پایش ردپای کربن در گردشگری: رویکردی موثر در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیطزیست پایدار (مورد مطالعه: فرودگاه بین‌المللی پیام)

جواد معدنی [۱*]

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

* ایمیل نویسنده مسئول: J.madani@uma.ac.ir

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۴/۲۰

چکیده

گردشگری یکی از صنایع مهم و حیاتی بسیاری از کشورهاست. این صنعت، علاوه بر مزایای حاصله، دارای معایب متعددی بوده و سهم قابل‌توجهی در انتشار آلاینده‌های مشابه دی‌اکسیدکربن را دارد. تاکنون، مطالعات مختلفی در رابطه با بررسی پیامدهای منفی گردشگری صورت گرفته‌اند اما اندک تحقیقاتی از آن‌ها در حوزه مدیریت کربن و مسائل متعاقب انجام شده‌اند. هدف اصلی تحقیق حاضر، پایش ردپای کربن در گردشگری است که سعی دارد آن را به‌عنوان رویکردی موثر در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیطزیست پایدار در نظر گیرد. پژوهش حاضر از نوع ترکیبی است که با رویکرد متوالی اکتشافی در دو فاز کیفی-کمّی صورت پذیرفته است که در فاز اول از روش کیفی تحلیل اسنادی و در فاز دوم از روش کمّی پیمایش استفاده شده است. مورد مطالعه، فرودگاه بین‌المللی پیام است که از سال ۱۳۹۷، خدمات مسافری و گردشگری را ارائه می‌نماید. با استفاده از مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی، متغیرهای مربوطه شناسایی و تعریف شدند و سه دسته اطلاعات مهم و اساسی معرفی گردیدند. در نهایت، با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختار[۱] [تجزیه ناشی از دمای بالا] هریک از شاخص‌های مربوطه محاسبه شدند و مشخص گردید که در سال‌های اخیر، ردپای کربن در فرودگاه بین‌المللی پیام روندی صعودی داشته است. از نتایج تحقیق حاضر می‌توان به پایش ردپای کربن در گردشگری که جزء ابتکارات اصلی در مدیریت کربن در گردشگری است اشاره کرد که به‌عنوان رویکردی موثر در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیطزیست پایدار است. این مقوله مهم می‌تواند خلأها و شکاف‌های این زمینه را شناسایی کرده و گلوگاه‌های اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن را نشان دهد و با تصمیم‌گیری‌های مرتبط در این زمینه می‌توان حفاظت از محیطزیست و کنترل مخاطرات و آلودگی‌های زیست‌محیطی را در اولویت قرار داد.

کلمات کلیدی

"گردشگری"، "ردپای کربن"، "مخاطرات محیطی"، "حفظ محیطزیست پایدار"، "فرودگاه بین‌المللی پیام"، "روش ترکیبی".

۱- مقدمه

گردشگری یکی از عوامل مهم اقتصادی است که به رشد و اشتغال در سراسر جهان کمک می‌کند. تعداد مسافرت‌های هوایی در ۷۰ سال گذشته بیش از ۵۰ برابر شده است. با این حال، سهم گردشگری در ایجاد آلودگی نیز زیاد بوده و در حال افزایش است که با افزایش برخی اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی-اقتصادی همراه است (Obersteiner et al, 2017). انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از اقدامات مرتبط با گردشگری، از مهمترین و اصلی‌ترین مخاطرات محیطی است (Zhu et al, 2021). دی‌اکسیدکربن به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل آلودگی هوا است که امروزه به میزان زیادی منتشر شده است (کرمپور و همکاران، ۱۳۹۹). تعداد فزاینده‌ای از مطالعات نیز نشان می‌دهند که صنعت گردشگری سهم قابل‌توجهی در رشد اقتصادی-اجتماعی و توسعه اقتصادهای مبتنی بر گردشگری دارد اما گردشگری رشد و توسعه اقتصادی را به قیمت آلودگی و تخریب محیطزیست بدست می‌آورد (Azam et al, 2018). به‌عبارتی کلی‌تر، از دیرباز گردشگری از نظر رشد سالانه در حوزه اقتصاد، بسیار موفق بوده اما در عین حال با مشکل رشد توام با افزایش انتشار کربن همراه است. با توجه به سهم قابل‌توجه گردشگری در انتشار آلاینده‌های مشابه دی‌اکسیدکربن (۸٪) و نرخ رشد قوی آن (سالانه ۳٪)، انتظار می‌رود که بین سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۶۰، انتشار آلاینده‌های گردشگری به عاملی عظیم‌تر از گردشگری تبدیل شود که در محاسبات کربن در اقتصاد جهانی سهیم است (Lenzen et al, 2018; Scott et al, 2010; WTO-UNEP-WMO, 2008). صنعت گردشگری عامل انتشار ۵ درصد از کل دی‌اکسیدکربن و انتشار ۱۴ درصد کل گازهای گلخانه‌ای در سطح جهان است (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۹). بخش قابل‌توجهی از این انتشار گازهای گلخانه‌ای منحصراً بدلیل ترافیک هوایی است که برای مثال در اروپا در سال ۲۰۱۷، سهم آن ۳٫۸ درصد از کل انتشار این نوع گازها بود (European Parliament, 2020). در پاسخ به مهار تغییرات آب‌وهوایی جهانی، تئوری‌ها و سیاست‌هایی با هدف هدایت گردشگری به سمت "گردشگری کم‌کربن[۲]" وجود داشته است (Zhang & Zhang, 2020). در حالی‌که کشورها، توسعه گردشگری را برای گسترش تقاضا و

۱. Structure Decomposition Analysis (SDA)

۲. low-carbon tourism

مصرف بکار برده‌اند، نبود راهبردهای موثر و پیشگیرانه برای کاهش مخاطرات محیطی همچون انتشار آلاینده‌های حاصل از گردشگری به چشم می‌خورد. در سال ۲۰۰۹، هدف بلندپروازانه‌ای تحت عنوان کاهش گردشگری مطرح شد که هدف از آن کاهش ۲۵ الی۳۰ درصدی انتشار آلاینده‌های گردشگری تا سال ۲۰۲۰ و کاهش ۵۰ درصدی آن‌ها تا سال ۲۰۳۵ نسبت به سال پایه ۲۰۰۵ بود (انجمن مسافرت و گردشگری جهانی[۱]، ۲۰۰۹). علی‌رغم این چشم‌انداز آرمانی، کشورهای انگشت شماری راهبردهای کاهشی منسجم مرتبط با گردشگری را شناسایی کرده‌اند و حتی تعداد کمتری، چنین خط‌مشی‌هایی را اجرا کرده‌اند (Becken et al, 2020). تا به امروز، کمتر از ده کشور[۲] پخش و انتشار کربن گردشگری[۳] خود را از طریق پژوهش‌های علمی مستند کرده‌اند و تنها سوئد و نیوزیلند به‌صورت دقیق و رسمی، آمار و ارقام پخش و انتشار آلاینده‌های گردشگری را مطرح و اعلام کرده‌اند (سازمان جهانی گردشگری[۴]، ۲۰۱۹). از طرفی دیگر، بسیاری از کشورها؛ اولویت‌ها و استراتژی‌های گردشگری کم‌کربن را در دستورکار قرار داده‌اند و به‌طور خاص، اهمیت شاخص‌های چون: شدت و میزان کربن گردشگری، حمل‌ونقل کم‌کربن، آموزش در مورد محیط کم‌کربن، کاهش تراکم کربن و.... به‌عنوان راهکارهای اصلی مدنظر قرار گرفتند (Zhang, 2017). اما با این‌حال، ملاحظه می‌شود که تلاش جامعی برای ثبت و ضبط آمار دقیق ردپای کربن در حوزه گردشگری دیده نمی‌شود (Sun & Higham, 2021). در نتیجه، ملاحظه می‌شود که اکثر خط‌مشی‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای عمدتاً مربوط به ابزارهای داوطلبانه در بین کشورهای عضو سازمان تجارت جهانی هستند (سازمان گردشگری جهانی ملل متحد[۵]، ۲۰۱۹). یکی دیگر از این نوع اقدامات، برنامه‌های اختیاری کشورهاست. به عنوان مثال، برنامه‌های سفر کم‌کربن که امروزه توسط بسیاری از کشورها اتخاذ شده است، موجب می‌شود تا آگاهی گردشگران از حفاظت از محیط‌زیست افزایش یابد (Ma et al, 2021). مباحث فوق مبین یک مسئله و چالش اساسی در این زمینه هستند که عمدتاً به نبود مکانیزم یا استراتژی مثمرثمر در این حوزه منتهی می‌شود. از سوی دیگر، اتخاذ اقدامات متعدد و متکثر در این حوزه، وحدت رویه را دچار اشکال کرده است و هر کشور و یا سازمانی، مطابق با صلاحدید خود اقداماتی را صورت می‌دهد. همچنین، ناتوانی در اجرای خط‌مشی‌های موثر در زمینه کاهش کربن گردشگری، از فقدان بینش‌های دقیقی ناشی می‌شود که ابزارهای خط‌مشی را به‌سوی اهداف مشخص کاهش کربن هدایت می‌کنند و پیشرفت آن را مورد سنجش قرار می‌دهند. فصل مشترک این موارد، آلودگی و تخریب محیط‌زیست است که در هر شکل، موجب چنین چالش‌هایی می‌گردد. پایش ردپای کربن در گردشگری یکی از اقدامات اساسی در این زمینه است که می‌تواند ضمن برون رفت از این مسائل، راهکاری اساسی در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیط‌زیست پایدار باشد. از همین رو، هدف اصلی تحقیق حاضر، پایش ردپای کربن در گردشگری به‌عنوان راهکاری اساسی در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیط‌زیست پایدار است که با محوریت اطلاعات و داده‌های فرودگاه بین‌المللی پیام صورت می‌پذیرد. مدل استفاده شده در این تحقیق، مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی است که به‌عنوان بستر اصلی تحقیق در نظر گرفته شده است. در بخش بعدی مقاله به بررسی مبانی نظری، روش‌شناسی پژوهش، تحلیل داده‌ها و اطلاعات، یافته‌های تحقیق، بحث و نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

