



The Relationship Between Green Financing and Green Innovation: A Game Theory Approach to Companies' Risk-Taking Behavior

Sayyed Mohammad Reza Davoodi ^{1*}, Mansour Abedian ², Neda Kazemi³

1.Associate Professor Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran.

2.Associate Professor Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

3.MA. Candidate Department of Management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran.

*Corresponding author, Email: smrdavoodi@ut.ac.ir

Keywords:

Green Financing; Green
Innovation; Organizational
Risk Taking; Game Theory.

Introduction

Today, the greenness of the economy aligns with people's development in business and infrastructure, holding a special place aimed at protecting the environment while promoting economic growth and investment. In recent years, significant attention has been paid to green financing. Companies opting for green innovation may encounter higher risks due to the elevated costs associated with green technology innovation, including substantial initial investments in green projects and the spillover effects of green innovative products. Risk tolerance emerges as a critical factor in this context. However, the interplay between green financing, green innovation, and risk-taking has been underexplored in existing studies. Green innovation encompasses unique or modified systems, processes, products, and practices that provide environmental benefits and contribute to sustainability. It reflects an organization's capabilities and environmental actions. The dynamic game model serves as a powerful analytical tool to examine the choices of various stakeholders simultaneously. This study adopts a theoretical analysis framework based on two key considerations: first, using evolutionary game theory to explore how green financing influences the choice of innovation modes, explaining why it affects green innovation behavior but not general innovation behavior; second, demonstrating how market equilibrium shifts toward green innovation by accounting for firms' competitive dynamics.

Methodology

This study follows three fundamental steps: (1) identifying green components in the banking industry, (2) analyzing the impact of green financing on green innovation through game theory, and (3) examining the role of risk tolerance in green financing and innovation. Using the Delphi method, we identified effective green components within the banking sector through case studies of two Isfahan dairy companies—Pegah Isfahan and Aalist Najaf Abad—that produce homogeneous dairy products. We discuss strategy selection and dynamic evolution in green technology innovation, focusing on evolutionary equilibrium strategies. A game theory model was employed to investigate the relationship between green innovation and green financing, followed by an analysis of how companies' risk-taking behaviors influence these dynamics. Robust standard errors and cluster standard errors were utilized to estimate Tobit and Poisson models, with results presented using MATLAB software.

Received:

17/Feb/2024

Revised:

12/May/2024

Accepted:

09/Jul /2024

Findings

The proposed game theory model demonstrates that enhanced green financing increases the likelihood of companies initially adopting green innovation modes. Additionally, our findings indicate that the positive impact of green finance on green innovation is stronger for firms with lower risk tolerance levels. Furthermore, the effect is more pronounced when enterprises exhibit reduced risk-taking tendencies. These insights offer valuable guidance for advancing green development. The conclusions remain robust across various estimation methods, explanatory variables, and sensitivity analyses.

Discussion and Conclusion

The game theory model presented herein confirms that green financing in the banking industry effectively promotes green innovation. Empirical results from the studied companies corroborate the theoretical analysis. Lower organizational risk-taking amplifies the impact of green finance on green innovation, providing actionable insights for sustainable development. Regarding the financial mechanisms supporting green technology innovation, the following recommendations are proposed:

1. Governments should regulate subsidies transparently to support green finance development by launching targeted financial subsidy programs and establishing performance evaluation systems.
2. Pilot policies in green finance zones can foster industrial growth, leveraging market-oriented mechanisms such as national carbon trading markets to incentivize the conversion of green innovation value into economic benefits.
3. To engage more stakeholders in green financing ecosystems, capital sources must be diversified, attracting broader market participation. Simultaneously, enterprises should enhance risk management, secure low-cost financing, and utilize operational resources to develop green technologies, thereby improving self-sufficiency.

Finally, integrating environmental costs and benefits into financial decision-making is essential. Redirecting financial flows away from polluting activities and toward environmentally beneficial initiatives will strengthen the green economy. Limitations of this study include reliance on data from a single organization within the Iranian dairy industry, which restricts generalizability. The framework reflects local expert perspectives, so results may vary in other contexts or populations. Moreover, since the data were collected during a specific time period, extending the findings to other periods requires caution.



How to cite this article:

Davoodi, M.R., Abedian, M., & Kazemi, N. (2025) The Relationship Between Green Financing and Green Innovation: A Game Theory Approach to Companies' Risk-Taking Behavior. *Green Development Management Studies*, 4(1), 23-48. <https://doi.org/10.22077/jgdms.2024.7312.1085>





ارتباط تأمین مالی سبز و نوآوری سبز در ریسک‌پذیری شرکت‌ها با رویکرد نظریه بازی‌ها

سید محمدرضا داودی^{۱*}، منصور عابدیان^۲، ندا کاظمی^۳^۱ دانشیار، گروه آموزشی مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهقان، دهقان، ایران^۲ استادیار، گروه آموزشی فنی و مهندسی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، نجف‌آباد، ایران^۳ کارشناسی‌ارشد، گروه آموزشی مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهقان، دهقان، ایران* ایمیل نویسنده مسئول: smrdavoodi@ut.ac.ir

چکیده

واژگان کلیدی:

تأمین مالی سبز؛ نوآوری سبز؛ ریسک‌پذیری سازمانی؛ نظریه بازی.

در دهه‌های اخیر یکی از دغدغه‌های جوامع انسانی حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار زیست‌محیطی است. در این میان صنعت بانکداری با در نظر گرفتن ریسک زیست‌محیطی در تأمین مالی شرکت‌ها، نقش مهمی در حفظ محیط‌زیست و حرکت به‌سوی اقتصاد سبز دارد. تأمین مالی سبز به‌عنوان یکی از ابعاد بانکداری سبز است که می‌کوشد تا تعادل زیست‌محیطی را با توسعه صنایع و رشد اقتصادی بهبود بخشد. هدف این مقاله بررسی ارتباط تأمین مالی سبز و نوآوری سبز در ریسک‌پذیری شرکت‌های لبنیاتی با رویکرد نظریه بازی است. در این پژوهش با به‌کارگیری روش دلفی و مصاحبه با خبرگان مولفه‌های مؤثر بر تأمین مالی سبز از دید صنعت بانکداری در شرکت‌های لبنیاتی در قالب ۱۹ مقوله شناسایی و رتبه بندی گردید. سپس با استفاده از نظریه بازی تکاملی در دو شرکت لبنیاتی انتخابی، این نتیجه حاصل می‌شود که تأمین مالی سبز نقش مهمی در ترویج نوآوری سبز از هر دو جنبه نظری و تجربی دارد. در نهایت این مقاله شواهدی در سطح خرد برای بررسی تأثیر ریسک‌پذیری شرکتی بر رابطه بین تأمین مالی سبز و نوآوری سبز مشخص نموده و نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که سطح ریسک‌پذیری پایین‌تری دارند، تأمین مالی سبز تأثیر مثبت قوی‌تری بر نوآوری سبز آنها خواهد داشت. نتیجه‌گیری پس از آزمون پایداری با تغییر روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای توضیحی، توضیح متغیرها و به‌کارگیری مدل‌های مختلف برای برآورد معتبر است.

تاریخ دریافت:

۲۸ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ بازنگری:

۲۳ اردیبهشت ۱۴۰۳

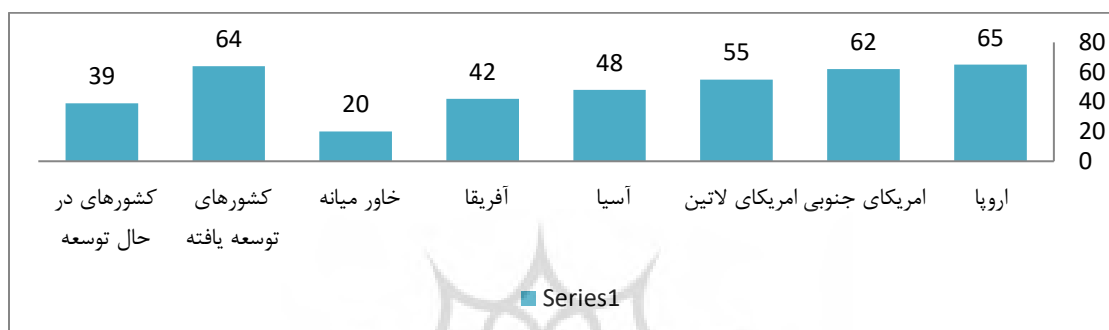
تاریخ پذیرش:

۱۹ تیر ۱۴۰۳



مقدمه

با عمیق‌تر شدن درک علمی از پیوند بین تغییرات آب و هوا و پایداری محیطی، توسعه‌ی کم‌کربن به یک اجماع جهانی تبدیل شده‌است (وو و همکاران، ۲۰۲۰، ۴۵۰؛ بای و لین، ۲۰۲۲). تأمین مالی سبز از طریق بانکداری به‌عنوان یک روش شناخته شده برای ترویج توسعه پایدار در سراسر جهان در حال رشد است و به‌شکل روزافزون مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس یک گزارش جدید، شاخص تأمین مالی سبز جهانی نامنظم و متفاوت است. طبق نمودار ۱، کشورهای توسعه یافته در این زمینه به‌طور متوسط ۲۵۰ امتیاز بالاتر از کشورهای در حال توسعه دارند. اروپا و پس از آن آمریکای شمالی بالاترین امتیاز را دارند. خاورمیانه با ۲۰۰۶ کمترین امتیاز را دارد.



شکل ۱- میانگین امتیازات تأمین مالی سبز بر اساس گروه کشور (لین و بای، ۲۰۲۳)

کشورهای توسعه یافته به دلیل اکتشاف اولیه بهتر از کشورهای در حال توسعه عمل می‌کنند. کشورهای توسعه یافته در جزئیات تلاش‌های تأمین مالی سبز خود متفاوت هستند. تأکید آنها بر ساخت و ساز بلندمدت، ساخت بازار یک سیستم تأمین مالی سبز را بیشتر ترویج می‌کند. درک تأمین مالی سبز در کشورهای در حال توسعه هنوز یکپارچه نیست و فاقد ارزیابی کمی جامع است. در سال‌های اخیر با افزایش تقاضا برای تأمین مالی سبز در بازار، حمایت از سیاست‌ها افزایش یافته است که عمدتاً به دلیل آگاهی بیشتر از مسائل زیست‌محیطی است. در مواجهه با مشکلات منابع و محیط‌زیست، توسعه سبز و ساخت تمدن اکولوژیکی به اهداف استراتژیک مهم تبدیل می‌شوند. (یانگ و همکاران ۲۰۲۳).

سرمایه‌گرایی و ادغام صنعت از ویژگی‌های تأمین مالی سبز هستند. این موضوع سرمایه را از صنایع عقب مانده به درون صنایع سبز هدایت می‌کند، تحول صنعتی را تحقق بخشیده و بر تصمیم‌گیری شرکت‌ها تأثیر می‌گذارد. ادبیات اخیر نشان داده‌اند که تأمین مالی سبز می‌تواند بهره‌وری کل عوامل سبز را بهبود بخشد (لی و همکاران ۲۰۲۲^۴، توسعه اقتصادی را تسهیل کند (یانگ و همکاران ۲۰۲۱^۵)، و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را ارتقا بخشد (نی و همکاران ۲۰۱۶^۶، ۶۸۰؛ (لی و همکاران ۲۰۲۲^۷). با توجه به اهمیت و ضرورت، نوآوری سبز به یک اولویت استراتژیک برای سازمان‌ها تبدیل شده‌است تا از زوال محیط‌زیست جلوگیری کند، در منابع صرفه‌جویی کند و حتی به ارتقای رشد اقتصادی کمک کند. نوآوری فناوری سبز دارای سرمایه‌گذاری بالاتر، چرخه سود طولانی‌تر

¹ Bai & Lin.

² Lin & Bai.

³ Yang et al.

⁴ Li et al.

⁵ Yang et al.

⁶ Nie et al.

⁷ Li et al.



و مقررات سخت گیرانه تر است (جیانگ و همکاران، ۲۰۲۲، ۳۲۶). اگرچه سرمایه گذاری سبز به تدریج فعالیت های شرکت ها را تغییر داده است، تأثیر سرمایه گذاری سبز بر نوآوری سبز به ویژه از منظر ریسک پذیری شرکت ها به طور کامل مورد مطالعه قرار نگرفته است. تأثیر توسعه مالی سبز بر نوآوری سبز از جمله موارد مورد بررسی توسط سیاست گذاران و پژوهشگران می باشد.

