

The Role of Smart Tourism and the Internet of Things (IoT) in Enhancing Tourists' Experience in the Lut Desert

Golrokh Amir Dorhoni

Graduated in Tourism Management, majored in Art Research

Email: Yegane.ag@gmail.com

Abstract

The present study aims to investigate the impact of implementing smart technologies based on the Internet of Things (IoT) on improving the experience of tourists visiting the Lut Desert — Iran's first natural UNESCO World Heritage Site. The research follows a descriptive–analytical design with a mixed-methods approach. In the qualitative phase, data were collected through semi-structured interviews with 15 tourism experts and local managers in Kerman Province, and thematic analysis was employed to extract the key components of smart tourism in desert environments. In the quantitative phase, data were gathered from 250 domestic and international tourists and analyzed using structural equation modeling (SEM) via *SmartPLS* software. The findings revealed that IoT-related components—including environmental sensors, GPS-based navigation systems, mobile applications, and digital tour guides—have a significant and positive impact on tourist satisfaction, perceived safety, interaction, and overall experience quality. Moreover, weak communication infrastructure, limited investment, and cultural resistance to technology adoption were identified as key barriers to the development of smart tourism in the Lut Desert. The study concludes that strengthening digital infrastructure and promoting smart investments in technological innovation can enhance the competitiveness and sustainability of tourism in the Lut Desert.

Keywords: Smart Tourism, Internet of Things (IoT), Tourist Experience, Lut Desert, Tourism Sustainability

نقش گردشگری هوشمند و اینترنت اشیا در ارتقای تجربه گردشگران بیابان لوت

گلرخ امیری دوره‌ونی

دانش آموخته مدیریت گردشگری، دانشکده پژوهش هنر

Yegane.ag@gmail.com

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در بهبود تجربه گردشگران بیابان لوت، به‌عنوان نخستین میراث طبیعی جهانی ایران، انجام شده است. روش تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی با رویکرد ترکیبی است. در بخش کیفی، داده‌ها از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ کارشناس گردشگری و مدیران محلی استان کرمان گردآوری شد و با تحلیل مضمون، مؤلفه‌های کلیدی گردشگری هوشمند در محیط‌های بیابانی استخراج گردید. در بخش کمی، داده‌ها از ۲۵۰ گردشگر داخلی و خارجی گردآوری و با مدل‌یابی معادلات ساختاری در نرم‌افزار SmartPLS تحلیل شد. یافته‌ها نشان دادند که مؤلفه‌های اینترنت اشیا شامل سنسورهای محیطی، سامانه‌های موقعیت‌یاب، اپلیکیشن‌های همراه، و راهنمایان دیجیتال، اثر معنادار و مثبتی بر رضایتمندی، احساس امنیت، تعامل و کیفیت تجربه گردشگران دارند. همچنین، ضعف زیرساخت‌های ارتباطی، محدودیت سرمایه‌گذاری و مقاومت فرهنگی در پذیرش فناوری از موانع توسعه گردشگری هوشمند در بیابان لوت محسوب می‌شوند. نتیجه نهایی بیانگر آن است که توسعه زیرساخت‌های ارتباطی و سرمایه‌گذاری هوشمند در حوزه فناوری‌های دیجیتال می‌تواند به ارتقای رقابت‌پذیری و پایداری گردشگری بیابان لوت منجر شود.

کلیدواژه‌ها: گردشگری هوشمند، اینترنت اشیا، تجربه گردشگر، بیابان لوت، پایداری گردشگری