۲- مبانی‌نظری و پیشینه پژوهش

• پایش ردپای کربن در گردشگری

رشد سریع صنعت گردشگری در نیم قرن اخیر فشار روزافزون بر محیط‌زیست را در پی داشته است (Chawla, 2021). گردشگری با مجموع ۱,۴ میلیارد گردشگر بین‌المللی در سال ۲۰۱۸ یکی از مهمترین فعالیت‌های اقتصادی در مقیاس جهانی محسوب می‌شود و حدود ۱,۸ میلیارد تا سال ۲۰۳۰ برآورد شده است (به استثنای دوره همه‌گیری COVID-19 که منجر به کاهش شدید تعداد سفرهای توریستی در سال ۲۰۲۰ شد) (سازمان جهانی گردشگری، ۲۰۲۱). گردشگری یکی از بزرگترین صنایع جهان است که هم به تغییرات اقلیمی کمک می‌کند و هم به‌طور قابل‌توجهی تحت‌تأثیر آن خواهد بود. باتوجه به چهارچوب‌های قانونی جهانی در حال ظهور برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، هزینه‌های رو به رشد کربن و مشتریان طرفدار محیط‌زیست، پایش ردپای کربن در گردشگری یک ضرورت است. گردشگری باید اقدامات پاسخگو را انجام دهد تا سفر و گردشگری را قادر سازد تا تجربیاتی را که گردشگران با ردپای کربن کمتر به‌دنبال آن هستند، ارائه دهند (Stefan, 2011). یکی از موثرترین این اقدامات در راستای کنترل مخاطرات محیطی، پایش ردپای کربن در گردشگری است. پایش ردپای کربن در گردشگری یکی از مقوله‌های اصلی مدیریت کربن است که به کاهش انتشار کربن و به اتخاذ طیف گسترده‌ای از اقدامات عملی کاهش کربن اختصاص داده شده است (Amelung & Eijgelaar, 2021). این مقوله، مجموع انتشار گازهای آلاینده‌ای چون دی‌اکسیدکربن را اندازه‌گیری می‌کند. به‌طورکلی، هرچه دی‌اکسیدکربن که عامل اصلی گرمایش جهانی است نیز بیشتر تولید شود، "ردپای کربن" بزرگتر است. ردپای کربن نه تنها یک فرآیند کمّی‌سازی ساده گازهای گلخانه‌ای است، بلکه راهی برای انعکاس اینکه آیا رفتار کشور، سازمان، شرکت، فرد با اصول عدالت زیست‌محیطی مطابقت دارد یا خیر و آیا می‌تواند موجب حفظ و توسعه محیط‌زیست پایدار شود یا خیر (Huang & Tang, 2021). ردپای کربن گردشگری[۶] در

۱. The World Travel & Tourism Council (WTTC)

۲. استرالیا، چین، ایسلند، ژاپن، نیوزیلند، پرتغال، اسپانیا و تایوان.

۳. National Tourism Carbon Emissions

۴. United Nations World Tourism Organization (UNWTO)

۵. World Tourism Organization

۶. Tourism Carbon Deficit (TCF)

مقیاس جهانی، تقریباً معادل ۸ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای است که در سال ۲۰۱۳ به ۴٫۵ برابر میزان انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای رسیده است (Lenzen, 2018). به‌عنوان مثال، در سال ۲۰۱۷ در مقیاس جهانی حدود ۳٫۷ میلیارد مسافر با هواپیما سفر کردند (Becken & Carmignani, 2020). تصور تأثیر چنین رخدادهایی بر میزان گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در جو دشوار نیست زیرا نفت منبع اصلی انرژی مورد استفاده در وسایل حمل‌ونقل آن‌ها است و ۳٪ از مصرف جهانی سوخت‌های فسیلی در سال‌های اخیر و ۱۲٪ انتشار این نوع گازها مربوطه به حمل‌ونقل هوایی است که در مجموع، حدود ۱۳٫۴٪ افزایش یافته است (European Union Aviation Safety Agency, 2020; Simone, 2013). در مقیاس قاره‌ای، آسیا قاره‌ای است که بیشترین رشد را در ارتباطات هوایی و در نتیجه انتشار آلاینده داشته است (Lee et al, 2018). دو نوع ردپای کربن وجود دارد. اولین ردپای کربن به انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از استفاده مستقیم از سوخت‌های فسیلی اشاره دارد. مانند: مصرف انرژی ناشی از زندگی روزمره خانواده و سفرهای روزانه. دومین ردپای کربن به میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای پنهان در کالاها اشاره دارد که مصرف‌کنندگان در طی فرآیندهای ساخت، حمل‌ونقل، فروش و بازیافت کالاهای مختلف از آن استفاده می‌کنند (Whittlesea & Owen, 2012). رویکرد اندازه‌گیری ردپای کربن برای گردشگری یکی از مهمترین و موثرترین راهکارهای مدیریت کربن که در راستای حفظ محیط‌زیست صورت می‌پذیرد (Pham et al, 2020). رویکردهای دیگری نیز در محاسبه این مقوله مهم وجود دارند که در این تحقیق، از مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی استفاده می‌شود. در قسمت بعدی به بررسی این پرداخته شده است.

- **مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی**

امروزه، اقداماتی برای پایش ردپای کربن در گردشگری اتخاذ شده‌اند که بر حوزه‌های خاص مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، توسعه فناوری کم‌کربن، تولید انرژی پاک و سازماندهی مجدد ساختارهای اقتصادی تمرکز دارد. پایش ردپای کربن در گردشگری رویکردی موثر در مورد موضوعاتی مانند هزینه‌های سرمایه‌گذاری، تصمیم‌گیری استراتژیک، تعیین هدف کاهش کربن، تامین بودجه و حمایت داخلی در سازمان‌ها را ارائه می‌کند (کریمی و همکاران، ۲۰۲۱). از همین رو، مدل‌های مختلفی به میان آمدند که هریک، از ابعاد مختلفی این حوزه مهم را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دادند. یکی از مدل‌هایی که از دیرباز تاکنون مورد استفاده بسیاری از اندیشمندان و سازمان‌هاست، مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی است. این مدل در سال ۱۹۷۰ توسط پروفسور لئونتیف[۱] پیشنهاد شد که از طریق تجزیه‌وتحلیل ورودی-خروجی زیست‌محیطی[۲] به تحلیل و بررسی می‌پردازد (Lee, 1982). متعاقب این مدل، مدل‌های مهمی چون: مدل کنترل آلودگی ورودی-خروجی[۳]، مدل شدت انتشار آلودگی[۴]، مدل تحلیلی "پیشگیری قبل از رویداد[۵]" بوجود آمدند (جوزی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Ebiefung, 2013). بطورکلی، مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی به‌عنوان یک رویکرد سطح کلان جدید برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد ردپای کربن گردشگری است. این مدل، مدلی توسعه‌یافته در حوزه زیست‌محیطی است که جنبه‌های متعدد مدیریت کربن گردشگری، شناسایی تغییرات ناشی از ردپای کربن و بررسی برنامه‌های مرتبط با کنترل انتشار کربن و... را در نظر می‌گیرد (Sun et al, 2020). در این تحقیق، پایش ردپای کربن در گردشگری در گردشگری در صنعت هوایی مدنظر قرار گرفته است که با استفاده از مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی و با محوریت اطلاعات و داده‌های فرودگاه بین‌المللی پیام واقع در استان البرز محاسبات مربوطه صورت پذیرفته‌اند. این فرودگاه به‌عنوان بزرگترین مرکز خدمات آموزشی هواپیمایی کشور است که با توجه به نیازهای اساسی این استان، در سال ۱۳۹۷ بخش مسافری و گردشگری آن نیز افتتاح شد که مسافرگیری سراسری به استان‌های خراسان رضوی (مشهد)، بوشهر و هرمزگان (جزیره کیش) را در برنامه اولیه داشت. در مواقع اضطراری نیز می‌تواند جایگزین فرودگاه مهرآباد و فرودگاه امام خمینی (ره) شده و علاوه بر این مرکز تعمیراتی هواپیما و بالگرد در پیام مستقر است[۶]. در شکل ۱، مکان پژوهش نشان داده شده است.