این پژوهش بر پایه داده های دو شرکت لبنیاتی در استان اصفهان از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۲ و سطوح تأمین مالی سبز انجام گرفته و شاخص ریسک پذیری شرکتی را مشخص ساخته و نوآوری های مالی سبز و فناوری سبز را در چارچوب تحلیلی نظریه بازی قرار می دهد. به طور کلی در ادبیات موجود اعتقاد بر این است که شرکت هایی که نوآوری سبز را انتخاب می کنند ممکن است با خطرات بیشتری روبه رو شوند. بر اساس واقعیت، هزینه نوآوری در فناوری سبز بالاتر از هزینه عمومی است، از جمله سرمایه گذاری بیشتر در مراحل اولیه پروژه های سبز و سرریز محصولات سبز نوآورانه. درجه ریسک پذیری یک عامل بسیار مهم است که باید در نظر گرفته شود. این پژوهش تأثیر سطوح ناهمگون ریسک پذیری شرکتی را بر رابطه بین آنها مورد بحث قرار می دهد. دستاوردهای اصلی این پژوهش را می توان در سه نکته زیر خلاصه کرد: ابتدا مولفه های مؤثر بر تأمین مالی سبز از دید صنعت بانکداری در شرکت های لبنیاتی مشخص می گردند سپس بر اساس تئوری بازی های تکاملی، تأثیر تأمین مالی سبز را بر انتخاب حالت نوآوری مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. بر پایه ماتریس مطلوبیت، احتمال اجرای استراتژی هر بازیکن در نظر گرفته شده، معادلات همسان ساز به دست آمده و استراتژی تعادل تکامل مدل بازی مورد تحلیل قرار می گیرد. سوم، تأثیر ریسک پذیری شرکت ها را با توجه به عوامل تعدیل کننده بر تأمین مالی سبز و نوآوری سبز مورد بحث قرار می دهد. برخی از مطالعات قبلی تنها یک شاخص را در نظر گرفته اند (و انگ و همکاران، ۲۰۱۷، ۱۱۳)، (و انگ و همکاران، ۲۰۲۱، ۲۶۸) و شاخص های ترکیبی مفهوم مالی سبز را به طور کامل پوشش نداده اند (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۲). بر اساس ادبیات پیشین، این پژوهش شاخص های ترکیبی را مورد بررسی قرار داده و تأثیر آن را از منظر ریسک پذیری مورد بحث قرار می دهد. بررسی تأثیر تأمین مالی سبز بر نوآوری فناوری سبز دارای اهمیت مهمی است که به سیاست گذاران کمک می کند تا اهداف سیاستی مختلف را هماهنگ و تدوین کنند. در این مقاله در ادامه به مرور ادبیات پرداخته شده است. روش شناسی در بخش ۳ توضیح داده شده و تجزیه و تحلیل داده ها در بخش ۴ انجام گردیده و در بخش آخر نتیجه ارائه می گردد.

تأمین مالی سبز، یک مفهوم است که به استفاده از منابع مالی برای پروژه ها و فعالیت هایی اشاره دارد که در جهت حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار هستند. این نوع تأمین مالی برای پروژه هایی مانند انرژی تجدیدپذیر، کاهش گازهای گلخانه ای، بهبود کارایی انرژی، بازیافت و بازیافت مواد، حمایت می کند.

تأمین مالی سبز می تواند از طریق منابع مختلفی انجام شود. برخی از این منابع عبارتند از:

۱. بانک ها و مؤسسات مالی: برخی بانک ها و مؤسسات مالی، برنامه ها و وام هایی را ارائه می دهند که به پروژه های سبز کمک می کنند. این وام ها معمولاً نرخ بهره کمتری دارند و شرایط بهتری نسبت به وام های معمولی دارند.
۲. سرمایه گذاران خصوصی: سرمایه گذاران خصوصی علاقه مند در پروژه های سبز سرمایه گذاری می کنند. آنها معمولاً سهام یا سهمیه در پروژه ها را خریداری می کنند و در ازای آن سهمیه در سود و منافع پروژه را دریافت می کنند.
۳. سرمایه گذاری اجتماعی: سازمان ها و سرمایه گذاران اجتماعی هدف خود را در ارائه سرمایه برای پروژه های سبز و اجتماعی قرار داده اند. آنها معمولاً به دنبال رسیدن به تأثیر اجتماعی و زیست محیطی مثبت هستند و به پروژه هایی که بتوانند به این اهداف کمک کنند، سرمایه گذاری می کنند.

نوآوری سبز در واقع به نوعی نوآوری اشاره دارد که هدف آن بهبود عملکرد محیط زیستی و کاهش تأثیرات منفی بر محیط زیست است. این نوع نوآوری متمرکز بر توسعه و بهبود فناوری ها، محصولات و خدمات سبز به منظور حداکثر سازگاری با محیط زیست و کاهش مصرف منابع طبیعی و انتشارات گازهای گلخانه ای است. نوآوری سبز شامل طراحی و توسعه فناوری های پاک و کم انرژی،



بهبود کارایی انرژی، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، توسعه سیستم‌های جمع‌آوری و بازیافت پسماندها، ارتقا محصولات بازیافتی و قابل تجدید، تحقیق و توسعه روش‌های نوین کشاورزی و شیوه‌های پایدار در مصرف آب و محافظت از تنوع زیستی و بیشتر است. این نوع نوآوری با عملکردهای محیط‌زیستی یک سازمان و همچنین بهره‌وری اقتصادی و اجتماعی رابطه مستقیم دارد و در کاهش چالش‌های محیط‌زیستی مانند تغییرات آب و هوا و تداوم منابع طبیعی مؤثر است (کمپسیون اتحادیه اروپا، ۲۰۱۵). نوآوری سبز شامل سیستم‌ها، فرایندها، محصولات و شیوه‌های منحصربه‌فرد یا تغییر یافته‌ای است که مزیت را برای محیط‌زیست ایجاد نموده و به پایداری آن کمک می‌کند. نوآوری سبز به توانایی‌های سازمان و اقدامات محیط‌زیستی سازمان تعریف می‌شود.

بانکداری سبز به معنای اجرای فعالیت‌های بانکداری با تمرکز بر عوامل محیط‌زیستی و پایدار است. هدف اصلی بانکداری سبز ارتقای توسعه اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی است. بانکداری سبز سعی می‌کند سنجیده‌ترین راه‌ها برای کاهش اثرات منفی بانکداری بر محیط‌زیست ارائه کند و در عین حال به توسعه پایدار کمک کند. برخی از ویژگی‌ها و فعالیت‌های بانکداری سبز شامل موارد زیر می‌شود:

۱. ارزیابی ریسک زیست‌محیطی: بانک‌ها در فعالیت‌های خود نقش مهمی در ارزیابی و سنجش ریسک‌های زیست‌محیطی دارند. آن‌ها باید بررسی کنند که چگونه فعالیت‌های مالی و سرمایه‌گذاری‌هایشان می‌تواند تأثیرات نامطلوبی بر محیط‌زیست داشته باشد و راه‌هایی را برای کاهش این تأثیرات پیشنهاد دهند.

۲. تسهیل سرمایه‌گذاری در پروژه‌های پایدار: بانکداری سبز تلاش می‌کند تا سرمایه‌گذاری در پروژه‌هایی که به توسعه پایدار کمک می‌کنند را تسهیل کند. این پروژه‌ها ممکن است شامل انرژی‌های تجدیدپذیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی، حفاظت از منابع آب، حفاظت از تنوع زیستی و سایر زمینه‌های مرتبط با محیط‌زیست باشد.

۳. تسهیل اعطای وام‌های سبز: بانک‌ها می‌توانند برنامه‌ها و قراردادهای وام سبز را ارائه کنند که شرایط مقرون‌به‌صرفه‌تر برای پروژه‌های پایدار دارند.

۴. مدیریت مستمر عملکرد زیست‌محیطی: بانک‌ها می‌توانند سیستم‌ها و مکانیزم‌هایی را برای مانیتورینگ مداوم عملکرد زیست‌محیطی خود ایجاد کنند. این اقدام شامل موارد زیر است:

- تشویق به استفاده از سیستم‌های پرداخت الکترونیکی و کاهش استفاده از نقدی
- حمایت از تحقیق و توسعه و فناوری‌های پایدار: بانک‌ها می‌توانند برنامه‌ها و سیاست‌هایی را تدوین کنند که به تحقیق و توسعه فناوری‌های پایدار کمک کنند.

- ارائه آموزش و آگاهی: بانک‌ها می‌توانند برنامه‌های آموزشی و آگاهی را درباره مسائل محیط‌زیست و پایداری برای مشتریان، کارکنان و جامعه به‌طور کلی، ارائه دهند.

ریسک‌پذیری شرکت‌ها به میزان آمادگی و تمایل یک شرکت برای پذیرش و مدیریت مخاطرات در راستای دستیابی به اهداف و استراتژی‌هایش اشاره دارد. شرکت‌ها در جهت رشد و توسعه خود با مجموعه‌ای از ریسک‌ها و مخاطرات روبه‌رو هستند که ممکن است تأثیر مستقیم یا غیرمستقیمی بر عملکرد و سودآوری آن‌ها داشته باشد.

تعیین میزان ریسک‌پذیری یک شرکت به عوامل متعددی بستگی دارد، از جمله:

۱. صنعت و محیط عملکرد: صنعت و محیط عملکرد شرکت تأثیر قابل توجهی بر میزان ریسک‌پذیری آن دارد. به‌طور کلی، صنایع پیشرفته و نوظهوری ممکن است مواجهه با ریسک‌های بیشتری داشته باشند که نیاز به ریسک‌پذیری بیشتری دارند. همچنین، شرکت‌هایی که در بازارهای پویا و رقابتی فعالیت می‌کنند، ممکن است برای رقابت و رشد مناسب، ریسک‌پذیری بیشتری انجام دهند.



۲. هدف‌ها و استراتژی‌های شرکت: هدف‌ها و استراتژی‌های شرکت نیز نقش مهمی در تعیین میزان ریسک‌پذیری آن دارند. شرکت‌هایی که به دنبال رشد سریع و افزایش سهم بازار هستند، ممکن است برای دستیابی به این اهداف، ریسک‌های بیشتری را به جای بیاورند و سرمایه‌گذاری‌های بزرگ‌تری را انجام دهند.

۳. ساختار سازمانی و فرهنگ شرکت: ساختار سازمانی و فرهنگ شرکت نیز می‌توانند تأثیرگذار باشند. شرکت‌هایی که ساختار سازمانی پویا و انعطاف‌پذیری دارند و فرهنگی پذیرا نسبت به ریسک و نوآوری دارند، ممکن است بهتر بتوانند ریسک‌های جدید را شناسایی و مدیریت کنند.

۴. توانایی مالی و منابع: توانایی مالی و منابع مالی شرکت نیز نقش مهمی در ریسک‌پذیری ایفا می‌کند. شرکت‌هایی که دسترسی به منابع مالی مناسبی دارند و قادر به تأمین سرمایه‌گذاری‌های لازم برای ریسک‌های بزرگ هستند، می‌توانند ریسک‌پذیری بیشتری داشته باشند.

۵. قوانین و مقررات: قوانین و مقررات مربوط به صنعت و حوزه فعالیت شرکت می‌توانند میزان ریسک‌پذیری را تحت تأثیر قرار دهند. برخی صنایع با مقررات سخت و دشواری روبه‌رو هستند که ممکن است ریسک‌پذیری را محدود کنند.