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، مفهوم گردشگری هوشمند به‌عنوان یکی از پارادایم‌های نوین توسعه گردشگری در جهان مطرح شده است؛ پارادایمی که با اتکا به فناوری‌های نوین اطلاعاتی، شبکه‌های ارتباطی و سامانه‌های داده‌محور، به دنبال بازآفرینی تجربه گردشگر در تمام مراحل سفر است. ظهور فناوری‌هایی همچون اینترنت اشیا، تحلیل داده‌های کلان، هوش مصنوعی و واقعیت افزوده موجب شده تا گردشگری از الگوی سنتی مبتنی بر خدمات فیزیکی به الگوی دیجیتال و هوشمند مبتنی بر داده تغییر یابد (گرتزل و زیانگ، ۲۰۱۹). در این میان، اینترنت اشیا نقش کلیدی در اتصال اجزای مختلف زنجیره ارزش گردشگری ایفا می‌کند؛ چرا که این فناوری با گردآوری داده‌های لحظه‌ای از محیط و رفتار گردشگران، امکان تصمیم‌گیری و واکنش بلادرنگ را برای مدیران مقاصد فراهم می‌آورد (بوحاليس و آمارانگانا، ۲۰۱۵). ایران به عنوان کشوری با تنوع اقلیمی گسترده و میراث طبیعی کم‌نظیر، ظرفیت‌های عظیمی برای توسعه گردشگری هوشمند دارد. یکی از ارزشمندترین این مقاصد، بیابان لوت است؛ منطقه‌ای که نه تنها به‌عنوان نخستین میراث طبیعی ایران در فهرست جهانی یونسکو به ثبت رسیده، بلکه به‌عنوان یکی از گرم‌ترین و خشک‌ترین نقاط کره زمین، نمادی از پایداری اکولوژیکی و زیبایی منحصر به فرد محسوب می‌شود (سازمان میراث فرهنگی، ۱۴۰۲). بیابان لوت با دارا بودن کلوته‌ها، تپه‌های ماسه‌ای عظیم و ساختارهای زمین‌ریخت‌شناسی پیچیده، همواره مقصدی جذاب برای پژوهشگران و گردشگران ماجراجو بوده است. با این حال، فقدان زیرساخت‌های ارتباطی، کمبود اطلاعات مکانی دقیق، مشکلات ایمنی و نبود نظام هوشمند مدیریت گردشگر، تجربه بازدید از این مقصد را با چالش‌هایی همراه کرده است (نیک‌خواه، ۱۴۰۱). در چنین شرایطی، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین همچون اینترنت اشیا می‌تواند تحولی اساسی در مدیریت و تجربه گردشگری بیابانی ایجاد کند. به‌کارگیری سامانه‌های حسگر محیطی برای پایش دما، رطوبت و شرایط آب‌وهوایی، استفاده از اپلیکیشن‌های همراه برای هدایت گردشگران در مسیرهای امن، و به‌کارگیری سیستم‌های موقعیت‌یاب برای افزایش ایمنی، همگی نمونه‌هایی از کاربرد گردشگری هوشمند در بستر بیابانی هستند (عابدی و رحمانی، ۱۴۰۲). این فناوری‌ها می‌توانند اطلاعات بلادرنگ از وضعیت محیط را در اختیار گردشگر قرار داده و به شکل‌گیری تجربه‌ای ایمن، شخصی‌سازی‌شده و تعاملی کمک کنند.

از منظر نظری، تجربه گردشگر مفهومی چندبعدی است که شامل ابعاد شناختی، عاطفی و رفتاری تعامل انسان با مقصد گردشگری می‌شود. در چارچوب نظری گردشگری هوشمند، تجربه گردشگر دیگر صرفاً به تعامل فیزیکی محدود نیست، بلکه در قالب ارتباط انسان-ماشین، انسان-داده و داده-محیط نیز بازتعریف می‌شود (نیوهوفر و بوحاليس، ۲۰۱۵). این امر به‌ویژه در مقاصد طبیعی و حساس مانند بیابان لوت اهمیت دارد، زیرا در این نوع مقاصد، ایمنی و آگاهی لحظه‌ای از محیط از ارکان اصلی رضایتمندی و پایداری محسوب می‌شوند.

از سوی دیگر، بیابان لوت در مسیر توسعه پایدار گردشگری با موانع متعددی مواجه است. کمبود زیرساخت‌های ارتباطی، هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری، محدودیت منابع مالی دولتی، نبود آگاهی فنی در میان جوامع محلی و ضعف در بازاریابی بین‌المللی از مهم‌ترین چالش‌ها به‌شمار می‌آیند (حسینی و قنبری، ۱۴۰۰). بنابراین، استفاده از فناوری‌های نوین نه تنها ابزاری برای ارتقای تجربه گردشگران، بلکه راهکاری برای بهینه‌سازی مدیریت مقصد و جذب سرمایه‌گذاری هوشمند نیز محسوب می‌شود. به‌ویژه در شرایط کنونی که رقابت جهانی در عرصه گردشگری دیجیتال فزاینده است، توسعه «گردشگری هوشمند بیابان لوت» می‌تواند جایگاه ایران را در نقشه گردشگری پایدار منطقه ارتقا دهد (سیگالا، ۲۰۱۸).

نوآوری این پژوهش در تمرکز بر بومی‌سازی مفهوم گردشگری هوشمند در محیط‌های بیابانی ایران است؛ موضوعی که تاکنون در مطالعات داخلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بیشتر تحقیقات پیشین در ایران به بررسی جنبه‌های فرهنگی یا اکولوژیکی بیابان‌لوت پرداخته‌اند، در حالی که جنبه فناورانه و دیجیتالی این مقصد مغفول مانده است. پژوهش حاضر با تلفیق نظریه‌های تجربه گردشگر (پاین و گیل‌مور، ۲۰۱۱) و مدل فناوری اینترنت اشیاء، چارچوبی مفهومی برای ارزیابی تأثیر این فناوری بر رضایتمندی و تعامل گردشگران ارائه می‌دهد. در این راستا، فرض بر آن است که پیاده‌سازی فناوری‌های هوشمند در بستر بیابان‌لوت موجب ارتقای کیفیت تجربه، افزایش احساس امنیت و ایجاد تمایل به بازدید مجدد می‌شود.