۱. Leontief
۲. Environmentally extended input–output analysis.
۳. Input-Output Pollution Control Model
۴. emission-intensities
۵. Failure Modes & Effects Analysis (FMEA).
۶. https://www.payamaviation.ir/fa-IR/DouranPortal/4918/page

شکل ۱- مکان پژوهش (فرودگاه بین‌المللی پیام واقع در استان البرز)

مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی به‌عنوان یک رویکرد سطح کلان جدید در راستای گردآوری اطلاعات و داده‌های ردپای کربن گردشگری[1] در گردشگری پدیدار شده است. این نوع مدل‌ها می‌توانند در راستای ابعاد مختلف پایش ردپای کربن در گردشگری، بررسی برنامه‌های فعلی برای مسائل مرتبط با آلودگی‌ها، شناسایی تغییرات ناشی از ردپای کربن و... کمک کنند (سان و همکاران، ۲۰۲۰). در این مدل، متغیرهای ورودی و خروجی وجود دارند که نسبت به نوع صنعت یا سازمان، ابعاد و مولفه‌های متفاوتی را در نظر می‌گیرند. مطابق با بررسی‌های به عمل آمده از طریق روش تحلیل اسنادی -که در بخش روش‌شناسی توضیح داده خواهد شد- متغیرهای ورودی و خروجی احصا شدند که در جدول ۱ نمایه شده‌اند. لازم به ذکر است که باتوجه به چندمنظوره بودن کاربری هوانوردی در این فرودگاه، تنها اطلاعات و داده‌های مرتبط با بخش گردشگری از سال ۱۳۹۷ (آغاز مسافری شدن فرودگاه) تا ۱۴۰۰ مدنظر قرار گرفته‌اند.

جدول ۱- متغیرهای ورودی و خروجی مورد مطالعه

ردیف	نوع متغیر	متغیر	شرح
۱	خروجی	انتشار گازهای گلخانه‌ای (گاز دی‌اکسیدکربن)	این ستاده به عنوان یک خروجی نامطلوب مدنظر قرار گرفته و برحسب کیلوتن است.
۲	خروجی	ردپای کربن گردشگری	فرآیند کمّی‌سازی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (گاز دی‌اکسیدکربن) و برحسب کیلوتن است.
۳	ورودی	مصرف انرژی	این ورودی برحسب کیلوگرم معادل نفت سفید[2] است (سوخت هواپیما).
۴	ورودی	تعداد پرواز	این ورودی برحسب تعداد پروازهای خطوط هوایی به استان‌های مورد نظر است.
۵	ورودی	نیروی کار	این ورودی برحسب نفر، خط هوایی و خدمات مرتبط با گردشگری است.

چهارچوب تحلیلی این مدل برحسب موارد ذکر شده در جدول ۱ می‌باشد و کار اصلی با فهرست ردپای کربن گردشگری شروع می‌شود، پس از آن با محاسبه مصرف انرژی، تعداد پرواز، نیروی کار؛ انتشار گازهای گلخانه‌ای -در این تحقیق، گاز دی‌اکسیدکربن- کار ادامه می‌یابد و سپس به تحلیل محاسبات پرداخته می‌شود. در چهارچوب پیشنهادی، مجموعه‌ای از اطلاعات مورد نیاز هستند که این موارد در قالب داده‌ها و اطلاعات آرشیوی از دست‌اندرکاران خدمات هوایی فرودگاه بین‌المللی پیام اخذ می‌گردند و از طرفی نیز، دسته‌بندی داده‌ها و اطلاعات با استفاده از مرور تحقیقات علمی و پژوهشی در این زمینه صورت می‌پذیرند که این موارد در سه دسته ذیل تقسیم‌بندی می‌گردند. اطلاعات دسته اول، نمایانگر ردپای کربن[3] گردشگری است و کمّی‌سازی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای زیست‌محیطی مسافرت و گردشگری را تعیین می‌کند. اطلاعات دسته دوم پیوند بین مصارف گردشگری و انتشارهای آلاینده‌ها را برای تبیین میزان مصرف انرژی و تعداد پروازها و دی‌اکسیدکربن بررسی می‌کند. اطلاعات دسته سوم عوامل پنهانی را که موجب کاهش یا بهبود عملکرد کربن گردشگری می‌شوند، ردیابی می‌کند که از سرعت کربن‌زدایی گردشگری[4] خبر می‌دهد. در ادامه، به توضیح این دسته از اطلاعات پرداخته می‌شود. این دسته از اطلاعات براساس فاز اول تحقیق -یعنی روش تحلیل اسنادی- به دست آمده‌اند که محاسبات مرتبط با هریک از آن‌ها با استفاده از روش پیمایش -فاز دوم تحقیق- در جداول ۲، ۳ و ۴ مرقوم شده‌اند.

- **اطلاعات دسته اول: ردپای کربن در گردشگری**

تحلیل‌ها و خط‌مشی‌های متداول تمایل به نادیده‌گرفتن گردشگری و رابطه آن با انتشارهای کربن دارند؛ زیرا بسیاری از کشورها، سود حاصله را بیشتر و موثرتر می‌دانند و سعی می‌کنند انتشار گازهای

۱. Tourism carbon footprint
۲. kerosene
۳. Carbon Footprint (CF)
۴. tourism decarbonization

گلخانه‌ای همچون دی‌اکسیدکربن را نادیده بگیرند. این موضوع اکنون به‌عنوان یک غفلت توجیه‌ناپذیر شناخته می‌شود؛ زیرا گردشگری یک مصرف‌کننده بزرگ انرژی و تولیدکننده آلاینده‌ها است (Lenzen et al, 2018; Patterson & McDonald, 2004). اطلاعات دسته اول باید برآوردی نظام‌مند از انتشارهای کربن گردشگری ارائه دهند تا انتشارهای آلاینده‌های یک مقصد معین، به طور واضح و دقیق سنجیده شوند. این موارد براساس تعداد پرواز و نیروی کار نیز محاسبه می‌شوند.

- **اطلاعات دسته دوم: پیوند بین پروازهای مرتبط با گردشگری، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (گاز دی‌اکسیدکربن)**

اطلاعات دسته دوم، پیوند بین پروازهای مرتبط با گردشگری و مصرف انرژی تأثیر آن بر انتشار آلاینده‌ها را از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌سنجد. اثر شدت انتشارهای آلاینده‌ها یکی از فاکتورهایی است که در محاسبات لازم در این زمینه، کمک‌کننده است. اگر صنعت گردشگری بتواند با کارایی بهینه انرژی عمل کند، مصارف گردشگری به کاهش تقاضای انرژی دست می‌یابد. این امر همزمان با کاهش بار زیست‌محیطی گردشگری، برونداد گردشگری در سطح فعلی خود را حفظ می‌کند [لازم به ذکر است که این اطلاعات و اندازه گیری‌ها مرتبط با بخش گردشگری در سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ هستند]. در این حالت، نیازی به کاهش اجباری فعالیت‌های گردشگری نیست و اگر یک راه‌حل کارآمد بتواند وابستگی به انرژی را کاهش دهد، حتی می‌توان گردشگری را افزایش داد (Akimoto et al, 2008). بالعکس، اگر بازدیدکنندگان تصمیم بگیرند که بیشتر و سریع‌تر سفر کنند، بیشتر از هواپیمایی و خدمات مرتبط با آن استفاده می‌کنند (شرکت هواپیمایی ایرباس[۱]، Peeters & Landr´e, 2012).

- **اطلاعات دسته سوم: سرعت کاهش ردپای کربن در طول زمان**

اندازه‌گیری کربن‌زدایی گردشگری در طول زمان برای پیگیری اقدامات در جهت کاهش انتشار آلاینده‌ها در سطح صنعت هوایی لازم است. این تحلیل به‌دنبال کمیت‌سنجی و درک آن است که کسب‌وکارهای گردشگری با چه سرعتی می‌توانند انتشارهای خود را کاهش دهند (Robaina-Alves et al, 2016; Sun, 2016). کربن‌زدایی گردشگری اصولاً با بهسازی‌های فنی و عملیاتی تعیین می‌شود و موجب بهبود بازده انرژی در هر واحد عملیات و متعاقباً سطوح پایین‌تر انتشار می‌شود. یک مورد تجزیه‌وتحلیل به دنبال مدل‌سازی و ارائه بینش‌هایی در این باره است که این عوامل تا چه حد در پیشرفت صنعت در زمینه کاهش کربن مؤثر هستند. درک رابطه بین مصرف گردشگری و ردپای کربن گردشگری به خط‌مشی‌گذاران و مدیران مقصد موردنظر اجازه می‌دهد که هنگام گسترش مصرف بازدیدکنندگان، در سناریوهای مختلف مسیرهای انتشار بخشی را پیش‌بینی کنند (Sun & Higham, 2021). این مقوله، پس از اجرای طرح‌های هوانوردی –مشخصاً طرح مسافری شدن فرودگاه بین‌المللی پیام– صورت می پذیرد که در قالب دستورالعمل های لازم الاجرا بایستی پیاده‌سازی و اجرا شوند. این مقوله، به عنوان یکی از مهمترین عوامل مدیریت کربن محسوب می‌شود.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است و از لحاظ روش تحقیق، آمیخته یا ترکیبی است. رویکرد ترکیبی آن، متوالی اکتشافی است که در دو فاز کیفی–کمّی انجام می‌شود. در این طرح ابتدا داده‌های کیفی و سپس کمّی جمع‌آوری و تحلیل می‌شوند. اولویت معمولاً با فاز کیفی است و داده‌های کمّی برای تقویت داده‌های کیفی استفاده می‌شوند (Creswell, 2018). در این تحقیق، به ترتیب از دو روش "تحلیل اسنادی و پیمایش" استفاده شده است.