تأمین مالی سبز، نوآوری سبز و بانکداری سبز همگی به منظور کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست و توسعه پایدار مورد توجه قرار می‌گیرند. این سه عنصر تنها به یکدیگر مرتبط نیستند، بلکه تعاملات و ارتباطات متقابلی با یکدیگر دارند و می‌توانند بهبود و تقویت همدیگر را در راستای ریسک‌پذیری شرکت‌ها ایجاد کنند. برای بهتر درک این ارتباطات، به توضیحات زیر توجه کنید:

۱. تأمین مالی سبز: تأمین مالی سبز مربوط به فرآیند حمایت مالی از پروژه‌ها و فعالیت‌هایی است که به منظور کاهش اثرات منفی بر محیط‌زیست و افزایش پایداری انجام می‌شود. این منابع مالی ممکن است از طریق بانک‌ها، صندوق‌های سرمایه‌گذاری اختصاصی سبز، سرمایه‌گذاری اجتماعی، اوراق بهادار سبز و سایر مکانیزم‌های مالی سبز تأمین شود. تأمین مالی سبز به شرکت‌ها امکان می‌دهد تا پروژه‌ها و فعالیت‌های سبز و نوآورانه خود را پیاده سازی کنند.

۲. نوآوری سبز: نوآوری سبز به ایجاد و بهبود فناوری‌ها، محصولات، فرآیندها و سرویس‌هایی اشاره دارد که در جهت کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست و افزایش پایداری مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوآوری سبز می‌تواند باعث افزایش کارآمدی منابع طبیعی، کاهش آلودگی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، استفاده از منابع تجدیدپذیر و محافظت از تنوع زیستی شود. شرکت‌ها با انجام فعالیت‌های نوآوری سبز، می‌توانند بهبود عملکرد محیطی خود را دست یابند و در عین حال مزیت رقابتی را نیز به دست آورند.

۳. بانکداری سبز: بانکداری سبز به معنای ارائه خدمات مالی توسط بانک‌ها با رویکرد پایدار، محیط‌زیستی و اجتماعی است. بانک‌ها از طریق سیاست‌ها و محصولات مالی سبز، که شامل وام‌های سبز، سرمایه‌گذاری‌های مسئولانه و سایر محصولات مالی مرتبط با محیط‌زیست هستند، به شرکت‌ها در تأمین منابع مالی برای پروژه‌ها و فعالیت‌های سبز کمک کنند. بانکداری سبز می‌تواند در ارائه وام‌ها و محصولات مالی سبز به شرکت‌ها و نوآوران سبز نقش اساسی ایفا کند.

۴. ریسک‌پذیری شرکت‌ها: ریسک‌پذیری شرکت‌ها به میزان آمادگی شرکت‌ها برای مواجهه با ریسک‌های مختلف و انجام فعالیت‌های نوآورانه و پیشرو مرتبط با آنها اشاره دارد. در محیط کسب و کار، شرکت‌ها با مواجهه با ریسک‌های مالی، عملیاتی، محیط‌زیستی و اجتماعی روبه‌رو می‌شوند. این ریسک‌ها می‌توانند شامل تغییرات قوانین و مقررات محیط‌زیستی، تغییرات در نیازهای مشتریان، تغییرات ناگهانی در بازار و سایر عوامل باشند.

ارتباط بین تأمین مالی سبز، نوآوری سبز، بانکداری سبز و ریسک‌پذیری شرکت‌ها بسیار متقابل است. تأمین مالی سبز و بانکداری سبز می‌توانند به شرکت‌ها در تأمین منابع مالی برای انجام فعالیت‌های نوآورانه و سبز کمک کنند. از طرفی، انجام فعالیت‌های نوآورانه و سبز می‌تواند به شرکت‌ها در ایجاد مزیت رقابتی، جذب سرمایه‌گذاران و کاهش ریسک‌های محیط‌زیستی و عملیاتی کمک کند.



همچنین، شرکت‌هایی که ریسک‌پذیری بالا دارند، ممکن است ترتمایل به انجام فعالیت‌های نوآورانه و سبز داشته‌باشند، زیرا آمادگی برای پذیرش ریسک‌های مشترک با این فعالیت‌ها را دارند. نوآوری سبز می‌تواند نتایج زیست‌محیطی شرکت را بهبود بخشد (پورتر^۱، ۱۹۹۱) و به مسئولیت اجتماعی دست یابد (وو و همکاران، ۲۰۲۲). نوآوری فناوری سبز تأثیر زیست‌محیطی را به چارچوب خروجی وارد می‌کند، که باعث می‌شود شرکت‌ها احتمال بیشتری برای تقویت مزایای فناوری برای تولید محصولات و خدمات سبز داشته‌باشند و حداکثر سود را دنبال کنند (لیو و همکاران، ۲۰۲۰). نوآوری فناوری سبز به شرکت‌ها کمک می‌کند تا رقابت سبز خود را تقویت کنند (کاپلان و اولادی^۲، ۲۰۱۸، ۲۶۳).

ادبیات مرتبط در مورد انگیزه تامین مالی سبز برای ترویج نوآوری شرکت‌های خرد است. به‌عنوان مدیر و ناظر ملی، سیاست مالی سبز دولت بر رفتار نوآورانه شرکت‌ها تأثیر می‌گذارد (لیو و شیونگ^۳، ۲۰۲۲). حفاظت از محیط‌زیست از طریق رویکردهای بازار محور با فعالیت‌های سازمانی مرتبط است (لیو و جیانگ^۴، ۲۰۲۲). از این رو، نوآوری سبز نقش زیادی در ارتقای رشد سبز دارد. بر اساس تئوری پیشینه سازی سود تولیدکنندگان، که توسط منافع مالی حاصل از تامین مالی سبز هدایت می‌شود، تولیدکنندگان فعالانه مزیت‌های فنی محصولات سبز و تولید خدمات سبز را بهبود می‌بخشند، سهم بازار محصولات و خدمات را بهبود می‌بخشند و حداکثر سود را دنبال می‌کنند (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۹؛ دو و همکاران، ۲۰۲۱).

جدول ۱- مروری بر ادبیات اخیر انجام شده در این زمینه‌ها

نام نویسنده	عنوان	تأمین مالی سبز	نوآوری سبز	نظریه بازیها	روش تحقیق	نتایج
سید قاسم سلیمی زاویه، ۱۳۹۸	بررسی رابطه زنجیره تامین سبز با نوآوری سبز و عملکرد سبز	✓	✓		داده‌های ۱۸۵ نمونه شرکت گلدیران جمع آوری شد و برای آزمون فرضیه‌های تحقیق، یک مدل معادلات ساختاری (SEM) به کار برده شد.	زنجیره تامین سبز بر نوآوری سبز و عملکرد سبز تأثیر مثبت دارد.
علی محمدی و همکاران، ۱۴۰۲	ارائه الگوی ریسک تامین مالی جمعی در کسب و کارهای مبتنی بر فینتک	✓			فرایند تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو مرحله شناسایی ریسک تامین مالی جمعی در کسب و کارهای مبتنی بر فینتک، از طریق ابزار مصاحبه و با استفاده از روش تحلیل تم و نیز غربالگری عوامل از طریق ابزار پرسش‌نامه و روش دلفی فازی انجام شد.	ریسک تامین مالی جمعی در کسب و کارهای مبتنی بر فینتک به دو بخش اصلی تقسیم می‌شوند. ریسک عوامل داخلی، و ریسک عوامل خارجی که شامل ریسک بازار، ریسک اقتصاد کلان و عدم هماهنگی در مقررات است.
وحیده عسگری و همکاران، ۱۴۰۱	ارائه مدلی برای بررسی اطمینان بیش از اندازه، اولویت ریسک، رفتار توده‌وار و سرمایه‌گذاری ناکارآمد مدیران (رویکرد مبتنی بر تئوری بازی)			✓	هدف این تحقیق این است مدلی برای بررسی اطمینان بیش از اندازه، اولویت ریسک، رفتار توده‌وار و سرمایه‌گذاری ناکارآمد مدیران مبتنی بر تئوری بازی ارائه نماید. برای دستیابی به این هدف، داده‌ها براساس داده‌های آماری و پرسش‌نامه تهیه و تعداد 320 پرسش‌نامه	نتایج نشان می‌دهد اطمینان بیش از اندازه، اولویت ریسک و رفتار توده‌ای مدیران با سرمایه‌گذاری ناکارآمد رابطه‌ی معناداری دارد. اطمینان بیش از اندازه مدیران، رابطه‌ی میان رفتار

¹ Porter.

² Caplan & Oladi.

³ Liu & Xiong.

⁴ Liu & Zhiang.



نام نویسنده	عنوان	تأمین مالی سبز	نوآوری سبز	نظریه بازیها	روش تحقیق	نتایج
فاطمه حجاران و همکاران، ۱۴۰۱	ارائه مدل بانکداری سبز مبتنی بر مؤلفه‌های مدیریت نوآوری برای کسب مزیت رقابتی پایدار	✓	✓		گردآوری گردید و فرضیات به روش PLS و LINGO مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.	توده‌ای و سرمایه‌گذاری ناکارآمد را تعدیل می‌کند.
جباری و نوبری، ۱۳۹۹	شناسایی و رتبه بندی عوامل سرمایه‌گذاری سبز	✓			این پژوهش با هدف شناسایی و رتبه بندی عوامل تولید ناب - سبز و سرمایه‌گذاری سبز با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP انجام شده‌است.	سه عامل توسعه مشارکت و تفویض اختیار به کارکنان، بهبود مستمر فرآیند ارائه خدمات و استقرار سیستم مدیریت زیست‌محیطی مهم‌ترین عوامل در کاهش کلیه گروه‌های مختلف ابعاد ارزیابی در سیستم تولید ناب - سبز به‌شمار می‌آید.
کریم اسلاملوئیان و استادزاد، ۱۳۹۴	مالیات سبز در بخش‌های انرژی و کالای نهایی در ایران: با رویکرد نظریه بازی	✓	✓	✓	این مطالعه طراحی الگوی مناسب و محاسبه مقدار بهینه مالیاتهای سبز غیر مستقیم برای اقتصاد ایران با استفاده از نظریه بازیها می‌باشد.	بر اساس نتایج به‌دست‌آمده نرخ بهینه مالیات سبز در سال ۱۳۹۴ حدود ۹ درصد تولید کالاهای نهایی برآورد می‌گردد.
سعد بالحسن و همکاران، ۲۰۲۲	بهینه سازی قراردادهای اشتراک‌گذاری اکتشاف و تولید با استفاده از راه حل‌های Maxi-Min و Nash			✓	در این مقاله شرکت ملی نفت طرف اول (FP) و شرکت بین المللی نفت طرف دوم (SP) است. هدف این مقاله بررسی استفاده از نظریه بازی برای به‌دست آوردن بهترین توافق بین FP و SP به‌منظور افزایش همکاری و کاهش تعارض است.	این مطالعه تأثیر ۹ عامل (مسئله) مذاکره در EPSA را بر تابع بازده کل، ارزش فعلی خالص (NPV) و نرخ بازده داخلی (IRR) برای هر دو طرف بررسی می‌کند.
چین-هسین یو و همکاران، ۲۰۲۱	تقاضا برای تأمین مالی سبز: رفع محدودیت‌های تأمین مالی در نوآوری سبز در چین	✓	✓	✓	تجزیه و تحلیل تجربی این مقاله بر اساس مجموعه داده‌های پانل شرکت‌های صنعتی فهرست‌شده چینی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ است. شاخص‌های ایجاد یک شاخص ترکیبی از محدودیت‌های تأمین مالی از صورت‌های مالی، از جمله ترازنامه، صورت‌های درآمد و صورت‌های جریان نقدی، همان طور که در گزارش شده‌است، جمع‌آوری می‌شوند.	قابلیت‌های نوآورانه سبز شرکت‌های چینی به‌طور قابل توجهی با محدودیت‌های تأمین مالی محدود شده‌اند، و قابلیت‌های سبزسازی POE نسبت به محدودیت‌های تأمین مالی حساس‌تر از شرکت‌های دولتی است.
کلارنس تولیور و همکاران، ۲۰۲۰	نوآوری سبز و امور مالی در آسیا	✓	✓	✓	میزانی که می‌توانند رشد بهره‌وری چند عاملی سازگار با محیط‌زیست، ثبت اختراع سبز، انتشار اوراق قرضه سبز، سرمایه‌گذاری مستقیم	یافته‌های این مطالعه بینش‌هایی را برای مشارکت‌های آینده در ادبیات



