی: بهره‌گیری از تجارب سایر بازارهای نوظهور و همکاری با نهادهای بین‌المللی برای بهبود چارچوب‌های قانونی و نظارتی در ایران.

تشکیل نهادهای تخصصی: ایجاد نهادهای تخصصی برای نظارت و ارزیابی پروژه‌های سبز و ارائه تاییدیه‌های لازم به ناشران و سرمایه‌گذاران.

فهرست منابع

- مزرعه فراهانی، رضا، اوشک سرایی، مریم، محفوظی، غلامرضا، & طالقانی، محمد. (۱۴۰۲). شیوه‌های بانکداری پایدار برای بهبود عملکرد صنعت بانکداری - بررسی ادبیات تا چارچوب مفهومی. مطالعات حسابداری و حسابرسی، ۱۲(۴۷)، ۷۱-۹۰.
- جعفری گرجی، محمد علی، نجف بیگی، رضا، فقیهی، ابوالحسن، کاملی، محمدجواد (۱۴۰۲)، ارائه الگوی توسعه پایدار بانکی در بانک‌های دولتی ایران با تاکید بر بانکداری سبز، مجله مطالعات توسعه اجتماعی ایران، ۱۵ (۲)
- حجاران، فاطمه، رادفر، رضا، دیواندری، علی، فدایی، داوود (۱۴۰۱)، ارائه مدل بانکداری سبز مبتنی بر مؤلفه‌های مدیریت نوآوری برای کسب مزیت رقابتی پایدار، ۵۸ (۱۶)
- جعفری قدوسی، آمنه، کاظمی، سیده سمیه (۱۳۹۶)، بانکداری سبز در بستر اقتصاد سبز، فصلنامه روند، ۲۴ (۷۸)، ۱۰۹-۱۴۴.
- شیخ، عباسعلی، سعیدی، پرویز، عباسی، ابراهیم، نادریان، آرش (۱۴۰۱)، ارائه و تحلیل مدل تامین مالی سبز شرکت‌ها از طریق صنعت بانکداری در راستای استقرار محیط زیست پایدار، ۵۸ (۱۶).

داودی، سید محمد رضا، عابدیان، منصور و کاظمی، ندا (۱۴۰۳). ارتباط تامین مالی سبز و نوآوری سبز در ریسک پذیری شرکت ها با رویکرد نظریه بازیها، مطالعات مدیریت توسعه سبز، انتشار آنلاین،
jgdms.2024.7312.1085/۱۰.۲۲۰۷۷