در مرحله اول با استفاده از روش کیفی تحلیل اسنادی، داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز گردآوری شدند و ابزار اصلی این روش، گردآوری اطلاعات آرشیوی و کتابخانه‌ای بود. روش تحلیل اسنادی یکی از روش‌های کیفی است که "از اسناد رسمی و شخصی به‌عنوان منبع استفاده می‌کند. اسناد ممکن است شامل مواردی مانند تحقیقات، آزمایش‌ها، فهرست‌های راهنما، یادداشت‌های روزانه، انتشارات آماری دولتی، فیش‌ها، و فایل‌های کامپیوتری و... باشد" (Robaina-Alves et al, 2015). در این مرحله از دو دسته اطلاعات استفاده می‌شود: ۱. اطلاعات آرشیوی که از واحدهای هوانوردی، سوخت‌رسانی، خدمات مسافری، آمار و برنامه‌ریزی فرودگاه؛ و ۲. اطلاعات کتابخانه‌ای که از تحقیقات کاربردی، پژوهشی و علمی گردآوری می‌شوند.

در مرحله دوم از روش پیمایش[۲] استفاده شده است. روش تحقیق پیمایش را به‌عنوان "جمع‌آوری اطلاعات از منابع، افراد، سازمان‌ها و... از طریق پاسخ آن‌ها به سوالات" تعریف کرده‌اند (Check & Schutt, 2012). در این روش، اطلاعات و داده‌های حاصل از مرحله قبل با استفاده از فرمول‌ها و نرم‌افزارهای تخصصی تحلیل و بررسی می‌شوند که یافته‌های حاصل در بخش بعدی مقاله توضیح داده می‌شوند.

٤- تحلیل داده‌ها و اطلاعات

مدل ورودی–خروجی زیست‌محیطی برای ردیابی تمام انتشارهای گازهای گلخانه‌ای موثر است و حتی می‌تواند برای ارائه تحلیلی کامل از انتشارهای مستقیم و غیرمستقیم گردشگری نیز بکار رود (Dwyer et al. 2010; Sun, 2016). به‌علاوه، این مدل به‌طور همزمان تغییرات اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از گردشگری را کمیت‌سنجی می‌کند و تعدیل تقاضاهای گردشگری و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در کنار یکدیگر نمایش می‌دهد (Miller & Blair, 2009; Wiedmann & Minx, 2008). این امر به ما کمک می‌کند تا مبادلاتی را که می‌تواند

۱. Airbus

۲. Survey

میان گردشگری و بسیاری از اثرات آن بر مقصد صورت گیرد، ترکیب کنیم. اولین مرحله این مدل، محاسبه ردپای کربن گردشگری از طریق ردیابی هزینه‌های گردشگری (تعداد پروازها) (Y) است (معادله ۱). این امر میزان خروجی‌های حاصله را برای پاسخ به تقاضای گردشگری را تعیین می‌کند. گام بعدی، انتشارهای مستقیم و کلِ مقادیر ضرب شونده را به‌ازای هر پرواز (B) محاسبه می‌کند. محاسبه با استفاده از عوامل انتشار کربن (R) و ضرایب ورودی (A_d) محاسبه می‌شوند [داده‌ها و اطلاعات مربوطه از واحدهای هوانوردی، سوخت‌رسانی، خدمات مسافری، آمار و برنامه‌ریزی فرودگاه اخذ شده‌اند]. محاسبه به شرح زیر است (سان و هایگام، ۲۰۲۱؛ سان و همکاران، ۲۰۲۰؛ سان، ۲۰۱۶):

معادله ۱: $Q_d = R\ (I-A_d)^{-1}\ Y = BY$

Q_d = کل انتشارهای مستقیم و غیرمستقیم؛

Y = تعداد پروازها؛

A_d = ضرایب ورودی فنی؛

I = ماتریس اصلی؛

R = ماتریس قطری‌شده شدت انتشار کربن؛

B = کل انتشارها به‌ازای هر پرواز.

در گام بعدی، ردپای کربن محاسبه می‌شود. این مقوله تا حدودی حالت پیش‌بینانه دارد که نیاز است علاوه بر اسناد و شواهد مربوطه، از خبرگان این زمینه نیز استفاده کرد. این مقوله توسط ویدمن[۱] (۲۰۰۹) معرفی شده است.

معادله ۲: $Q_m = R\ (I - A_d)^{-1} A_m (1 - A_d)^{-1} Y_d + R\ (I - A_d)^{-1} Y_m$

Q_m = گازهای گلخانه‌ای انتشاریافته؛

Y_d = تعداد پروازها؛

Y_m = مصارف، هزینه ها و بروندادهای سوخت هواپیماها (نفت سفید[۲])؛

A_m = ضرایب ورودی.

انتشارهای مرتبط با وسایل‌نقلیه هوایی در حوزه گردشگری، به‌طور جداگانه از مدل ورودی–خروجی زیست‌محیطی برآورد می‌شوند. این فرآیند ابتدا براساس میانگین قیمت سوخت و میزان هزینه پروازها محاسبه می‌کند (MBIE[۳], 2019). سپس مقدار فیزیکی نفت سفید استفاده‌شده در پروازهای مرتبط با گردشگری، در عوامل انتشار به‌ازای هر لیتر ضرب می‌شود تا انتشار گازهای گلخانه‌ای محاسبه شود (Sun & Higham, 2021). آخرین مرحله تحلیل، یک روش تجزیه برای شناسایی نیروهای کار –برحسب نفر، خط هوایی و خدمات مرتبط با گردشگری– و تاثیر نسبی آن‌ها بر تحریک یا کاهش انتشارهای کلی گردشگری است. از آنجاکه تحلیل این موارد، رویکردهای خاصی را می‌طلبد، لذا فرمول‌ها و عوامل تجزیه مختلفی هستند که می‌توان آن‌ها را در مدل بکار برد. رویکردهای پیچیده‌تری نیز هستند که تحلیل‌های هریک از این شاخص‌ها را بکار می‌گیرند تا درک ما را از اینکه چگونه منابع انرژی متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرند، چگونه نیروی کار و سرمایه برای ارتقای نوآوری بکار گرفته می‌شوند، و اینکه آیا خطوط هوایی می‌توانند ارزش افزوده بالاتری در هر واحد مصرف انرژی ایجاد کنند یا خیر، افزایش دهد (Zha et al, 2020; Robaina-Alves et al, 2016; Liu et al, 2011). در این تحقیق، از روش تحلیل تجزیه ساختار[۴] [تجزیه ناشی از دمای بالا] استفاده می‌شود که به چهار عامل ذیل تخصیص داده شده‌اند:

۱. اثر توزیع[۵]: تغییر در روند هزینه‌ها (مثلاً صرف هزینه بیشتر برای حمل‌ونقل هوایی در مقابل سایر روش‌های جایگزین در دوره‌های زمانی مختلف)؛

۲. اثر تعدیل نهایی[۶]: تغییر در کل مصارف مرتبط با گردشگری؛

۳. اثر شدت[۷]: میزان انتشارهای گازهای گلخانه‌ای (انتشار دی‌اکسیدکربن) در هر پرواز؛

۴. اثر لئونتیف[۸]: تغییر از طریق کل نیاز ورودی در هر واحد خروجی.

مطابق با موارد فوق، فرمول تجزیه انتشارهای مستقیم و غیرمستقیم در زیر مشخص شده است (Sun & Higham, 2021; Sun, 2016; Sun et al, 2020).