نام نویسنده	عنوان	تأمین مالی سبز	نوآوری سبز	نظریه بازیها	روش تحقیق	نتایج
					خارجی سبز، و افشای اطلاعات زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی را ارتقا دهند، می‌تواند بر روی تغییر آن‌ها به سمت پایداری پارادایم‌های رشد تأثیر گذارد.	نوآوری سبز و امور مالی در سراسر آسیا و در سطح جهان نشان می‌دهد.
جاهل میلکیا و همکاران، ۲۰۱۸	سرمایه‌گذاری سبز و شکست درهمانگ سازی: دیدگاه سرمایه‌گذاران	✓			یک دیدگاه نظری بازی را در مورد چالش راه‌اندازی چنین سرمایه‌گذاری‌هایی ارائه داده است که بازی با یک موازنه نمی‌باشد.	
فرانچسکو لامپرتیا و همکاران، ۲۰۲۱	سه سیاست مالی سبز برای مقابله با خطرات آب و هوایی	✓			یک مدل مبتنی بر عامل مالی کلان برای مطالعه تعامل بین تغییرات آب و هوا، اعتبار و پویایی اقتصادی و آزمایش ترکیبی از مداخلات سیاستی استفاده می‌شود.	ترکیب سه سیاست به چرخه‌ای از کاهش انتشار (خفیف)، بخش مالی پایدار و رشد اقتصادی بالا منجر می‌شود. ابزارهای اضافی برای انطباق کامل با تغییرات اقلیمی مورد نیاز است
مقاله حاضر	ارائه مدلی برای تأمین مالی سبز و نوآوری سبز با رویکرد نظریه بازی‌های تکاملی	✓	✓	✓	در این پژوهش با استفاده از روش دلفی و مصاحبه با خبرگان مولفه‌های مؤثر بر تأمین مالی سبز از دید صنعت بانکداری در شرکت‌های لبنیاتی در قالب ۱۹ مقوله شناسایی و رتبه بندی گردید. سپس با استفاده از نظریه بازی تکاملی در دو شرکت لبنیاتی انتخابی، این نتیجه حاصل می‌شود که تأمین مالی سبز نقش مهمی در ترویج نوآوری سبز از هر دو جنبه نظری و تجربی دارد.	شرکت‌هایی که سطح ریسک‌پذیری پایین‌تری دارند، تأمین مالی سبز تأثیر مثبت قوی‌تری بر نوآوری سبز آنها خواهد داشت.

مقاله‌های ذکر شده در قسمت مرور ادبیات تأمین مالی سبز، نوآوری سبز و تئوری بازیها را به‌طور کامل دربرنگرفته‌اند، به‌عنوان مثال فرانچسکو لامپرتیا و همکاران ۲۰۲۱، در قسمت مرور ادبیات خود فقط تأمین مالی سبز را مورد بررسی قرار داده‌اند، کلارنس تولیور و همکاران ۲۰۲۰، فقط تأمین مالی سبز و نوآوری سبز را در پژوهش خود بررسی کرده‌اند ولی در مقاله حاضر نه‌تنها مقوله تأمین مالی سبز و نوآوری سبز بلکه ارتباط بین آنها نیز مورد مطالعه قرار گرفته و در قسمت روش پژوهش از نظریه بازیها استفاده شده است؛ به‌عبارتی دیگر هدف این مقاله بررسی ارتباط تأمین مالی سبز و نوآوری سبز در ریسک‌پذیری شرکت‌های لبنیاتی با رویکرد نظریه بازی است و شواهدی در سطح خرد برای بررسی تأثیر ریسک‌پذیری شرکتی بر رابطه بین تأمین مالی سبز و نوآوری سبز مشخص نموده و نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که سطح ریسک‌پذیری پایین‌تری دارند، تأمین مالی سبز تأثیر مثبت قوی‌تری بر نوآوری سبز آنها خواهد داشت. قسمت‌های دیگر ادبیات اثرات سطح کلان را بررسی می‌کنند. تأمین مالی سبز به‌طور مؤثر محدودیت‌های تأمین مالی نوآوری سبز را کاهش می‌دهد و یک جریان ثابت از حمایت مالی را فراهم می‌کند (یو و همکاران، ۲۰۲۱)؛ و انگ و همکاران^۱ (۲۰۲۲). بسیاری از ادبیات قبلی تأثیر تأمین مالی سبز بر نوآوری سبز را از منظر منطقه‌ای و ملی نشان داده‌اند. از دیدگاه فوق، تأمین مالی سبز می‌تواند جایگاه برجسته‌ای در فعالیت‌های نوآوری سبز شرکت‌ها داشته‌باشد. به‌طور خلاصه با توجه به

¹ Wang et al.

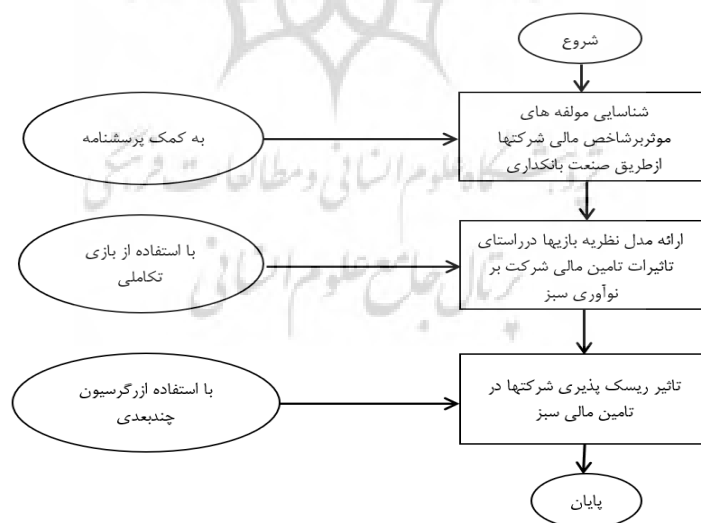


جدول ادبیات پیشین بیشتر این فرضیه را برای مطالعه تجربی مطرح کرده‌اند اما این مشکل را از منظر یک مدل نظری بازی بررسی نکرده‌است. علاوه بر این، هنوز جا برای کاوش بیشتر در مورد عوامل مؤثر بر رابطه بین این دو وجود دارد، مانند ملاحظه‌ی عوامل ریسک‌پذیری شرکت که منجر به غنی‌سازی تحقیقات در این زمینه می‌شوند.

مدل بازی پویا یک ابزار قدرتمند برای بررسی انتخاب‌های بازیکنان مختلف در یک زمان است (تان و همکاران، ۲۰۱۶). مدل تحلیل نظری اتخاذ شده در این مقاله بر اساس ملاحظات زیر است. از یک سوء، با استفاده از یک بازی تکاملی برای مطالعه‌ی تأثیر تأمین مالی سبز بر انتخاب حالت نوآوری، می‌توان به این سؤال پاسخ داد که چرا تأمین مالی سبز بر رفتار نوآوری سبز شرکت‌ها تأثیر می‌گذارد، اما بر رفتار نوآوری عمومی تأثیر نمی‌گذارد. از سوی دیگر، مدل نظری تلاش می‌کند تا نشان دهد که چگونه تعادل بازار به سمت انتخاب نوآوری سبز با در نظر گرفتن اینکه یک شرکت در واقعیت اغلب انتخاب رقبای خود را نیز در نظر می‌گیرد معطوف می‌شود که بیشتر با سناریو واقع بینانه مطابقت دارد. این پژوهش به بررسی این پاسخ می‌پردازد که آیا توسعه تأمین مالی سبز می‌تواند سازمان‌ها را به انتخاب نوآوری سبز بر اساس مدل نظری بازی تشویق کند؟

مواد و روش‌ها

الگوی کلی فرآیند انجام تحقیق در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. به منظور سطح بندی مولفه‌های شناسایی شده مؤثر بر تأمین مالی سبز، ابتدا با بررسی پیشینه و سوابق موجود در این موضوع عوامل مربوطه استخراج گردید. ضمن تنظیم پرسش‌نامه و انجام مصاحبه با ۲۵ نفر از خبرگان و صاحب نظران با استفاده از روش دلفی طی دو راند برگزار شده تعداد ۱۹ مولفه که دارای فراوانی بیشتری از کدها نسبت به بقیه مولفه‌ها بودند به عنوان عوامل و شاخص‌های مؤثر بر تأمین مالی سبز شرکت‌ها از طریق صنعت بانکداری انتخاب شدند در جدول ۲ مولفه‌ها نمایش داده شده‌اند.



شکل ۲- الگوی کلی تحقیق



جدول ۲- مولفه‌های مؤثر تأمین مالی سبز شرکت‌ها از طریق صنعت بانکداری

ردیف	مولفه‌های مؤثر
۱	تسهیم اهداف بلند مدت به میان مدت و کوتاه مدت سبز
۲	نگاه مدیران ارشد بانک‌ها به حوزه تأمین مالی سبز شرکت‌ها
۳	نظارت مستمر بر برنامه‌های سبز بانک‌ها و پیگردهای قانونی مؤثر
۴	اعمال معافیت‌های ویژه جهت بانک‌های عامل سبز
۵	صداقت بانک‌ها در اعلام وظایف و مسئولیت‌های اجتماعی
۶	ارزیابی عملکرد بانک‌ها در حوزه تأمین مالی پروژه‌های سبز
۷	میزان تنوع در سبد محصولات بانک‌ها جهت جذب سپرده‌های سبز
۸	اقدامات انگیزشی جهت افزایش توانمندی کارکنان
۹	شرایط ویژه پروژه‌های سبز و دوره بلندمدت بازگشت سرمایه
۱۰	اولویت دهی طرح‌های با تأمین مالی سبز در بانک‌ها
۱۱	نگاه عمومی به حفظ محیط‌زیست و تمایل سپرده‌گذاری سبز در بانک‌ها
۱۲	التزام عملی بانک‌ها به ارزش‌ها و معیارهای جامعه در حفظ محیط‌زیست
۱۳	منابع مالی مناسب و تخصیص به‌موقع منابع جذب شده به پروژه‌های سبز
۱۴	همسویی قوانین بانک‌ها با سیاست‌های سبز کلان کشور
۱۵	شناخت شرایط موجود و نیازمندی‌های پروژه‌های سبز
۱۶	تمرکز بر ارتقا سطح سلامت محیط‌زیست
۱۷	تمرکز استراتژیک بر جلوگیری از آلاینده‌ها و تخریب محیط‌زیست
۱۸	هدف گذاری سبز بانک‌ها با توجه به رسالت وجودی آنها
۱۹	سیاست گذاری شفاف حفظ محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه‌ای کشور

به‌منظور ساده سازی چارچوب تحلیل، دو شرکت لبنیاتی در استان اصفهان به‌عنوان مورد تحقیق که محصولات لبنی همگن تولید می‌کنند، در نظر گرفته می‌شود. در این مقاله بیشتر در مورد انتخاب استراتژی و تکامل پویا در نوآوری فناوری سبز بحث شده و استراتژی تعادل تکاملی تحلیل می‌شود. فرض بر این است که همه آنها مایل به بهبود رقابت پذیری شرکت‌ها از طریق نوآوری فناورانه هستند و حالت خاص نوآوری فناوری را می‌توان به نوآوری سبز یا نوآوری غیرسبز تقسیم کرد. هزینه نوآوری فناوری سبز در یک موقعیت واقع نگران به بالاتر است، مانند سرمایه‌گذاری بالا در پروژه‌های سبز در مراحل اولیه و سرریز محصولات نوآورانه سبز. علاوه بر این دولت ممکن است یارانه‌های خاصی را برای رفتار نوآورانه شرکت ارائه دهد. تأمین مالی سبز این پتانسیل را دارد که شرکت‌ها را با ارائه مزایای اضافی مانند وام‌های کم بهره و وام‌های با بهره تخفیف خورده ترغیب کند تا در نوآوری سبز شرکت کنند. تفاوت بین تأمین مالی سبز و تأمین مالی سنتی را می‌توان با این تفاوت تقریب زد. از هزینه نهایی ثابت نیز استفاده می‌شود. انتخاب‌های مختلف استراتژی نوآوری فناوری بر موقعیت آن در بازار تأثیر دارند. سازمانی که نوآوری سبز را انتخاب کند، اولین محرک در بازار خواهد بود، در حالی که سازمان‌های دیگر پیرو هستند. نمادهای متناظر بر اساس مفروضات فوق در این مقاله گنجانده شده‌اند. برای شرکت‌ها، هم حالت توسعه نوآوری غیرسبز و هم حالت توسعه نوآوری سبز هزینه‌ها و مزایای خاص خود را تولید می‌کنند. انتخاب استراتژی اجرای نوآوری سبز منجر به هزینه m_1 می‌شود. هزینه انجام شده توسط انجام نوآوری غیرسبز به صورت $m_2 (m_1 > m_2)$ نشان داده می‌شود. با فرض هزینه تولید شرکت اول برابر C_1 ، هزینه تولید سازمان ۲ برابر C_2 ، رابطه بین این دو را می‌توان