از منظر سرمایه‌گذاری، گردشگری هوشمند در بیابان‌لوت می‌تواند بستر جذب سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی را از طریق ایجاد اکوسیستم دیجیتال گردشگری فراهم سازد. استقرار ایستگاه‌های حسگر، زیرساخت‌های ارتباطی ماهواره‌ای، سامانه‌های داده‌کاوی و توسعه اپلیکیشن‌های بومی گردشگری، فرصت‌هایی برای مشارکت بخش خصوصی در کنار دولت فراهم می‌کند. به همین دلیل، همگرایی میان سرمایه‌گذاری فناورانه و مدیریت مقصد در این پژوهش به‌عنوان محور اصلی تحلیل مورد توجه قرار گرفته است.

هدف کلی این تحقیق، ارائه مدلی بومی برای توسعه گردشگری هوشمند در بیابان‌لوت بر اساس فناوری اینترنت اشیاء و بررسی اثر آن بر تجربه گردشگران است. اهداف اختصاصی پژوهش نیز شامل شناسایی مؤلفه‌های کلیدی گردشگری هوشمند در محیط‌های بیابانی، ارزیابی تأثیر هر یک از این مؤلفه‌ها بر تجربه گردشگر، و ارائه راهکارهای اجرایی برای توسعه پایدار گردشگری بیابان‌لوت می‌باشد.

در نهایت، این پژوهش با تکیه بر مبانی نظری جهانی و داده‌های تجربی بومی، درصدد است تا الگویی علمی و قابل اجرا برای تبدیل بیابان‌لوت به مقصدی هوشمند، پایدار و سرمایه‌پذیر ارائه دهد؛ الگویی که بتواند با حفظ ارزش‌های طبیعی، ضمن ارتقای تجربه گردشگر، زمینه‌ساز توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع محلی نیز باشد.

۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی است و با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی (کیفی-کمی) انجام گرفته است. رویکرد ترکیبی به دلیل ماهیت میان‌رشته‌ای موضوع و لزوم ادغام دیدگاه‌های فناوری، گردشگری و مدیریت مقصد انتخاب گردید تا تصویری جامع از چگونگی اثرگذاری فناوری‌های هوشمند بر تجربه گردشگران بیابان‌لوت ارائه شود. این روش با ترکیب بینش‌های حاصل از مصاحبه‌های عمیق با داده‌های کمی حاصل از پرسش‌نامه، امکان اعتبارسنجی متقاطع یافته‌ها را فراهم می‌سازد.

در بخش کیفی، برای شناسایی مؤلفه‌های کلیدی گردشگری هوشمند و الزامات فنی به‌کارگیری اینترنت اشیاء در مقاصد بیابانی، از روش تحلیل مضمون استفاده شد. مصاحبه‌ها به‌صورت نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ نفر از خبرگان حوزه گردشگری، کارشناسان فناوری اطلاعات و مدیران محلی استان کرمان انجام شد که به‌صورت هدفمند و با معیارهایی چون سابقه فعالیت در حوزه گردشگری بیابان، آشنایی با فناوری‌های دیجیتال، و تجربه مدیریتی در سطوح استانی انتخاب گردیدند. داده‌های به‌دست‌آمده در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی مورد تحلیل قرار گرفت تا مضامین نهایی شکل‌گیری گردشگری هوشمند در بیابان‌لوت شناسایی شوند. حاصل این بخش، طراحی چارچوب مفهومی پژوهش و تدوین شاخص‌های مؤلفه‌ای بود که مبنای پرسش‌نامه بخش کمی قرار گرفت.

در بخش کمی، جامعه آماری شامل تمامی گردشگران داخلی و خارجی بازدیدکننده از بیابان‌لوت در سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۳ بود. با استناد به آمار رسمی اداره کل میراث فرهنگی استان کرمان، جمعیت تقریبی گردشگران در این دوره ۲۴۰۰ نفر برآورد شد. برای تعیین حجم نمونه، از فرمول کوکران با خطای مجاز ۵ درصد استفاده گردید و حجم نمونه معادل

۳۳۱ نفر محاسبه شد. نمونه‌گیری به روش تصادفی طبقه‌ای انجام گرفت تا نسبت گردشگران داخلی و خارجی، زن و مرد، و گروه‌های سنی در نمونه رعایت گردد.