کل انتشارها = تفاوت انتشار کربن در گردشگری بین دو دوره زمانی

$t+1$ کل انتشارها − t کل انتشارها = $D_{int} + D_{ltf} + D_{dis} + D_{fd}$

اثر شدت $D_{int} = \Delta CBDY + 1/2\Delta C(\Delta BDY + B\Delta DY + BD\Delta Y) + 1/3\Delta C\ (\Delta B\Delta DY + \Delta BD\Delta Y + B\Delta D\Delta Y) + 1/4\ \Delta C\Delta B\Delta D\Delta Y$

اثر لئونتیف $D_{ltf} = C\Delta BDY + 1/2\Delta B\ (\Delta CDY + C\Delta DY + CD\Delta Y) + 1/3\ (\Delta C\Delta DY + \Delta CD\Delta Y + C\Delta D\Delta Y) + 1/4\ \Delta C\Delta B\Delta D\Delta Y$

اثر توزیع $D_{dis} = CB\Delta DY + 1/2\ \Delta D\ (\Delta CBY + C\Delta BY + CB\Delta Y) + 1/3\Delta D\ (\Delta C\Delta BY + \Delta CB\Delta Y + C\Delta B\Delta Y) + 1/4\ \Delta C\Delta B\Delta Y$

اثر تعدیل نهایی $D_{fd} = CBD\Delta Y + 1/2\ \Delta Y\ (\Delta CBD + C\Delta BD + CB\Delta D) + 1/3\ \Delta Y\ (\Delta C\Delta BD + \Delta CB\Delta D + C\Delta B\Delta D) + 1/4\ \Delta C\Delta B\Delta D\Delta Y$

ΔC تفاوت عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای بین دو دوره زمانی است.

ΔB تفاوت ماتریس معکوس لئونتیف بین دو دوره زمانی است.

ΔD تفاوت روند هزینه‌های استاندارد شده برای بخش‌ها بین دو دوره زمانی است.

ΔY تفاوت بین هزینه‌های مرتبط با گردشگری بین دو دوره زمانی است.

۱. Wiedmann
۲. kerosene
۳. The Ministry of Business, Innovation and Employment (MBIE)
۴. Structure Decomposition Analysis (SDA)
۵. distribution effect
۶. final demand effect
۷. intensity effect
۸. Leontief effect

۵- یافته‌های تحقیق

در این بخش، یافته‌های حاصل از محاسبه‌های انجام شده ارائه می‌شوند. فرمول‌های فوق می‌توانند امکان‌پذیری و کاربردی بودن چهارچوب تحلیلی پیشنهادشده را نشان و توضیح دهند که این چارچوب چگونه می‌تواند به آشکار کردن اطلاعات کلیدی‌ای که در داده‌های فعلی و سیستم‌های گزارش‌دهی در فرودگاه پیام یا هرجای دیگر وجود ندارد، کمک کند. همانطورکه در قبل نیز گفته شد، در این فرآیند به کمیت‌سنجی میزان انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای توسط خطوط هوایی مرتبط با گردشگری، انتشارهای غیرمستقیم این گازها که مربوط از وسیله نقلیه مرتبط با گردشگری است، می‌پردازیم. علاوه بر این، برای سنجش میزان کربن‌زدایی گردشگری فرودگاه بین‌المللی پیام بین سال‌های ۱۳۹۷ (مسافری شدن فرودگاه بین‌المللی پیام) تا ۱۴۰۰ و رتبه‌بندی میزان انتشار کربن حاصل از فعالیت‌های مرتبط با گردشگری محاسبه‌های لازم انجام شدند. براساس نتایج حاصل از فاز اول تحقیق –یعنی تحلیل اسنادی– اطلاعات آرشیوی که از واحدهای هوانوردی، سوخت‌رسانی، خدمات مسافری، آمار و برنامه‌ریزی فرودگاه؛ و اطلاعات کتابخانه‌ای که از تحقیقات کاربردی، پژوهشی و علمی گردآوری شدند، عواملی چون "تعداد پروازهای مرتبط با گردشگری، هزینه سوخت و سوخت‌رسانی، هزینه حامل‌های انرژی، نیروی کار" به‌عنوان اصلی‌ترین عوامل ردپای کربن گردشگری در نظر گرفته شدند (Sun & Higham, 2021; Sun, 2016; Sun et al, 2020). لازم به ذکر است که مخارج ناشی از پروازهای مبدا به مقصد در اینجا محاسبه نمی‌شوند [مواردی چون: عوارض، مالیات، هزینه حامل‌های خارجی، هزینه‌های مرتبط با ساکنین اطراف فرودگاه و...]. بنابراین، این موارد در این تحلیل‌ها کنار گذاشته می‌شوند. در ابتدا، ردپای کربن گردشگری محاسبه می‌شود که حدود ۹۰۰ هزار تن آلاینده‌های مشابه دی‌اکسیدکربن است که ۵۶٫۸ درصد آن توسط تعداد پروازها، ۳۵٫۱۹ درصد به دلیل مصارف انرژی، ۸ درصد توسط حامل‌های انرژی و ۰٫۰۱ درصد توسط نیروی کار تولید شده است [این موارد با استفاده از میزان ساعت پرواز، تعداد گالن‌های سوخت بارگیری شده، کیفیت موتور و محفظه احتراق هواپیما، وسایل و ادوات مصرف‌کننده انرژی اندازه‌گیری می‌شوند]. همچنین، مقدار و درصد انتشار دی‌اکسیدکربن از مبنای ۱۰۰٪ در همان سال اندازه‌گیری می‌شود. میزان انتشار دی‌اکسیدکربن نیز برحسب شاخص جهانی سرانه متریک تن[1] است که برای هر سال، به تفکیک بررسی شده است. در جدول ذیل، منظور از نیروی کار، فقط افرادی هستند که در پروازهای مرتبط با گردشگری دخیل هستند. سفرهای مرتبط با گردشگری که از فرودگاه پیام انجام می‌شوند، در سال ۱۳۹۷ به تعداد ۳۱ پرواز، ۱۳۹۸ به تعداد ۷، در سال ۱۳۹۹ به تعداد ۷۹ و در سال ۱۴۰۰ به تعداد ۱۱۲ صورت پذیرفتند (لازم به ذکر است که تعداد کم پروازهای سال ۱۳۹۸ بدلیل تعمیرات باند پرواز و همچنین، شیوع ویروس کرونا و اعمال محدودیت‌ها بوده است). از دیدگاه اندیشمندان، حمل ونقل هوایی مهمترین بخشی است که در ردپای کربن گردشگری سهیم است. بخش هوانوردی ۷۰ درصد انتشار مستقیم آلاینده‌های مرتبط با گردشگری از کل انتشار آلاینده‌های گردشگری را تشکیل می‌دهد(Dwyer et al. 2010; Sun, 2016). مطابق با گفته های فوق، این موارد با استفاده از روش تحلیل اسنادی احصا و استخراج گردیدند و برگرفته از اطلاعات دسته اول و دوم هستند که در جدول ۲ نمایه شده‌اند.

جدول ۲- ردپای کربن، پیوند بین پروازهای مرتبط با گردشگری، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای گردشگری فرودگاه بین‌المللی پیام (سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰)

		عوامل				درصد انتشار دی‌اکسیدکربن (از ۱۰۰٪ در همان سال)
		پروازهای مرتبط با گردشگری	هزینه سوخت و سوخت‌رسانی (تومان)	هزینه حامل‌های انرژی(تومان)	نیروی کار (تومان)	
سال ۱۳۹۷	تعداد	۳۱	۱۱۹۹۹۷ لیتر	–	۱۸	٪ ۳۱٫۵
	درصد / مبلغ	٪۶۲	۷۳۴,۳۸۱,۶۴۰	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
سال ۱۳۹۸	تعداد	۷	۳۷۶۲۶ لیتر	–	۸	٪ ۱۲٫۷۰
	درصد / مبلغ	٪۱۴	۵۳۰,۲۷۱,۱۲۰	۲۵,۰۰۰,۰۰۰	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
سال ۱۳۹۹	تعداد	۷۹	۲۳۷۲۵۱ لیتر	–	۱۳	٪ ۴۳٫۰۱
	درصد / مبلغ	٪۷۹	۱,۴۵۱,۹۷۶,۱۲۰	۱۲۰,۰۰۰,۰۰۰	۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
سال ۱۴۰۰	تعداد	۱۱۲	۳۴۲۲۳۹ لیتر	–	۳۱	٪ ۶۲٫۲۳
	درصد / مبلغ	٪۷۴٫۶۶	۲,۰۹۴,۵۰۲,۶۸۰	۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰	۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	

منبع: دفتر برنامه‌ریزی و بودجه فرودگاه بین‌المللی پیام

همانطورکه در جدول فوق ملاحظه می‌شود، در سال ۱۴۰۰، تعداد پروازهای مرتبط با گردشگری بیشتر از سال‌های دیگر بوده و به میزان ۶۲٫۲۳ ٪ انتشار گازهای گلخانه‌ای (انتشارهای مستقیم، ۵۰٫۳٪، و انتشارهای غیرمستقیم، ۱۱٫۹۳٪) را تشکیل داد که این رقم از نظر میزان و تأثیر مستقیم، بزرگ‌تر از سال‌های قبل بوده است. از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰، تعداد پروازها و همچنین، هزینه‌های

۱. metric tons per capita (mtpc)