به صورت $C_2 = C_1 + \Delta c$ بیان کرد. نوآوری سازمانی می‌تواند یارانه‌های مربوطه را دریافت کند، اما نرخ یارانه نوآوری سبز و نوآوری غیرسبز متفاوت است. نرخ یارانه نوآوری غیرسبز به صورت s_1 نشان داده می‌شود و دیگری s_2 است. سطح تأمین مالی سبز با θ ($\theta > 0$) نشان داده می‌شود. پس نرخ یارانه نوآوری در فناوری سبز را می‌توان به صورت $s_2 = (1 + \theta)s_1$ بیان کرد که در $0 < s_1, s_2 < 1$ است. فرض کنید مقدار کل عرضه محصول بازار تابع Q باشد. میزان محصول شرکت اول به صورت q_1 نشان داده می‌شود. محصول شرکت دوم q_2 است. از آنجایی که فرض می‌شود این دو شرکت در یک محیط انحصار دوتایی قرار دارند، $Q = q_1 + q_2$ صدق می‌کند. فرض می‌شود که قیمت تابع تقاضای معکوس کل محصول است که به صورت $P(Q) = a - (q_1 + q_2)$ نشان داده می‌شود. علاوه بر این، فرض می‌شود که تابع هزینه C یک تابع محدب از کل محصول است، که به معنای $c_i(q_i) = c_i q_i, i = 1, 2$ است.

اول، انتخاب استراتژی حالت نوآوری متفاوت

با فرض اینکه شرکت اول نوآوری سبز را انتخاب کند و شرکت دوم نوآوری غیرسبز را انتخاب کند، شرکت اول رهبر بازار است و به دنبال آن شرکت دوم قرار دارد. این بازی پویا با یک توالی تصمیم‌گیری مداوم، مدل بازی استکلبرگ^۱ را تشکیل می‌دهد. پس تابع سود شرکت‌ها در بازار را می‌توان به صورت معادله (۱) نوشت.

$$n_i(q_i, q_j) = P(Q)q_i - C_i(q_i), i, j = 1, 2 \quad (1)$$

در نظریه بازیها با در نظر گرفتن فرض عقلایی بودن شرکت‌کنندگان، معادلات (۲) و (۳) به ترتیب عباراتی برای حداکثر کردن سود شرکت هستند.

$$\begin{aligned} \max \pi_2(q_1 + q_2) &= P(Q)q_2 - C_2(q_2) \\ \max \pi_1(q_1 + q_2(q_1)) &= P(Q)q_1 - C_1(q_1) \end{aligned} \quad (2) \quad (3)$$

بر اساس شرط مرتبه اول حداکثر کردن تابع سود، می‌توان دریافت که وقتی هر دو شرکت پگاه و عالیست استراتژی‌ها را در حالت تعادل اجرا می‌کنند، حاصل تعادلی به ترتیب در معادلات (۴) و (۵) نشان داده می‌شود.

$$\begin{aligned} q_1^s &= \frac{a - 2C_1 + C_2}{2} \\ q_2^s &= \frac{a - 3C_2 + C_1}{4} \end{aligned} \quad (4) \quad (5)$$

معادله (۶) قیمت تعادلی محصولات در بازار را نشان می‌دهد.

$$p = \frac{a + 2C_1 + C_2}{4} \quad (6)$$

توابع درآمد کل دو شرکت پس از در نظر گرفتن هزینه‌های نوآوری به ترتیب در معادلات (۷) و (۸) نشان داده شده‌اند.

$$\pi_{12}^{(1)} = \frac{(a - 2C_1 + C_2)^2}{8} - (1 - s_1)m_1 \quad (7)$$

$$\pi_{12}^{(2)} = \frac{(a - 3C_2 + C_1)^2}{16} - (1 - s_2)m_2 \quad (8)$$

در مقابل، اگر شرکت عالیست اولین محرک در بازار باشد و اولین اقدام را انجام دهد، خروجی زمانی که آنها به تعادل بازی برسند به ترتیب در معادلات (۹) و (۱۰) نشان داده می‌شود.

¹ Stackelberg



(۹)

$$q_1^s = \frac{a-3C_1+C_2}{4}$$

(۱۰)

$$q_2^s = \frac{a-2C_2+C_1}{2}$$

قیمت تعادلی محصولات در بازار در رابطه (۱۱) نشان داده شده است.

$$p = \frac{a+2C_2+C_1}{4} \quad (۱۱)$$

توابع کل درآمد دو شرکت به ترتیب در معادلات (۱۲) و (۱۳) نشان داده شده است.

$$\pi_{21}^{(1)} = \frac{(a-3C_1+2C_2)^2}{16} - (1-s_2)m_2 \quad (۱۲)$$

$$\pi_{21}^{(2)} = \frac{(a-1C_1+C_1)^2}{8} - (1-s_1)m_1 \quad (۱۳)$$

دوم، انتخاب استراتژی حالت نوآوری مشابه

اگر شرکت اول و شرکت دوم نوآوری سبز را انتخاب کنند، هزینه‌ای که باید پرداخت شود m_x است. با فرض اینکه چنین وضعیت رهبر و پیرو به یک اندازه برای دو شرکت امکان‌پذیر باشد، کل توابع درآمد دو شرکت در معادلات (۱۴) و (۱۵) نشان داده شده است.

$$\pi_{11}^{(1)} = \frac{(a-3C_1+C_2)^2}{16} + \frac{(a-3C_1+C_2)^2}{32} - (1-s_1)m_1 \quad (۱۴)$$

$$\pi_{11}^{(2)} = \frac{(a-3C_2+2C_1)^2}{32} + \frac{(a-2C_2+C_1)^2}{16} - (1-s_1)m_1 \quad (۱۵)$$

در حالت مخالف با مدل بازی کورنات مطابقت دارند. توابع کل درآمد دو شرکت در معادلات (۱۶) و (۱۷) نشان داده شده است.

$$\pi_{22}^{(1)} = \frac{(a-2C_1+C_2)^2}{9} - (1-s_2)m_2 \quad (۱۶)$$

$$\pi_{22}^{(2)} = \frac{(a-C_1+2C_2)^2}{9} - (1-s_2)m_2 \quad (۱۷)$$

سوم، حل و تحلیل مدل نظریه بازی

ماتریس بازده بازی بین شرکت اول و دوم به دست آمده و بازی تطبیق تصادفی بین گروه‌هایی که توسط شرکت اول و دوم تحت عقلانیت محدود نشان داده می‌شوند، بیشتر بررسی می‌شود. فرض کنید فضای استراتژی گروه ۱ {نوآوری سبز، نوآوری غیرسبز} باشد. احتمال انتخاب نوآوری سبز x ($0 < x < 1$) و احتمال نوآوری غیرسبز $(1-x)$ است. همچنین احتمال انتخاب نوآوری سبز در گروه دوم y ($0 < y < 1$) و احتمال نوآوری غیرسبز $(1-y)$ است. همان طور که در معادله (۱۸) نشان داده شده است، انتظار نوآوری سبز گروه ۱، U_{y1} باشد.

$$U_{y1} = x\pi_{11}^{(2)} + (1-x)\pi_{21}^{(2)} \quad (۱۸)$$

رابطه (۱۹) انتظار نوآوری غیرسبز گروه ۲، U_{y1} می‌باشد.

$$U_{y2} = x\pi_{12}^{(2)} + (1-x)\pi_{22}^{(2)} \quad (۱۹)$$

میانگین بازده مورد انتظار برای گروه ۲، معادله (۲۰) نشان داده شده است، U_y است.

(۲۰)

$$y_2 = yU_{y1} + (1-y)U_{y2}$$

به همین ترتیب، همان طور که در معادله (۲۱) و معادله (۲۲) نشان داده شده است، انتظار نوآوری سبز گروه ۱، U_{x1} انتظار

نوآوری غیرسبز از گروه ۱، U_{x2} است.



$$U_{x1} = y\pi_{11}^{(1)} + (1-y)\pi_{12}^{(1)} \quad (21)$$

$$U_{x2} = y\pi_{21}^{(1)} + (1-y)\pi_{22}^{(1)} \quad (22)$$

میانگین بازده مورد انتظار برای گروه ۱، U_x است که در معادله (۲۰) نشان داده شده است.

$$U_x = xU_{x1} + (1-x)U_{x2} \quad (23)$$

معادلات دینامیکی همانندسازی گروه ۱ و ۲ به دست می آیند که در معادلات (۲۴) و (۲۵) نشان داده شده است.

$$(24)$$

$$F(y) = y(1-y) \left[x(\pi_{11}^{(2)} - \pi_{12}^{(2)}) + (1-x)(\pi_{21}^{(2)} - \pi_{22}^{(2)}) \right]$$

$$F(x) = x(1-x) \left[y(\pi_{11}^{(1)} - \pi_{21}^{(1)}) + (1-y)(\pi_{12}^{(1)} - \pi_{22}^{(1)}) \right] \quad (25)$$

اگر $F(x) = 0$ و $F(y) = 0$ برقرار باشند، نتایج راه حل در معادلات (۲۶) و (۲۷) یافت می شوند:

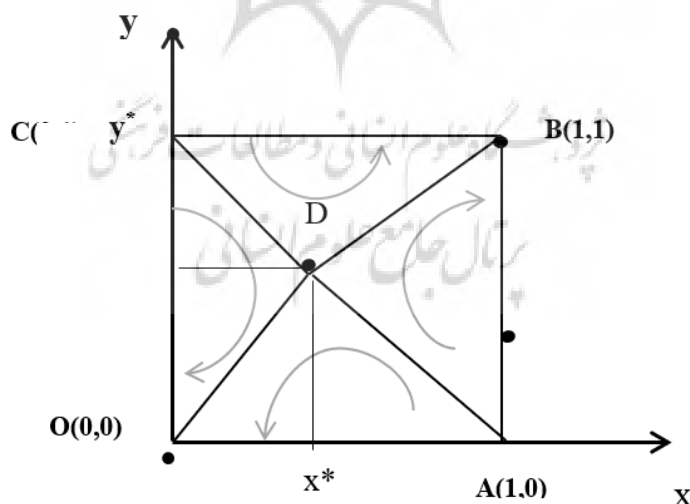
$$x_1 = 0, x_2 = 1, y^* = \frac{\pi_{12}^{(1)} - \pi_{22}^{(1)}}{(\pi_{12}^{(1)} - \pi_{22}^{(1)}) - (\pi_{11}^{(1)} - \pi_{21}^{(1)})} \quad (26)$$

$$(27)$$

$$y_1 = 0, y_2 = 1, x^* = \frac{\pi_{21}^{(2)} - \pi_{22}^{(2)}}{(\pi_{21}^{(2)} - \pi_{22}^{(2)}) - (\pi_{11}^{(2)} - \pi_{12}^{(2)})}$$

این سیستم دارای پنج نقطه تعادلی از سیستم دینامیکی است که عبارتند از

$$(0,0), (0,1), (1,0), (1,1), (x_1^*, y_1^*)$$



شکل ۳- نمودار نقاط تعادلی در نظریه بازی های تکاملی

در شکل ۳، استراتژی های پایدار بازی های تکاملی در شرایط مختلف مورد بحث قرار گرفته اند. نقاط تعادل ثبات تکاملی بین دو شرکت دو نقطه $B(1,1)$ و $O(0,0)$ به دست آمده است. همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، نقطه D را



به عنوان یک نمونه در نظر می گیریم. هنگامی که $S_{BADC} > S_{OADC}$ باشد، تعادل به سمت $B(1,1)$ می رود. در غیر این صورت، به $(0,0)$ منتقل می شود. با استفاده از معادله به دست آمده $S_2 = (1+\theta)S_1$ می توان تأثیر تأمین مالی سبز بر نتیجه تعادل بازی را استنباط کرد. مناطق S_{BADC} ، $S_{\Delta OCD}$ ، $S_{\Delta OAD}$ در معادله (۲۸)، معادله (۲۹) و معادله (۳۰) نشان داده شده اند.

$$S_{\Delta OCD} = \frac{x_1^*}{2} = \frac{144[(1-s_2)(m_1-m_2)-\theta_{s_2 m_2-2(a-C_1-2\Delta C)^2}]}{14(a-C_1-2\Delta C)^2-9(a-C_1-3\Delta C)^2} \quad (28)$$

$$S_{\Delta OAD} = \frac{y_2^*}{2} = \frac{144[(1-s_2)(m_1-m_2)-\theta_{s_2 m_2-2(a-C_1+2\Delta C)^2}]}{14(a-C_1-\Delta C)^2-9(a-C_1-2\Delta C)^2} \quad (29)$$

$$S_{BADC} = 1 - S_{\Delta OCD} - S_{\Delta OAD} = 1 - \frac{x_1^*}{2} - \frac{y_2^*}{2} \quad (30)$$

مشتق معادله ۳۰ نسبت به θ نشان می دهد که S_{BADC} یک تابع افزایشی یکنواخت است و مساحت آن با افزایش θ به تدریج افزایش می یابد. این نشان می دهد که با بهبود تأمین مالی سبز، احتمال انتخاب اولیه حالت نوآوری سبز در دو گروه افزایش می یابد. بنابراین فرضیه زیر ارائه می شود.
فرضیه ۱: سطح تأمین مالی سبز، نوآوری سبز شرکتی را ارتقا می دهد.

