



Developing Scenarios for the Application of Green Technologies in Low-Carbon Tourism

Seyedeh Hamideh Kazemi Ghahfarokhi 

Master of Tourism, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Vali Nemati* 

Assistant Professor, Department of Public Administration and Tourism, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Javad Madani 

Assistant Professor, Department of Public Administration and Tourism, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Mir Hamid Seyed Mousavi 

Master of Tourism, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Abstract

With the rapid growth of the tourism industry in recent years, its impacts on the environment and climate change have drawn global attention. Tourism, heavily reliant on natural resources, is a major contributor to environmental pollution and carbon emissions, which could pose serious challenges for the industry's future. This study uses

* Corresponding Author: nemati_v@yahoo.com

How to Cite: Kazemi Ghahfarokhi, S. H. , Nemati, V. , Madani, J. and Seyed Mousavi, M. H. (2025). Developing Scenarios for the Application of Green Technologies in Low-Carbon Tourism. *Tourism Management Studies*, 20 (70), 285 - 326. doi: [10.22054/tms.2025.83694.3024](https://doi.org/10.22054/tms.2025.83694.3024)

a mixed-method approach to develop scenarios for applying green technologies in low-carbon tourism. The first phase employed a qualitative method through focus group discussions, while the second phase utilized a quantitative scenario-building approach. A sample of 22 participants, including academics, environmental specialists, IT experts, and cultural-heritage tourism professionals, was selected for the study. Data analysis and scenario development were conducted using MICMAC and Scenario Wizard software. Initially, 23 key indicators were identified, and 18 influencing factors were determined after cross-variable analysis. Two critical factors—cost and access to green energy—were identified as the most significant uncertainties. Based on the analysis, four future scenarios were developed: Low-Carbon (Green) Future, Unsuccessful Future, Costly Future, and Restricted Future. The desirable scenario, characterized by unlimited access to and low costs of green energy, could lead to sustainable destination development, reduced travel costs, promotion of local tourism, and increased investment in green energy. Conversely, the undesirable scenario, marked by limited access and high costs, could result in negative consequences such as reduced travel motivation and environmental degradation.

Keywords: Low-Carbon Tourism, Green Technology, Carbon Footprint, Greenhouse Gases, Renewable Energy.

Introduction

The tourism industry, a rapidly growing sector in the global economy, substantially impacts the environment and climate change. This expanding industry has become a significant source of greenhouse gas emissions. The rising number of tourists and activities puts immense pressure on natural resources and ecosystems, leading to degradation and pollution. Transport and accommodation services are key contributors to greenhouse gases, such as carbon dioxide and methane, which drive climate change and global warming, causing severe

weather changes. Human activities like fossil fuel use and resource depletion exacerbate these impacts.

Tourism's dependence on fossil fuels makes it one of the most energy-intensive industries, posing a challenge for decarbonization. Low-carbon tourism has emerged to address this, focusing on reducing the industry's environmental impacts. Developing and adopting green technologies is a key solution, optimizing resource use and minimizing waste to lower emissions and improve efficiency. These technologies also reduce pollution and protect resources.

This study explores the role of green technologies in low-carbon tourism and their effectiveness in cutting greenhouse gas emissions. It identifies innovative solutions and examines which technologies have the most significant impact on achieving low-carbon goals across tourism sectors.

Literature Review

Low-carbon tourism aims to reduce greenhouse gas emissions and promote environmental sustainability. As a subset of sustainable tourism, it minimizes environmental impacts while maintaining the tourist experience. With the rapid growth of tourism and its environmental effects, transitioning to low-carbon tourism is essential. This model reduces impacts by enhancing energy and resource efficiency in travel, accommodation, and attractions. Climate agreements globally emphasize promoting low-carbon tourism to foster sustainable communities.

Green technologies play a vital role by enhancing energy efficiency and utilizing renewable resources like solar, wind, and hydropower. These technologies reduce carbon emissions in transportation, accommodation, and attractions. Energy-efficient building systems, low-carbon transport, and sustainable resource management are crucial for achieving low-carbon tourism.

Adopting green technologies faces challenges such as high costs and limited awareness among stakeholders. However, benefits include

reduced energy costs, higher efficiency, and resource conservation. Renewable energy development and carbon-neutralization can further decrease emissions and improve energy security.

Governments play a pivotal role by offering financial incentives, tax benefits, and infrastructure for renewable energy. Policies supporting clean energy in tourist destinations can reduce emissions, attract tourists, and strengthen sustainable tourism branding.

The future of low-carbon tourism relies on climate initiatives, technological adoption, and policymaking. With growing awareness and social responsibility, tourists are expected to prefer low-carbon options. Low-carbon tourism can mitigate environmental impacts and ensure sustainability through green technologies, renewable energy, and efficient management.

Methodology

This study combines qualitative and quantitative methods to identify key factors and future scenarios for low-carbon tourism.

Phase 1 employed a qualitative focus group method. In this phase, data was collected through semi-structured interviews with 22 experts from the fields of environmental science, information technology, and cultural heritage tourism. The group discussions were documented, and themes were extracted and analyzed until theoretical saturation was achieved.

Phase 2 used quantitative scenario planning, specifically employing cross-impact matrix analysis with the MICMAC software to identify and prioritize key factors influencing the adoption of green technologies in low-carbon tourism. A specialized questionnaire was used to assess the impact and interdependence of these factors. Additionally, Schwartz's scenario planning approach, a method for dealing with critical uncertainties, was applied to generate scenarios using a 2x2 matrix framework.

Results

This research examines the application of green technologies in low-carbon tourism. The qualitative analysis identified and categorized 23 factors influencing green technologies. These factors were placed into four main dimensions: environmental and responsible, social and cultural, economic and technological, and physical. These factors were evaluated through interviews with expert group members, and their relationships were analyzed using MICMAC software.

The interaction analysis determined the relationships between the 23 factors based on their influence and dependency on one another. The analysis revealed that the most direct influence was related to "carbon knowledge level," while the factor "costs of using green energy" had the most significant dependency. The interaction matrices showed that over 95% of variables influenced each other, indicating high complexity.

Next, various scenarios were examined through critical uncertainties. These analyses identified two strong scenarios, two highly compatible scenarios, and five probable or weak ones. Scenarios were classified based on the costs of using green energy and resource access. In the optimal scenario, low costs and unlimited access led to positive transformations and reduced greenhouse gas emissions.

The findings emphasize enhancing carbon knowledge and involving the government and tourism professionals in low-carbon projects. Improving access to green energy and reducing costs are essential. The derived scenarios guide the development of strategies in this area.

Conclusion

The results showed that access to green energy resources and low costs of using these energy sources are among the most important factors influencing low-carbon tourism development. Additionally, the optimal scenario for the future of low-carbon tourism is based on unlimited access to green energy resources and low costs. This scenario could lead to the development of sustainable destinations,

reduced travel costs, the growth of local tourism activities, increased incentives for investment in green energy, and enhanced tourist experiences.

In contrast, the unsuccessful scenario, which arises from limited access and high costs to green energy resources, could lead to adverse outcomes and harm to both the environment and sustainable tourism. Ultimately, this research emphasizes the need for investment and planning to develop green energy resources in the tourism industry to harness their potential for improving the industry's environmental and economic conditions.

.
.



تدوین سناریوهای کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن

دانش آموخته کارشناسی ارشد گردشگری، دانشکده علوم اجتماعی،
دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

سیده حمیده کاظمی قهفرخی 

استادیار گروه مدیریت دولتی و گردشگری، دانشکده علوم
اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

ولی نعمتی* 

استادیار گروه مدیریت دولتی و گردشگری، دانشکده علوم
اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

جواد معدنی 

دانش آموخته کارشناسی ارشد گردشگری، دانشکده علوم اجتماعی،
دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

میرحمید سیدموسوی 

چکیده

با گسترش سریع صنعت گردشگری در سال‌های اخیر، اثرات آن بر محیط‌زیست و تغییرات اقلیمی توجه جهانی را به خود جلب کرده است. گردشگری با اتکا به منابع طبیعی، یکی از منابع اصلی آلودگی محیطی و انتشار کربن است و این امر می‌تواند پیامدهای جدی برای آینده این صنعت داشته باشد. پژوهش حاضر با هدف تدوین سناریوهای کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن از روش آمیخته استفاده کرده است. مرحله نخست با روش کیفی گروه کانونی و مرحله دوم با رویکرد کمی سناریونگاری انجام شده است. ۲۲ نفر از دانشگاهیان، متخصصان محیط‌زیست، فناوری اطلاعات و میراث فرهنگی - گردشگری به عنوان نمونه آماری پژوهش انتخاب شدند. از نرم‌افزارهای MICMAC و Scenario Wizard برای تحلیل داده‌ها و تدوین سناریوها بهره گرفته شده است. ابتدا ۲۳ شاخص کلیدی شناسایی شد که پس از تحلیل متقابل متغیرها، ۱۸ مؤلفه تأثیرگذار تعیین گردید. دو عامل کلیدی هزینه و دسترسی به انرژی‌های سبز به عنوان مهم‌ترین عدم قطعیت‌ها انتخاب شدند. بر اساس تحلیل‌ها، چهار سناریوی آینده شامل آینده کم‌کربن (آینده سبز)، آینده نافرجام، آینده پرهزینه و آینده محدود تدوین شدند. سناریوی مطلوب (آینده سبز) با دسترسی نامحدود و هزینه‌های کم انرژی‌های سبز می‌تواند به نتایجی چون توسعه مقصدهای پایدار، کاهش هزینه‌های سفر، توسعه فعالیت‌های گردشگری محلی، انگیزه برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های سبز و تأثیر بر تجربه گردشگری ختم شود. در مقابل، سناریوی نامطلوب (آینده نافرجام) با محدودیت دسترسی و هزینه‌های بالا، پیامدهای منفی مانند کاهش انگیزه سفر و آسیب به محیط‌زیست را به همراه خواهد داشت.

کلیدواژه‌ها: گردشگری کم‌کربن، فناوری سبز، ردپای کربن، گازهای گلخانه‌ای، انرژی‌های تجدیدپذیر

مقدمه

گردشگری سبز به عنوان رویکردی معرفی شده که با حفاظت از محیط زیست و توجه به پایداری، به توسعه پایدار مناطق گردشگری کمک کرده و با کاهش اثرات منفی زیست محیطی و ترویج استفاده از فناوری های پاک، نقش مهمی در حفظ منابع طبیعی و بهبود کیفیت زندگی جوامع محلی ایفا می کند (حسن زاده، ۱۳۹۴). به عبارت دیگر، مفهومی است که به شیوه های پایدار گردشگری اشاره دارد و به گونه ای طراحی شده است که تعادل بین محیط زیست، جوامع محلی، کسب و کارهای مرتبط و نیازهای گردشگران را حفظ کند (معدنی، ۱۴۰۰).

صنعت گردشگری به عنوان یکی از سریع ترین بخش های در حال رشد اقتصادی در سطح جهانی، تأثیرات عمیقی بر محیط زیست و تغییرات اقلیمی دارد. این صنعت که در دهه های اخیر به طور چشمگیری گسترش یافته، به یکی از منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه ای تبدیل شده است (Ibnou-Laaroussi et al., 2020). رشد روزافزون گردشگری و افزایش تعداد گردشگران، فشار زیادی بر منابع طبیعی و مناظر بکر وارد می آورد که این موضوع می تواند به تخریب این منابع و افزایش آلاینده های محیطی منجر شود (Wu et al., 2017). طبق گزارش ها، صنعت گردشگری ۴/۹ درصد از انتشار جهانی گازهای گلخانه ای را به خود اختصاص داده که بخش عمده ای از آن مربوط به فعالیت های حمل و نقل و خدمات اقامتی است (TIES, 2019).

