

The Application of Network Analysis for Green R&D Indicators (Case Study of the Home Appliance Industry)

Mohammad. Abedi¹, Zahra. Abedi^{2*}, Nazanin. Pilehvari³

¹ PhD Student in Technology Management - Research and Development Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Assistant Professor, Department of Environmental Economics, Faculty of Agriculture, Water, Food and Biodiversity, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: z.abedi@srbiau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Abedi, M., Abedi, Z., & Pilehvari, N. (2024). The Application of Network Analysis for Green R&D Indicators (Case Study of the Home Appliance Industry). *Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management*, 3(1), 330-347.



© 2024 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

The objective of the present study is to develop a model for green research and development (R&D) in the path towards sustainable development within the home appliance industry. This research is applied in nature and descriptive-survey in terms of data collection method. Initially, through a literature review, 30 factors were identified as indicators for green development and formulation and were categorized into five dimensions: green management, product performance and stakeholders, internal environment management, green innovation, and energy and resource consumption management. To screen and validate the factors extracted from the literature, the fuzzy Delphi method was used by surveying 15 selected experts through purposive sampling, which led to the identification of 25 components across the five dimensions. Subsequently, the importance of each criterion and sub-criterion was determined based on the Analytic Network Process (ANP) method, using a pairwise comparison questionnaire with Super Decisions software. The reliability of the tool was confirmed with a consistency ratio below 0.1. Based on the findings, green management, with a weight of (0.261), has the highest priority among the other criteria. Similarly, the product performance and stakeholders criterion (0.220) ranks second, internal environment management (0.202) ranks third, green innovation with a weight of (0.191) ranks fourth, and energy and resource consumption management with a weight of (0.124) ranks fifth. According to this ranking, it can be concluded that factors related to green management hold the greatest importance in green R&D indicators.

Keywords: Research and Development, Green R&D, Sustainable Production, Home Appliance Industry, Network Analysis.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Green research and development (R&D) has emerged as a critical pathway for industries striving towards sustainable development, particularly in sectors such as home appliances, which have considerable environmental impacts. Research and development (R&D) is defined as systematic creative work aimed at expanding scientific knowledge and using that knowledge to invent or improve products and processes (Liu et al., 2023). In recent decades, the concept of green R&D has become central as industries face growing pressures to mitigate environmental degradation caused by greenhouse gas emissions, ozone depletion, and other ecological threats (Jones et al., 2008).

Industries, especially those involved in manufacturing, like the home appliance sector, must adopt green practices to comply with emerging environmental regulations and satisfy consumer demand for sustainable products (Yang & Chen, 2011). Since the 1987 introduction of the concept of sustainable development by the United Nations, industrial sectors have been at the forefront of the global discourse on balancing economic growth with environmental protection. This has necessitated a shift in organizational strategies, leading to the integration of green R&D and the development of environmentally friendly products (Murat Ar, 2012).

Iran, with a fragile environmental framework and weaker enforcement of environmental laws, needs to prioritize sustainable development (Shahabadi et al., 2023). With the country's growing home appliance industry, there is a substantial need for strategies that ensure sustainable production, minimize environmental damage, and enhance the competitiveness of Iranian products both nationally and globally. This study aims to develop a model for green R&D within the home appliance sector by identifying key indicators and ranking them based on their importance to sustainable development.

Methods and Materials

This research employed a mixed-methods approach, combining both qualitative and quantitative techniques. The study initially conducted a literature review to identify key indicators for green R&D in the home appliance industry. From this review, 30 potential indicators were identified and categorized into five dimensions: green management, product performance and stakeholders, internal environment management, green innovation, and energy and resource consumption management.

To refine and validate these indicators, the Fuzzy Delphi method was applied. A purposive sample of 15 experts, selected based on their expertise in the home appliance industry, participated in the Delphi process. The experts were asked to rate the importance of each indicator, and their responses were converted into fuzzy numbers to account for uncertainty in the data. This process led to the identification of 25 components across the five dimensions.

Following the Fuzzy Delphi analysis, the importance of each criterion was evaluated using the Analytic Network Process (ANP) method. A pairwise comparison questionnaire was administered to the experts, and the data was analyzed using Super Decisions software to determine the relative weights of

each indicator. The consistency ratio of the pairwise comparisons was below 0.1, confirming the reliability of the results.

Findings and Results

The results of the Fuzzy Delphi analysis identified 25 validated components across the five dimensions of green R&D in the home appliance industry. Based on the ANP analysis, green management emerged as the most critical dimension, with a weight of 0.261. This indicates that green management practices, which include establishing a green organizational culture and adopting eco-friendly policies, are paramount in driving green R&D efforts in the industry.

The second most important dimension was product performance and stakeholder engagement, with a weight of 0.220. This dimension emphasizes the need for companies to focus on improving the environmental performance of their products while maintaining strong relationships with stakeholders, including consumers, suppliers, and regulatory bodies.

Internal environment management ranked third, with a weight of 0.202. This dimension involves the adoption of green practices within the organization, such as energy conservation, waste reduction, and the use of environmentally friendly materials.

Green innovation, with a weight of 0.191, ranked fourth. This dimension highlights the importance of fostering innovation in product design and manufacturing processes to minimize environmental impacts and improve sustainability. Energy and resource consumption management was ranked fifth, with a weight of 0.124. This finding underscores the need for companies to optimize their use of natural resources and reduce energy consumption in their operations.

Discussion and Conclusion

The findings of this study align with previous research, which has emphasized the importance of green management in achieving sustainability goals (Murat Ar, 2012). Green management involves not only compliance with environmental regulations but also the proactive adoption of practices that reduce environmental harm, such as the development of green technologies and the promotion of eco-friendly organizational cultures. By prioritizing green management, companies in the home appliance industry can enhance their sustainability while also improving their competitiveness in global markets.

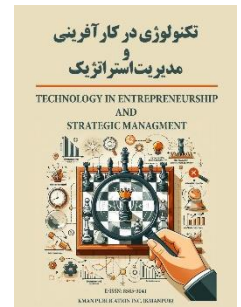
The second-ranking dimension, product performance and stakeholder engagement, reflects the growing recognition of stakeholders' role in driving sustainability initiatives. Companies that actively engage with stakeholders to address environmental concerns are more likely to develop products that meet consumer demands for sustainability (Jones et al., 2008). This dimension also underscores the importance of product lifecycle management, from design to disposal, in minimizing environmental impacts.

The importance of internal environment management, ranked third, suggests that organizations must focus on their internal operations to achieve sustainability. This includes adopting energy-efficient practices, reducing waste, and promoting a culture of sustainability within the workforce (Yang & Chen, 2011). By doing so, companies can not only reduce their environmental footprint but also lower operating costs through more efficient resource use.