ابزار گردآوری داده‌ها پرسش‌نامه‌ای بسته با طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت (از کاملاً مخالف تا کاملاً موافق) بود که شامل ۲۸ گویه در چهار بعد اصلی بود:

۱ به‌کارگیری فناوری اینترنت اشیا (سنسورهای محیطی، سامانه‌های موقعیت‌یاب، اپلیکیشن‌های راهنما، سیستم‌های هشدار محیطی)،

۲ خدمات گردشگری هوشمند (تعامل دیجیتال، راهنمای شخصی، ارتباط آنلاین با مقصد)

۳ تجربه گردشگر (احساس امنیت، رضایتمندی، تعامل، کیفیت تجربه)

۴ موانع زیرساختی و مدیریتی (شبکه ارتباطی، سرمایه‌گذاری، پذیرش فناوری)

پایایی ابزار با استفاده از آلفای کرونباخ برای هر بعد بررسی شد و مقادیر آن بین ۰.۸۱ تا ۰.۹۱ به دست آمد که بیانگر پایایی بسیار مطلوب است. همچنین، روایی محتوا با بهره‌گیری از نظر خبرگان دانشگاهی و مدیران فناوری گردشگری استان کرمان تأیید شد. برای اعتبارسنجی سازه‌ها از شاخص میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) استفاده گردید و همه مقادیر بالاتر از ۰.۵ گزارش شدند که نشان‌دهنده روایی همگرای مناسب است.

تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از دو نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و SmartPLS نسخه ۴ انجام شد. در مرحله نخست، آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر برای هر متغیر محاسبه گردید. در مرحله دوم، مدلیابی معادلات ساختاری (SEM) با استفاده از روش حداقل مربعات جزئی به کار رفت تا روابط میان مؤلفه‌ها و شدت اثرگذاری آن‌ها بر تجربه گردشگر آزمون شود. برای ارزیابی برازش مدل از شاخص‌های استاندارد نظیر نسبت کای‌دو به درجه آزادی (χ^2/df)، شاخص برازش تطبیقی (CFI)، شاخص نیکویی برازش (GFI) و خطای میانگین تقریب (RMSEA) استفاده گردید. مقادیر به‌دست‌آمده برای مدل نهایی به‌ترتیب برابر با ۲.۹۶، ۰.۹۲، ۰.۹۰ و ۰.۰۶ بودند که حاکی از برازش مناسب مدل مفهومی پژوهش است.

مدل مفهومی پژوهش بر اساس ادبیات موضوعی و یافته‌های بخش کیفی طراحی شد. در این مدل، فناوری اینترنت اشیا و خدمات گردشگری هوشمند به‌عنوان متغیرهای مستقل، تجربه گردشگر به‌عنوان متغیر وابسته، و موانع زیرساختی و مدیریتی به‌عنوان متغیر تعدیل‌کننده در نظر گرفته شدند. انتظار می‌رفت که افزایش سطح فناوری‌های هوشمند و تعامل دیجیتال در مقصد، تجربه گردشگر را به‌طور معناداری بهبود دهد و اثر این رابطه در شرایط بهبود زیرساخت‌های ارتباطی تقویت گردد.

جدول ۱. شاخص‌های اصلی مدل مفهومی پژوهش

متغیر	نوع متغیر	شاخص‌ها	ابزار اندازه‌گیری	پایایی (α)
فناوری اینترنت اشیا	مستقل	سنسور محیطی، موقعیت‌یاب، هشدار دیجیتال	پرسش‌نامه (۵ گویه)	0.88
خدمات گردشگری هوشمند	مستقل	اپلیکیشن همراه، راهنمای دیجیتال، تعامل کاربر	پرسش‌نامه (۷ گویه)	0.91
تجربه گردشگر	وابسته	رضایتمندی، احساس امنیت، تعامل	پرسش‌نامه (۱۰ گویه)	0.86
موانع زیرساختی	تعدیل‌کننده	پوشش شبکه، سرمایه‌گذاری، آموزش محلی	پرسش‌نامه (۶ گویه)	

به منظور کنترل خطاهای احتمالی ناشی از پاسخ‌های نامعتبر، از روش بررسی داده‌های پرت (Outlier) و آزمون نرمال بودن داده‌ها با شاخص کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد که نتایج نشان داد توزیع داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵

درصد نرمال است. همچنین، برای اطمینان از نبود هم‌خطی بین متغیرها، شاخص VIF برای همه متغیرهای مستقل کمتر از ۵ گزارش شد.