انتشار گازهای گلخانه ای به ویژه دی اکسید کربن، متان، اکسیدهای نیتروژن و دیگر گازهای مضر، یکی از عوامل اصلی تغییرات اقلیمی به شمار می رود (Gössling et al., 2013). این تغییرات اقلیمی نه تنها موجب گرم شدن کره زمین و تغییرات شدید در شرایط آب و هوایی می شوند، بلکه تهدیدات جدی برای سلامت انسان و اکوسیستم های طبیعی به همراه دارند. بسیاری از عوامل تغییرات اقلیمی، مانند فعالیت های آتشفشانی و تغییرات مدار زمین، غیرقابل کنترل هستند. اما تغییرات انسانی نظیر افزایش جمعیت، تخریب منابع طبیعی، جنگل زدایی و انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از سوخت های فسیلی می تواند تحت کنترل و مدیریت قرار گیرد (Wu et al., 2017). در این راستا، گزارش ها نشان می دهند

که بیش از ۵۰ درصد از گازهای گلخانه‌ای جهانی ناشی از سوختن سوخت‌های فسیلی است (Grimm et al., 2018).

این شرایط، لزوم اقدام‌های مؤثر و هماهنگ در سطح جهانی برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای را بیش از پیش نمایان می‌سازد. از آنجا که صنعت گردشگری به‌طور گسترده‌ای به سوخت‌های فسیلی وابسته بوده و به یکی از صنایع پرمصرف انرژی تبدیل شده، کربن‌زدایی این صنعت به یک چالش اساسی تبدیل گردیده است. به همین دلیل، گردشگری کم کربن به عنوان یک رویکرد نوین برای کاهش آثار منفی این صنعت بر محیط‌زیست معرفی شده است (Wu et al., 2017). این رویکرد، شامل بهره‌گیری از فناوری‌ها و فرآیندهایی است که کمترین میزان آسیب را به محیط‌زیست وارد می‌کند و در راستای پیشبرد اقتصاد کم کربن در صنعت گردشگری ضروری است (Grimm et al., 2018).

توسعه و ترویج فناوری‌های سبز به عنوان یکی از راهکارهای مؤثر در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در صنعت گردشگری، در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. فناوری‌های سبز به عنوان یکی از راهکارهای اصلی کاهش تغییرات اقلیمی، نقشی کلیدی در دستیابی به اهداف زیست‌محیطی و توسعه پایدار ایفا می‌کنند (Agan & Balcilar, 2022). این فناوری‌ها شامل استفاده بهینه از منابع طبیعی مانند آب، انرژی و مواد غذایی و همچنین، استفاده از فناوری‌های مدیریت ضایعات و بسته‌بندی پلاستیکی هستند که اصول بازیافت و استفاده مجدد را دربرمی‌گیرند (WIPO GREEN, 2020). فناوری‌های سبز در گردشگری به مجموعه‌ای از تکنولوژی‌ها و شیوه‌های نوآورانه اطلاق می‌شود که با هدف کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی صنعت گردشگری طراحی شده‌اند. این فناوری‌ها با بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت پایدار منابع، به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفظ محیط‌زیست کمک می‌کنند. به عنوان مثال، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند خورشیدی و بادی در تأسیسات گردشگری، بهره‌گیری از سیستم‌های حمل‌ونقل پاک مانند خودروهای الکتریکی و دوچرخه و به کارگیری فناوری‌های مدیریت هوشمند انرژی در هتل‌ها و مراکز

اقامتی، از جمله راهکارهای فناوری سبز در این حوزه هستند. این اقدامات نه تنها به کاهش ردپای کربنی گردشگری کمک می‌کند، بلکه با افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها، به توسعه پایدار و مسئولانه این صنعت نیز یاری می‌رساند.

فناوری‌های سبز در کنار کاهش دی‌اکسید کربن، به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و افزایش بهره‌وری منابع طبیعی نیز کمک می‌کنند. این امر، نه تنها برای حفاظت از محیط‌زیست ضروری است، بلکه به ارتقای بهره‌وری اقتصادی صنعت گردشگری نیز منجر می‌شود.

بررسی کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم کربن از این نظر حائز اهمیت است که می‌تواند نقش این فناوری‌ها را در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهینه‌سازی استفاده از منابع طبیعی مشخص سازد. ناکارآمدی برخی فناوری‌ها، هزینه‌های اولیه بالا و آینده نامعلوم آن‌ها از جمله چالش‌های پیش‌رو در استفاده از این فناوری‌ها هستند. همچنین، اثربخشی و کاربرد این فناوری‌ها ممکن است بسته به بخش‌های مختلف صنعت گردشگری، نظیر حمل‌ونقل، اقامتگاه‌ها و جاذبه‌های گردشگری متفاوت باشد. بنابراین، شناسایی فناوری‌های مؤثرتر و تحلیل کاربرد آن‌ها در بخش‌های مختلف صنعت گردشگری می‌تواند به تصمیم‌گیری بهتر و انتخاب گزینه‌های مؤثر برای دستیابی به گردشگری کم کربن کمک کند. اما به علت مسائل همچون ناکارآمدی برخی از این فناوری‌ها و آینده نامعلوم یا هزینه‌های زیاد تولید آن‌ها در مرحله اولیه، لازم است چنین تحقیقی در زمینه کاربردهای این فناوری‌ها انجام گیرد، چرا که لزوماً به‌خاطر اینکه فناوری‌های سبز هستند نمی‌توانند بی‌عیب و نقص باشند و به دلیل تازگی این فناوری‌ها و چالش‌های ناشناخته می‌توانند عواقب جبران‌ناپذیری را به‌جای بگذارند. همچنین، ممکن است در هر بخشی از گردشگری، فناوری خاصی بیشترین کاربرد و کمترین معایب را داشته باشد.

یکی از مهم‌ترین موانع، هزینه‌های بالا و سرمایه‌گذاری اولیه سنگین این فناوری‌ها است که برای بسیاری از کسب‌وکارها به‌ویژه در مراحل ابتدایی، به یک دغدغه بزرگ تبدیل می‌شود. علاوه بر این، عملکرد نامطمئن برخی فناوری‌ها در شرایط خاص و کمبود

زیرساخت‌های مناسب در بسیاری از مناطق گردشگری، می‌تواند موجب ناکارآمدی آن‌ها شود. همچنین، چالش‌های فرهنگی و اجتماعی مانند عدم پذیرش یا درک درست از مزایای این فناوری‌ها از سوی گردشگران و کسب و کارهای محلی، بر میزان اثربخشی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. در بسیاری از موارد، قوانین و سیاست‌های حمایتی ناکافی نیز مانع از گسترش این فناوری‌ها در صنعت گردشگری می‌شود. به علاوه، عدم قطعیت در بازگشت سرمایه و سودآوری این فناوری‌ها موجب تردید در پذیرش آن‌ها می‌شود. این چالش‌ها نشان می‌دهند که برای توسعه گردشگری کم‌کربن، علاوه بر فناوری‌های سبز، نیاز به پشتیبانی سیاستی، زیرساختی و فرهنگی برای تضمین کارایی و موفقیت آن‌ها است. از این رو، اگر کاربرد هر یک از فناوری‌های سبز و نوین در تمامی حوزه‌های گردشگری مشخص شود، راه برای انتخاب بهترین و پرکاربردترین فناوری باز است و گردشگری کم‌کربن در آینده‌ای نه چندان دور، زودتر محقق می‌شود.

هدف اصلی این پژوهش، تدوین سناریوهای کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن بوده، به شناسایی فناوری‌های نوآورانه در راستای تحقق گردشگری کم‌کربن پرداخته و راهکارهایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در این صنعت ارائه می‌دهد.

مبانی نظری

سناریوهای کاربردی فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن به مجموعه‌ای از روایت‌های آینده‌نگرانه اطلاق می‌شود که با بهره‌گیری از فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست، به کاهش انتشار کربن در صنعت گردشگری می‌پردازند. این سناریوها با تحلیل روندهای جاری، عدم قطعیت‌ها و نیروهای پیشران، مسیرهای محتمل پیش‌روی گردشگری پایدار را ترسیم می‌کنند. هدف اصلی این سناریوها، ارائه راهکارهای عملی و استراتژیک برای کاهش اثرات زیست‌محیطی گردشگری از طریق به‌کارگیری فناوری‌های نوین و سبز است. در تدوین این سناریوها از روش‌های آینده‌پژوهی مانند برنامه‌ریزی سناریو با رویکرد شوارتز استفاده می‌شود که با تمرکز بر تحلیل عدم قطعیت‌های کلیدی و شناسایی عوامل مؤثر، به طراحی سناریوهای واقع‌بینانه و کاربردی کمک می‌کند. این رویکرد امکان می‌دهد تا با در نظر گرفتن تغییرات محتمل در

حوزه‌های مختلف، راهبردهای مؤثری برای توسعه گردشگری کم کربن و پایدار تدوین شود. گردشگری کم کربن به عنوان یک شکل نوین در صنعت گردشگری با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارتقای پایداری زیست‌محیطی، به‌طور فزاینده‌ای در حال گسترش است. در واقع، این شکل از گردشگری که به عنوان زیرمجموعه‌ای از گردشگری پایدار شناخته می‌شود، تلاش می‌کند تا ضمن حفظ تجربیات گردشگران، تأثیرات منفی بر محیط‌زیست را به حداقل برساند (Bhaktikul et al., 2021). با توجه به رشد سریع این صنعت و پیامدهای زیست‌محیطی آن، گذار به سمت گردشگری کم کربن ضرورتی اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود (Zha et al., 2021).

مدل گردشگری کم کربن، با تمرکز بر بهبود بهره‌وری انرژی و منابع در حوزه‌هایی نظیر سفر، اقامت، حمل‌ونقل و جاذبه‌های گردشگری به کاهش تأثیرات زیست‌محیطی کمک می‌کند. در سطح جهانی نیز توافقات اقلیمی بر ضرورت ترویج این نوع گردشگری و توسعه جوامع پایدار محلی تأکید دارند (Child et al., 2018). با توجه به نقش مهم صنعت گردشگری در توسعه اقتصادی جهانی، بهره‌گیری از رویکردهای نوین مدیریت انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر به عنوان راهکاری برای مقابله با تغییرات اقلیمی و دستیابی به توسعه پایدار مطرح است (Lee & Jan, 2019). این رویکرد نه تنها به حفظ محیط‌زیست و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند، بلکه فرصت‌های جدیدی را برای توسعه اقتصاد کم کربن فراهم می‌سازد (Can & Hongbing, 2011).

فناوری‌های سبز در گردشگری

فناوری‌های سبز در صنعت گردشگری در کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی نقش حیاتی دارند. این فناوری‌ها که عمدتاً بر مبنای بهره‌وری انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر و پاک توسعه یافته‌اند، می‌توانند در تمامی مراحل گردشگری از حمل‌ونقل و اقامت تا جاذبه‌های گردشگری به کار گرفته شوند. منابع انرژی سبز مانند انرژی باد، خورشید، آب و منابع جزر و مد با کاهش تولید دی‌اکسید کربن به عنوان ابزار کارآمد در توسعه گردشگری کم کربن محسوب می‌شوند (ماناسازان سدید، ۱۳۹۹). در این زمینه، استفاده از انرژی‌های سبز مانند انرژی خورشیدی، بادی و هیدروالکتریک می‌تواند به‌طور چشمگیری

مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش داده و در نتیجه، انتشار کربن در صنعت گردشگری را به حداقل برساند (میرزاییکی فینی، ۱۳۹۲). در زمینه ساختمان‌ها و هتل‌ها، استفاده از سیستم‌های انرژی کارآمد و بهینه، فناوری‌های کم کربن در حمل‌ونقل عمومی و مدیریت پایدار منابع در مقاصد گردشگری می‌تواند کمک بزرگی در تحقق گردشگری کم کربن باشد (Can & Hongbing, 2011).