گردشگری افزایش یافت که این امر امکان تولید و ازدیاد کربن در پروازها را نشان می‌دهد و در عین حال، ردپای کربن گردشگری به میزانی حدود ۳۰ ٪ افزایش یافت (متوسط سال‌های قبل). بیشتر شدن این مقدار می‌تواند به بعد مسافت نیز مربوط باشد. پروازهای مستقیم به سه استان واقع در جنوب و شرق کشور با حداقل مسافت ۱۰۰۰ کیلومتر، در توجیه ازدیاد این رقم بی‌تأثیر نیست. علاوه بر این، میزان تقاضای گردشگران به استفاده از خطوط هوایی، سهولت در رسیدن به مقصد، وجود محدودیت‌های کرونایی در برخی از استان‌ها که مانع از سفرهای زمینی می‌شود، افزایش هزینه‌ها و ریسک‌های سفرهای جاده‌ای و طولانی؛ سایر عواملی هستند که به‌عنوان بزرگ‌ترین عوامل محرک انتشار آلاینده‌های گردشگری در نظر گرفته می‌شوند و منجر به افزایش ردپای کربن گردشگری شده‌اند. با این‌حال، این موارد اعداد و شواهدی هستند که برای محاسبات مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی (معادلات فوق) موثر هستند. همانطور که در قبل نیز گفته شد، اندازه‌گیری کربن‌زدایی گردشگری در طول زمان برای پیگیری اقدامات در جهت کاهش انتشار آلاینده‌ها در سطح صنعت هوایی لازم است. کربن‌زدایی گردشگری اصولاً با بهسازی‌های فنی و عملیاتی برای دست‌اندرکاران گردشگری، و تغییر رفتار گردشگران تعیین می‌شود و موجب بهبود بازده انرژی در هر واحد عملیات و متعاقباً سطوح پایین‌تر انتشار می‌شود. درک رابطه بین مصرف گردشگری و ردپای کربن گردشگری به خط‌مشی‌گذاران و مدیران مقصد موردنظر اجازه می‌دهد که هنگام گسترش مصرف بازدیدکنندگان، در سناریوهای مختلف مسیرهای انتشار کربن را پیش‌بینی کنند (سان و هایگام، ۲۰۲۱). این مقوله، پس از اجرای طرح‌های هوانوردی -مشخصاً طرح مسافری شدن فرودگاه بین‌المللی پیام- صورت می پذیرد که در قالب دستورالعمل‌های لازم الاجرا بایستی پیاده‌سازی و اجرا شوند. این مقوله، به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل مدیریت کربن محسوب می‌شود. با کمی تأمل می‌توان دریافت که عوامل متعددی هم در ازدیاد و هم در کاهش کربن موثر هستند. با استفاده یافته‌های فوق، می‌توان این موارد را در "اثرات" ذیل دسته‌بندی و محاسبه کرد. اثر تقاضای نهایی بزرگ‌ترین عامل محرک انتشار آلاینده‌های گردشگری است، می‌تواند در قالب اثر لئونتیف و اثر تعدیل نهایی (در اینجا به عنوان یک شاخص اقتصادی) محاسبه شود. با فرض اینکه سایر عوامل ثابت باقی‌مانده‌اند، افزایش هزینه‌های گردشگری از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ (۱۹,۲٪) در قالب اثر توزیع و اثر شدت (میزان استفاده از انرژی توسط شرکت‌های هوایی در هر پرواز) تعریف شود. افزون بر این موارد، پروازهای مرتبط با گردشگری در سال ۱۳۹۸، یک کاهش جدی و اجباری را داشته است. مسلماً چنین کاهشی با نزول شاخص‌های تولید دی‌اکسیدکربن و سایر آلاینده‌ها همراه خواهد بود. این تغییر در الگوهای مصرف و تقاضا نیز تاثیرگذار هستند. در این سال، کاهش ۳۹۹ کیلو تن ردپای کربن محاسبه شد که در مقایسه با سال قبل، حدود ۱۸,۸ درصد کاهش در انتشار دی‌اکسیدکربن را به همراه داشته است (اثر توزیع). این نتیجه موید آن است که استفاده کارآمد از انرژی (اثر شدت) می‌تواند نیمی از انرژی اضافی مورد نیاز برای تامین میزان خالص افزایش تقاضای گردشگری (اثر تعدیل نهایی) را جبران کند. علاوه بر این، این امر موجب کاهش ۲۰ درصدی انتشار آلاینده‌های ناشی از رشد تقاضای اضافی گردشگری شد (اثر لئونتیف). در کل، در طول دوره زمانی مورد تحلیل، انتشار کربن گردشگری تا حدودی به صورت سینوسی افزایش یافت که این موارد، به تفکیک در جدول ۳ مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. این موارد برگرفته از اطلاعات دسته سوم، یعنی سرعت کاهش ردپای کربن در طول زمان هستند که با استفاده از معادلات ۱ و ۲ محاسبه شده‌اند.

جدول ۳- سرعت کاهش یا افزایش ردپای کربن در طول زمان (۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰)

	اثر توزیع	اثر تعدیل	اثر لئونتیف	اثر شدت
سال ۱۳۹۷	۷۱	۱۴۵۱	۳۴۸	۶۳۹
سال ۱۳۹۸	۲۲	۳۰۴	۱۰۳	۲۲۶
سال ۱۳۹۹	۹۸	۲۰۳۷	۱۹۸۳	۹۸۷
سال ۱۴۰۰	۱۳۴	۲۸۹۶	۲۷۶۳	۱۲۷۱

*** ارقام اثر شدت و تعدیل نهایی برحسب کیلو تن دی‌اکسیدکربن می‌باشند.**

همانطور که در جدول فوق ملاحظه می‌شود، تنها در سال ۱۳۹۸ کاهش ردپای کربن ملاحظه شده است و در سال قبل و بعد از آن، این افزایش با ازدیاد تقاضا و تعداد پروازها بیشتر شده است. این موارد در "نمودار پراکنش دی‌اکسیدکربن[1]" برای سال های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ ترسیم شده است. لازم به ذکر است که در هر سال، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن برحسب شاخص جهانی سرانه متریک تن[2] است.

نمودار ۱- نمودار پراکنش انتشار دی‌اکسیدکربن برای سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ فرودگاه بین‌المللی پیام

افزایش سریع حجم پروازهای مرتبط با گردشگری در فرودگاه بین‌المللی پیام، بطور قابل‌توجهی انتشار آلاینده‌های مرتبط با گردشگری درون‌مرزی را در طول زمان افزایش داده است. همانطور که در نمودار ۱ نیز ملاحظه می‌شود، منحنی شدت انتشار آلاینده‌ها نسبت به سال‌های قبل روند افزایشی را داشته و نشان‌دهنده افزایش ردپای کربن در گردشگری است. شاخص‌های جهانی نیز افزایش چنین روندی را نشان می‌دهند و این تعبیر که میزان و تعداد پروازهای هوایی در سال‌های اخیر بسیار زیاد بوده است نیز موید این ادعاست. در بخش بعدی، به بحث و نتیجه‌گیری در این زمینه پرداخته می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که در قبل توضیح داده شد، هدف اصلی تحقیق حاضر؛ پایش ردپای کربن در گردشگری به‌عنوان رویکردی موثر در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیط‌زیست پایدار است که با محوریت فرودگاه بین‌المللی پیام صورت پذیرفت. گردشگری یکی از عوامل مهم اقتصادی است که عامل اصلی رشد و اشتغال در کشورها محسوب می‌شود. اما این رشد در گردشگری با افزایش چندین اثر زیست‌محیطی و اجتماعی-اقتصادی همراه است که مهمترین آن‌ها، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از حمل‌ونقل است. در این راستا، چالش‌های جدیدی ایجاد می‌شوند که طبیعتاً هرچه اهداف کربن زدایی مدنظر باشد، نیاز به تسریع تحول از طریق سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های مرتبط با گردشگری نیز بیشتر خواهد بود. مطابق با یافته‌های تحقیق، محاسبات به‌عمل آمده در فرودگاه بین‌المللی پیام نشان دادند که شدت انتشار آلاینده‌ها در سال‌های جاری نسبت به سال‌های قبل، روند صعودی داشته و نشان‌دهنده افزایش ردپای کربن در گردشگری است. روی‌هم‌رفته، این امر ظرفیت کربن‌زدایی را کم کرده و رشد آینده در گردشگری را قهراً به انتشار کربن بیشتر گره می‌زند که به‌عنوان زنگ خطری است برای فرودگاه پیام است که به تازگی خدمات مسافری و گردشگری

۱. CO2 scatterplot

۲. metric tons per capita (mtpc)