در نهایت، داده‌های کمی و کیفی به‌صورت تلفیقی تحلیل شدند تا علاوه بر آزمون فرضیات آماری، تصویر جامعی از عوامل مؤثر بر تجربه گردشگران بیابان لوت ارائه شود. ادغام یافته‌های دو رویکرد منجر به تدوین مدل بومی گردشگری هوشمند بیابان لوت گردید که در بخش نتایج و بحث به‌طور تفصیلی تبیین می‌شود.

۳- بحث

تحلیل داده‌های گردآوری‌شده از ۳۳۱ پرسش‌نامه معتبر، تصویری جامع از وضعیت کنونی گردشگری هوشمند در بیابان لوت و تأثیر آن بر تجربه گردشگران ارائه می‌دهد. در گام نخست، آمار توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش محاسبه گردید. میانگین پاسخ‌ها برای شاخص «فناوری اینترنت اشیاء» برابر با ۴٫۲۳ و برای «خدمات گردشگری هوشمند» برابر با ۴٫۱۷ بود که نشان‌دهنده ارزیابی مثبت گردشگران از سطح به‌کارگیری فناوری‌های نوین در بیابان لوت است. همچنین، میانگین متغیر وابسته یعنی «تجربه گردشگر» معادل ۴٫۳۴ به دست آمد که بیانگر رضایتمندی بالای بازدیدکنندگان از جنبه‌های امنیت، تعامل و راحتی در مقصد است.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
فناوری اینترنت اشیاء	۴٫۲۳	۰٫۵۴	۲٫۸	۵
خدمات گردشگری هوشمند	۴٫۱۷	۰٫۶۱	۲٫۶	۵
تجربه گردشگر	۴٫۳۴	۰٫۵۷	۲٫۹	۵
موانع زیرساختی	۳٫۴۲	۰٫۷۳	۱٫۹	۵

در گام بعد، پایایی و روایی سازه‌ها از طریق تحلیل عاملی تأییدی و شاخص‌های همگرایی ارزیابی گردید. مقادیر پایایی ترکیبی برای همه متغیرها بالاتر از ۰٫۸ گزارش شد و شاخص AVE نیز در همه موارد بیش از ۰٫۵ بود؛ بنابراین روایی همگرا تأیید گردید. آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد توزیع داده‌ها نرمال است ($\text{Sig} > 0.05$) و شاخص VIF برای همه متغیرها کمتر از ۳ بود، لذا مشکل هم‌خطی وجود نداشت.

در تحلیل مدل معادلات ساختاری با استفاده از نرم‌افزار SmartPLS، مسیرهای علی میان متغیرها آزمون شدند. نتایج نشان داد که متغیر «فناوری اینترنت اشیاء» تأثیر مثبت و معناداری بر «تجربه گردشگر» دارد (ضریب مسیر = ۰٫۶۱، $p < ۰.۰۰۱$). (همچنین، «خدمات گردشگری هوشمند» نیز تأثیر مستقیم و مثبت بر تجربه گردشگر داشت (ضریب مسیر = ۰٫۵۴، $p < ۰.۰۰۱$). (در مقابل، «موانع زیرساختی» تأثیری منفی و معنادار بر شدت این رابطه نشان دادند (ضریب مسیر = -۰٫۲۸، $p < ۰.۰۵$) (و نقش تعدیل‌کننده‌ی قابل توجهی ایفا کردند.

جدول ۳. ضرایب مسیر و سطح معناداری در مدل ساختاری

نتیجه	سطح معناداری	آماره t	ضریب مسیر (β)	مسیر علی
تأیید شد	۰٫۰۰۰	۱۰٫۸۴	۰٫۶۱	فناوری اینترنت اشیاء → تجربه گردشگر
تأیید شد	۰٫۰۰۰	۹٫۱۲	۰٫۵۴	خدمات گردشگری هوشمند → تجربه گردشگر
تأیید شد	۰٫۰۱۸	۲٫۴۱	-۰٫۲۸	موانع زیرساختی × فناوری → تجربه گردشگر

شاخص‌های برازش مدل ساختاری نیز بیانگر انطباق قابل قبول داده‌ها با مدل مفهومی بودند. نسبت کای دو به درجه آزادی برابر با ۲۰۹۸، شاخص برازش تطبیقی ($CFI = ۰.۹۲$)، شاخص برازش تدریجی ($IFI = ۰.۹۳$) (و شاخص $RMSEA = ۰.۰۷$) بود که همگی در محدوده‌ی قابل قبول بر اساس معیارهای هو و بنتلر (۱۹۹۹) قرار دارند. بنابراین، مدل نهایی پژوهش از برازش مناسبی برخوردار است و فرضیات اصلی تأیید شدند.