چالش‌های مختلفی در مسیر پذیرش و استقرار فناوری‌های سبز در صنعت گردشگری وجود دارد. هزینه‌های بالای پیاده‌سازی این فناوری‌ها در مقاصد گردشگری می‌تواند مانعی بزرگ برای پذیرش آن‌ها باشد. همچنین، عدم آگاهی و آموزش در مورد مزایای فناوری‌های کم کربن برای ذی‌نفعان مختلف، از جمله گردشگران، مدیران مقصد و سرمایه‌گذاران می‌تواند باعث کندی فرآیند پذیرش این فناوری‌ها شود (Neij et al., 2017). از سوی دیگر، فرصت‌های بسیاری نیز در این مسیر نهفته است. استفاده از فناوری‌های سبز می‌تواند به کاهش هزینه‌های انرژی، افزایش بهره‌وری و حفظ منابع طبیعی کمک کند. توسعه فناوری‌های انرژی‌پذیر و کربن‌زدایی سوخت‌های فسیلی، زمینه‌ساز کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود امنیت انرژی است (Hanley et al., 2018). همچنین، ایجاد مشاغل جدید در بخش‌های انرژی تجدیدپذیر و فناوری‌های نوین در صنعت گردشگری می‌تواند به توسعه اقتصادی پایدار کمک نماید (OECD, 2013). بنابراین، ترکیب سیاست‌های مناسب، حمایت‌های دولتی و آگاهی‌رسانی می‌تواند از چالش‌ها عبور کرده و فرصت‌های فراوانی را برای استفاده از این فناوری‌ها ایجاد کند. دولت‌ها به‌عنوان بازیگران اصلی در سیاست‌گذاری و تنظیم مقررات، نقشی حیاتی در توسعه گردشگری کم کربن دارند. سیاست‌های حمایتی از جمله ارائه مشوق‌های مالی، تسهیلات مالیاتی برای استفاده از فناوری‌های سبز و توسعه زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر، می‌تواند به‌طور چشمگیری به پذیرش این شکل گردشگری کمک کند. به‌ویژه، پیشبرد سیاست‌های انرژی پاک و استفاده از فناوری‌های سبز در مقاصد گردشگری می‌تواند نه تنها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کند، بلکه به جذب گردشگران بیشتر و تقویت برند گردشگری پایدار نیز منجر شود (Bernardo et al., 2022).

کشورهای مختلف در جست‌وجوی راه‌حل‌های نوین برای ایجاد جوامع کم‌کربن و استفاده از گردشگری به‌عنوان یک ابزار برای این هدف هستند (Bhaktikul et al., 2021). این تغییر نیازمند تغییر رفتارها، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و جایگزینی سوخت‌های فسیلی است (Tang et al., 2018). آموزش و ارتقای زیست‌محیطی گردشگران و مدیران مقاصد، نقش کلیدی در پیشبرد این هدف ایفا می‌کند (Markose et al., 2022). برای این منظور، همکاری میان دولت‌ها، بخش خصوصی و سازمان‌های بین‌المللی ضروری است.

آینده گردشگری کم‌کربن

آینده گردشگری کم‌کربن بستگی به تحولات جهانی در زمینه تغییرات اقلیمی، پذیرش فناوری‌های نوین و پیشرفت در زمینه سیاست‌گذاری دارد. با توجه به چالش‌های جاری تغییرات اقلیمی و بحران‌های زیست‌محیطی، این صنعت باید به سمت پذیرش فناوری‌های سبز و استفاده از منابع انرژی پاک و تجدیدپذیر حرکت کند. انتظار می‌رود که گردشگری کم‌کربن در آینده به‌عنوان یک اصل پذیرفته‌شده در تمامی سطوح سیاست‌گذاری، طراحی مقاصد و برنامه‌ریزی سفر قرار گیرد (Huang et al., 2021). همچنین، با افزایش آگاهی عمومی و توجه به مسئولیت‌پذیری اجتماعی، گردشگران نیز بیشتر به انتخاب گزینه‌های کم‌کربن علاقه‌مند خواهند شد. به این ترتیب، آینده گردشگری کم‌کربن بستگی به هم‌افزایی سیاست‌ها، فناوری‌ها و رفتارهای مصرفی دارد که به‌طور هم‌زمان بر کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و بهبود تجربه گردشگران متمرکز خواهد بود (Ma et al., 2022).

در مجموع، صنعت کم‌کربن به‌عنوان یک راه‌حل نوین در صنعت گردشگری، پتانسیل عظیمی برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و تغییرات اقلیمی دارد. گردشگری کم‌کربن نه تنها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند، بلکه باعث بهبود پایداری در این صنعت می‌شود. با استفاده از فناوری‌های سبز، انرژی‌های تجدیدپذیر و مدیریت بهینه منابع، می‌توان اثرات منفی آن را بر محیط‌زیست کاهش داد. همچنین،

سیاست‌های اقتصادی و حمایتی و آموزش‌های مناسب می‌تواند سرعت پذیرش این تغییرات را افزایش داده و به رشد و کمک اجتماعی کمک کند.

پیشینه پژوهش

بررسی و مطالعه پیشینه‌های پژوهش صورت گرفته در زمینه پژوهش حاضر به شفاف‌سازی مباحث مرتبط با موضوع تحقیق، شناسایی خلأهای علمی و زمینه‌سازی برای طرح سؤال‌های جدید کمک می‌کند، چرا که این امر امکان تحلیل دقیق‌تر و جامع‌تر مسائل موجود و روند توسعه آن‌ها را فراهم می‌آورد. بررسی پیشینه‌های داخلی (جدول ۱) انجام شده نشان می‌دهد که پژوهش‌های داخلی اندکی در این زمینه صورت گرفته است. بنابراین، این موضوع نیاز به تحقیقات بیشتر در جهت تکمیل و گسترش دانش موجود را نمایان می‌سازد.

جدول ۱. پژوهش‌های داخلی انجام شده

نام نویسندگان و سال انتشار	کلیدواژه‌ها	شرح مختصر
رحیمی و همکاران (۱۴۰۱)	میراث معماری صنعتی، میراث معاصر، معماری معاصر، گردشگری فرهنگی، گردشگری سبز، میراث مشترک.	این پژوهش نشان می‌دهد ادغام میراث مشترک مانند ساختمان‌های صنعتی مازندران، نقش مهمی در توسعه جامعه محلی دارد. با اولویت دادن به معاصر سبز، مانند بهینه‌سازی استفاده از مناطق متروکه، ایجاد فضاهای چند منظوره و تقویت گردشگری، این سایت‌های میراثی می‌توانند به پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی منطقه کمک قابل توجهی کنند. علاوه بر این، ادغام فعالیت‌های فرهنگی و حفظ این مکان‌ها در حین ترویج گردشگری، تأثیرات مثبتی بر جوامع محلی دارد.

ادامه جدول ۱.

نام نویسندگان و سال انتشار	کلیدواژه‌ها	شرح مختصر
صادقی و کوراوند (۱۴۰۱)	گردشگری سبز، اکوتوریسم منطقه، کوهرنگ.	گردشگری سبز به عنوان ابزاری مؤثر در حفظ سنت‌های فرهنگی و محلی، فرصت‌های جدیدی را در مناطق اکوتوریستی ایجاد می‌کند. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که شناسایی شاخص‌های گردشگری سبز و وضعیت آن‌ها در مناطق مختلف می‌تواند به توسعه پایدار گردشگری کمک کند. در مورد منطقه کوهرنگ، تحقیقات قبلی نشان می‌دهند که شاخص‌هایی چون امنیت و حفظ سنت‌های فرهنگی و محلی در وضعیت متوسط قرار دارند و برای ارتقای این وضعیت، راهکارهایی چون تدوین قوانین، فرهنگ‌سازی و مشارکت محلی پیشنهاد شده‌اند.
محمودی و بیشمی (۱۴۰۱)	جامعه‌شناسی دین، دین‌داری، جمع‌گرایی، دانش محیط‌زیستی، دغدغه محیط‌زیستی.	بحران‌های محیط‌زیستی و نابودی منابع طبیعی از جمله چالش‌های اساسی صنعت گردشگری به شمار می‌روند. پیشینه پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالان گردشگری به دلیل توانایی خود در هدایت رفتارهای گردشگران می‌توانند به ترویج رفتارهای سازگار با محیط‌زیست کمک کنند. پژوهش‌های پیشین همچنین بر شناسایی عوامل مؤثر بر نگرش و گرایش فعالان گردشگری به سمت گردشگری سبز تأکید دارند و نشان می‌دهند که عواملی چون دین‌داری، جمع‌گرایی، دغدغه محیط‌زیستی و دانش محیط‌زیستی نقش مهمی در شکل‌گیری نگرش‌های مثبت نسبت به گردشگری سبز دارند.
معدنی (۱۴۰۰)	خط‌مشی‌گذاری، خط‌مشی‌گذاری زیست‌محیطی، گردشگری سبز، روش ترکیبی.	امروزه گردشگری سبز به عنوان یکی از انواع پویا و تأثیرگذار صنعت گردشگری، مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است. تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که خط‌مشی‌گذاری زیست‌محیطی می‌تواند در راستای تحقق اهداف گردشگری سبز نقش مؤثری ایفا کند. این حوزه، با تمرکز بر حفاظت از محیط‌زیست، می‌تواند پیامدهای مطلوبی برای جوامع ایجاد کند و اهمیت تدوین الگوی مناسب برای این خط‌مشی‌ها بیش از پیش نمایان است.

ادامه جدول ۱.

نام نویسندگان و سال انتشار	کلیدواژه‌ها	شرح مختصر
بذرافشان و همکاران (۱۳۹۶)	توسعه پایدار گردشگری، گردشگری سبز، اقدامات سبز، خدمات سبز.	گردشگری سبز به عنوان رویکردی نوین در جهت دستیابی به اهداف پایداری، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. پیشینه پژوهش‌ها بر اهمیت حمایت از محیط‌زیست، رفتار جامعه‌محور و کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های گردشگری تأکید داشته و نقش اقدامات سبز در بخش‌هایی نظیر هتل‌ها، رستوران‌ها و حمل‌ونقل را در ارتقای رضایت گردشگران و پایداری جوامع مقصد بررسی کرده‌اند.
ضیایی و همکاران (۱۳۹۵)	انگیزش محافظت، تغییرات آب‌وهوا، رفتارهای کم‌کربن، گردشگری کم‌کربن، مصرف انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن.	گرمایش جهانی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار دی‌اکسید کربن، به یکی از چالش‌های عمده زیست‌محیطی تبدیل شده است. صنعت گردشگری سهم ۵ درصدی از انتشار دی‌اکسید کربن و ۱۴٪ از گازهای گلخانه‌ای را در سطح جهان دارد. پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که رفتار گردشگران به‌طور مستقیم بر میزان مصرف انرژی و انتشار کربن در گردشگری تأثیر می‌گذارد و شناسایی عوامل مؤثر بر تغییر رفتار گردشگران در راستای کاهش انتشار کربن ضروری است.

بسیاری از مطالعات، تأثیرات منفی گردشگری بر محیط‌زیست و لزوم استفاده از انرژی‌های سبز را بررسی کرده‌اند، اما شکاف عمده‌ای در تحقیقات مربوط به سیاست‌های اجرایی و راهبردهای عملی برای پیاده‌سازی گردشگری کم‌کربن در مقاصد مختلف وجود دارد. به‌ویژه، نحوه هماهنگی میان دولت‌ها، کسب‌وکارها و جوامع محلی برای اجرای این مدل نیازمند پژوهش‌های بیشتری است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، متوالی-اکتشافی است که با استفاده از ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی با تأکید بر رویکرد سناریونگاری انجام شده

است. در فاز اول از روش کیفی گروه کانونی و در فاز دوم از روش برنامه‌ریزی سناریو استفاده شده است.

انتخاب این روش‌ها برای تدوین سناریوهای کاربردی فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن به دلایل زیر صورت گرفته است:

۱. ماهیت کاربردی پژوهش: از آنجا که هدف پژوهش ارائه راهکارهای عملی برای به‌کارگیری فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن است، لازم است که روش‌شناسی پژوهش نیز بر کاربردی بودن نتایج تمرکز داشته باشد.

۲. رویکرد متوالی-اکتشافی: استفاده از این رویکرد که ابتدا بر تحلیل کیفی و سپس بر تحلیل کمی تأکید دارد، امکان شناسایی دقیق‌تر متغیرهای کلیدی و روندهای تأثیرگذار را فراهم می‌کند.

۳. روش گروه کانونی در فاز کیفی: این روش کمک می‌کند تا از طریق تعامل با خبرگان و متخصصان، مهم‌ترین عوامل مؤثر در توسعه فناوری‌های سبز در گردشگری شناسایی شود. همچنین، گروه کانونی به استخراج بینش‌های عمیق و دیدگاه‌های چندجانبه درباره فرصت‌ها و چالش‌های موجود کمک می‌کند.