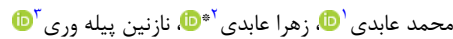
The relatively lower ranking of green innovation (fourth) and energy and resource consumption management (fifth) highlights the challenges that companies face in these areas. While innovation is

critical for developing new green products and processes, it often requires significant investment and may not yield immediate returns (Chen et al., 2021). Similarly, managing energy and resource consumption effectively requires advanced technologies and systems, which may not be readily available to all companies in the industry.

In conclusion, this study provides valuable insights into the key dimensions of green R&D in the home appliance industry. By prioritizing green management, product performance, and internal environment management, companies can enhance their sustainability efforts and contribute to the achievement of global environmental goals. Future research should explore strategies for overcoming the barriers to green innovation and resource management, as these are critical to long-term sustainability.



کاربست تحلیل شبکه‌ای برای شاخص‌های تحقیق و توسعه سبز (مورد مطالعه: صنعت لوازم خانگی)

محمد عابدی^۱، زهرا عابدی^{۲*}، نازنین پیله وری^۳ 

۱. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی- مدیریت تحقیق و توسعه، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار، گروه اقتصاد محیط زیست، دانشکده کشاورزی، آب، غذا و تنوع زیستی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: z.abedi@srbiau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

عابدی، محمد، عابدی، زهرا، و پیله وری، نازنین. (۱۴۰۳). کاربرد تحلیل شبکه‌ای برای شاخص‌های تحقیق و توسعه سبز (مورد مطالعه: صنعت لوازم خانگی). *تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک*، ۳(۱)، ۳۳۰-۳۴۷.

هدف پژوهش حاضر، تدوین الگوی تحقیق و توسعه سبز در مسیر توسعه پایدار در صنعت لوازم خانگی است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش گردآوری داده‌ها توصیفی-پیمایشی است. ابتدا با استفاده از مرور ادبیات، ۳۰ عامل به عنوان شاخص‌های توسعه و تدوین سبز استخراج و در ۵ بعد مدیریت سبز، عملکرد محصول و ذی نفعان، مدیریت محیط داخلی، نوآوری سبز، مدیریت مصرف انرژی و منابع دسته بندی شدند. جهت غربال و تایید عوامل مستخرج از ادبیات، از روش دلفی فازی با نظرسنجی از ۱۵ نفر از خبرگان منتخب به روش هدفمند، استفاده شد که منجر به شناسایی ۲۵ مؤلفه در پنج بعد گردید. سپس اهمیت هریک از معیارها و زیرمعیارها براساس روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و توسط پرسشنامه مقایسات زوجی با استفاده از نرم افزار سوپر دسیژن تعیین شد. پایایی ابزار با نرخ سازگاری زیر ۰/۱ مورد تایید واقع شد. براساس یافته‌های این بخش مدیریت سبز با وزن (۰/۲۶۱) دارای بیشترین اولویت بین سایر معیارها است، به همین صورت معیار عملکرد محصول و ذی نفعان (۰/۲۲۰) در رتبه دوم، معیار مدیریت محیط داخلی (۰/۲۰۲) در رتبه سوم، نوآوری سبز با وزن (۰/۱۹۱) در رتبه چهارم و مدیریت مصرف انرژی و منابع با وزن (۰/۱۲۴) در رتبه پنجم قرار دارد. براساس این رتبه‌بندی می‌توان گفت عوامل مرتبط با مدیریت سبز بیشترین اهمیت در شاخص‌های توسعه تحقیق سبز دارند.

کلیدواژگان: تحقیق و توسعه، تحقیق و توسعه سبز، تولید پایدار، صنعت لوازم خانگی، تحلیل شبکه‌ای.



© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

مقدمه

تحقیق و توسعه^۱ عبارت است از کار خلاقانه‌ای که بطور منظم برای افزایش ذخیره علمی و دانش فنی و نیز استفاده از این دانش در اختراع و طرح کار بره‌ای جدید انجام می‌شود (Moqaddamerad & Tapinos, 2023; Shahabadi et al., 2023). فرایند تحقیق و توسعه و توسعه عبارت از شناسایی نیاز یا استعداد، پیدایش اندیشه‌ها، آفرینش، طراحی، تولید و معرفی و انتشار یک محصول یا نظام تکنولوژیک تازه است. یونسکو تحقیق و توسعه را چنین تعریف کرده است: هر گونه فعالیت منسجم، خلاق در جهت افزایش سطح دانش و معرفت علم اعم از دانش مربوط به انسان، فرهنگ، جامعه و استفاده از این دانش برای کاربردهای جدید. طبق تعریف سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۲، تحقیق و توسعه به معنای «فعالیت‌های سازنده برخواسته از یک بنیاد نظام یافته است، که هدف آن افزایش دانش انسانی، فرهنگ اجتماعی و بهره‌گیری از این دانش در کاربردهای جدید می‌باشد». (Chen et al., 2021; Noailly et al., 2022).

در دهه‌های اخیر با گسترش انواع آلودگی‌ها و مشکلات زیست محیطی فراوان از جمله گرم شدن کره زمین، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، تخریب لایه اوزون و... دولت‌ها و شرکت‌ها تحت فشار سازمان‌ها و سازمان‌های دولتی و غیردولتی قرار گرفته‌اند (Johnson et al., 2020) به طوری که تغییرات اساسی در ترجیحات مصرف‌کنندگان برای محصولات زیست‌محیطی همراه با ظهور مصرف‌کنندگان سبز مکانیسم‌های بازار را برای سازمان‌ها و محصولات جدید سازگار با محیط‌زیست تحریک کرد. به طوری که علاقه روزافزون مصرف‌کنندگان، دولت‌ها و سازمان‌های آن‌ها ارتباط با محیط‌زیست، شرکت‌های تولیدی در سراسر جهان را به توسعه برنامه‌های سازگار با محیط‌زیست مانند توسعه محصول سبز، نام تجاری سبز و فناوری‌های سبز سوق داده است (Yang & Chen, 2011).

از سال ۱۹۸۷ که اصطلاح توسعه پایدار برای اولین بار توسط سازمان ملل متحد مطرح شد، صنعت و تأثیر آن بر توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در خط مقدم بحث‌ها و مذاکرات قرار گرفت. ایران از نظر عملکرد محیط‌زیستی بهترین جایگاه را در سال ۲۰۰۶ با رتبه ۵۳ داشته است. برای کشورهای درحال توسعه مانند ایران که دارای محیط زیستی شکننده و قوانین اجرایی ضعیف در زمینه محیطی می‌باشند، حرکت به سوی توسعه پایدار بایستی جزو اولویت‌ها و برنامه‌های اصلی باشد. بسیاری از افراد، توسعه پایدار را تنها راه جلوگیری از فاجعه‌های زیست محیطی و اجتماعی می‌دانند (Sang-Ho Lee, 2015; Singjai et al., 2019; Yang & Chen, 2011).