- Bauer, M. D., Huber, D., Rudebusch, G. D., & Wilms, O. (2022). Where is the carbon premium? Global performance of green and brown stocks. *Journal of Climate Finance*, 1(100006), 100006. doi:10.1016/j.jclimf.2023.100006
- Chakrabarti, G., & Sen, C. (2021). Dynamic market risk of green stocks across regions: Where does the devil lie? In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 303, p. 127028). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127028>
- Hosseini, S. E. (2020). An outlook on the global development of renewable and sustainable energy at the time of COVID-19. In *Energy Research & Social Science* (Vol. 68, p. 101633). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.erSS.2020.101633>
- International Institute of Green Finance (IIGF). (n.d.). Which countries lead in green finance? Retrieved from <https://iigf-china.com/which-countries-lead-in-green-finance>
- Jiang, W., Jacobson, M. G., & Langholtz, M. H. (2019). A sustainability framework for assessing studies about marginal lands for planting perennial energy crops. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 13(1), 228-240. <https://doi.org/10.1002/bbb.1948>
- Lamba, A. and Aggarwal, A. (2024), "The Impact of Carbon Neutrality Pledges on Indian Companies' Stock Performance", Sharma, R., Bhardwaj, I., Grima, S., Sachdeva, T., Sood, K. and Özen, E. (Ed.) *Sustainable Development Goals: The Impact of Sustainability Measures on Wellbeing* (Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis, Vol. 113A), Emerald Publishing Limited, Leeds, pp. 195-207.
- Nguyen, T. T. H., Naeem, M. A., Balli, F., Balli, H. O., & Vo, X. V. (2021). Time-frequency comovement among green bonds, stocks, commodities, clean energy, and conventional bonds. In *Finance Research Letters* (Vol. 40, p. 101739). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101739>
- Reboredo, J. C., Ugolini, A., & Ojea-Ferreiro, J. (2022). Do green bonds de-risk investment in low-carbon stocks? In *Economic Modelling* (Vol. 108, p. 105765). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.105765>
- State of Green. (n.d.). The State of Green Transition Index: Comparing countries and cities. Retrieved from <https://stateofgreen.com/en/news/the-state-of-green-transition-index-comparing-countries-and-cities/>
- Tiwari, A. K., Aikins Abakah, E. J., Gabauer, D., & Dwumfour, R. A. (2022). Dynamic spillover effects among green bond, renewable energy stocks and carbon markets during COVID-19 pandemic: Implications for hedging and investments strategies. In *Global Finance Journal* (Vol. 51, p. 100692). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2021.100692>
- Xu, Y., & Li, X. (2023). Green or grey stocks? Dynamic effects of carbon markets based on Chinese practices. In *Empirical Economics* (Vol. 65, Issue 6, pp. 2521–2547). Springer Science and Business Media LLC.
- Zhu, L., Luo, J., Dong, Q., Zhao, Y., Wang, Y., & Wang, Y. (2021). Green technology innovation efficiency of energy-intensive industries in China from the perspective of shared resources: Dynamic change and improvement path. In *Technological Forecasting and Social Change* (Vol. 170, p. 120890). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120890>
- Boffo, R., & Patalano, R. (2020). ESG Investing: Practices, Progress and Challenges. OECD.
- European Commission. (2020). EU Taxonomy for Sustainable Activities.
- Zhang, D., Zhang, Z., & Managi, S. (2021). Green finance in China: Overview and policy recommendations.

Dynamic Risk Analysis of the Green Stock Market Based on Probabilistic Simulation of Dynamic Bayesian Networks

Ebrahim Baghi

Department of Financial Engineering, Kish International Branch, Islamic Azad University, Kish Island, Iran
puyabaghi@yahoo.com

Zohreh Hajjha*

Professor, Department of Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(corresponding author)
drzhajha@gmail.com

Reza Tehrani

Professor, Management and Insurance Group, Faculty of Management, Tehran University, Tehran, Iran
rtehrani@ut.ac.ir

Abstract

The present study provides a comprehensive analysis of the potential for developing the green stock market in Iran and the barriers faced by issuers and investors entering this market, ultimately presenting a dynamic risk model for the green stock market. In the first phase, semi-structured interviews were conducted with 24 stakeholders, including financial institutions, government entities, investment companies, individual and institutional investors, potential issuers, and intermediaries, to explore general perspectives on green stocks and their challenges. In the second phase, interviews were conducted with 35 auditors, regulatory experts from the Securities and Exchange Organization, and sustainability researchers to gather specialized insights on the components of green stock market development in Iran. The interviews were initially conducted through purposive sampling, followed by snowball sampling. Based on the results, five key risk domains affecting the green stock market were identified, including risks in agriculture, banking and non-banking sectors, infrastructure facilities, renewable energy, and real estate and construction. Subsequently, using conditional probability-based simulation (1,000 iterations) and assigning utility coefficients to risk states ($H=1$, $M=0.5$, $L=0$), it was determined that the "Real Estate and Construction" node, with a utility of 0.72, had the highest risk, while the "Banking and Non-Banking" node, with a utility of 0.60, had the lowest risk. The total risk of the model in the (H) state reached 56.373%. Risk dispersion in the "Infrastructure Facilities" and "Renewable Energy" nodes was also significant, while the least variation was observed in the "Banking and Non-Banking" node.

Keywords: Green Stock Market, Sustainable Investment, Sustainable Development, Green Economic Growth