۴. برنامه‌ریزی سناریو با رویکرد شوارتز: این روش که مبتنی بر تحلیل عدم قطعیت‌های کلیدی و روندهای آینده‌نگرانه است، برای طراحی سناریوهای محتمل آینده و بررسی پیامدهای مختلف به‌کارگیری فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن بسیار مناسب است. رویکرد شوارتز با تمرکز بر نیروهای پیشران و تحلیل تغییرات آینده، امکان تدوین سناریوهای استراتژیک و تصمیم‌محور را فراهم می‌کند.

در مجموع، ترکیب این روش‌ها باعث می‌شود که پژوهش از یک پایه نظری و تجربی قوی برخوردار بوده و سناریوهای ارائه‌شده، هم از لحاظ علمی معتبر و هم از نظر اجرایی قابل استفاده باشند.

در فاز اول، با استفاده از روش کیفی گروه کانونی، محورهای اصلی به‌دست آمدند و در قالب عوامل و مؤلفه‌های اصلی برای فاز دوم در نظر گرفته شدند. ۲۲ نفر از دانشگاهیان، متخصصان محیط‌زیست، فناوری اطلاعات و میراث فرهنگی-گردشگری با روش

نمونه‌گیری هدفمند به‌عنوان اعضای گروه کانونی انتخاب شدند. بازه زمانی گردآوری داده‌ها، طولانی (شش ماه) و به‌صورت مقطعی بوده است. فرآیند گردآوری داده‌ها در قالب جلسات ۱ تا ۲ ساعته با مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته صورت پذیرفت و بر اساس محتوای بحث‌ها، داده‌ها ثبت و مستند شدند. تحلیل داده‌ها به‌گونه‌ای پیش رفت که گزاره‌های خام مستقل، استخراج و یک چارچوب کدگذاری اولیه شکل گرفت. سپس، مضامین تا حد اشباع نظری استخراج شدند.

گروه کانونی به‌عنوان روشی مؤثر برای جمع‌آوری اطلاعات دقیق در مورد گروهی از افراد مطلع و خبره در حوزه‌ای خاص است (Krueger, 2014). این روش دارای رویکردهای مختلفی جهت گردآوری داده‌ها و اطلاعات است و حتی می‌توان آن را در ترکیب با سایر روش‌ها به کار برد (Gundumogula, 2020). این روش دارای مراحل مختلفی شامل (۱) طراحی تحقیق، (۲) جمع‌آوری داده‌ها، (۳) تجزیه و تحلیل و (۴) گزارش نتایج است (Morgan et al., 1998).

در فاز دوم از روش کمی برنامه‌ریزی سناریو استفاده شده است. با کمک این روش، عوامل کلیدی و مؤثر، مورد بررسی و احصاء قرار گرفتند. سه رویکرد یا تکنیک مهم در این روش وجود دارد که هر کدام دارای چندین تکنیک فرعی هستند. این رویکردها عبارت‌اند از: (۱) روندهای احتمالاتی اصلاح‌شده، (۲) منطق ادراکی و (۳) رویکرد فرانسوی نسبت به آینده (Bradfield, 2007). در این پژوهش از منطق ادراکی استفاده شده است. با ادغام روش ماتریس تأثیرات متقاطع و بهره‌گیری از نرم‌افزار میک‌مک^۱ مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی و عوامل مؤثر بر دستیابی به کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن به‌وسیله نظرات خبرگان شناسایی و اولویت‌بندی شدند. پرسشنامه تخصصی میزان تأثیرگذاری عوامل بر همدیگر و نیز تأثیرپذیری عوامل از همدیگر به‌وسیله ماتریس تأثیرات متقاطع تکمیل گردید و میزان تأثیرگذاری هر کدام از عوامل بر یکدیگر با اعداد صفر تا ۳ (صفر: بی تأثیر؛ ۱: تأثیر ضعیف؛ ۲: تأثیر متوسط؛ ۳: تأثیر زیاد) ارزیابی شدند.

در ادامه از رویکرد شوارتز^۱ برای سناریونگاری استفاده شد که زیرمجموعه منطق ادراکی است. شوارتز که با عنوان رویکرد عدم قطعیت‌های بحرانی^۲ نیز شناخته می‌شود، رایج‌ترین و کاربردی‌ترین روش ساخت سناریو به حساب می‌آید. در این رویکرد با تعیین دو عدم قطعیت اصلی، فضای سناریوها در قالب ماتریسی متشکل از دو محور اصلی از دو سر عدم قطعیت‌های یاد شده، تشکیل و فضای چهارگانه‌ای در قالب یک ماتریس ۲*۲ برای برنامه‌ریزی سناریوها با کمک نرم‌افزار سناریو ویزارد^۳ ترسیم شدند.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های حاصل از بررسی کیفی پژوهش

در بررسی کیفی پژوهش حاضر، تحلیل داده‌های شناسایی شده توسط اعضای گروه خبرگان با استفاده از پنل‌های تخصصی برای استخراج مؤلفه‌های اصلی انجام شد. کدهای مستخرج با استفاده از تحلیل‌های استاندارد پالایش شدند و در نهایت، مضامین نهایی استخراج گردید. بر اساس ماهیت پژوهش، ۲۳ عامل در قالب چهار بُعد اصلی، شناسایی و دسته‌بندی شدند که در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. شاخص‌های مهم در کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن

ابعاد	کد شاخص	شاخص
زیست‌محیطی و مسئولانه	Water	آب (کیفیت، ذخیره‌سازی، بازیابی و استفاده مجدد)
	Waste	مدیریت زباله و هدر رفت غذا
	Treatment	تصفیه فاضلاب و بازیافت
	Products	استفاده از مواد و محصولات سازگار با محیط‌زیست
	Management	مدیریت مخاطرات اجتماعی و زیست‌محیطی
	Standards	اجرای استانداردهای زیست‌محیطی
	Greenhouse	کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای

1. Schwartz
2. Global Business Network (GBN)
3. Scenario Wizard

ادامه جدول ۲.

ابعاد	کد شاخص	شاخص
اجتماعی و فرهنگی	Publicity	عمومی سازی گردشگری کم کربن
	Knowledge	سطح دانش کربن (گردشگران، ساکنان و کارکنان شرکت‌های گردشگری)
	Government	مشارکت دولت و فعالان گردشگری در پروژه‌های کم کربن
	Behaviors	خرید و رفتارهای کم کربن
	Access	دسترسی همگانی به انرژی‌های سبز
اقتصادی و فناوری	Financing	سیاست تأمین مالی سبز
	Diversity	تنوع استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر
	Costs	هزینه‌های استفاده از انرژی‌های سبز
	Marketing	بازاریابی و تبلیغات کم کربن (جشنواره و گواهی کم کربن محصولات)
	Investment	سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کم کربن
	ICT	نوآوری فناوری ICT
کالبدی	Facilities	زیرساخت‌ها و تأسیسات عمومی گردشگری کم کربن
	Transport	حمل و نقل کم کربن
	Building	ساختمان‌های اقامتی و پذیرایی خصوصی کم کربن
	Monitoring	راه‌اندازی سازمان‌های پایش کربن
	Saving	استفاده از تجهیزات صرفه‌جویی در انرژی

یافته‌های حاصل از بررسی ماتریس تأثیرات متقاطع

گام بعدی، پس از شناسایی ۲۳ عامل تأثیرگذار بر کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم کربن از طریق مصاحبه با خبرگان، شناخت روابط بین متغیرها و استخراج متغیرهایی بود که می‌توانند مهم‌ترین و بیشترین نقش را در این زمینه ایفا کنند. جهت تحلیل تأثیرات مستقیم متغیرها، هر کدام از روابط متغیرها توسط نرم‌افزار میک‌مک سنجیده شد. میزان تأثیرگذاری عوامل بر همدیگر و نیز تأثیرپذیری عوامل از همدیگر به وسیله ماتریس ۲۳*۲۳ با اعداد ۰ تا ۳ (۰: بی تأثیر؛ ۱: تأثیر ضعیف؛ ۲: تأثیر متوسط؛ ۳: تأثیر زیاد) ارزیابی شدند. با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۳، جمع هر سطر و ستون ماتریس اثرات

متقابل مشخص شده است. در جدول ۴، جمع امتیازهای سطر و ستون هر یک از مؤلفه‌ها به تفکیک بیان شده است. در جدول ۵، درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس محاسبه شده است و نشان می‌دهد که ماتریس بر اساس شاخص‌های آماری با ۲ بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت و بهینه‌شدگی ۱۰۰ درصد برخوردار است. جدول ۶ نیز نشان‌دهنده میزان پرشدگی ماتریس به میزان ۹۵/۶۵ درصد است. این عامل بیان‌کننده آن است که بیش از ۹۵ درصد از متغیرهای مدنظر بر یکدیگر تأثیر داشته‌اند.

جدول ۳. ماتریس تحلیل اثرات متقابل

	23 : Saving	22 : Monitoring	21 : Building	20 : Facilities	19 : Transport	18 : Publicity	17 : Knowledge	16 : Government	15 : Behaviors	14 : Marketing	13 : financing	12 : ICT	11 : Investment	10 : Costs	9 : Access	8 : Diversity	7 : Treatment	6 : Greenhouse	5 : Standards	4 : Management	3 : Products	2 : Waste	1 : Water
1 : Water	0	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	3	3	1	2	1	3	1	2	2	2	0
2 : Waste	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	3	2	3	1	1	1	2
3 : Products	3	3	0	1	1	3	3	2	1	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3
4 : Management	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5 : Standards	3	3	3	3	0	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3
6 : Greenhouse	3	3	3	3	3	0	2	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
7 : Treatment	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8 : Diversity	3	3	3	3	2	3	2	0	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9 : Access	2	2	3	2	2	3	1	3	0	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
10 : Costs	2	2	2	1	1	2	1	2	3	0	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11 : Investment	3	3	3	3	1	3	2	3	3	3	0	2	3	3	2	1	1	3	3	3	3	3	3
12 : ICT	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	0	2	3	3	2	1	1	3	3	3	3	3	3
13 : financing	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
14 : Marketing	2	2	3	2	1	3	2	3	2	3	1	2	0	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2
15 : Behaviors	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3	1	2	3	0	1	2	3	3	3	3	3	2	2
16 : Government	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	2	3	3	3	3	3	2	3
17 : Knowledge	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3
18 : Publicity	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	0	3	3	3	3	2	3
19 : Transport	1	1	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3	2	1	1	3	0	3	3	2	3	3
20 : Facilities	2	2	2	1	1	3	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	3	3	0	3	1	3	3
21 : Building	2	2	2	1	1	3	2	2	3	3	1	2	2	1	1	1	3	3	3	0	1	2	3
22 : Monitoring	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	0	3
23 : Saving	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	0

جدول ۴. جمع امتیازهای سطر و ستون

ردیف	شاخص	سطر	ستون
۱	آب (کیفیت، ذخیره‌سازی، بازیابی و استفاده مجدد)	۳۸	۵۷
۲	مدیریت زباله و هدر رفت غذا	۲۹	۵۵
۳	تصفیه فاضلاب و بازیافت	۴۷	۵۶
۴	استفاده از مواد و محصولات سازگار با محیط‌زیست	۶۴	۴۸
۵	مدیریت مخاطرات اجتماعی و زیست‌محیطی	۵۷	۳۹
۶	اجرای استانداردهای زیست‌محیطی	۵۷	۶۰
۷	کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای	۲۵	۵۲
۸	عمومی‌سازی گردشگری کم‌کربن	۵۶	۵۸
۹	سطح دانش کربن (گردشگران، ساکنان و کارکنان شرکت‌های گردشگری)	۵۳	۵۷
۱۰	مشارکت دولت و فعالان گردشگری در پروژه‌های کم‌کربن	۴۵	۶۲
۱۱	خرید و رفتارهای کم‌کربن	۵۵	۶۱
۱۲	بازاریابی و تبلیغات کم‌کربن (جشنواره و گواهی کم‌کربن محصولات)	۶۰	۴۵
۱۳	دسترسی همگانی به انرژی‌های سبز	۵۸	۵۲
۱۴	سیاست تأمین مالی سبز	۴۵	۵۳
۱۵	تنوع استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر	۵۵	۴۵
۱۶	هزینه‌های استفاده از انرژی‌های سبز	۶۳	۲۶
۱۷	سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کم‌کربن	۶۵	۳۲
۱۸	نوآوری فناوری ICT	۵۶	۵۷
۱۹	زیرساخت‌ها و تأسیسات عمومی گردشگری کم‌کربن	۵۱	۵۸
۲۰	حمل‌ونقل کم‌کربن	۴۶	۶۰
۲۱	ساختمان‌های اقامتی و پذیرایی خصوصی کم‌کربن	۴۴	۶۱
۲۲	راه‌اندازی سازمان‌های پایش کربن	۶۳	۳۷
۲۳	استفاده از تجهیزات صرفه‌جویی در انرژی	۵۴	۵۵
	جمع	۱۱۸۶	۱۱۸۶