یک اجماع کلی میان سیاست‌گذاران برای دستیابی به توسعه پایدار در این بخش وجود دارد. این اجماع بر این اصل استوار است که دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی این بخش باید سیاست‌های صنعتی و همکاری مشخصی برای دستیابی به اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی خود داشته باشند اما با توجه به نقش صنعت در جامعه و محیط‌زیست، نقش محیط‌زیست در توسعه پایدار صنعت بسیار مهم است. بر این اساس امروزه توجه به سطح زیست‌محیطی توسعه پایدار به رکن اصلی تصمیم‌گیری در بسیاری از سازمان‌ها و بخش‌های مختلف جهان تبدیل شده است و مسائل زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین راه‌برد شرکت‌های بزرگ است (Jones et al., 2008; Martinez et al., 2019; Noailly et al., 2022). امروزه یکی از مهم‌ترین عوامل فعالیت شرکت‌ها از تأمین مواد اولیه تا تولید محصولات جدید در کارخانه و مشکلاتی که در حین استفاده از محصولات مصرفی به وجود می‌آید، حفظ محیط‌زیست است. به دلیل این نیاز، مفهوم جدیدی به نام تحقیق و توسعه سبز از بحث تحقیق و توسعه پدید آمد، به این معنی که هر گونه توسعه و نوآوری باید به بهبود کارایی سازمان و پایداری محیطی کمک کند. نوآوری در فرآیندهای تولید که موجب صرفه‌جویی در انرژی و منابع طبیعی می‌شود، مانند بهبود فرآیند بازیافت یا کاهش آلودگی محیط زیست (Liu et al., 2023; Moqaddamerad & Tapinos, 2023; Murat Ar, 2012). بنابراین، تحقیق و توسعه

¹Research and Development²Organization for Economic Co-operation and Development

سبز و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز و پایداری سبز به عنوان محرک‌های جدید پیش‌بینی شده است. مسئله پایداری و حفاظت از محیط زیست به عنوان نگرانی‌های جهانی مطرح شده است. افزایش نگرانی‌های زیست محیطی سبب ترغیب استفاده از مدیریت محیط زیست در سازمان‌ها می‌شود (Singjai et al., 2019; Smith et al., 2017). در واقع، تحقیق و توسعه سبز می‌تواند به دولت‌ها و سازمان‌هایشان کمک کند تا پایداری محیط‌زیست را در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌های خود در نظر بگیرند و آینده بهتری برای خود و جامعه ایجاد کنند (Sang-Ho Lee, 2015).

تحقیق و توسعه سبز به اقدامات مثبت ناشی از یک بنیاد سیستماتیک باهدف افزایش دانش انسانی به شیوه‌ای سازگار با محیط زیست و اجتماعی اشاره دارد (Noailly et al., 2022). کارشناسان اذعان دارند مدیریت محیط زیستی برای ایران اولویت دارد؛ زیرا افزایش ارتقای صنعتی سازی، ماهیت کارآفرینی و سرمایه گذاری خارجی سبب رونق و رشد اقتصادی خواهد شد، اما درعین حال تقاضای بیشتری برای منابع می‌شود و منجر به آلودگی محیطی خواهد شد (Moqaddamerad & Tapinos, 2023). با توجه به پتانسیل بسیار زیاد صنعت لوازم خانگی برای ایجاد و توسعه شغل در کشور، اما مشکلات زیست محیطی زیادی را به همراه دارد. بنابراین، با توجه به پرخطر بودن فعالیت‌های بالادستی و پایین‌دستی در این صنعت، شرکت‌ها به طور مداوم در تلاش هستند تا اثرات زیان‌بار خود را بر جامعه و محیط‌زیست به میزان قابل توجهی کاهش دهند. مجموعه این تلاش‌ها در قالب «تحقیق و توسعه پایدار» یکی از نیازهای صنعت لوازم خانگی هر کشور محسوب می‌شود که نیازمند توجه ویژه است. در سرتاسر جهان، شرکت‌های این بخش گزارش‌های سالانه‌ای از نتایج تلاش‌های خود برای تولید پایدار ارائه می‌کنند. در ایران صنایع لوازم خانگی با منابع اولیه قابل‌دسترس و انرژی‌های در دسترس و نیروی کار فراوان پتانسیل‌های زیادی جهت تولید ثروت در کشور را دارا می‌باشد. این صنعت بسیار متأثر از فاکتورهای رقابتی با تولیدکنندگان هم‌رده ملی و بین‌المللی بوده و در صورت برخورداری از سیستم تحقیق و توسعه و بهبود مستمر می‌تواند علاوه بر تأمین نیاز داخلی در بازارهای جهانی نیز از حضور موفق برخوردار باشد. در این زمینه آنچه که امروز در بازار رقابتی ملی و جهانی می‌تواند به عنوان برگ برنده و فاکتور رقابتی باشد، توجه به تحقیق و توسعه سبز در جهت کاهش آسیب و فشار بر محیط زیست و جان انسان‌ها می‌باشد. بنابراین این تحقیق می‌کوشد تا بررسی مسائل و چالش‌های تحقیق و توسعه سبز در صنعت لوازم خانگی به شناسایی و رتبه بندی شاخص‌های تحقیق و توسعه سبز در مسیر اهداف توسعه پایدار در این صنعت بپردازد.

روش پژوهش

برای بررسی نقش تحقیق و توسعه سبز در صنعت لوازم خانگی، از ترکیبی از روش‌های دلفی فازی و تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است. جامعه آماری کلیه متخصصین حوزه صنعت و لوازم خانگی بودند که به صورت هدفمند ۱۵ نفر از خبرگان و متخصصان در صنعت لوازم خانگی شناسایی و انتخاب شدند. یک پرسشنامه اولیه با استفاده از نظرات و دیدگاه‌های خبرگان طراحی شد. این پرسشنامه شامل سوالاتی برای شناسایی مهمترین عوامل و شاخص‌های تحقیق و توسعه سبز در صنعت لوازم خانگی بود. پرسشنامه برای خبرگان ارسال شد و از آنها خواسته شد تا نظر خود را در مورد اهمیت و اولویت هر یک از عوامل و شاخص‌ها بیان کنند. نتایج این مرحله برای تحلیل اولیه و شناسایی نقاط توافق و اختلاف بین خبرگان مورد استفاده قرار گرفت. نظرات خبرگان با استفاده از اعداد فازی مثلثی به مقادیر فازی تبدیل شدند تا عدم قطعیت و نوسانات در نظرات به درستی منعکس شود. با استفاده از نتایج مرحله دلفی فازی، مدل ANP طراحی شد. پرسشنامه‌های ANP برای خبرگان ارسال شد تا وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها را تعیین کنند. این پرسشنامه‌ها شامل مقایسات زوجی بود که به خبرگان امکان می‌داد تا اهمیت نسبی هر عنصر را نسبت به دیگری ارزیابی کنند. داده‌های به دست آمده از پرسشنامه‌های ANP

با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions تحلیل شدند. این تحلیل به تعیین وزن نهایی هر معیار و زیرمعیار و اولویت‌بندی آن‌ها کمک کرد. نتایج به دست آمده از مراحل دلفی فازی و ANP ترکیب شدند تا مدل نهایی نقش تحقیق و توسعه سبز در صنعت لوازم خانگی تدوین شود.