را ارائه می نماید. مگر آنکه ابتکارات کربن‌زدایی گردشگری با موفقیت اجرا شوند که در برخی از کشورها، سود حاصل از گردشگری، مانع اتخاذ چنین تمهیداتی می‌شود. بسیاری از کشورها، با استفاده از دستورالعمل‌ها و موافقت‌نامه‌های بین‌المللی در تلاش برای کربن‌زدایی هستند که یکی از صنایع اصلی و مورد هدف آن‌ها، گردشگری است تا از این طریق به کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیط‌زیست پایدار کمک نمایند. از همین رو ملاحظه می‌شود که پایش ردپای کربن در گردشگری جزء ابتکارات مدیریت کربن در گردشگری و رویکردی موثر در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیط‌زیست پایدار است. این مقوله مهم می‌تواند خلأها و شکاف های این زمینه را شناسایی کرده و گلوگاه‌های اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن را نشان دهد. با تصمیم‌گیری‌های مرتبط در این زمینه می‌توان حفاظت از محیط‌زیست و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی را در اولویت قرار داد و به‌عبارتی به محیط‌زیست پایدار دست یافت. فقدان اطلاعات مرتبط با کربن در این زمینه سبب می‌شود که ادراکات از خطر، تمایل به تغییر الگوهای رفتاری و کاربرد نوآوری‌های فنی و عملیاتی جدید برای کاهش انتشار آلاینده‌ها کاهش یابند. علاوه بر این، مانع مشمولیت گردشگری به‌عنوان یک بخش کربن‌زا و آلوده‌کننده در محیط‌زیست می‌شود و از قرار دادن این تکه‌های پازل در کنار یکدیگر، نمی‌توان محیط‌زیستی پایدار را متصور کرد. نتایج تحقیق نشان داد که مطابق با مدل ورودی-خروجی زیست‌محیطی و محاسبات به‌عمل آمده می توان نتیجه گرفت که رشد در مقیاس گردشگری و مقیاس خروجی گردشگری هر دو منجر به رشد سریع انتشار کربن می‌شوند. در تلاش برای یک محیط‌زیستی پاک و پایدار، نیاز به کاهش انتشار کربن، کربن‌زدایی سیستم انرژی، بهبود مصرف انرژی و تضمین دستیابی به انرژی پایدار است. در همین راستا، پایش ردپای کربن می‌تواند عامل مهمی در جلوگیری از تخریب محیط‌زیست، و عامل اساسی در کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیط‌زیست پایدار باشد. مطابق با یافته‌ها و نتایج حاصله، پیشنهادهای ذیل ارائه می گردند:

- پیشنهاد می‌شود که فرودگاه بین‌المللی پیام، استفاده از شاخص‌های سنجش جهانی را در اولویت قرار داده و ضمن حمایت از صنعت گردشگری، در راستای کنترل مخاطرات محیطی و حفظ محیط‌زیست پایدار مثمرثمر باشد. پیروی از استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی موجب مدیریت و وحدت رویه بیشتر شده و کاهش مداوم شدت انتشار آلاینده ها را در پی داشته باشد.
- پیشنهاد دیگر در راستای ایجاد سیستم اطلاعات کربن گردشگری است که امروزه در برخی از کشورها نیز اجرا می‌شود. این سیستم می‌تواند به‌عنوان راهکاری جامع و دقیق برای اندازه‌گیری و پایش انتشارهای کربن بوده و در راستای اتخاذ تصمیمات بعدی مثمرثمر باشد.
- در پایان، می‌توان به یکی از مهمترین و بهترین پیشنهادها اشاره کرد که یکی از اهداف اصلی وزارت راه و شهرسازی نیز هست. تجهیز و نوسازی ناوگان هوایی که از دیرباز تاکنون به‌عنوان راهکاری اساسی و مهم در نظر گرفته شده است. میزان انتشار کربن از ناوگان هوایی فرسوده بسیار بالاست و امروزه، بسیاری از کشورها استفاده از هواپیماهایی با سوخت پاک را مدنظر قرار داده‌اند.

منابع و مآخذ

- جوزی، سیدعلی؛ جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت اله؛ افضلی بهبهانی، نگار. (۱۳۹۳). شناسایی و ارزیابی ریسک مخاطرات ناشی از خطوط انتقال برق ولتاژ بالا در مناطق مسکونی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن (FMEA). سلامت و محیط زیست. ۷ (۱): ۶۴-۵۵.
- ضیایی، محمود؛ قادری، اسماعیل؛ سلطانی، المیرا. (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر بر تمایل به رفتارهای کم کربن در گردشگران. مطالعات مدیریت گردشگری. ۱۱ (۳۵): ۱۹-۴۰.
- کرمپور، مصطفی؛ خاموشیان، یگانه؛ حیدری، حامد؛ امرایی، فاطمه. (۱۴۰۰). نقش عوامل محیطی و اقلیمی بر انتقال و انتشار آلاینده ی منواکسید کربن کشور ایران در سال ۲۰۱۸. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۱۴۰۰; ۸ (۲) :۱۹۰-۱۷۹.
- کریمی، فرناز؛ ویسی، هادی؛ نظری، محمدرضا. (۱۴۰۰). ارزیابی عوامل موثر بر مدیریت کربن در موسسات آموزش عالی (مطالعه موردی؛ دانشگاه رازی). نشریه علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار. ۹ (۳): ۳۳-۵۴.

- Airbus. (2017). Growing horizon - year 2017 ~ 2036. France: Airbus: Blagnac Cedex.
- Akimoto, K., Sano, F., Oda, J., Homma, T., Rout, U. K., & Tomoda, T. (2008). Global emission reductions through a sectoral intensity target scheme. Climate Policy, 8 (1): 46–59.

- Amelung, B., & Eijgelaar, E. (2021). The holiday carbon footprint in tourism education: Learning from practice and experience. Investigaciones Geográficas, (75), 87-97. https://doi.org/10.14198/INGEO2020.AE.
- Azam, M; Alam, M & Hafeez, M. H. (2018). Effect of tourism on environmental pollution: Further evidence from Malaysia, Singapore and Thailand. Journal of Cleaner Production. Volume 190, 20 July 2018, Pages 330-338.
- Becken, S., Whittlesea, E., Loehr, J., & Scott, D. (2020). Tourism and climate change: Evaluating the extent of policy integration. Journal of Sustainable Tourism, 28(10), 1603–1624.
- Becken, S.; Carmignani, F. (2020). Are the current expectations for growing air travel demand realistic? Ann. Tour. Res. 2020, 80, 102840.
- Chawla, M. (2021). Carbon dioxide: Risk assessment, environmental, and health hazard. Hazardous Gases. Risk Assessment on the Environment and Human Health. 2021, Pages 65-81.
- Check J., Schutt R. K. Survey research. In: J. Check, R. K. Schutt. (2012). editors. Research methods in education. Thousand Oaks, CA: Sage Publications; 2012. pp. 159–185.
- Creswell, J. W. (2018). Research design: Qualitative and mixed methods approaches. SAGE Publications, Inc; 5th edition (January 2, 2018).
- Dwyer, L., Forsyth, P., Spurr, R., & Hoque, S. (2010). Estimating the carbon footprint of Australian tourism. Journal of Sustainable Tourism, 18(3), 355–376.
- Ebiefung, A. (2013). A Generalization of the Input-Output Pollution Control Model and Product Selection. Applied Mathematics. 4 (2). February 2013. DOI: 10.4236/am.2013.42055.
- European Parliament. (2020). Aircraft and Ship Emissions: Facts and Figures (Infographic); European Environment Agency, EEA: Copenhagen, Denmark, 2020.
- European Union Aviation Safety Agency (2019). EASA. European Aviation Environmental Report 2019; European Union Aviation Safety Agency: Cologne, Germany, 2019.
- Gössling, S.; Higham, J. (2020). The low-carbon imperative: Destination management under urgent climate change. J. Trav. Res. 2020, 1–13.
- Gössling, S; Scottc, D & Hall, M. (2015). Inter-market variability in CO2 emission-intensities in tourism: Implications for destination marketing and carbon management. Tourism Management. Volume 46, February 2015, Pages 203-212.
- Jozi A, Jafarzadeh Haghighifard N, Afzali; Behbahani N. (2014). Identification and assessment of the risks of high voltage power transmission lines in residential areas using the method of analyzing the failure states and its effects (FMEA), J the En Health; 7(1): 55-64. [In Persian].
- Lee, D.S.; Fahey, D.W.; Skowron, A.; Allen, M.R.; Burkhardt, U.; Chen, Q.; Gettelman (2018). A. The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. Atmos. Environ. 2020, 244, 117834.
- Lee, K-S. (1982). A Generalized Input-Output Model of an Economy with Environmental Protection. The Review of Economics and Statistics. 64 (3): 466-473.
- Lenzen, M., Sun, Y.-Y., Faturay, F., Ting, Y.-P., Geschke, A., & Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. Nature Climate Change, 8(6), 522–528.
- Leontief, W. W. (1970). "Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach," The Review of Economics and Statistics, 52 (3): 241-260. doi:10.2307/1926294.
- Liu, J., Feng, T., & Yang, X. (2011). The energy requirements and carbon dioxide emissions of tourism industry of western China: A case of chengdu city. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(6), 2887–2894.