جدول ۵. درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس

ITERATION	INFLUENCE	DEPENDENCE
1	%98	%95
2	100%	%100

جدول ۶. درجه پرشدگی ماتریس

INDICATOR	VALUE
Matrix size	23
Number of iterations	2
Number of zeros	23
Number of ones	108
Number of twos	116
Number of threes	282
Number of P	0
Total	506
Fillrate	%95/65218

بر اساس یافته‌های نهایی حاصل از نرم‌افزار میک‌مک (جدول ۷) سطح دانش کربن (گردشگران، ساکنان و کارکنان شرکت‌های گردشگری) با کسب امتیاز ۵۴۸ بیشترین تأثیرگذاری مستقیم را بر سایر متغیرها داشته است. در کنار این عامل، عامل‌های مدیریت مخاطرات اجتماعی و زیست‌محیطی با ۵۳۹ امتیاز، مشارکت دولت و فعالان گردشگری در پروژه‌های کم‌کربن با ۵۳۱ امتیاز، راه‌اندازی سازمان‌های پایش کربن با امتیاز ۵۳۱ و نوآوری فناوری ICT با امتیاز ۵۰۵ به‌ترتیب در رتبه‌های دوم تا پنجم از نظر میزان تأثیرگذاری مستقیم قرار گرفته‌اند. متغیر سطح دانش کربن (گردشگران، ساکنان و کارکنان شرکت‌های گردشگری) یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار است. این متغیر در بین سایر متغیرها می‌تواند با قدرت عملکردی خود در کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن بسیار اثرگذار بوده و به‌عنوان یک محرک بر روی سایر متغیرهای سیستم اثر بگذارد.

بر اساس نتایج نرم‌افزار، در میان ۲۳ متغیر ذکر شده در مورد میزان اثرپذیری متغیرها از همدیگر، عامل هزینه‌های استفاده از انرژی‌های سبز با ۵۲۲ امتیاز، بیشترین تأثیرپذیری را از سایر متغیرها داشته که نشان‌دهنده این است که کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن، می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های استفاده از انرژی‌های سبز شده و در سمت مقابل نیز کاهش هزینه‌های استفاده از انرژی‌های سبز باعث افزایش کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن خواهد شد. متغیرهای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کم‌کربن با کسب امتیاز ۵۱۴، ساختمان‌های اقامتی و پذیرایی خصوصی کم‌کربن همچون هتل‌ها،

اقامتگاه‌های بومگردی، رستوران‌ها و کترینگ‌های خصوصی با ۵۱۴ امتیاز، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و زیرساخت‌ها و تأسیسات عمومی گردشگری کم‌کربن همچون پارکینگ‌ها، نمایشگاه‌ها، موزه‌ها و اماکن تاریخی هر دو با امتیاز ۵۰۵ از تأثیرپذیرترین متغیرها در بین ۲۳ متغیر شناسایی شده‌اند.

جدول ۷. میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم عوامل بر یکدیگر

رتبه	کد شاخص	تأثیرگذاری	کد شاخص	تأثیرپذیری
۱	Knowledge	۵۴۸	Costs	۵۲۲
۲	Management	۵۳۹	Investment	۵۱۴
۳	Government	۵۳۱	Building	۵۱۴
۴	Monitoring	۵۳۱	Greenhouse	۵۰۵
۵	ICT	۵۰۵	Facilities	۵۰۵
۶	financing	۴۸۹	Diversity	۴۸۹
۷	Standards	۴۸۰	Transport	۴۸۹
۸	Greenhouse	۴۸۰	Water	۴۸۰
۹	Diversity	۴۷۲	Access	۴۸۰
۱۰	Publicity	۴۷۲	Publicity	۴۸۰
۱۱	Investment	۴۶۳	Products	۴۷۲
۱۲	Behaviors	۴۶۳	Waste	۴۶۳
۱۳	Saving	۴۵۵	Saving	۴۶۳
۱۴	Access	۴۴۶	Marketing	۴۴۶
۱۵	Transport	۴۳۰	Treatment	۴۳۸
۱۶	Products	۳۹۶	financing	۴۳۸
۱۷	Facilities	۳۸۷	Management	۴۰۴
۱۸	Costs	۳۷۹	ICT	۳۷۹
۱۹	Marketing	۳۷۹	Behaviors	۳۷۹
۲۰	Building	۳۷۰	Standards	۳۲۸
۲۱	Water	۳۲۰	Monitoring	۳۱۱
۲۲	Waste	۲۴۴	Knowledge	۲۶۹
۲۳	Treatment	۲۱۰	Government	۲۱۹

در شکل ۱، پراکندگی عامل‌ها و جایگاه آن‌ها در محور تأثیرگذاری- تأثیرپذیری ارائه شده است. بر اساس این شکل، نوع متغیرها با توجه به اثرگذاری و اثرپذیری بر سایر متغیرها مشخص می‌شود و پس از تعیین اثرگذاری (قدرت نفوذ) و اثرپذیری (قدرت وابستگی) عوامل، می‌توان تمامی عوامل کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن را در یکی از گروه‌ها یا خوشه‌های زیر طبقه‌بندی نمود:

- گروه ۱ (ربع اول): این قسمت در سمت چپ و پائین محور مختصات قرار دارد و شامل متغیرهای مستقل می‌شود که وابستگی و قدرت نفوذ ضعیفی دارند. این متغیرها تا حدودی از سایر متغیرها مجزا هستند. در واقع، این متغیرها قدرت تبیین‌کنندگی پایینی در شکل‌گیری روابط دارند. این عوامل برای برنامه‌ریزی در اولویت بالایی نیستند. این متغیرها می‌توانند به عنوان متغیرهای مستثنا بیان شوند.

- گروه ۲ (ربع دوم): این قسمت در سمت راست و پائین محور مختصات قرار دارد و شامل متغیرهای وابسته هستند که از وابستگی بالا و قدرت نفوذ ضعیف برخوردارند. هرگونه عملی بر روی این متغیرها باعث تغییر سایر متغیرها می‌شود و خود آن‌ها کمتر می‌توانند متغیرهای دیگر را تغییر دهند. این متغیرها می‌توانند به عنوان متغیرهای نتیجه بیان شوند.

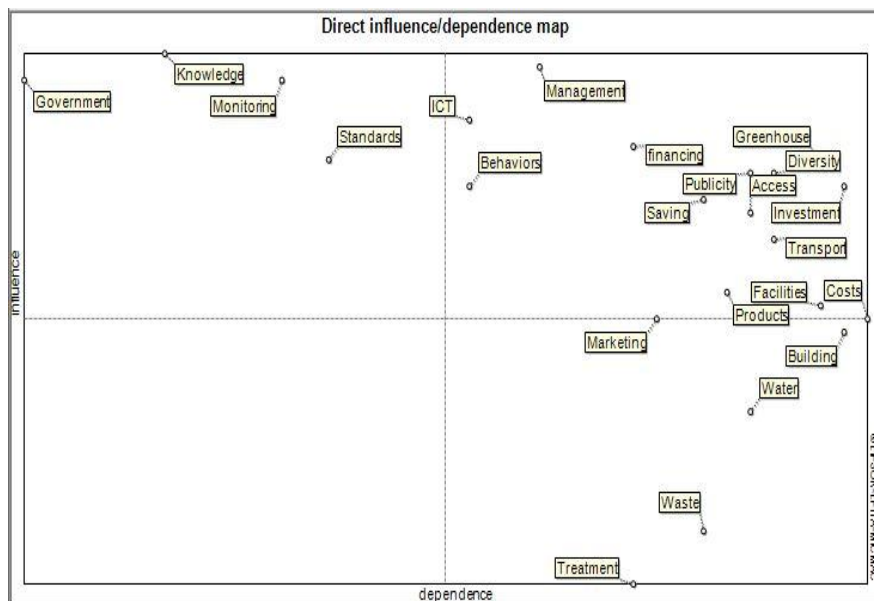
- گروه ۳ (ربع سوم): این قسمت در سمت راست و بالای محور مختصات قرار دارد و شامل متغیرهای تقویت‌کننده هستند که از قدرت نفوذ و وابستگی بالایی برخوردارند. در واقع، هرگونه عملی بر روی این متغیرها باعث تغییر سایر متغیرها می‌شود. عوامل این سطح هم تأثیرگذار و هم تأثیرپذیر است. یعنی عوامل سطح قبلی پیش‌نیاز این سطح بوده و وابستگی به سطوح قبلی در این عوامل بالا است. همچنین، عوامل این سطح نیز پیش‌نیاز وقوع عوامل سطح بعدی است و قدرت نفوذ بیشتری بر سطح بعدی دارد. این متغیرها می‌توانند به عنوان متغیرهای بحرانی (تحت خطر) مورد بررسی قرار بگیرند.

- گروه ۴ (ربع چهارم): این قسمت در سمت چپ و بالای محور مختصات قرار دارد و متغیرهای تأثیرگذار را دربرمی‌گیرد. این متغیرها دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی هستند. به عبارتی دیگر، بایستی توجه ویژه‌ای به آن‌ها مبذول شود تا بتوان تأثیر آن‌ها را بر

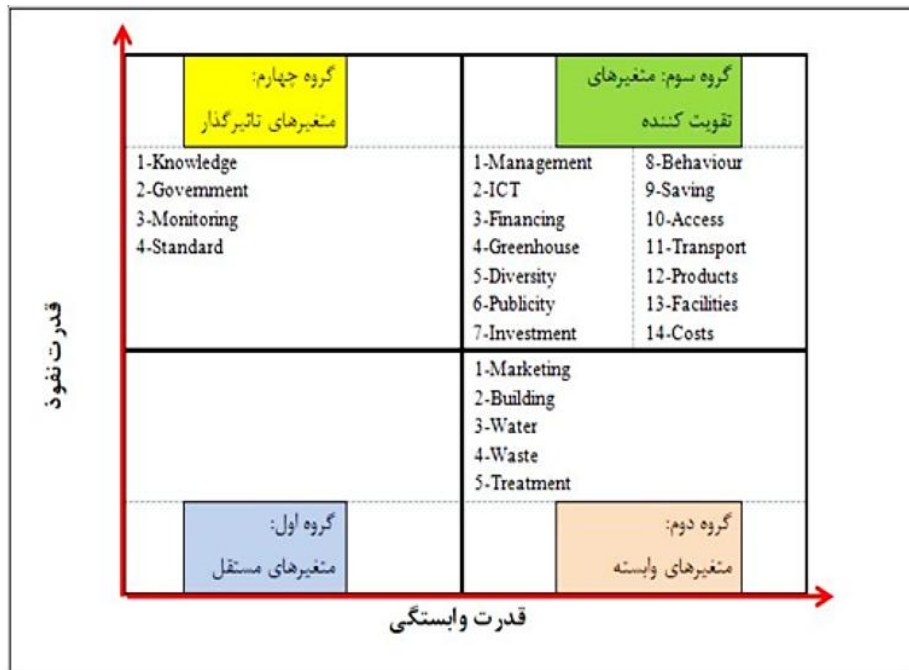
دیگر متغیرها مورد پایش قرار داد. این عوامل همراه با متغیرهای پیوندی، مانند سنگ‌بنای ساختاری سیستم عمل می‌کنند و برای تغییر و تحول اساسی در عملکرد سیستم، در وهله اول باید روی آن‌ها تأکید کرد. این متغیرها می‌توانند به‌عنوان متغیرهای تعیین‌کننده مورد بررسی قرار بگیرند.