یافته‌ها

در ابتدا با روش کتابخانه‌ای و مطالعه ادبیات تحقیق و پیشینه منطبق بر اهداف توسعه پایدار شاخص‌های تحقیق و توسعه سبز شناسایی شده شامل ۵ مولفه و ۲۰ گویه است که فهرست آن در **جدول ۱** آمده است:

جدول ۱

شاخص‌های شناسایی شده تحقیق و توسعه سبز در راستای اهداف توسعه پایدار

| شاخص اصلی | شاخص‌های فرعی |
|---------------------------|---|
| مدیریت محیط داخلی | تعهد مدیر به اجرای اقدامات سبز استخدام نیروی انسانی کارآمد و شایسته گرفتن گواهینامه ایزو مسئولیت اجتماعی سبز توسعه فرهنگ سبز در سازمان |
| مدیریت مصرف انرژی و منابع | کاهش مصرف انرژی (آب، برق، و...) خرید مواد اولیه سازگار با محیط زیست خرید تجهیزات و ماشین آلات برای تولید پاک خریداری مواد قابل بازیافت کاهش اتلاف منابع سازمان کاهش تولید پسماند |
| مدیریت سبز | ایجاد تصویر سبز از شرکت ارتقای جایگاه سبز شرکت بازاریابی سبز دریافت نظرات مصرف کنندگان حمایت مصرف کنندگان دسترسی به بازار و مشتریان جدید |
| عملکرد محصول و ذی نفعان | بهبود طراحی محصول ارتقای انگیزه کارکنان تعامل با ذی نفعان رضایت مشتریان |
| نوآوری سبز | نوآوری مدیریتی سبز نوآوری محصول سبز نوآوری فرایند سبز نوآوری فناورانه سبز |

در گام اول از محاسبات فازی، مقادیر کیفی متغیرها به مقادیر کمی فازی تبدیل شده و میانگین فازی مربوط به هر معیار به طور جداگانه تعیین شد. جهت فازی کردن متغیرهای کلامی از مقادیر **جدول ۲** استفاده شد:

جدول ۲

تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی

| عبارات زبانی | اعداد فازی مثلثی (درصد) |
|--------------|-------------------------|
| خیلی کم | (۰, ۰, ۰.۲۵) |
| کم | (۰, ۰.۲۵, ۰.۵) |
| متوسط | (۰.۲۵, ۰.۵, ۰.۷۵) |
| زیاد | (۰.۵, ۰.۷۵, ۱) |
| خیلی زیاد | (۰.۷۵, ۱, ۱) |

جدول ۳ تجمیع نظر خبرگان را برای هر معیار نشان می‌دهد:

جدول ۳

تجمیع نظر خبرگان مرحله اول

| شاخص | خیلی کم | کم | متوسط | زیاد | خیلی زیاد |
|--|---------|----|-------|------|-----------|
| تعهد مدیر به اجرای اقدامات سبز | ۰ | ۰ | ۱ | ۲ | ۱۲ |
| استخدام نیروی انسانی کارآمد و شایسته | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۱۰ |
| گرفتن گواهینامه ایزو | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| مسئولیت اجتماعی سبز | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| توسعه فرهنگ سبز در سازمان | ۰ | ۰ | ۱ | ۴ | ۱۰ |
| کاهش مصرف انرژی (آب، برق، و...) | ۰ | ۰ | ۰ | ۴ | ۱۱ |
| خرید مواد اولیه سازگار با محیط زیست | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| خرید تجهیزات و ماشین آلات برای تولید پاک | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| خریداری مواد قابل بازیافت | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| کاهش اتلاف منابع سازمان | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۱۰ |
| کاهش تولید پسماند | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۱۰ |
| ایجاد تصویر سبز از شرکت | ۰ | ۰ | ۱ | ۲ | ۱۲ |
| ارتقای جایگاه سبز شرکت | ۰ | ۰ | ۳ | ۵ | ۷ |
| بازاریابی سبز | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۱۰ |
| دریافت نظرات مصرف کنندگان | ۰ | ۱ | ۲ | ۱۲ | ۱ |
| حمایت مصرف کنندگان | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| دسترسی به بازار و مشتریان جدید | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۱۰ |
| بهبود طراحی محصول | ۰ | ۰ | ۱ | ۴ | ۱۰ |
| ارتقای انگیزه کارکنان | ۰ | ۰ | ۱ | ۴ | ۱۰ |
| تعامل با ذی نفعان | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۱۰ |
| رضایت مشتریان | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| نوآوری مدیریتی سبز | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۱۰ |
| نوآوری محصول سبز | ۰ | ۰ | ۱ | ۲ | ۱۲ |
| نوآوری فرایند سبز | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |
| نوآوری فناورانه سبز | ۰ | ۰ | ۱ | ۳ | ۱۱ |

جدول ۴

میانگین فازی و فازی زادایی هر معیار (مرحله اول)

| ردیف | شاخص | B | α | m | فازی زدایی |
|------|--|-------|----------|-------|------------|
| ۱ | تعهد مدیر به اجرای اقدامات سبز | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۳۳ | ۰/۶۸۳ | ۰/۶۹۶ |
| ۲ | استخدام نیروی انسانی کارآمد و شایسته | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۳ | گرفتن گواهینامه ایزو | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۴ | مسئولیت اجتماعی سبز | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۵ | توسعه فرهنگ سبز در سازمان | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۳۳ | ۰/۶۸۳ | ۰/۶۹۶ |
| ۶ | کاهش مصرف انرژی (آب، برق، و...) | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۷ | خرید مواد اولیه سازگار با محیط زیست | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۸ | خرید تجهیزات و ماشین آلات برای تولید پاک | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۹ | خریداری مواد قابل بازیافت | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۱۰ | کاهش ائتلاف منابع سازمان | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۱۱ | کاهش تولید پسماند | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۱۲ | ایجاد تصویر سبز از شرکت | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۳۳ | ۰/۶۸۳ | ۰/۶۹۶ |
| ۱۳ | ارتقای جایگاه سبز شرکت | ۱/۰۰۰ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۸ |
| ۱۴ | بازاریابی سبز | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۱۵ | دریافت نظرات مصرف کنندگان | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۱۶ | حمایت مصرف کنندگان | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۱۷ | دسترسی به بازار و مشتریان جدید | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۱۸ | بهبود طراحی محصول | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۳۳ | ۰/۶۸۳ | ۰/۶۹۶ |
| ۱۹ | ارتقای انگیزه کارکنان | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۲۰ | تعامل با ذی نفعان | ۱/۰۰۰ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۸ |
| ۲۱ | رضایت مشتریان | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۲۲ | نوآوری مدیریتی سبز | ۱/۰۰۰ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۸ |
| ۲۳ | نوآوری محصول سبز | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۲۴ | نوآوری فرایند سبز | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |
| ۲۵ | نوآوری فناورانه سبز | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۱۷ | ۰/۶۶۷ | ۰/۶۸۳ |