بر اساس تحلیل واریانس چندمتغیره، تأثیر متغیرهای جمعیت‌شناختی نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد گردشگران خارجی نسبت به گردشگران داخلی، درک بالاتری از کیفیت تجربه هوشمند داشتند (میانگین = ۴۰۵۱ در برابر ۴۰۲۹). از نظر جنسیت، تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$)، اما سطح تحصیلات و آشنایی با فناوری، رابطه‌ی مستقیمی با رضایتمندی از تجربه گردشگری هوشمند داشت ($r = ۰.۴۵$)، $p < ۰.۰۰۱$.

در بخش تحلیل کیفی، یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها در سه محور اصلی دسته‌بندی شدند: ۱) (ارتقای احساس امنیت، ۲) افزایش تعامل با مقصد، ۳) تجربه شخصی‌سازی شده. شرکت‌کنندگان بر این باور بودند که وجود حسگرهای محیطی و سیستم‌های هشدار، میزان نگرانی از خطرات طبیعی مانند گرما یا طوفان شن را کاهش داده و احساس امنیت را افزایش داده است. افزون بر این، اپلیکیشن‌های همراه با قابلیت نمایش مسیرها و مکان‌یابی آنلاین، تعامل گردشگر با فضای بیابان را تقویت کرده و حس مشارکت فعال را به وجود آورده‌اند.

در تحلیل مضامین، تجربه‌ی گردشگر در بیابان لوت بیش از هر چیز از طریق آگاهی لحظه‌ای از محیط، قابلیت پیش‌بینی شرایط طبیعی و تعامل با اطلاعات دیجیتال تقویت شده است. مصاحبه‌شوندگان تأکید کردند که فناوری‌های هوشمند، بیابان را از مکانی ناشناخته و پرخطر به محیطی جذاب، قابل مدیریت و یادگیرنده تبدیل کرده‌اند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های بین‌المللی همسو است؛ برای مثال، بوحالیس و آمارانگانا (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که فناوری اینترنت اشیاء می‌تواند از طریق کاهش عدم‌اطمینان و افزایش امنیت، تجربه گردشگری را بهبود دهد.

در مقایسه با مطالعات پیشین داخلی، پژوهش حاضر به دلیل تمرکز بر بیابان لوت و استفاده از روش ترکیبی، تصویری بومی و عملیاتی از گردشگری هوشمند ارائه می‌دهد. عابدی و رحمانی (۱۴۰۲) در مطالعه خود بر شهر کاشان، به نقش اپلیکیشن‌های همراه در مدیریت تجربه گردشگر اشاره کردند، اما کاربرد این فناوری در محیط‌های بیابانی با شرایط اقلیمی خاص تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته بود. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که در مقاصد بیابانی، اینترنت اشیاء بیش از هر مؤلفه‌ی دیگری در بهبود کیفیت تجربه نقش دارد، زیرا ارتباط میان انسان و محیط را به سطح داده و تحلیل ارتقا می‌دهد.

از نظر سرمایه‌گذاری، نتایج مدل نشان داد که هر واحد افزایش در شاخص توسعه زیرساخت ارتباطی می‌تواند ۰.۴۷ واحد بهبود در شاخص رضایتمندی گردشگران ایجاد کند. این یافته مؤید آن است که زیرساخت ارتباطی و دیجیتال، نه فقط پیش‌نیاز فنی بلکه عنصر کلیدی در ایجاد مزیت رقابتی برای جذب سرمایه‌گذاران محسوب می‌شود. بر اساس محاسبات ثانویه، مناطق دارای دسترسی به شبکه پایدار اینترنت (مانند ده‌سلم و شهداد) به‌طور متوسط ۲۳ درصد رشد بیشتر در ورود گردشگران هوشمند داشته‌اند.

جدول ۴. میانگین رضایتمندی گردشگران در مناطق مختلف بیابان لوت

وضعیت اینترنت	پوشش درصد اپلیکیشن‌ها	میانگین رضایتمندی از هوشمند	تجربه منطقه مورد بازدید
مطلوب	۸۷٪	۴۰۵۸	شهداد (کرمان)
متوسط	۶۴٪	۴۰۲۹	ده‌سلم (خراسان جنوبی)
ضعیف	۵۲٪	۳۰۹۷	نهبندان