چنانچه در شکل ۲ مشاهده می‌شود بر اساس تحلیل اثرات مستقیم، گروه دوم شامل ۵ مورد، گروه سوم شامل ۱۴ مورد، گروه چهارم شامل ۴ مورد هستند که به ترتیب اولویت شماره‌گذاری شده‌اند. اما در گروه اول هیچ متغیری قرار نگرفته است که با توجه به نظرات خبرگان و تحلیل نتایج توسط نرم‌افزار میک‌مک هیچ متغیری به‌عنوان متغیرهای مستقل با وابستگی و قدرت نفوذ ضعیف شناسایی نشده است، بدین مفهوم که متغیرهای مورد بررسی قدرت تبیین‌کنندگی به نسبت بالایی در شکل‌گیری روابط دارند.

شکل ۱. پراکندگی متغیرها و جایگاه آن‌ها در محور تأثیرگذاری - تأثیرپذیری

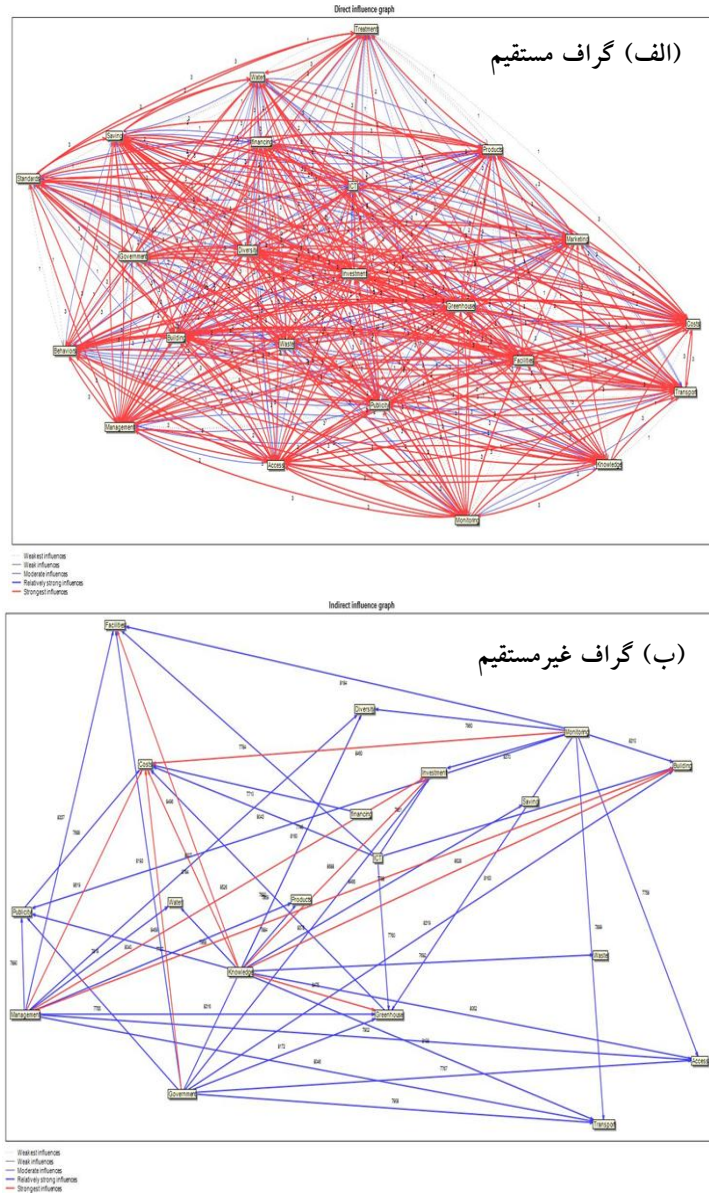


شکل ۲. دسته‌بندی عوامل کاربردی فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن



در شکل ۳ نیز گراف‌های تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم نشان داده شده‌اند. این شکل، روابط میان متغیرهای مؤثر بر کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن، چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر همدیگر و بیان تصویر روابط متقابل بین آن‌ها را در نرم‌افزار میک‌مک نشان می‌دهد. این شکل نشان‌دهنده مدل اثرگذاری است و در قالب خطوط قرمز رنگ نشان داده می‌شود که انتهای هر خط با یک پیکان نشان داده شده و بیانگر جهت اثرگذاری عوامل است. خطوط قرمز رنگ نشان‌دهنده اثرگذاری شدید متغیرها بر همدیگر است.

شکل ۳. گراف‌های تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌های کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن



یافته‌های حاصل از تحلیل عدم قطعیت‌های بحرانی

در این مرحله، مطابق جدول ۸ عوامل تأثیرگذار و عوامل تقویت‌کننده به عنوان عدم قطعیت در نظر گرفته شدند. این جدول از پرسشنامه عدم قطعیت‌های شناسایی شده و تکمیل آن‌ها توسط ۲۲ نفر خبره که در بررسی کیفی پژوهش اظهار نظر داشتند، به دست آمده است. طبق این جدول، هر عدم قطعیت از دو حالت بدیل تشکیل و در همه موارد یک حالت بینایی نیز در نظر گرفته شده است. این حالت به وضعیتی اشاره دارد که هیچ یک از حالت‌های دوگانه شناسایی شده به صورت کامل وضعیت آینده را تعیین نکرده باشد. بر این اساس، پاسخ‌دهنده حالت بینایی را مشخص می‌کند که در آینده هیچ یک از دو حالت، کل وضعیت آینده را شکل نخواهد داد و هر یک از دو وضعیت به موازات همدیگر و به صورت هم‌زمان رشد یا کاهش خواهند یافت.

جدول ۸. عدم قطعیت‌های شناسایی شده بر حسب تحلیل تأثیرات متقابل

عدم قطعیت‌ها	حالت ۱: مطلوب	حالت بینایی	حالت ۲: نامطلوب
A سطح دانش کربن	A1 سطح دانش بالا	A2 سطح دانش متوسط	A3 سطح دانش پایین
B مشارکت دولت و فعالان گردشگری در پروژه‌های کم‌کربن	B1 مشارکت مستمر	B2 مشارکت متوسط	B3 عدم مشارکت
C راه‌اندازی سازمان‌های پایش کربن	C1 راه‌اندازی فعال	C2 راه‌اندازی متوسط	C3 عدم راه‌اندازی
D اجرای استانداردهای زیست‌محیطی	D1 اجرای منظم	D2 اجرای متوسط	D3 عدم اجرا
E مدیریت مخاطرات اجتماعی و زیست‌محیطی	E1 مدیریت قوی	E2 مدیریت متوسط	E3 مدیریت ضعیف

ادامه جدول ۸.

حالت ۲: نامطلوب	حالت بینابین	حالت ۱: مطلوب	عدم قطعیت‌ها
F3 کاهش پیشرفت	F2 پیشرفت متوسط	F1 پیشرفت فزاینده	F نوآوری فناوری ICT
G3 رشد ضعیف	G2 رشد متوسط	G1 رشد قوی	G سیاست تأمین مالی سبز
H3 افزایش انتشار	H2 کاهش متوسط	H1 کاهش مستمر	H کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
I3 تنوع کم	I2 تنوع متوسط	I1 تنوع زیاد	I تنوع استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر
J3 عدم ترویج	J2 ترویج متوسط	J1 ترویج عمومی سازی	J عمومی سازی گردشگری کم کربن
K3 سرمایه‌گذاری کم	K2 سرمایه‌گذاری متوسط	K1 سرمایه‌گذاری زیاد	K سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کم کربن
L3 ترویج کم	L2 ترویج متوسط	L1 ترویج زیاد	L خرید و رفتارهای کم کربن
M3 عدم استفاده	M2 استفاده متوسط	M1 استفاده مؤثر	M استفاده از تجهیزات صرفه‌جویی در انرژی
N3 محدودیت زیاد	N2 محدودیت متوسط	N1 عدم محدودیت	N دسترسی همگانی به انرژی‌های سبز
O3 عدم استفاده	O2 استفاده متوسط	O1 استفاده زیاد	O حمل و نقل کم کربن
P3 کاهش استفاده	P2 استفاده متوسط	P1 افزایش استفاده	P استفاده از مواد و محصولات سازگار با محیط‌زیست
Q3 عدم گسترش	Q2 گسترش متوسط	Q1 گسترش زیاد	Q زیرساخت‌ها و تأسیسات عمومی گردشگری کم کربن
R3 هزینه‌های زیاد	R2 هزینه‌های متوسط	R1 هزینه‌های کم	R هزینه‌های استفاده در انرژی‌های سبز

بر اساس تحلیل داده‌های پرسشنامه در نرم‌افزار سناریو ویزارد، ۲ مورد سناریوهای قوی (شکل ۴)، ۲ مورد سناریوهای با سازگاری بالا (شکل ۵) و ۵ مورد سناریوهای محتمل یا ضعیف (شکل ۶) به دست آمدند. رنگ سبز نشان‌دهنده سناریوهای مطلوب، رنگ آبی نشان‌دهنده سناریوهای محتمل و رنگ قرمز نشان‌دهنده سناریوهای نامطلوب هستند.

شکل ۴. سناریوهای قوی در کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن

Scenario No. 1	Scenario No. 2
N: costs of using green energy: N1: low costs	N: costs of using green energy: N3: high costs
R: public access to green energy: R1: unlimited	R: public access to green energy: R3: limited

شکل ۵. سناریوهای با سازگاری بالا در کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن

Scenario No. 1	Scenario No. 2
N: costs of using green energy: N1: low costs	N: costs of using green energy: N3: high costs
R: public access to green energy: R1: unlimited	R: public access to green energy: R3: limited

شکل ۶. سناریوهای محتمل یا ضعیف در کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن

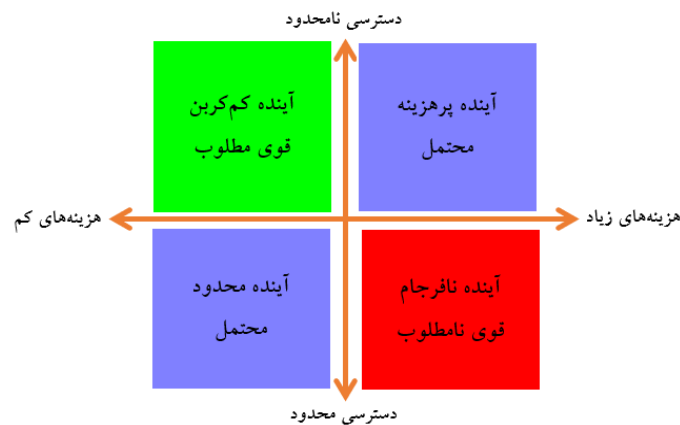
Scenario No. 1	Scenario No. 2	Scenario No. 3	Scenario No. 4	Scenario No. 5
N: costs of using green energy: N3: high costs	N: costs of using green energy: N1: low costs	N: costs of using green energy: N2: average costs	N: costs of using green energy: N1: low costs	N: costs of using green energy: N2: average costs
R: public access to green energy: R3: limited	R: public access to green energy: R1: unlimited		R: public access to green energy: R2: average limited	

همچنین، مطابق یافته‌های حاصل از بررسی‌های انجام‌شده در نرم‌افزار سناریو ویزارد، هزینه‌های استفاده در انرژی‌های سبز و دسترسی همگانی به انرژی‌های سبز، دو محور عدم قطعیت هستند که بیشترین مقدار اهمیت و شدت را دارند. این دو محور در رویکرد عدم قطعیت‌های بحرانی برای تدوین سناریوها استفاده شده‌اند. همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، یک سمت محور افقی هزینه‌های زیاد و سمت دیگر هزینه‌های کم و در

جهت عمودی هم دسترسی نامحدود و محدود ترسیم شده‌اند. قابل ذکر است که محورهای تشکیل دهنده (دسترسی و هزینه) جهت تدوین این سناریوها، هر دو از متغیرهای تقویت کننده در گروه سوم بوده‌اند.

مطابق این شکل، سناریوهای پیش روی کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم کربن به چهار قسمت محور شامل سناریوهای مطلوب و نامطلوب و محتمل تقسیم شده‌اند.