در این پژوهش، عدد ۰/۶۸۲ به عنوان حد آستانه تعیین شده و مقادیر بالاتر از آن به عنوان معیارهای با اهمیت و مقادیر پایینتر بی اهمیت تلقی شده و از پرسشنامه حذف می‌شود. در این پژوهش شاخص‌ها دارای میانگین فازی زدایی بالای ۰/۶۸۲ و با اهمیت تلقی می‌شوند. با بررسی میانگین‌های فازی زدایی شده، مشاهده می‌شود کلیه معیارها در پرسشنامه دارای مقادیر دی فازی شده بالای ۰/۶۹۴ و لذا با اهمیت تلقی می‌شوند. با توجه به اینکه اختلاف میانگین بین مقادیر دو مرحله، زیر ۰/۱ است، می‌توان گفت بین خبرگان اجماع وجود دارد، لذا دلفی فازی به اتمام میرسد. پس از شناسایی شاخص‌های توسعه و تحقیق سبز هر یک از شاخص‌ها با توجه به مشابهت معنایی دسته بندی شدند، این دسته بندی با مشورت خبرگان صورت گرفت.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای شامل چهار مرحله است که عبارتند از:

گام اول ساختن مدل و ساختار بندی مدل

مسئله را باید به طوری شفاف بیان کرد و با یک سیستم منطقی برای مثال یک شبکه تجزیه کرد. برای شروع، ابتدا یک مسئله وجود دارد. هدف اصلی در این پژوهش تعیین ابعاد تحقیق و توسعه سبز در صنعت لوازم خانگی است با استفاده از تکنیک ANP در محیط نرم افزار

Super Decisions است. سوالات مرتبط با هریک از عوامل، تعیین و سپس ابزاری که قابلیت اعتماد آن مورد آزمون قرار گرفته بود توزیع گردید. ابزار مقایسات زوجی مورد استفاده برای فرآیند تصمیم‌گیری تحلیل شبکه و تصمیم‌گیری چند معیاره به ابزار مقایسات زوجی مشهور است.

گام دوم: مقایسات زوجی بردارهای اولویت:

در روش تحلیل شبکه‌ای نیز همچون روش تحلیل سلسله‌مراتبی عناصر تصمیم در هر قسمت نیز با توجه به اهمیت آنها در کنترل معیارها به صورت زوجی مقایسه می‌شوند، و خود قسمت‌ها نیز با توجه به تاثیرشان در هدف به صورت زوجی با هم مقایسه می‌شوند. به علاوه با استفاده از مقایسات زوجی و به دست آوردن بردار مقادیر ویژه هر عنصر، میزان تاثیر دیگر عناصر را روی آن نشان داد. اهمیت نسبی با استفاده از یک مقایسه نسبی بدست می‌آید. برای این کار می‌توان از یک مقایسه ۱ تا ۹ استفاده کرد.

جدول ۵

مقایسات زوجی نسبت به هدف

| متغیر | مدیریت داخلی | مدیریت مصرف | مدیریت سبز | عملکرد محصول | نوآوری سبز | وزن نرمال شده |
|--------------|--------------|-------------|------------|--------------|------------|---------------|
| مدیریت داخلی | ۱ | ۰/۸۷۳ | ۰/۲۱۳ | ۰/۶۲۳ | ۰/۲۱۳ | ۰/۲۰۲ |
| مدیریت مصرف | ۱/۲۶۵ | ۱ | ۰/۶۵۱ | ۰/۵۹۱ | ۰/۴۰۹ | ۰/۱۲۴ |
| مدیریت سبز | ۱/۶۹۰ | ۰/۱۶۳ | ۱ | ۱/۱۱۰ | ۱/۳۲۱ | ۰/۲۶۱ |
| عملکرد محصول | ۰/۶۹۳ | ۰/۸۶۷ | ۰/۸۴۰ | ۱ | ۰/۶۹۸ | ۰/۲۲۰ |
| نوآوری سبز | ۱/۳۲۳ | ۰/۵۴۷ | ۰/۹۰۳ | ۰/۶۲۴ | ۱ | ۰/۱۹۱ |

نرخ سازگاری ۰/۰۵ و زیر ۰/۱ محاسبه شد. در ادامه مقایسات زوجی نسبت به هریک از معیارها صورت می‌گیرد:

گام سوم: تشکیل سوپر ماتریس اولیه

با استفاده از وزن مقایسات زوجی بدست آمده سوپر ماتریس اولیه را تشکیل می‌دهیم. سوپر ماتریس اولیه، همان وزن‌هایی است که در مرحله قبل از مقایسات زوجی حاصل شد.

جدول ۶

سوپر ماتریس اولیه

| معیارها | عملکرد محصول | مدیریت سبز | مدیریت محیط | مدیریت انرژی | نوآوری سبز | هدف |
|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------|
| A1 | ۰/۲۵۹ | . | . | . | . | . |
| A2 | ۰/۲۴۰ | . | . | . | . | . |
| A3 | ۰/۲۶۷ | . | . | . | . | . |
| A4 | ۲۳۱ | . | . | . | . | . |
| عملکرد محصول | . | ۰/۱۲۱ | ۰/۱۰۷ | ۰/۲۰۸ | ۰/۱۱۱ | ۰/۱۲۸ |
| مدیریت سبز | ۰/۱۷۵ | . | ۰/۱۸۱ | ۰/۱۲۴ | ۰/۱۳۵ | ۰/۱۱۴ |
| مدیریت محیط | ۱/۲۰۱ | . | ۰/۶۵۱ | ۰/۵۹۱ | ۰/۴۰۹ | ۰/۱۰۹ |
| مدیریت انرژی | ۱/۶۹۰ | ۰/۱۶۳ | . | ۱/۱۱۰ | ۱/۳۲۱ | ۰/۰۹۰ |
| نوآوری سبز | ۰/۶۹۳ | ۰/۸۶۷ | ۰/۸۴۰ | . | ۰/۶۹۸ | ۰/۰۵۸ |
| هدف | ۰/۰۵۸ | . | . | . | . | ۰/۵۰۰ |

| | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|--------|---|-----|
| . | . | . | ۰/۱۹۶ | . | . | Mm۱ |
| . | . | . | ۰/۲۱۶ | . | . | Mm۲ |
| . | . | . | ۰/۲۱۰ | . | . | Mm۳ |
| . | . | . | ۰/۱۸۱ | . | . | Mm۴ |
| . | . | . | ۰/۱۹۴ | . | . | Mm۵ |
| . | . | . | . | ۰/۱۵۳ | . | Ms۱ |
| . | . | . | . | ۰/۱۵۷ | . | Ms۲ |
| . | . | . | . | ۰/۱۴۰ | . | Ms۳ |
| . | . | . | . | ۰/۱۴۴ | . | Ms۴ |
| . | . | . | . | ۰/۲۲۰۸ | . | Ms۵ |
| . | . | . | . | ۰/۱۹۵ | . | Ms۶ |
| . | . | ۰/۱۲۳ | . | . | . | Me۱ |
| . | . | ۰/۱۱۶ | . | . | . | Me۲ |
| . | . | /۱۲۳ | . | . | . | Me۳ |
| . | . | ۰/۰۳۹ | . | . | . | Me۴ |
| . | . | ۰/۰۷۵ | . | . | . | Me۵ |
| . | . | ۰/۰۲۱ | . | . | . | Me۶ |
| . | . | . | . | . | . | هدف |
| . | ۰/۲۹۴ | . | . | . | . | N۱ |
| . | ۰/۲۷۳ | . | . | . | . | N۲ |
| . | ۰/۲۱۹ | . | . | . | . | N۳ |
| . | ۰/۲۱۳ | . | . | . | . | N۴ |