چهارم، تأثیر ریسک پذیری شرکت بر تأمین مالی سبز و نوآوری سبز

ریسک پذیری سازمانی با عملکرد شرکت و رفتار خط مشی مرتبط است (بوبری و همکاران، ۲۰۱۳، ۶۵۰). از آنجایی که پروژه های نوآوری سبز اغلب ریسک های بالاتری را نشان می دهند که بالاتر از نوآوری عمومی است، شرکت ها ممکن است به دلیل سرمایه گذاری ناکافی و دلایل دیگر در مواجهه با پروژه های نوآوری پرخطر، انگیزه نوآوری نداشته باشند. شرکت ها هنگام انتخاب پروژه های سرمایه گذاری تمایل دارند در پروژه هایی با ریسک کمتر سرمایه گذاری کنند، زیرا چنین نگرش ریسک گریزی در تصمیم گیری های سرمایه گذاری منجر به بهبود سطح نوآوری سبز شرکت ها نمی شود. (میش را و میش را، ۲۰۱۹) معتقدند که در شرکت هایی با ریسک پذیری ضعیف به دلیل عدم درک خود از زنجیره های تأمین پیچیده و سرمایه، نوآوری در محصولات و خدمات برای رفع نیازهای مشتریان دشوار است. از این رو آنها فرصت های توسعه را در یک محیط نامشخص از دست می دهند. تصمیم گیری نوآوری سبز با عدم قطعیت قابل توجه، هزینه تعدیل بالا و احتمال شکست تعریف می شود. بنابراین توسعه فعالیت های نوآوری مستلزم آن است که شرکت ها تحمل شکست بالایی داشته باشند، که به این معنی است که شرکت ها باید ریسک های بیشتری را متحمل شوند. شرکت هایی که ظرفیت ریسک پذیری ضعیفی دارند، سطح استفاده نسبتاً ضعیفی از منابع داخلی و خارجی دارند که تأمین سرمایه گذاری مستمر مورد نیاز نوآوری سبز را دشوار می کند. برای جلوگیری از ضرر و زیان ناشی از اختلالات تحقیق و توسعه، فقدان قدرت مالی باعث شده است که چنین شرکت هایی قضاوت های محتاطانه تری داشته باشند و اشتیاق خود را برای نوآوری از دست بدهند. در حالی که ریسک بالا اغلب به معنای بازدهی بالا است، چنین شرکت هایی به احتمال زیاد فرصت های سود بالا را از دست می دهند (لو و همکاران، ۲۰۲۲). این به این دلیل است که آنها نمی توانند با خطرات ناشی از محیط کلان به راحتی با آن شرکت هایی که ظرفیت ریسک پذیری قوی دارند مقابله کنند (روپر و تاپینوس^۲، ۲۰۱۶). هنگامی که پروژه تحقیق و توسعه با شکست مواجه می شود، حل بحران شکست نوآوری به دلیل کمبود منابع داخلی و خارجی برای شرکت ها دشوار است. بنابراین، تصمیم گیری نوآوری

¹ Mishra, & Mishra.

² Roper & Tapinos.



سبز ممکن است تحت تأثیر ریسک‌پذیری شرکت قرار گیرد. توسعه مالی سبز یک سری اثرات مثبت، مانند بهبود متناظر محیط مالی برای پروژه‌های نوآوری سبز دارد. برای شرکت‌هایی با ظرفیت ریسک‌پذیری ضعیف، اطمینان از سرمایه‌گذاری مستمر وجوه برای پروژه‌های نوآوری سبز راحت‌تر است. در نتیجه این شرکت‌ها نگرانی کمتری در مورد سرمایه‌گذاری در نوآوری خواهند داشت. بنابراین تأمین مالی سبز یک موضوع جالب اما مهم برای شرکت‌هایی با سطوح ریسک‌پذیری پایین است. بنابراین، فرضیه ۲ پیشنهاد می‌شود: فرضیه ۲: تأثیر مثبت مالی سبز بر نوآوری سبز برای شرکت‌هایی با سطح ریسک‌پذیری ضعیف‌تر قوی‌تر است.

پنجم، اندازه‌گیری سطح ریسک‌پذیری شرکت

با توجه به نوسانات بالای بازار، این مقاله از درجه نوسان بازده دارایی^۱ شرکت در طول دوره مشاهده برای محاسبه‌ی ریسک‌پذیری شرکت استفاده می‌کند (یوباکری و همکاران، ۲۰۱۳). ROA با تقسیم EBIT بر کل دارایی‌های پایان سال اندازه‌گیری می‌شود. با اشاره به (جان و همکاران، ۲۰۰۸)، ROA از میانگین سالانه صنعت برای به‌دست آوردن Adj - Roa که در فرمول (۳۱) نشان داده شده است، کم می‌شود تا تأثیر صنعت و چرخه کاهش یابد.

$$Adj - Roa_{i,t} = \frac{EBIT_{i,t}}{ASSET_{i,t}} - \frac{1}{X} \sum_{K=1}^X \frac{EBIT_{i,t}}{ASSET_{i,t}} \quad (31)$$

روش محاسبه فرمول (۳۲) به‌طور خاص اتخاذ می‌شود. با در نظر گرفتن هر سه سال (t سال تا t + 2 سال) به‌عنوان یک دوره مشاهده، محدوده تنظیم شده توسط صنعت به‌صورت چرخشی محاسبه می‌شود. سپس در ۱۰۰ ضرب می‌شود تا شاخصی برای اندازه‌گیری سطح ریسک‌پذیری شرکت در سطح شرکت به‌دست آید. بررسی ابعادی می‌تواند نتیجه را شهودی‌تر کند بدون اینکه بر سطح اهمیت آن تأثیر بگذارد.

(۳۲)

$$Risk_{i,t} = \text{Max}(Adj - Roa_{i,t}) - \text{Min}(Adj - Roa_{i,t})$$

ششم، تعاریف متغیر و آمار توصیفی

این مقاله بازده دارایی‌ها، ماهیت مالکیت، محدودیت‌های تأمین مالی، تمرکز مالکیت، تنوع هیئت‌مدیره و سایر شاخص‌های شرکت را کنترل می‌کند. علاوه بر این، درجه بازاری شدن منطقه‌ای با شاخص بازاری سازی منطقه‌ای (فان و همکاران، ۲۰۰۳) اندازه‌گیری می‌شود. شاخص جامع برگرفته از امتیاز توسعه سازمان‌های واسطه‌ای است. داده‌های مالی طبق CSMAR و Wind جمع‌آوری می‌شوند، در حالی که داده‌های سطح استانی مانند رشد طبیعی جمعیت و تولید ناخالص داخلی سرانه از سایت مربوط به شرکت‌ها و با حضور در دو مکان جمع‌آوری می‌شوند. جدول ۳ توصیف متغیر خاص را ارائه می‌دهد.

¹ROA



جدول ۳- تعاریف متغیر

متغیر	شاخص	تعریف
متغیر وابسته		
نوآوری در فناوری سبز سازمانی	InGreenPatent	لگاریتم طبیعی یک به اضافه تعداد درخواست‌های ثبت اختراع سبز
	InAuthpat	لگاریتم طبیعی یک به اضافه تعداد مجوز ثبت اختراع سبز
متغیر مستقل		
تأمین مالی سبز	GF	توان محاسبه شده با روش وزن آنتروپی
	NGF	این شاخص با تحلیل مؤلفه اصلی جهانی محاسبه می‌شود
متغیر تعدیل دهنده		
سطح ریسک‌پذیری سازمانی	Risk	درجه نوسان ROA شرکت در طول دوره مشاهده
متغیر کنترل		
مقیاس سازمانی	InSize	لگاریتم دارایی‌های کل
مقیاس هیئت‌مدیره	BoSize	تعداد اعضای هیئت‌مدیره
سودآوری	Roa	نسبت درآمد خالص به دارایی‌های کل
تمرکز مالکیت	Owner	نسبت سهام در اختیار پنج سهامدار برتر
ماهیت حق مالکیت شرکت	soe	شرکت دولتی است یا برعکس
محدودیت‌های تأمین مالی	AZ	هرچه شاخص KZ بزرگ‌تر باشد، محدودیت‌های مالی بیشتر است
هزینه‌های نمایندگی	manage	به‌صورت نسبت هزینه‌های مالی به درآمد عملیاتی بیان می‌شود.
تولید ناخالص منطقه‌ای سرانه	Ingdp	تولید ناخالص (تولید ناخالص ملی، کل تولید کالاها و خدمات در جامعه) / کل جمعیت
نرخ رشد طبیعی جمعیت	pop	نسبت افزایش طبیعی جمعیت به میانگین جمعیت در طول دوره
درجه بازاری شدن	market	شاخص بازاری شدن بر اساس شاخص بازاریابی منطقه‌ای (فان و همکاران، ۲۰۰۳) به‌دست آمد.

فاصله زمانی نمونه از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۲ است. از آنجایی که سطح ریسک‌پذیری در یک دوره زمانی سه ساله محاسبه می‌شود، دوره نمونه در سال ۲۰۱۹ به پایان می‌رسد. جدول ۴ تجزیه و تحلیل آماری توصیفی مربوطه را نشان می‌دهد.



جدول ۴- آمار توصیفی

متغیر	مشاهده	متوسط	انحراف استاندارد	صدک پنجم	صدک نود و پنجم
<i>InGreenPatent</i>	372	0/2188	0/6341	0/0000	1/6094
<i>InAuthpat</i>	372	0/1350	0/4686	0/0000	1/0986
<i>market</i>	372	7/9398	1/8132	4/5500	10/4500
<i>Ingdp</i>	372	10/9645	0/5054	10/0189	11/6801
<i>pop</i>	372	4/9713	2/3503	1/8300	8/9300
<i>GF</i>	372	0/3116	0/1651	0/1338	0/6811
<i>InSize</i>	372	2/1197	0/1482	1/8883	2/3835
<i>soe</i>	372	0/4662	0/4989	0/0000	1/0000
<i>Roa</i>	372	0/0417	0/0553	-0/0402	0/1336
<i>Owner</i>	372	0/3538	0/1507	0/1372	0/6247
<i>BoSize</i>	372	8/8000	1/7631	6/0000	12/0000
<i>KZ</i>	372	0/5098	1/6661	-2/6624	2/8716
<i>manage</i>	372	0/0213	0/1095	-0/0184	0/0833
<i>Risk</i>	372	0/0563	0/0726	0/0067	0/1840

برای تأیید فرضیه ۱، مدل مربوطه در معادله (۳۳) نشان داده شده است:

(۳۳)

$$InGreenPatent_{i,t} = B_1 GF_{i,z,t} + \gamma' X_{i,t} + \pi_i + T_t + \varepsilon_{i,t}, i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T$$

که در آن $InGreenPatent_{i,t}$ نشان دهنده درخواست ثبت اختراع سبز برای شرکت‌های I در سال t است. $GF_{i,z,t}$ سطح توسعه مالی سبز را برای شرکت‌هایی که در استان z در سال t واقع شده است که نشان دهنده تابلویی بودن داده‌های مورد استفاده است. $X_{i,t}$ متغیرهای کنترلی هستند. π_i اثر ثابت زمان را نشان می‌دهد. T_t نشان دهنده اثر ثابت فردی است. $\varepsilon_{i,t}$ به معنای خطای ویژه است.