شکل ۷. سناریوهای پیش روی کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم کربن



• سناریو مطلوب: آینده کم کربن (آینده سبز)

این سناریو با عنوان آینده کم کربن یا آینده سبز نام گذاری شده است و بر پایه تقاطع هزینه‌های پایین استفاده از انرژی‌های سبز و دسترسی گسترده و نامحدود به این منابع شکل گرفته است. در این سناریو، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری از انرژی‌های سبز به گسترش دسترسی به این منابع می‌انجامد و بالعکس، ایجاد دسترسی گسترده‌تر نیز موجب کاهش هزینه‌ها خواهد شد. در نتیجه، این شرایط امکان بهره‌مندی بیشتر جوامع از انرژی‌های پاک را فراهم می‌آورد. این تحول نه تنها کاهش قابل توجهی در انتشار گازهای گلخانه‌ای به همراه خواهد داشت، بلکه حفاظت از محیط‌زیست و کاهش تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی را نیز تقویت می‌کند. در شرایطی که انرژی‌های سبز به‌طور نامحدود در دسترس بوده و هزینه‌های آن به حداقل برسند، زمینه برای گسترش چشمگیر گردشگری کم کربن فراهم می‌شود که خود یکی از مؤلفه‌های اصلی توسعه پایدار به‌شمار می‌رود. در نهایت، تحقق این سناریوی آرمانی مستلزم دسترسی

فراگیر و کاهش هزینه‌ها به گونه‌ای است که پایداری زیست‌محیطی، عدالت اجتماعی و مزایای اقتصادی را به شکلی هم‌زمان به ارمغان آورد. تنها از این طریق می‌توان آینده‌ای روشن و متعادل برای کره زمین و نسل‌های آینده متصور شد.

• سناریو نامطلوب: آینده نافرجام

این سناریو که با عنوان آینده نافرجام نام‌گذاری شده است از تقاطع هزینه‌های بالای استفاده از انرژی‌های سبز و محدودیت در دسترسی به این منابع شکل گرفته است. در چنین وضعیتی، محدودیت شدید در دسترسی به انرژی‌های پاک و افزایش هزینه‌های بهره‌برداری از آن‌ها می‌تواند به پیامدهای جدی محیطی، اقتصادی و اجتماعی منجر شود. اثرات این وضعیت شامل تشدید انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، تشدید نابرابری‌های اقتصادی و کاهش توان جوامع برای مقابله با تغییرات اقلیمی خواهد بود. این چالش‌ها نه تنها بر محیط‌زیست، بلکه بر پایداری اقتصادی و اجتماعی نیز تأثیر منفی خواهند گذاشت. برای پیشگیری از وقوع چنین آینده‌ای، اتخاذ سیاست‌ها و فناوری‌های پایدار امری ضروری است. بهبود کارایی انرژی، سرمایه‌گذاری در انرژی‌های جایگزین، ترویج فناوری‌های نوآورانه و ارائه برنامه‌های حمایتی می‌توانند به کاهش هزینه‌ها و تسهیل دسترسی به انرژی‌های سبز کمک کنند. علاوه بر این، مدیریت هوشمندانه منابع و برنامه‌ریزی استراتژیک می‌تواند زمینه‌ساز گذار به یک نظام انرژی پایدار و عادلانه باشد. در نهایت، این اقدامات می‌توانند شرایط را برای کاهش آسیب‌های محیطی، افزایش عدالت اجتماعی و دستیابی به اهداف توسعه پایدار فراهم کنند و از تحقق آینده‌ای نافرجام جلوگیری نمایند.

• سناریو محتمل: آینده پرهزینه

این سناریو که آینده پرهزینه نام‌گذاری شده است، بر تقاطع میان دسترسی نامحدود به انرژی‌های سبز و هزینه‌های بالای استفاده از آن‌ها استوار است. در چنین شرایطی، دسترسی گسترده به انرژی‌های سبز، با وجود مزایای زیست‌محیطی و اجتماعی آن، به دلیل هزینه‌های بالای تولید و بهره‌برداری می‌تواند چالش‌های اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی ایجاد

کند. از یک سو، این دسترسی نامحدود می‌تواند نقشی مثبت در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تقویت حفاظت از محیط‌زیست ایفا کند. از سوی دیگر، افزایش هزینه‌های مرتبط با انرژی‌های سبز می‌تواند بهره‌وری اقتصادی را کاهش داده و فشار مالی بر مصرف‌کنندگان، به‌ویژه در بخش‌هایی مانند گردشگری، وارد کند. افزایش هزینه سفر به دلیل انرژی گران ممکن است منجر به کاهش تمایل گردشگران به انتخاب برخی مقاصد شود و صنعت گردشگری را تحت فشار قرار دهد. با این حال، پیشرفت‌های فناوری در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند این وضعیت را بهبود بخشد. کاهش هزینه‌های تولید از طریق فناوری‌های نوآورانه و سرمایه‌گذاری‌های هدفمند می‌تواند به مرور زمان تعادل میان هزینه و دسترسی را برقرار کند. همچنین، سیاست‌گذاری‌های هوشمندانه مانند ارائه یارانه‌ها، کاهش مالیات‌ها برای کسب و کارهای سبز و ایجاد زیرساخت‌های پایدار می‌تواند به کاهش اثرات منفی این سناریو کمک کند. در نهایت، موفقیت در مدیریت این چالش‌ها مستلزم ایجاد تعادلی دقیق میان هزینه‌ها و مزایا، ترویج سیاست‌های پایدار و تشویق نوآوری است تا از انرژی‌های سبز به‌شکلی کارآمد و سودمند بهره‌برداری شود و تأثیرات منفی بر اقتصاد و جوامع کاهش یابد.

• سناریو محتمل: آینده محدود

این سناریو که با عنوان آینده محدود نام‌گذاری شده است از تقاطع میان هزینه‌های پایین استفاده از انرژی‌های سبز و محدودیت در دسترسی به این منابع شکل گرفته است. در چنین شرایطی، هرچند هزینه استفاده از انرژی‌های سبز پایین است، اما دسترسی محدود به این منابع مانع از بهره‌برداری کافی از مزایای آن‌ها می‌شود. این وضعیت موجب می‌شود که جوامع همچنان به استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر وابسته بمانند که نتیجه آن تشدید انتشار گازهای گلخانه‌ای، تداوم تغییرات اقلیمی و آسیب‌های زیست‌محیطی خواهد بود. همچنین، عدم بهره‌گیری کافی از انرژی‌های سبز، مانع از تحقق اهداف پایداری در بخش‌هایی مانند صنعت گردشگری می‌شود. در چنین وضعیتی، این صنعت نمی‌تواند نقش بالقوه خود را در کاهش اثرات زیست‌محیطی ایفا کند. این امر به چالش‌های اقتصادی و اجتماعی دامن می‌زند و دستیابی به توسعه پایدار را دشوارتر می‌کند. برای عبور از این

محدودیت‌ها، توسعه منابع انرژی سبز و افزایش دسترسی به آن‌ها ضروری است. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی پاک، ترویج سیاست‌های حمایتی و ایجاد فناوری‌های نوآورانه می‌تواند دسترسی به انرژی‌های سبز را تسهیل کرده و مزایای قابل توجهی برای جوامع به ارمغان آورد. این اقدامات نه تنها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کنند، بلکه فرصت‌های جدیدی را برای پایداری اقتصادی و اجتماعی ایجاد کرده و مسیری روشن برای دستیابی به توسعه پایدار فراهم می‌آورند.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که بیان شد، هدف اصلی تحقیق حاضر شناسایی و تبیین عوامل یا پیشران‌های کلیدی و مؤثر در کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن است که این عوامل با استفاده از روش ترکیبی، مورد شناسایی و بررسی قرار گرفتند. گردشگری کم‌کربن به‌عنوان نوعی از گردشگری توصیف شده است که هدف آن دستیابی به حداکثر تجربه گردشگری با روشی جدید از برنامه سفر برای صنعت گردشگری است تا منافع اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بالاتری برای جامعه، با کاهش انتشار کربن در فعالیت‌های گردشگران به‌دست آورد. از طرفی فناوری‌های سبز به‌دلیل ماهیت خود همیشه در گردشگری اهمیت خواهند داشت، اما این جایگاه تفکر و پژوهش ما را در مورد استفاده و نقش فناوری‌ها در گردشگری محدود کرده است. همچنین، فناوری‌ها هم محرک تحول ساختار و عملیات صنعت و هم نقش و کارکردهای ذی‌نفعان آن هستند. کاربرد این فناوری‌ها در گردشگری عمدتاً در ساختمان‌های کم‌کربن، حمل‌ونقل کم‌کربن، تجهیزات کم‌کربن، جاذبه‌های گردشگری کم‌کربن است و با تمرکز بر بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها، صرفه‌جویی آب در هتل‌ها، انرژی‌های نو، تحقیق و توسعه حمل‌ونقل کم‌کربن و کنترل انتشار آلودگی و سایر فناوری‌های کلیدی برای ارائه پشتیبانی فنی برای گردشگری کم‌کربن، نهفته است. پیشران‌های کلیدی و مؤثر فناوری‌های سبز می‌توانند به‌عنوان عامل و یا محرکی برای گردشگری کم‌کربن باشند که در این پژوهش نیز این عوامل، مورد شناسایی و تحلیل قرار گرفتند. مطابق با یافته‌های پژوهش، دسترسی به منابع انرژی‌های سبز و هزینه‌های استفاده در انرژی‌های سبز تأثیرگذارترین عامل در این زمینه معرفی شدند و

در نهایت، سناریوی مطلوب برای آینده مشخص گردید که از تقاطع دسترسی نامحدود و هزینه‌های کم انرژی‌های سبز به دست آمد. چنین سناریویی در آینده می‌تواند به نتایج زیر در حوزه گردشگری ختم شود.

- توسعه مقصدهای پایدار: این امکان به مقصدهای گردشگری اجازه می‌دهد که بیشتر به منابع انرژی سبز دسترسی پیدا کنند و از تأثیرات مخرب بر محیط‌زیست کاسته و تجربه گردشگری پایدارتری را ارائه دهند.

- کاهش هزینه‌های سفر: هزینه کمتر منابع سبز می‌تواند به کاهش هزینه‌های سفر برای گردشگران منجر شود که می‌تواند جذابیت بیشتری برای سفر به مقصدی خاص ایجاد کند.

- توسعه فعالیت‌های گردشگری محلی: این منابع امکان ایجاد فعالیت‌های گردشگری محلی را فراهم می‌کنند، از جمله تورهای مشاهده طبیعت، تورهای تاریخی و تجربیات فرهنگی که به توسعه اقتصاد محلی کمک می‌کنند.

- انگیزه برای سرمایه‌گذاری در انرژی سبز: توسعه منابع سبز می‌تواند انگیزه بیشتری برای سرمایه‌گذاری در انرژی پایدار و تمیز ایجاد کند که از نظر مالی و اقتصادی می‌تواند مفید باشد.

- تأثیر بر تجربه گردشگری: دسترسی آسان به منابع سبز می‌تواند تجربه گردشگران را بهبود ببخشد، از جمله امکاناتی مانند وسایل حمل‌ونقل پایدار و اقامت‌های سبز.

- ارتقای تصویر مقصد: مقصدهایی که از منابع سبز استفاده می‌کنند می‌توانند تصویر خود را به عنوان مقاصد پایدار و مسئولانه‌تر ارتقا دهند.