بعد از تشکیل سوپر ماتریس اولیه، باید سوپر ماتریس موزون ایجاد شود سوپر ماتریس موزون از نرمال سازی سوپر ماتریس اولیه حاصل

می شود:

جدول ۷

سوپر ماتریس موزون

| معیارها | عملکرد محصول | مدیریت سبز | مدیریت محیط | مدیریت انرژی | نوآوری سبز | هدف |
|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------|
| A۱ | ۰/۰۳۹ | . | . | . | . | . |
| A۲ | ۰/۰۷۸ | . | . | . | . | . |
| A۳ | ۰/۰۵۸ | . | . | . | . | . |
| A۴ | /۰۹۱ | . | . | . | . | . |
| عملکرد محصول | . | ۰/۰۵۸ | ۰/۰۵۴ | ۰/۱۰۰ | ۰/۰۵۶ | ۰/۱۲۸ |
| مدیریت سبز | ۰/۰۹۸ | . | ۰۹۵ | ۰/۰۸۰ | ۰/۰۶۸ | ۰/۱۱۴ |
| مدیریت محیط | ۰/۱۴۰ | . | ۰/۱۸۹ | ۰/۱۹۲ | ۰/۱۲۰ | ۰/۱۰۹ |
| مدیریت انرژی | ۰/۰۸۷ | ۰/۰۶۳ | . | ۰/۰۹۷ | ۰/۰۹۱ | ۰/۰۹۰ |
| نوآوری سبز | ۰/۱۴۰ | ۰/۱۶۷ | ۰/۱۶۱ | . | ۰/۲۱۹ | ۰/۰۵۸ |
| Mm۱ | . | . | ۰/۹۶ | . | . | . |
| Mm۲ | . | . | ۰/۰۸۸ | . | . | . |
| Mm۳ | . | . | ۰/۱۳۸ | . | . | . |
| Mm۴ | . | . | ۰/۰۶۸ | . | . | . |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۳۳ | Ms۲ |
| ۰/۰۶۸ | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۶۸ | Ms۳ |
| ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۶ | Ms۴ |
| ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | Ms۵ |
| ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | Ms۶ |
| ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۳ | Me۱ |
| ۰/۰۳۲ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۳۲ | Me۲ |
| ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۴۸ | Me۳ |
| ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ | Me۴ |
| ۰/۰۶۹ | ۰/۰۶۹ | ۰/۰۶۹ | ۰/۰۶۹ | ۰/۰۶۹ | ۰/۰۶۹ | Me۵ |
| ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | Me۶ |
| ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۸ | N۱ |
| ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۹ | N۲ |
| ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۵ | N۳ |
| ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۱ | N۴ |

و در نهایت سوپرماتریس حد محاسبه می‌شود. سوپرماتریس حد با توان رساندن تمامی عناصر سوپرماتریس موزون به دست می‌آید. بر اساس روش نرم افزار سوپر دسیژن، این عمل آنقدر تکرار می‌شود تا تمامی عناصر سوپر ماتریس شبیه هم شود. در این حالت تمامی درایه‌های سوپرماتریس برابر صفر خواهد بود و تنها درایه‌های مربوط به زیرمعیارها عددی می‌شود که در تمامی سطر مربوط به آن درایه تکرار می‌شود. اساس محاسبات صورت گرفته و سوپرماتریس حد، برون داد نرم افزار سوپر دسیژن تعیین اولویت نهائی زیرمعیارها مقدور است. اوزان نهایی هر یک از عوامل نیز در **جدول ۹** ارائه شده است:

جدول ۹

اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها

| وزن نهایی | معیارها |
|-----------|--|
| ۰/۲۰۲ | مدیریت محیط داخلی |
| ۰/۱۲۴ | مدیریت مصرف انرژی و منابع |
| ۰/۲۶۱ | مدیریت سبز |
| ۰/۲۲۰ | عملکرد محصول و ذی نفعان |
| ۰/۱۹۱ | نوآوری سبز |
| ۰/۱۹۶ | تعهد مدیر به اجرای اقدامات سبز |
| ۰/۲۱۶ | استخدام نیروی انسانی کارآمد و شایسته |
| ۰/۲۱۰ | گرفتن گواهینامه ایزو |
| ۰/۱۸۱ | مسئولیت اجتماعی سبز |
| ۰/۱۹۴ | توسعه فرهنگ سبز در سازمان |
| ۰/۲۴۶ | کاهش مصرف انرژی (آب، برق، و..) |
| ۰/۲۳۳ | خرید مواد اولیه سازگار با محیط زیست |
| ۰/۲۴۷ | خرید تجهیزات و ماشین آلات برای تولید پاک |
| ۰/۰۷۸ | خریداری مواد قابل بازیافت |
| ۰/۱۵۰ | کاهش اتلاف منابع سازمان |
| ۰/۰۴۳ | کاهش تولید پسماند |

| | |
|-------|--------------------------------|
| ۰/۱۵۳ | ایجاد تصویر سبز از شرکت |
| ۰/۱۵۷ | ارتقای جایگاه سبز شرکت |
| ۰/۱۴۰ | بازاریابی سبز |
| ۰/۱۴۴ | دریافت نظرات مصرف کنندگان |
| ۰/۲۰۸ | حمایت مصرف کنندگان |
| ۰/۱۹۵ | دسترسی به بازار و مشتریان جدید |
| ۰/۲۵۹ | بهبود طراحی محصول |
| ۰/۲۴۰ | ارتقای انگیزه کارکنان |
| ۰/۲۶۷ | تعامل با ذی نفعان |
| ۰/۲۳۱ | رضایت مشتریان |
| ۰/۱۹۴ | نوآوری مدیریتی سبز |
| ۰/۲۷۳ | نوآوری محصول سبز |
| ۰/۱۱۹ | نوآوری فرایند سبز |
| ۰/۱۱۳ | نوآوری فناوریانه سبز |

بر اساس **جدول ۹** اوزان نهایی برای هریک از معیارها، براساس روابط بین آن‌ها به دست آمد، براین اساس مدیریت سبز با وزن (۰/۲۶۱) دارای بیشترین اولویت بین سایر معیارها است، به همین صورت معیار عملکرد محصول و ذی نفعان (۰/۲۲۰) در رتبه دوم، معیار مدیریت محیط داخلی (۰/۲۰۲) در رتبه سوم، نوآوری سبز با وزن (۰/۱۹۱) در رتبه چهارم و مدیریت مصرف انرژی و منابع با وزن (۰/۱۲۴) در رتبه پنجم قرار دارد. به همین ترتیب در هریک از معیارها نیز، وزن و رتبه زیرمعیارها مشخص شد.