برای تأیید فرضیه ۲، یک عبارت تعاملی سطح تأمین مالی سبز و سطح ریسک‌پذیری شرکت را در مدل اقتصادی دوم معادله (۳۳) در نظر گرفته می‌شود:

(۳۴)

$$InGreenPatent_{i,t} = \beta_2 GF_{i,z,t} + \beta_3 [GF_{i,z,t} \times m_{i,t}] + \gamma' X_{i,t} + \pi_i + T_t + \varepsilon_{i,t}$$

که در آن $m_{i,t}$ به عنوان متغیر تعدیل‌کننده، سطح ریسک‌پذیری سازمانی تعریف می‌شود. این مدل تأثیر متغیر تعدیل‌کننده را در نظر می‌گیرد که به صورت $\beta_3 [GF_{i,z,t} \times m_{i,t}]$ نشان داده می‌شود. با توجه به فرضیه ۱، انتظار می‌رود که β_1 به طور قابل توجهی مثبت باشد، بنابراین اگر β_3 کمتر از ۰ باشد، نشان دهنده آن است که با افزایش متغیر تعدیل‌کننده، تأثیر سطح مالی سبز بر نوآوری سبز شرکت‌ها تضعیف می‌شود.

یافته‌های تحقیق

در ستون (۱) جدول ۵، از تعداد پتنت‌های مجاز اختراع سبز توسط شرکت به عنوان یک شاخص جایگزین استفاده می‌شود. ضریب رگرسیون گسترش بانک به سطح نوآوری فناوری سبز شرکت به طور قابل توجهی مثبت است. از سوی دیگر از تحلیل مولفه اصلی جهانی برای اندازه‌گیری مجدد شاخص تأمین مالی سبز استفاده می‌شود. پس از تغییر اندازه‌گیری، ضریب رگرسیون به طور قابل توجهی مثبت می‌شود که در ستون (۲) جدول ۵ نشان داده شده است.



جدول ۵- آزمون پایداری متغیرهای اصلی جایگزین

(2) lnGreenPatent	(1) lnAuthpat	
	0/1435** (2/2534)	GF
0/0393** (1/9800)		NGF
-0/0193* (-1/7873)	-0/0222** (-2/2235)	market
0/0382 (0/7337)	0/0541 (1/3698)	lngdp
0/0127** (2/3126)	0/0094** (2/1605)	pop
0/2625*** (3/4956)	0/0567 (0/9695)	InSize
0/0388 (1/2269)	0/0067 (0/2694)	soe
-0/0170 (-0/0170)	-0/0680 (-1/0896)	Roa
-0/1131* (-1/6488)	-0/0608 (-1/1473)	Owner
0/0078* (1/6903)	-0/0013 (-0/3136)	BoSize
0/0033 (1/2894)	0/0080*** (3/9106)	KZ
-0/0105 (-0/0105)	-0/0094 (-1/1103)	manage
YES	YES	Firm fixed effects
YES	YES	Year fixed effects
18581	18581	N
0/0347	0/0364	Adjusted R2

***p value <0/01, **p value <0/05, *p value <0/1

در این مقاله از خطاهای استاندارد قوی و خوشه‌ای و برای تخمین از مدل‌های توبیت و پواسن استفاده شد. پدیده سانسور از چپ در متغیر وابسته که فقط محدوده خاصی از مقادیر را انتخاب می‌کند، منجر به تخمین سوگیری می‌شود. با توجه به ویژگی‌های مجموعه داده، مدل توبیت جایگزین شده تا عوامل مؤثر بر نوآوری سبز تخمین زده شود. نتایج ستون (۱) جدول ۶ نتیجه‌گیری معیار



را تایید می‌کند. از سوی دیگر، تعداد درخواست‌های ثبت اختراع سبز، یک متغیر شمارش، به‌عنوان متغیر اصلی توضیح داده شده استفاده می‌شود. از آنجا که سفرهای زیادی در این متغیر جانشین وجود دارد، استفاده مستقیم از OLS ممکن است منجر به خطاهای سوگیری شود. توزیع پواسون برای کاهش مشکلات فوق استفاده می‌شود. به‌طور خاص مدل پواسون مورد استفاده در این مقاله در معادله (۴۲) نشان داده شده است.

(۴۲)

$$E(GPatent_{i,t} | x_{i,t}, \pi_i) = \exp(a \times GF_{i,z,t} + \beta \times x_{i,t} + \varepsilon_{i,t})$$

که در آن $GPatent_{i,t}$ تعداد اختراعات سبز شرکت / در سال t را نشان می‌دهد. در ستون (۲) جدول ۶، ضریب قبل از متغیر توضیحی $GF_{i,z,t}$ هنوز مثبت است، که نشان می‌دهد نتیجه‌گیری به‌دلیل تغییر مدل تخمین تغییر نکرده است، بنابراین، نتیجه قوی است.

جدول ۶- آزمون پایداری روش‌های برآورد جایگزین

Possion model GreenPatent	Tobit model GreenPatent	
0/5739**	2/8358***	GF
(2/3454)	(3/0654)	
0/0647**	0/3327***	market
(2/3174)	(2/9971)	
-0/1023	-0/8975*	Ingdp
(-0/7623)	(-1/8729)	
0/0192	0/0622	pop
(1/3534)	(1/2692)	
5/2848***	19/5534***	InSize
(25/7563)	(24/7733)	
-0/1218**	-0/2756	soe
(-1/9680)	(-1/2196)	
2/5466***	4/0227*	Roa
(4/0879)	(1/8139)	
-0/7133***	-3/9368***	Owner
(-3/7126)	(-5/8083)	
0/0454***	0/1571***	BoSize
(2/7291)	(2/7712)	
-0/0256	-0/0960	KZ
(-1/3619)	(-1/3104)	
-3/7781***	-27/3868***	manage
(-7/1884)	(-11/0307)	
18581	18581	N
0/0395	0/0395	Pseudo R2

***p value <0/01, **p value <0/05, *p value <0/1

برای آزمایش اینکه آیا مدل نظری ارائه شده در این مقاله با تحلیل تجربی مطابقت دارد یا خیر، تحلیل رگرسیون با جمع‌آوری داده‌ها از شرکت‌های فهرست‌شده انجام می‌شود. جدول ۷ نتایج پایه را نشان می‌دهد. با توجه به ستون‌های (۱) تا (۳)، ضریب تخمینی متغیرهای توضیحی $GF_{i,z,t}$ به‌طور قابل توجهی مثبت است که فرضیه ۱ را تایید می‌کند.

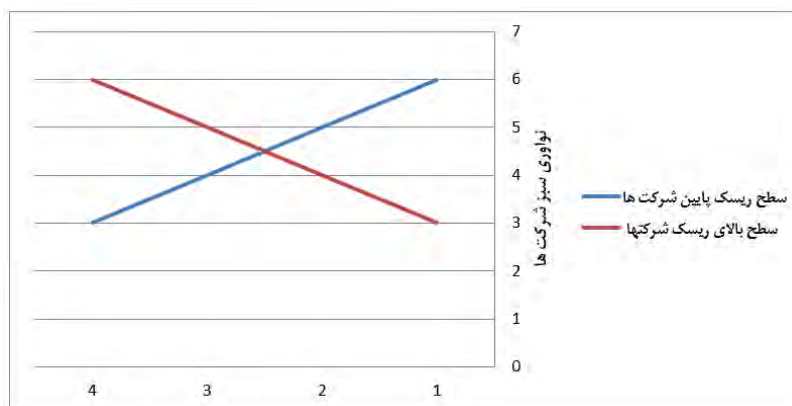


جدول ۷- نتیجه رگرسیون پایه

(3) <i>lnGreenPatent</i>	(2) <i>lnGreenPatent</i>	(1) <i>lnGreenPatent</i>	
0/1534**	0/1583*** (5/2025)	0/2182***	GF
0/0196*	-0/0048	0/0088*	market
0/0442	(1/8007)		
(0/8528)	0/1410*** (5/1115)	0/0057 (0/3059)	lngdp
0/0125**	0/0113** (2/4992)	0/0051** (2/3830)	pop
(2/2635)	0/2883*** (3/9253)	0/9506*** (27/7578)	lnSize
(3/4830)	0/0390	-0/0223**	soe
0/0390	(1/0674)	(-2/1652)	
(1/2330)	-0/0277	0/1637*	Roa
-0/0182	(-0/3606)	(1/6573)	
(-0/2333)	-0/1165*	-0/1418***	Owner
-0/1124	(-1/7193)	(-4/4683)	
(-1/6410)	0/0072	0/0084***	BoSize
0/0078	(1/5715)	(3/0677)	
(1/6923)	0/0033	-0/0092***	KZ
0/0034	(1/2714)	(-2/8173)	
(1/3167)	-0/0074	-0/2127***	manage
-0/0108	(-5/0704)	(-5/0704)	
(-0/7000)	NO	NO	Firm fixed effects
YES	YES	NO	Year fixed effects
YES			
18581	18581	18581	N
0/0349	0/0342	0/0599	Adjusted R ²

(خطاهای استاندارد قوی و خوشه‌ای استفاده شده) $p \text{ value} < 0/01$, $p \text{ value} < 0/05$, $p \text{ value} < 0/1$

برای مشاهده تأثیر سطح ریسک‌پذیری، شکل ۴ ترسیم می‌شود تا اثر تعدیل‌کننده را نشان دهد. محور افقی نشان دهنده‌ی سطح تأمین مالی سبز شرکت‌ها از طریق صنعت بانکداری است. سطح ریسک‌پذیری پایین‌تر باشد، تأثیر مالی سبز بر نوآوری سبز شرکتی قوی‌تر است و بالعکس. ریسک عامل اساسی تأثیرگذار در نوآوری سبز است. برای شرکت‌هایی که ظرفیت ریسک‌پذیری ضعیفی دارند، توسعه مالی سبز دغدغه‌های این گونه شرکت‌ها را بیشتر کاهش داده است.



شکل ۴ - نقش تعدیل کننده سطح ریسک پذیری

بحث و نتیجه گیری

مدل تئوری بازی ارائه شده در این مقاله نشان می‌دهد که تأمین مالی سبز در صنعت بانکداری برای ترویج نوآوری سبز مفید است. بر اساس داده‌های شرکت‌های مورد مطالعه، نتایج تجربی با تحلیل نظری مطابقت دارند. این مقاله همچنین نشان می‌دهد که سطح پایین‌تر ریسک‌پذیری سازمانی، تأثیر آن را بیشتر می‌کند. این یافته‌ها برای توسعه سبز بسیار مفید هستند. با توجه به نقش مالی در ساخت سیستم نوآوری نوآوری سبز می‌توان اذعان داشت که اولاً، به دلیل تأثیرات مثبت تأمین مالی سبز در صنعت بانکداری، تنظیم معقول یارانه‌های دولتی بخش مهمی از حمایت از توسعه تأمین مالی سبز است. لازم است دولت پروژه‌های هدفمندی یارانه‌های مالی را راه اندازی کند و سیستم‌های ارزیابی عملکرد را برای ارتقای توسعه از طریق یارانه‌های شفاف و واضح ارائه دهد. ثانیاً، ترویج توسعه صنعتی، مانند سیاست‌های آزمایشی در مناطق آزمایشی مالی سبز، به تقویت نقاط رشد اقتصادی سبز کمک می‌کند. به عنوان مثال از طریق بازار ملی تجارت کربن و سایر سیستم‌های تجارت حقوق و منافع زیست‌محیطی، می‌توان یک مکانیسم بازار محور برای تبدیل ارزش نوآوری سبز به ارزش اقتصادی به عنوان یک مکانیسم تشویقی شکل داد. برای خدمت به شرکت‌های نوآور فناوری سبز، منبع سرمایه باید دارای یک گستره‌ی چند منبعی باشد و افراد بیشتری از بازار را برای درگیر شدن در چرخه مثبت تأمین مالی سبز و سیستم زیست‌محیطی نوآوری سبز جذب کند. ثالثاً، شرکت‌ها باید تغییرات پیرامون خود را از منظر ریسک‌پذیری سازمانی پیش‌بینی کرده و با آن‌ها سازگار شوند. تقویت مدیریت ریسک آنها و بهبود مدیریت ریسک بدهی مهم است. علاوه بر این، شرکت‌ها باید بر توسعه تأمین مالی سبز تمرکز کنند، تأمین مالی نسبتاً کم‌هزینه را به دست‌آورد و فناوری سبز را با منابع عاملی خود توسعه دهند تا قابلیت خودکفایی خود را بهبود بخشند.