همان‌طور که تحقیقات نشان می‌دهند، این نوع گردشگری با بهره‌برداری از منابع انرژی سبز و فناوری‌های نوین، به کاهش هزینه‌های سفر کمک کرده و تجربه‌ای سبز و پایدار برای گردشگران ایجاد می‌کند (Lee & Jan, 2019). این امر باعث کاهش انتشار کربن و مصرف منابع انرژی فسیلی، مانند حمل‌ونقل و زیرساخت‌های گردشگری و به تبع آن کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست و تغییرات اقلیمی می‌شود (Bhaktikul et al., 2021). همچنین، استفاده از منابع سبز در گردشگری می‌تواند منجر به توسعه فعالیت‌های گردشگری محلی از جمله تورهای فرهنگی و تاریخی شود که به رشد و تقویت جوامع محلی کمک می‌کند (OECD, 2013). فناوری‌های سبز و فرآیندهای نوآورانه به

کسب و کارها و مؤسسات دولتی این امکان را می‌دهند که در سیستم‌های انرژی، آب و پسماند بهبودهایی ایجاد کنند و انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل برسانند (BMU, 2016). به همین ترتیب، این تحول به انگیزه‌های مالی و سرمایه‌گذاری در منابع انرژی پایدار می‌انجامد که در نتیجه باعث کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت زندگی در مقصدهای گردشگری می‌شود (Tang et al., 2018). در نهایت، با دسترسی به فناوری‌های سبز، مقاصد گردشگری قادر به بهبود تصویر خود به عنوان مقاصد مسئولانه و پایدار خواهند بود که نه تنها به جذب گردشگران بیشتر کمک می‌کند، بلکه به حفظ و ارتقای محیط زیست و شرایط اقتصادی برای آینده پایدار منجر می‌شود.

اگرچه سناریوی آینده کم کربن با فراهم آوردن دسترسی گسترده و هزینه‌های پایین انرژی‌های سبز می‌تواند تأثیرات مثبتی بر محیط زیست و توسعه گردشگری پایدار داشته باشد، در مقابل، سناریوی آینده نافرجام که از دسترسی محدود به انرژی‌های سبز و هزینه‌های زیاد آن ناشی می‌شود، پیامدهایی کاملاً عکس خواهد داشت و منجر به نتایجی منفی خواهد شد.

تعارض منافع

پژوهش حاضر فاقد هر گونه منافع است.

ORCID

Seyedeh Hamideh Kazemi Ghahfarokhi		https://orcid.org/0009-0007-9567-8314
Vali Nemati		https://orcid.org/0000-0002-4232-2740
Javad Madani		https://orcid.org/0000-0001-7204-5572
Mir Hamid Seyed Mousavi		https://orcid.org/0009-0007-1630-784X

منابع

۱. بذرافشان، مرتضی، سامانی قطب‌آبادی، سحر، فصولی، سیده مهتاب (۱۳۹۶). گردشگری سبز: بررسی ضرورت توجه به اقدامات سبز در صنعت گردشگری و مهمان‌نوازی. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر، تهران. <https://civilica.com/doc/709975>

۲. حسن‌زاده، فریبا (۱۳۹۴). گردشگری سبز، محیط‌زیست و توسعه پایدار. *جغرافیایی فضای گردشگری*، ۴ (۱۴)، ۳۹-۴۷. <https://sid.ir/paper/214377/fa>
۳. رحیمی، روح‌اله، حیدرنتاج، وحید، نجاری‌الموتی، یاسمن، انوری‌فر، شیرین (۱۴۰۱). بررسی گردشگری سبز و توسعه فرهنگی جوامع محلی با احیای میراث معماری صنعتی مازندران. *نقش جهان- مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی*، ۱۲ (۱)، ۸۴-۱۰۴. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1401.12.1.4.4>
۴. صادقی، حجت‌الله، کوراوند، حسین (۱۴۰۱). تحلیل وضعیت شاخص‌های گردشگری سبز در منطقه کوه‌رنگ. *مطالعات مدیریت توسعه سبز*، ۱ (۱)، ۳۳-۴۶. <https://doi.org/10.22077/jgmd.2022.5653.1004>
۵. ضیایی، محمود، قادری، اسماعیل، سلطانی، المیرا (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر بر تمایل به رفتارهای کم‌کربن در گردشگران. *فصلنامه مطالعات مدیریت گردشگری*، ۱۱ (۳۵)، ۱۹-۴۰. <https://doi.org/10.22054/tms.2017.7078>
۶. محمودی، مصطفی، بی‌شمی، بهار (۱۴۰۱). سنجش عوامل مؤثر بر نگرش و گرایش فعالان گردشگری به گردشگری سبز. *مطالعات اجتماعی گردشگری*، ۱۰ (۲۰)، ۱۸۹-۲۱۰. <https://doi.org/10.52547/journalitor.36143.10.20.0>
۷. معدنی، جواد (۱۴۰۰). تدوین الگوی مطلوب خط‌مشی‌گذاری زیست‌محیطی در بستر گردشگری سبز. *فصلنامه مطالعات مدیریت گردشگری*، ۱۶ (۵۶)، ۲۵۱-۲۷۸. <https://doi.org/10.22054/tms.2021.63777.2621>
۸. میرزاییکی‌فینی، امیرحسین (۱۳۹۲). *بررسی روند پیشرفت تکنولوژی سبز. [یادداشت وبلاگ]*. بازیابی شده از <http://tehranbakhtar.blogfa.com/post/1>
۹. ماناسازان سدید. (۱۳۹۹). *انرژی سبز. بازیابی شده از* <http://manasazan.ir>
10. Agan, B., & Balcilar, M. (2022). On the determinants of green technology diffusion: An empirical analysis of economic, social, political, and environmental factors. *Sustainability*, 14(4), 2008. <https://doi.org/10.3390/su14042008>
11. Bernardo, G., Esen, Y., & di Trapani, C. U. (2022). Measuring the impact of the sustainable energy and climate action plan (SECAP) at the regional level the case of the sicily region. *Trapani: Consorzio Universitario della Provincia di Trapani*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19103.23205>
12. Bhaktikul, K., Aroonsrimorakot, S., Laiphrakpam, M., & Paisantanakij, W. (2021). Toward a low-carbon tourism for sustainable development: A study based on a royal project for highland community development in

- Chiang Rai, Thailand. *Environment, Development and Sustainability*, 23(7), 10743-10762. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01083-4>
13. Bradfield, J. (2007). Introduction to the economics of financial markets. *Oxford University Press*.
<http://dx.doi.org/10.1093/oso/9780195310634.001.0001>
14. Can, H., & Hongbing, D. (2011). The model of developing low-carbon tourism in the context of leisure economy. *Energy Procedia*, 5, 1974-1978. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.339>
15. Child, M., Koskinen, O., Linnanen, L., & Breyer, C. (2018). Sustainability guardrails for energy scenarios of the global energy transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 321-334. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.079>
16. Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2013). Challenges of tourism in a low-carbon economy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 4(6), 525-538. <https://doi.org/10.1002/wcc.243>
17. Grimm, I. J., Alcântara, L. C. S., & Sampaio, C. A. C. (2018). Tourism in the scenario of climate change: Impacts, possibilities, and challenges. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Turismo*, 12(3), 1-22. <https://doi.org/10.7784/rbtur.v12i3.1354>
18. Gundumogula, M. (2020). Importance of focus groups in qualitative research. *The International Journal of Humanities & Social Studies*, 8(11). <https://doi.org/10.24940/theijhss/2020/v8/i11/HS2011-082>
19. Hanley, E. S., Deane, J. P., & Gallachóir, B. Ó. (2018). The role of hydrogen in low carbon energy futures—a review of existing perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 3027-3045. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.034>
20. Huang, C., Wang, J. W., Wang, C. M., Cheng, J. H., & Dai, J. (2021). Does tourism industry agglomeration reduce carbon emissions. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 30278-30293. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12706-2>
21. Ibnou-Laaroussi, S., Rjoub, H., & Wong, W. K. (2020). Sustainability of green tourism among international tourists and its influence on the achievement of green environment: Evidence from North Cyprus. *Sustainability*, 12(14), 5698. <https://doi.org/10.3390/su12145698>
22. Krueger, R. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. Sage publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/focus-groups/book243860>

23. Lee, T. H., & Jan, F. H. (2019). The low-carbon tourism experience: A multidimensional scale development. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 43(6), 890-918. <https://doi.org/10.1177/1096348019849675>
24. Ma, H., Liu, J., & Xi, J. (2022). Decoupling and decomposition analysis of carbon emissions in Beijing's tourism traffic. *Environment, Development and Sustainability*, 24(4), 5258-5274. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01657-w>
25. Markose, N., Vazhakkatte Tazhathethil, B., & George, B. (2022). Sustainability initiatives for green tourism development: The case of Wayanad, India. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(2), 52. <https://doi.org/10.3390/jrfm15020052>
26. Morgan, D. L., Krueger, R. A., & King, J. A. (1998). *The focus group kit*, (Vols. 1-6). Sage Publications, Inc. <https://psycnet.apa.org/record/1997-36488-000>
27. Neij, L., Heiskanen, E., & Strupeit, L. (2017). The deployment of new energy technologies and the need for local learning. *Energy Policy*, 101, 274-283. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.029>
28. OECD. (2013). *Green innovation in tourism services*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k4bxkt1cjd2-en>
29. Tang, C., Zhong, L., & Jiang, Q. O. (2018). Energy efficiency and carbon efficiency of tourism industry in destination. *Energy Efficiency*, 11, 539-558. <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9598-0>
30. TIES. (2019). *The State of Ecotourism, Information*. <https://ecotourism.org>
31. WIPO GREEN. (2020). *Sustainable Tourism after COVID-19*. <https://www3.wipo.int>
32. Wu, W., Zhang, X., Yang, Z., Wall, G., & Wang, F. (2017). Creating a low carbon tourism community by public cognition, intention and behaviour change analysis: a case study of a heritage site (Tianshan Tianchi, China). *Open Geosciences*, 9(1), 197-210. <https://doi.org/10.1515/geo-2017-0017>
33. Zha, J., Fan, R., Yao, Y., He, L., & Meng, Y. (2021). Framework for accounting for tourism carbon emissions in China: An industrial linkage perspective. *Tourism Economics*, 27(7), 1430-1460. <https://doi.org/10.1177/1354816620924891>

References [In Persian]

1. Bezrafshan, M., Samani Ghutb Abadi, S., & Fasooli, S. M. (2017). Green tourism: Examining the necessity of attention to green actions in the

- tourism and hospitality industry. In *International Conference on Civil Engineering, Architecture, and Urban Planning in Contemporary Iran*. Civilika. <https://civilica.com/doc/709975>
2. Hasanzadeh, F. (2015). Green Tourism, environment, and sustainable development. *Geographical Space of Tourism*, 4(14), 39-47. <https://sid.ir/paper/214377/en>
 3. Madani, J. (2021). Developing an optimal environmental policy-making model within the framework of green tourism. *Tourism Management Studies Quarterly*, 16(56), 251-278. <https://doi.org/10.22054/tms.2021.63777.2621>.
 4. Mahmoudi, M., & Bishmi, B. (2022). Assessing factors influencing the attitudes and tendencies of tourism professionals toward green tourism. *Social Studies of Tourism*, 10(20), 189-210. <https://doi.org/10.52547/journalitor.36143.10.20.0>.
 5. Manasazan, S. (2020). "Green energy." Manasazan. <http://manasazan.ir>.
 6. Mirzabiki Fini, A.H. (2013). *Reviewing the progress of green technology*. Tehran Bakhtiar. <http://tehranbakhtar.blogfa.com/post/10>.
 7. Rahimi, R., Heydarnetaj, V., Najari Almuti, Y., & Anvarifar, Sh. (2022). Exploring green tourism and cultural development of local communities through the revival of industrial architectural heritage in Mazandaran. *Naqsh-e Jahan: Theoretical Studies and New Technologies in Architecture and Urban Planning*, 12(1), 84-104. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1401.12.1.4.4>
 8. Sadeghi, H., & Koravand, H. (2022). Analysis of green tourism indicators in the Kouhrang Region. *Green Development Management Studies*, 1(1), 33-46. <https://doi.org/10.22077/jgmd.2022.5653.1004>
 9. Ziaei, M., Ghadari, E., & Soltani, E. (2016). Examining factors affecting tourists' willingness toward low-carbon behaviors. *Tourism Management Studies Quarterly*, 11(35), 19-40. <https://doi.org/10.22054/tms.2017.7078>.

استناد به این مقاله: کاظمی قهفرخی، سیده حمیده، نعمتی، ولی، معدنی، جواد و سیدموسوی، میرحمید. (۱۴۰۴). تدوین سناریوهای کاربرد فناوری‌های سبز در گردشگری کم‌کربن. فصلنامه مطالعات مدیریت گردشگری، ۲۰ (۷۰)، ۲۸۵ - ۳۲۶.

doi: 10.22054/tms.2025.83694.3024



Management Studies in Development and Evolution is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.