- Ma, D; Hu, J & Yao, F. (2021). Big data empowering low-carbon smart tourism study on low-carbon tourism O2O supply chain considering consumer behaviors and corporate altruistic preferences. Computers & Industrial Engineering. Volume 153, March 2021, 107061.
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). Input-output analysis : Foundations and extensions (2nd ed.). Cambridge England ; New York: Cambridge University Press.
- Obersteiner, G.; Gruber, I. (2017). Urban Strategies for Waste Management in Tourist Cities D2.5 – Status Quo (Baseline) Assessment Report. URBAN-WASTE. http://www.urban-waste.eu/wp-content/uploads/2018/10/D2.5-Status-quo-assessment.pdf
- Patterson, M., & McDonald, G. (2004). How clean and green is New Zealand tourism? Lifecycle and future environmental impacts. Lincoln, NZ: Landcare Research.
- Peeters, P., & Landr´e, M. (2012). The emerging global tourism geography-an environmental sustainability perspective. Sustainability, 4(1), 42–71.
- Pham, T; Meng, S & Becken, S. (2020). Carbon footprint of tourism destinations in Queensland. Griffith Institute for Tourism Research Report No 17 February. ISBN 978-1-925455-99-1
- Robaina-Alves, M., Moutinho, V., & Costa, R. (2016). Change in energy-related CO2 (carbon dioxide) emissions in Portuguese tourism: A decomposition analysis from 2000 to 2008. Journal of Cleaner Production, 111, 520–528.
- Stefan, G. (2011). Carbon Management in Tourism: Mitigating the Impacts on Climate Change. Published January 13, 2011 by Routledge. ISBN 9780415566339.
- Scott, J & Marshall, G. (2015). A Dictionary of Sociology (3 ed.). Publisher: Oxford University Press.
- Scott, D., Peeters, P., & Gossling, S. (2010). Can tourism deliver its “aspirational” greenhouse gas emission reduction targets? Journal of Sustainable Tourism, 18(3), 393–408.
- Simone, N.W.; Stettler, M.E.; Barrett, S.R. (2013). Rapid estimation of global civil aviation emissions with uncertainty quantification. Trans. Res. Part D Trans. Environ. 2013, 25, 33–41.
- Sun, Y.-Y. (2014). A framework to account for the tourism carbon footprint at island destinations. Tourism Management, 45, 16–27.
- Sun, Y-Y. (2016). Decomposition of tourism greenhouse gas emissions: Revealing the dynamics between tourism economic growth, technological efficiency, and carbon emissions. Tourism Management, 55, 326–336.
- Sun, Y-Y & Higham, J. (2021). Overcoming information asymmetry in tourism carbon management: The application of a new reporting architecture to Aotearoa New Zealand. Tourism Management. Volume 83, April 2021, 104231.
- Sun, Y-Y; Cadarso, M. A & Driml, S. (2020). Tourism carbon footprint inventories: A review of the environmentally extended input-output approach. Annals of Tourism Research. Volume 82, May 2020, 102928.
- Sun, Y; Ates Duru, O; Razzaq, A & Sorin Dincae, M. (2021). The asymmetric effect eco-innovation and tourism towards carbon neutrality target in Turkey. Journal of Environmental Management. Volume 299, 1 December 2021, 113653.
- The Ministry of Business, Innovation and Employment (MBIE) (2019). Weekly fuel price monitoring. Retrieved from https://www.mbie.govt.nz/immigration-and-tourism/tourism-research-and-data/international-tourism-forecasts/2019-2025-international-tourism-forecasts/
- Whittlesea ER, Owen A. (2012). Towards a low carbon future—the development and application of REAP Tourism, a destination footprint and scenario tool. J Sustain Tour 2012;20:845–65.

- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of ‘carbon footprint’. In C. C. Pertsova (Ed.), Ecological economics research trends (Vol. 1, pp. 1–11). Hauppauge NY, USA: Nova Science Publishers.
- World Tourism Organization, UNWTO. Transport-related CO2 Emissions of the Tourism Sector—Modelling Results; OMT: Madrid, Spain, 2020
- WTTC. (2009). Leading the challenge on climate change. London, United Kingdom: Retrieved from.
- WTO-UNEP-WMO. (2008). Climate change and tourism: Responding to global challenges. Spain: World Tourism Organization.
- Zha, J., Tan, T., Yuan, W., Yang, X., & Zhu, Y. (2020). Decomposition analysis of tourism CO2 emissions for sustainable development: A case study of China. Sustainable Development, 28, 169–186.
- Zhang, J. (2017). Evaluating regional low-carbon tourism strategies using the fuzzy Delphi- analytic network process approach. Journal of Cleaner Production. 141 (10): 409-419.
- Zhang, J & Zhang, Y. (2020). Assessing the low-carbon tourism in the tourism-based urban destinations. Journal of Cleaner Production. Volume 276, 10 December 2020, 124303.
- Zhu, Sh; Luo, Y; Aziz, N; Jamal, A & Zhang, Q. (2021). Environmental impact of the tourism industry in China: analyses based on multiple environmental factors using novel Quantile Autoregressive Distributed Lag model. Economic Research-Ekonomska Istraživanja. 108 (10): 21-37.

Monitoring Carbon Footprint of Tourism: An Effective Approach to Controlling Environmental hazards and Preservation of Sustainable Environment (Case Study: Payam International Airport)

Javad Madani[1*]

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

[*]Email Address: J.madani@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

Tourism is an important economic factor that contributes to growth and employment worldwide. The number of air trips has more than increased 50 times in the last 70 years. However, the share of tourism in causing pollution is also high and is increasing, which is accompanied by an increase in some environmental and socio-economic effects. While countries have used tourism development to expand demand and consumption, there is a lack of effective and preventive strategies to reduce the emission of tourism pollutants. In 2009, an ambitious goal was set to reduce tourism, with the goal of reducing tourism emissions by 25 to 30 percent by 2020 and reducing them by 50 percent by 2035 compared to the base year of 2005. Carbon footprint monitoring in tourism is one of the basic measures in this field that can be a fundamental solution to preserve and develop a sustainable environment while overcoming these issues. Therefore, the main purpose of the present study is to monitor the carbon footprint in tourism as a basic strategy for the preservation and development of a sustainable environment, which is based on the information and data of Payam International Airport. The model used in this research is the Environmentally extended input–output model, which is considered as the main context of the research.

Methodology

The present research is applied in terms of purpose and is mixed or combined in terms of research method. Its combined approach is a series of explorations that take place in two qualitative-quantitative phases. In this design, first qualitative and then quantitative data are collected and analyzed. Priority is usually given to the qualitative phase, and quantitative data are used to reinforce the qualitative data. In this research, two methods of "documentary analysis and survey" have been used, respectively. In the first stage, using the qualitative method of documentary analysis, the required data and information were collected and the main tool of this method was the collection of archival and library information. In the second step, the scrolling method is used. In this method, information and data obtained from the previous step are analyzed using specialized formulas and software.

Discussion and Results

Based on the results of the first phase of the research - ie documentary analysis - archival information from the units of aviation, refueling, passenger services, statistics and airport planning; And library information collected from applied, research, and scientific research, factors such as "number of flights related to tourism, cost of fuel and refueling, cost of energy carriers, labor" were considered as the main factors in the carbon footprint of tourism. Tourism-related trips from Payam Airport were made in 31 flights in 2018, 7 in 2019, 79 in 2020 and 112 in 2021. From the point of view of thinkers, air transport is the most important part that contributes to the carbon footprint of tourism. The aviation sector accounts for 70% of the direct emissions of tourism-related pollutants from the total emissions of tourism pollutants. We can find that several factors are effective in both increasing and decreasing carbon. Using

the above findings, these items can be categorized and calculated in the following "effects". The effect of final demand is the biggest driver of tourism pollutants, it can be calculated in the form of Leontief effect and the final demand effect (here as an economic indicator). Assuming that other factors remain constant, the increase in tourism costs from 1397 to 1400 (19.2%) should be defined in terms of distribution effect and intensity effect (the amount of energy used by airlines per flight).

Conclusions

According to the research findings, the calculations made at Payam International Airport showed that the intensity of pollutant emissions in recent years compared to previous years, has an upward trend and indicates an increase in carbon footprint in tourism. Overall, this reduces carbon offset capacity and forcibly links future growth in tourism to more carbon emissions, which is a wake-up call for the airport, which recently offers passenger and tourism services. Unless tourism decarbonization initiatives are successfully implemented, in some countries the benefits of tourism will prevent such measures from being taken. Many countries, using international guidelines and agreements, are trying to decarbonize, one of their main industries being tourism, to help maintain and develop a sustainable environment. Therefore, it is observed that carbon footprint monitoring in tourism is one of the carbon management initiatives in tourism and an effective approach to maintain and develop a sustainable environment. This important category can identify gaps and gaps in this field and show the main bottlenecks of carbon dioxide emissions. With related decisions in this field, it is possible to prioritize the protection of the environment and the reduction of environmental pollution, in other words, to achieve a sustainable environment.

Keywords

Tourism; Carbon Footprint; Environmental Hazards; Payam International Airport; Mixed method.