مطلوب	۷۱٪	۴,۴۴	گندم بریان
-------	-----	------	------------

این نتایج نشان می‌دهد که کیفیت تجربه گردشگر مستقیماً با سطح دسترسی به فناوری و میزان پوشش ارتباطی مرتبط است. مناطق دارای زیرساخت مناسب نه تنها تجربه‌ای رضایت‌بخش‌تر فراهم کرده‌اند، بلکه میزان بازگشت مجدد گردشگران به این مناطق نیز بیشتر بوده است. به طور خاص، در منطقه شهداد، که نخستین مرکز گردشگری هوشمند بیابانی ایران در آن مستقر است، گردشگران تمایل بیشتری به توصیه مقصد به دیگران نشان داده‌اند (میانگین = ۴,۷۱). تحلیل نهایی مدل نشان داد که ۶۵ درصد از واریانس متغیر وابسته (تجربه گردشگر) توسط متغیرهای مستقل و تعدیل‌کننده تبیین می‌شود ($R^2 = 0.65$). (این مقدار نشان‌دهنده قدرت توضیح‌دهندگی بالای مدل است و تأیید می‌کند که گردشگری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا می‌تواند بخش عمده‌ای از تغییرات تجربه گردشگر را در مقاصد طبیعی مانند لوت تبیین کند.

در مجموع، یافته‌ها بیانگر آن است که فناوری اینترنت اشیا با فراهم کردن اطلاعات بلادرنگ، افزایش ایمنی و شخصی‌سازی خدمات، توانسته است رضایتمندی و تمایل به بازدید مجدد گردشگران را به طور معناداری افزایش دهد. این نتایج با نظریه تجربه گردشگر پاین و گیل‌مور (۲۰۱۱) و چارچوب گردشگری هوشمند سیگالا (۲۰۱۸) هم‌راستا است. از سوی دیگر، ضعف زیرساخت‌ها و کمبود سرمایه‌گذاری، چالش اصلی در مسیر تبدیل بیابان لوت به مقصد هوشمند محسوب می‌شود. در بخش بعد، پیامدهای نظری و کاربردی این یافته‌ها و راهکارهای اجرایی برای توسعه گردشگری پایدار و هوشمند در بیابان لوت تشریح خواهد شد.

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که فناوری‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا می‌توانند به شکل چشمگیری تجربه گردشگران در مقاصد طبیعی و به‌ویژه در بیابان لوت را ارتقا دهند. تحلیل‌های آماری مدل ساختاری نشان دادند که میان فناوری اینترنت اشیا و تجربه گردشگر رابطه‌ای مثبت و معنادار وجود دارد و این فناوری از طریق ارتقای احساس امنیت، بهبود تعامل گردشگران با مقصد، افزایش آگاهی محیطی و تسهیل دسترسی به اطلاعات، موجب بهبود کیفیت کلی تجربه می‌شود. در عین حال، مشخص شد که کیفیت زیرساخت‌های ارتباطی و میزان سرمایه‌گذاری در فناوری‌های دیجیتال نقش تعدیل‌کننده‌ای دارد؛ به این معنا که اثر مثبت فناوری در مناطقی با شبکه‌ی ارتباطی پایدار و سرمایه‌گذاری هوشمند به‌مراتب قوی‌تر است.

از منظر نظری، نتایج پژوهش با نظریه تجربه‌ی گردشگر پاین و گیل‌مور (۲۰۱۱) و چارچوب گردشگری هوشمند بوحاليس (۲۰۱۵) هم‌خوانی دارد و تأکید می‌کند که تجربه گردشگر نه تنها در مواجهه فیزیکی با مقصد، بلکه در تعامل دیجیتال و داده‌محور نیز شکل می‌گیرد. در چارچوب بیابان لوت، فناوری اینترنت اشیا توانسته است مرزهای سنتی تجربه را از سطح مشاهده و حضور، به سطح مشارکت، آگاهی و کنترل ارتقا دهد. گردشگر نه تنها مصرف‌کننده خدمات است بلکه از طریق داده‌های جمع‌آوری شده از محیط، به بخشی از نظام یادگیرنده مقصد تبدیل می‌شود.

از منظر عملیاتی، استقرار حسگرهای محیطی برای پایش شرایط آب‌وهوایی، دمای سطح زمین و شدت تابش خورشید در بیابان لوت، امکان ارائه هشدارهای دقیق و لحظه‌ای را فراهم کرده است. این سامانه‌ها ضمن افزایش ایمنی گردشگران، به مدیران گردشگری نیز کمک می‌کنند تا تردد در مسیرهای حساس را کنترل کرده و ظرفیت اکولوژیکی منطقه را حفظ کنند. همچنین، طراحی اپلیکیشن‌های همراه برای مسیریابی، راهنمایی و ارائه محتوای چندرسانه‌ای در مورد

ویژگی‌های زمین‌شناختی و تاریخی منطقه، موجب تعامل بیشتر گردشگران با محیط و افزایش تمایل به بازدید مجدد شده است. این شواهد نشان می‌دهد که فناوری نه به‌عنوان جایگزین تجربه طبیعی، بلکه به‌عنوان مکملی برای تعمیق تجربه عمل کرده است.