منابع

- اسلاملوئیان، کریم و علی حسین، استاذاد. (۱۳۹۴). مالیات سبز در بخش های انرژی و کالای نهایی در ایران: رویکرد نظریه بازی ها. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*. ۱۷/۵، ۳۷-۱. <https://doi.org/10.22054/jiee.2017.7161>
- جباری پیروسیان، جابر، و نوبری، علیرضا. (۱۳۹۹). شناسایی و رتبه بندی عوامل سرمایه گذاری سبز. دانش سرمایه گذاری، ۹(۳۴)، ۷۱-۱۰۷. <https://sid.ir/paper/387765/fa>
- حجاریان، فاطمه، رادفر، رضا، دیواندری، علی، و فدایی، داوود. (۱۴۰۱). ارائه مدل بانکداری سبز مبتنی بر مولفه های مدیریت نوآوری برای کسب مزیت رقابتی پایدار. *اقتصاد مالی (اقتصاد مالی و توسعه)*، ۱۶(۵۸)، ۲۵۷-۲۸۰. <https://sid.ir/paper/960592/fa>



- سلیمی زاویه، سید قاسم. (۱۳۹۸). بررسی رابطه زنجیره تأمین سبز با نوآوری سبز و عملکرد سبز، فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم‌های صنعتی، ۴(۵۰)، ۱۱۸-۱۳۱. https://journals.iau.ir/article_672874.html
- عسگری، وحیده، کامیابی، یحیی، خلیل پور، مهدی. (۱۴۰۱). ارائه مدلی برای اطمینان بیش از اندازه، اولویت ریسک، رفتار توده‌وار و سرمایه‌گذاری ناکارآمد مدیران (رویکرد مبتنی بر تئوری بازی)، دانش سرمایه‌گذاری. ۱۱(۴۳)، ۴۳۹-۴۶۲. http://www.jik-ifea.ir/article_19891.html
- محمدی، علی، رهنمای رودپشتی، فریدون، همتی، هدی و یزدانیان، نرگس. (۱۴۰۲). ارائه الگوی ریسک تأمین مالی جمعی در کسب‌وکارهای مبتنی بر فین‌تک. دانش سرمایه‌گذاری. ۱۲(۴۶)، ۷۳۳-۷۵۶. http://www.jik-ifea.ir/article_21731.html
- Asgari, V., Kamyabi, Y., Khalilpour, M. (2022). Presenting a model for overconfidence, risk preference, mass behavior and inefficient investment of managers (game theory based approach). *Investment knowledge* 439-462. (43) 11. http://www.jik-ifea.ir/article_19891.html (In Persian)
- Bai, R, & Lin, B. (2022). Are residents willing to pay for garbage recycling: Evidence from a survey in Chinese first-tier cities. *Environmental Impact Assessment Review*, 95(April), 106789. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106789>
- Balhasan, S., Alnahhal, M., Shawan, S., Salah, B., Saleem, W., & Tabash, M. I. (2022). Optimization of Exploration and Production Sharing Agreements Using the Maxi-Min and Nash Solutions. *Energies*, 15(23), 8970. <https://doi.org/10.3390/en15238970>
- Boubakri, N., Cosset, J. C., & Saffar, W. (2013). The role of state and foreign owners in corporate risk-taking: Evidence from privatization. *Journal of financial economics*, 108(3), 641-658. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2012.12.007>
- Caplan, A. J., & Oladi, R. (2018). Green competition, hybrid equilibrium, and establishment of a resale market. *International Review of Economics & Finance*, 58, 259-269. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2018.03.025>
- Du, G., Yu, M, Sun, C, & Han, Z. (2021). Green innovation effect of emission trading policy on pilot areas and neighboring areas: An analysis based on the spatial econometric model. *Energy Policy*, 156(June), 112431. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112431>
- Eslamloueyan, K. and Ostadzad, A. H. (2015). Green Taxes in Energy and Final Goods Sectors in Iran: A Game-Theoretic Approach. *Iranian Energy Economics*, 5(17), 1-37. <https://doi.org/10.22054/jiee.2017.7161> (In Persian)
- Fan, G, Wang, X. L., Zhang, L. W., & Zhu, H. P. (2003). Marketization index for China' s provinces. *Economic Research Journal*, 03. https://jik.srbiau.ac.ir/article_21731.html
- Hajaran, F. Radfer, R. Divandari, A. Fadaei, D. David. (2022). Providing a green banking model based on innovation management components to gain sustainable competitive advantage. *Financial Economics*, 16(58), 257-280. <https://www.sid.ir/paper/960592/fa> (In Persian)
- He, L., Liu, R., Zhong, Z., Wang, D., & Xia, Y. (2019). Can green financial development promote renewable energy investment efficiency? A consideration of bank credit. *Renewable Energy*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.059>
- He, L., Liu, R., Zhong, Z., Wang, D., & Xia, Y. (2019). Can green financial development promote renewable energy investment efficiency? A consideration of bank credit. *Renewable Energy*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.059>
- Huang, Z., Liao, G, & Li, Z. (2019). Loaning scale and government subsidy for promoting green innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 144(July 2018), 148-156. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.04.023>
- Jabari Piriosfian, J., Nobari, A. (2020). Identification and ranking of green investment factors. *Investment knowledge*. 9(34) 71-107. <https://sid.ir/paper/387765/fa> (In Persian)
- John, K., Litov, L., & Yeung, B. (2008). Corporate governance and risk-taking. *Journal of Finance*, 63(4). <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2008.01372.x>



- Lamperti, F., Bosetti, V., Roventini, A., Tavoni, M., & Treibich, T. (2021). Three green financial policies to address climate risks. *Journal of Financial Stability*, 54, 100875.
- Lee, C. C., & Lee, C. C. (2022). How does green finance affect green total factor productivity? Evidence from China. *Energy Economics*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105863>
- Li, Z., Kuo, T. H., Siao-Yun, W., & The Vinh, L. (2022). Role of green finance, volatility and risk in promoting the investments in Renewable Energy Resources in the post-covid-Resources Policy, 76. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102563>
- Lin, B. & Bai, R., (2024). Green finance and green innovation: Theoretical analysis based on game theory and empirical evidence from China. *International Review of Economics & Finance*, 89, 760-774.
- Liu, C., & Xiong, M. (2022). Green finance reform and corporate innovation: Evidence from China £-. *Finance Research Letters*, 48(71772178), 102993. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102993>
- Liu, Y., Zhu, J., Li, E. Y., Meng, Z., & Song, Y. (2020). Environmental regulation, green technological innovation, and eco-efficiency: The case of Yangtze river economic belt in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119993>
- Lou, Z., Chen, S., Yin, W., Zhang, C., & Yu, X. (2022). Economic policy uncertainty and firm innovation: Evidence from a risk-taking perspective. *International Review of Economics and Finance*, 77(September 2021), 78-96. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.09.014>
- Mielke, J., & Steudle, G. A. (2018). Green investment and coordination failure: an investors' perspective. *Ecological Economics*, 150, 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.018>
- Mishra, R., & Mishra, O. N. (2019). Prioritising dimensions of entrepreneurial orientation for supply chain flexibility development in an uncertain environment. *Journal of Manufacturing Technology*
- Mohammadi, A., Rahnamay Roodposhti, F., Hemmati, H. and Yazdanian, N. (2023). Presenting a crowdfunding risk model in fintech-based businesses. *Journal of Investment Knowledge*, 12(46), 733-756. https://jik.srbiau.ac.ir/article_21731.html (In Persian)
- Nie, P. Y., Chen, Y. H., Yang, Y. C., et al. (2016). Subsidies in carbon finance for promoting renewable energy development. *Journal of Cleaner Production*, 139, 677-684. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.018>
- Porter, M. E. (1991). *mme''''''''''''''''gggggc cfffff fff ee 444444 4444*
- Roper, S., & Tapinos, E. (2016). Taking risks in the face of certainty: An exploratory analysis of green innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.07.037>
- Roper, S., & Tapinos, E. (2016). Taking risks in the face of uncertainty: An exploratory analysis of green innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.07.037>
- Salimi Zawiya, S.G. (2020). Examining the relationship between green supply chain and green innovation and green performance. *Quarterly magazine of strategic management in industrial systems (former industrial management)*. 118-131. (50) 14. https://journals.iau.ir/article_672874.html (In Persian)
- Song, M., Xie, Q., & Shen, Z. (2021). Impact of green credit on high-efficiency utilization of energy in China considering environmental constraints. *Energy Policy*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112267>
- Tan, Y., Lin, F., & Hu, C. (2016). How continuing exporters set the price? Theory and empirical evidence from China. *International Review of Economics and Finance*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2016.03.009>
- Tolliver, C., Fujii, H., Keeley, A. R., & Managi, S. (2021). Green innovation and finance in Asia. *Asian Economic Policy Review*, 16(1), 67-87.



- Wang, C, Nie, P. Y., Peng, D. H., & Li, Z. H. (2017). Green insurance subsidy for promoting clean production innovation. *Journal of Cleaner Production*, 148, 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.145>
- Wang, X., Zhao, H., & Bi, K. (2021). The measurement of green finance index and the development forecast of green finance in China. *Environmental and Ecological Statistics*, 28, 263-285. <https://doi.org/10.1007/s10651-021-00483-7>
- Wu, H., Hao, Y., & Ren, S. (2020). How do environmental regulation and environmental decentralization affect green total factor energy efficiency: Evidence from China. *Energy Economics*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104880>
- Wu, J., Liu, B., Zeng, Y., & Luo, H. (2022). Good for the firm, good for the society? Causal evidence of the impact of equity incentives on a firm's green investment. *International Review of Economics & Finance*, 77, 435-449. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.10.013>
- Xiang, X., Liu, C., & Yang, M. (2022). Who is financing corporate green innovation? *International Review of Economics and Finance*, 78(May 2015), 321-337. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.12.011>
- Xie, H., Ouyang, Z., & Choi, Y. (2020). Characteristics and influencing factors of green finance development in the Yangtze river delta of China: Analysis based on the spatial durbin model. *Sustainability (Switzerland)*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/su12229753>
- Yang, J., Shi, D., & Yang, W. (2022). Stringent environmental regulation and capital structure: The effect of NEPL on deleveraging the high polluting firms. *International Review of Economics and Finance*, 79. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.02.020>
- Yang, Y., Su, X., & Yao, S. (2021). Nexus between green finance, fintech, and high-quality economic development: Empirical evidence from China. *Resources Policy*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102445>
- Yu, C. H., Wu, X., Zhang, D., Chen, S., & Zhao, J. (2021). Demand for green finance: Resolving financing constraints on green innovation in China. *Energy Policy*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112255>
- Yu, C. H., Wu, X., Zhang, D., Chen, S., & Zhao, J. (2021). Demand for green finance: Resolving financing constraints on green innovation in China. *Energy Policy*, 153, 112255.
- Zhang, H., Geng, C., & Wei, J. (2022). Coordinated development between green finance and environmental performance in China: The spatial-temporal difference and driving factors. *Journal of Cleaner Production*, 346. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131150>
- Zhang, H., Geng, C., & Wei, J. (2022). Coordinated development between green finance and environmental performance in China: The spatial-temporal difference and driving factors. *Journal of Cleaner Production*, 346. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131150>