بحث و نتیجه‌گیری

رتبه بندی شاخص‌های تحقیق و توسعه سبز، با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای انجام شد. براساس تحلیل شبکه‌ای بین ۵ بعد و روابط بین آن‌ها مشخص شد، مدیریت سبز با وزن (۰/۲۶۱) دارای بیشترین اولویت بین سایر معیارها است، به همین صورت معیار عملکرد محصول و ذی نفعان (۰/۲۲۰) در رتبه دوم، معیار مدیریت محیط داخلی (۰/۲۰۲) در رتبه سوم، نوآوری سبز با وزن (۰/۱۹۱) در رتبه چهارم و مدیریت مصرف انرژی و منابع با وزن (۰/۱۲۴) در رتبه پنجم قرار دارد.

براساس این رتبه بندی می‌توان گفت عوامل مرتبط با مدیریت سبز بیشترین اهمیت در شاخص‌های توسعه تحقیق سبز دارند. مدیریت سبز در صنعت لوازم خانگی نقشی حیاتی در کاهش اثرات زیست‌محیطی و ترویج پایداری دارد. با بهینه‌سازی مصرف منابع، توسعه فناوری‌های پایدار، ایجاد فرهنگ سازمانی پایدار و تبعیت از سیاست‌ها و مقررات زیست‌محیطی، صنعت لوازم خانگی می‌تواند به اهداف پایداری دست یابد و به حفظ محیط زیست کمک کند. منابع معتبر نشان می‌دهند که مدیریت سبز نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کند، بلکه می‌تواند بهبود بهره‌وری و رقابت‌پذیری سازمان‌ها را نیز به همراه داشته باشد ([Moqaddamerad & Tapinos, 2023](#); [Yang & Chen, 2011](#)).

معیار عملکرد محصول و ذی نفعان (۰/۲۲۰) در رتبه دوم از شاخص‌های توسعه و تحقیق قرار دارد. پیروزی در دنیای پر رقابت امروزی نیازمند اقدامات و برنامه‌های مناسب است. جهانی شدن تجارت و اقتصاد و پویاتر شدن رقابت، نقش مشتریان را در سازمانها تغییر داده است. نگاه امروز سازمان‌ها به مشتریان تنها یک مصرف کننده صرف نیست. مشتریان در سازمان‌های امروز در تولید کالا و ارائه خدمت، رویه‌های انجام امور و فرایندها، توسعه دانش و توان رقابتی، همراه و همگام اعضای سازمان هستند. بنابراین مدیریت مؤثر و کارآمد و رابطه با مشتری و

خلق محصول جدید و کارآمد از مهمترین مباحث مورد توجه محققان و مدیران سازمان‌ها محسوب می‌شود (Moqaddamerad & Tapinos, 2023). معیار عملکرد محصول و ذی نفعان هدفی مطلوب در نظر گرفته می‌شود که به بنگاه این امکان را می‌دهد تا نقطه نظرات مشتریان را مورد توجه قرار داده و از طریق شناسایی خواسته‌ها و نیازهای آنها به ارزش بیشتر دست یابد. لذا شرکت‌های تولیدکننده لوازم خانگی که در یک محیط اقتصادی در حال تحول قرار دارند باید نیازهای مشتریان را درک کنند و برای توسعه و پیشنهاد خدمات با کیفیت بالاتر و تجارب خلاقانه و رضایتبخش تلاش نمایند (Shahabadi et al., 2023).

معیار مدیریت محیط داخلی (۲۰۲۰) در رتبه سوم از شاخص‌های توسعه و تحقیق قرار دارد. با کاهش مصرف انرژی، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و ارتقای دوام و طول عمر، لوازم خانگی می‌توانند ضمن ارائه خدمات ضروری به مصرف‌کنندگان، تأثیر خود را بر محیط زیست کاهش دهند. میتوان گفت توسعه، برای پایدار بودن باید نیازهای نسل‌های فعلی را برآورده سازد، بدون آنکه توانایی نسل‌های آینده را در برآورده ساختن آنها داشته باشد. این امر نیازمند ایجاد تناسب میان اهداف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی برای شرایط حال و آینده میباشد. با توجه به شواهد روزافزون مشکلات زیست محیطی، آگاهی از نیاز به پایداری در سطح فردی و شرکتی گسترش یافته است. بنگاه‌های مسئول محیط زیست نسبت به اقدامات سبز نظیر بازیافت، مصرف کمتر منابع مانند آب یا انرژی، استفاده مجدد از مانده‌ها، توجه به فناوری‌های تمیزتر و کارآمدتر آگاهی دارند. همچنین با استخدام نیروی انسانی شایسته، اخذ گواهینامه‌های ایزو در مسیر مسئولیت اجتماعی سبز خود گام برمی‌دارند. به همین ترتیب، باید درک یک برند سالم از نظر محیط زیست را ارتقا داد و چنین مزایایی را برای مصرف‌کنندگان آگاه از محیط زیست آشکار کرد (Johnson et al., 2020; Martinez et al., 2019; Singjai et al., 2019; Smith et al., 2017; Yang & Chen, 2011).

نوآوری سبز با وزن (۱۹۱/۰) در رتبه چهارم از شاخص‌های توسعه و تحقیق قرار دارد. با بهبود بهره‌وری انرژی، کاهش مصرف منابع، استفاده از مواد بازیافتی و زیست‌تخریب‌پذیر، و توسعه فناوری‌های هوشمند، صنعت لوازم خانگی می‌تواند به اهداف پایداری دست یابد و به حفظ محیط زیست کمک کند. منابع معتبر نشان می‌دهند که نوآوری سبز نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کند، بلکه می‌تواند بهبود بهره‌وری و رقابت‌پذیری سازمان‌ها را نیز به همراه داشته باشد. نوآوری یکی از فاکتورهای مهم در موفقیت بنگاه‌های اقتصادی محسوب می‌شود که اغلب در قالب نقش معرفی و کاربرد هوشمندانه تئوری‌ها، فرایندها، محصولات و خدماتی که برای قسمت‌های مختلف سازمان‌ها جدید و تازه بوده و قبول آن به شیوه قابل توجهی به خلق ارزش برای بنگاه‌ها منجر می‌گردد، بیان شده است. براساس نظر چانگ و همکاران، نوآوری به معرفی ترکیب جدید و تازه از عوامل مؤثر در تولید درون نظام تولیدی اشاره می‌نماید (Chen et al., 2021; Lee et al., 2018; Yang & Chen, 2011). با عنایت به اینکه نوآوری سازمانی غالباً به شیوه مستمر به دنبال کنکاش روش‌هایی بهتر برای درک استراتژی‌های کسب و کار به منظور بهره برداری مؤثرتر از تکنولوژی‌های جدید است، نحوه بهبود نوآوری همواره توجه محققین، مدیران و خبرگان را به خود جلب کرده است (Chen et al., 2021). نوآوری‌های سبز، به نوآوری در محصولات، فرایندها و مدیریت اشاره می‌کند که می‌تواند سازمان‌ها را به سمت دستیابی به مزیت رقابتی پایدار، از طریق یک روش اقتصادی سازگار سوق دهد. فناوری‌های سبز دو مزیت اصلی برای سازمان‌ها فراهم می‌کنند: پاداش تجاری از بابت خلق محصولات پایدار و مزایای مالی که می‌توانند باعث افزایش رقابت شوند. آن‌ها ادعا می‌کنند که نوآوری سبز یک نیاز استراتژیک برای شرکت‌ها است، که فرصت بزرگی را برای برآورده کردن مطالبات مشتریان، بدون آسیب به اکوسیستم ارائه می‌دهد.

مدیریت مصرف انرژی و منابع با وزن (۱۲۴/۰) در رتبه پنجم از شاخص‌های توسعه و تحقیق قرار دارد. مدیریت مصرف انرژی، مواد و حفظ محیط زیست در سازمان با بکارگیری موثر و کارآمد تمامی منابع مادی و انسانی، سازماندهی و برنامه‌ریزی به منظور هدایت آن جهت نیل به اهداف محیط زیستی؛ می‌باشد (Martinez et al., 2019). هدف کلی معیار پشتیبانی از حفاظت محیط زیست و پیشگیری از آلودگی

است به طوری که با نیازهای اجتماعی، اقتصادی در تعامل باشد. استانداردهای مدیریت زیست محیطی به این منظور تهیه شده اند که عناصر یک سیستم مدیریت زیست محیطی موثر را برای فراهم سازمان‌ها نمایند تا بتوانند با سایر الزامات مدیریت ادغام شوند و سازمان‌ها را در دستیابی به اهداف زیست محیطی و تلاشی جهت حفظ محیط زیست و جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها یاری نمایند.

پیشنهاداتی که پیروی نتایج به دست آمده می‌توان ارائه داد:

- به دلیل محدودیت‌های کلاس‌های آموزش برگزاری همایش‌ها و سمینارهای داخلی برای ایجاد و توسعه فرهنگ تحقیق و توسعه و آماده سازی جامعه برای حمایت از تحقیق و توسعه داخلی پیشنهاد میگردد تا اهداف کلان تحقیق و توسعه صنعت لوازم خانگی محقق شود.
 - برگزاری جلسات هم‌اندیشی بین مدیران، کارکنان و کادر بازاریابی و فروش با هدف ایجاد اجماع، باور، تفاهم و تصویب مفاهیم مشترک و زمینه‌سازی برای افزایش حمایت از اجرای برنامه‌های تحقیق و توسعه سبز
 - تدوین بسته‌های آموزشی و مشاوره‌ای تخصصی برای آشنایی کارکنان و مدیران با مفاهیم سبز بازاریابی، فروش، پژوهش‌های بازار و... با هدف بهبود و بهسازی کارکنان و آماده‌سازی فضای ذهنی و فرهنگی آنها؛
 - زمینه سازی برای جذب و به کارگیری افراد متخصص در بدنه تیم‌های تحقیق و توسعه
- همچنین به پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد با توجه به شاخص‌های شناسایی شده در این پژوهش و همچنین دید کلی به موضوع تحقیق و توسعه سبز، محققان شاخص‌های شناسایی شده در تحقیق و توسعه سبز را در پژوهش خود مورد بررسی قرار دهند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Chen, W., Liu, X., & Zhang, J. (2021). Economic and environmental impacts of green R&D in the chemical industry. *Journal of Environmental Management*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112223>
- Johnson, M., Smith, L., & Wang, Z. (2020). Green R&D strategies in manufacturing industries. *Journal of Cleaner Production*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120390>
- Jones, K. L., Krishnan, G. V., & Melendrez, K. (2008). Do models of discretionary accruals detect actual cases of fraudulent and restated earnings? An empirical analysis. *Contemporary Accounting Research*, 25(2), 285-309. <https://doi.org/10.1506/car.25.2.8>
- Lee, J., Kim, H., & Park, Y. (2018). Green R&D and sustainable innovation in the automotive industry: Case studies and future directions. *Sustainable Development*, 26(3), 311-322. <https://doi.org/10.1002/sd.1708>
- Liu, B., Huang, D., Chen, T., & Chan, K. C. (2023). Mandatory R&D disclosure and analyst forecast Accuracy: Evidence from an emerging market. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 19(3), 100366. <https://doi.org/10.1016/j.jcae.2023.100366>
- Martinez, F., Gonzalez, P., & Rodriguez, L. (2019). The role of government in promoting green R&D: Evidence from European countries. *Environmental Economics and Policy Studies*, 21, 743-767. <https://doi.org/10.1007/s10018-018-0220-8>
- Moqaddamerad, S., & Tapinos, E. (2023). Managing business model innovation uncertainties in 5G technology: a future-oriented sensemaking perspective. *R&D Management*, 53(2), 244-259. <https://doi.org/10.1111/radm.12559>
- Murat Ar, I. (2012). The impact of green product innovation on firm performance and competitive capability: the moderating role of managerial environmental concern. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, 854-864. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.144>
- Noailly, J., Nowzohour, L., & van den Heuvel, M. (2022). Does environmental policy uncertainty hinder investments in the low carbon economy? *NBER Working Paper*. <https://doi.org/10.3386/w30361>
- Sang-Ho Lee, S. P. (2015). Review on investment direction of green technology R&D in Korea. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 186-193. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.158>
- Shahabadi, A., Ghasemi Far, S., & Haj Mousavi, S. S. (2023). The Interactive Effect of Entrepreneurship and Financial Development on Economic Complexity. *Financial Economics*(4), 1-24. https://journals.iau.ir/article_707976.html
- Singjai, K., Winata, L., & Kummer, T. (2019). Green initiatives and their competitive advantage for the hotel industry in developing countries. *International Journal of Hospitality Management*, 75, 131-143. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.03.007>
- Smith, A., Brown, D., & Green, E. (2017). Green R&D strategies and sustainable competitive advantage: Evidence from the energy sector. *Energy Policy*, 105, 196-206. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.009>
- Yang, C. H., & Chen, Y. H. (2011). R&D, Productivity and Exports: Plant-Level Evidence from Indonesia. *Economic Modeling*, 30(3), 220-231. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999311002240>