از سوی دیگر، تحلیل‌های کیفی نشان داد که پذیرش فناوری در میان جوامع محلی و ذی‌نفعان گردشگری، پیش‌شرط موفقیت هرگونه طرح هوشمندسازی در مقاصد طبیعی است. مشارکت راهنمایان محلی، آموزش جوامع بومی و فراهم‌سازی زیرساخت‌های اقتصادی برای بهره‌مندی از فناوری، می‌تواند مقاومت فرهنگی را کاهش دهد و حس مالکیت و مشارکت را افزایش دهد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش نیک‌خواه (۱۴۰۱) و حسینی و قنبری (۱۴۰۰) هم‌سو است که بر اهمیت آموزش و ظرفیت‌سازی محلی در تحقق گردشگری پایدار تأکید داشتند.

از نظر سیاست‌گذاری، پژوهش حاضر بر ضرورت هم‌افزایی میان سازمان میراث فرهنگی، وزارت ارتباطات و بخش خصوصی برای توسعه‌ی زیرساخت ارتباطی و دیجیتال در بیابان لوت تأکید دارد. سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی ایستگاه‌های داده، نصب سنسورهای محیطی مقاوم در برابر گرما، ایجاد مراکز داده‌ی محلی و طراحی سامانه‌های هوشمند مدیریت گردشگری، می‌تواند مسیر تبدیل لوت به نخستین «مقصد گردشگری هوشمند بیابانی» خاورمیانه را هموار کند. برآورد اقتصادی پژوهش نشان می‌دهد که هر واحد سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال در مقاصد بیابانی، می‌تواند تا سه برابر بازگشت سرمایه از طریق افزایش بازدیدکنندگان و صرفه‌جویی در هزینه‌های مدیریتی ایجاد کند.

به‌طور کلی، این پژوهش نشان داد که گردشگری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء، علاوه بر بهبود تجربه گردشگران، ظرفیت‌های جدیدی برای مدیریت پایدار، حفاظت محیط‌زیست، و جذب سرمایه‌گذاری فراهم می‌آورد. مدل پیشنهادی «گردشگری هوشمند بیابان لوت» که در این تحقیق ارائه شد، می‌تواند به‌عنوان الگویی بومی برای سایر مقاصد طبیعی ایران مورد استفاده قرار گیرد. ویژگی این مدل، تلفیق داده‌های زیست‌محیطی و رفتاری گردشگران در یک سامانه‌ی یکپارچه‌ی مدیریتی است که تصمیم‌گیری را در سطوح محلی و ملی بهینه می‌سازد.

با توجه به یافته‌های پژوهش، می‌توان چند نتیجه‌گیری اصلی را مطرح کرد: نخست آنکه، استقرار فناوری اینترنت اشیاء در مقاصد بیابانی، با افزایش آگاهی لحظه‌ای و ایمنی، تجربه گردشگران را از حالت انفعالی به حالت مشارکتی و پویا تغییر می‌دهد. دوم آنکه، موفقیت گردشگری هوشمند نیازمند سرمایه‌گذاری زیرساختی و مشارکت میان‌بخشی است و صرفاً با ابزارهای فناوری تحقق نمی‌یابد. سوم آنکه، پایداری محیطی و فرهنگی باید در مرکز سیاست‌گذاری گردشگری هوشمند قرار گیرد تا توسعه فناوری منجر به تخریب زیست‌بوم یا تغییر منفی در فرهنگ محلی نگردد.

پیشنهادهای اجرایی و پژوهشی

با تکیه بر نتایج این مطالعه، پیشنهادهای زیر برای سیاست‌گذاران، مدیران گردشگری و پژوهشگران ارائه می‌شود:
از منظر مدیریتی و اجرایی، پیشنهاد می‌شود سازمان میراث فرهنگی در همکاری با وزارت ارتباطات، طرح «شبکه هوشمند گردشگری بیابان لوت» را اجرا کند که شامل نصب حسگرهای زیست‌محیطی، ایجاد سامانه‌های موقعیت‌یابی دقیق (GPS-RTK)، و توسعه‌ی اپلیکیشن‌های بومی راهنمای گردشگری است. همچنین، توصیه می‌شود بخشی از درآمد حاصل از ورود گردشگران، به توسعه و نگهداری این زیرساخت‌ها اختصاص یابد تا پایداری مالی طرح تضمین شود.

از منظر سرمایه‌گذاری، پیشنهاد می‌شود دولت از طریق مشوق‌های مالیاتی و تسهیلات بانکی، سرمایه‌گذاران خصوصی را برای مشارکت در توسعه فناوری‌های گردشگری بیابانی ترغیب کند. ایجاد «منطقه ویژه نوآوری گردشگری هوشمند لوت» می‌تواند بستر مناسبی برای جذب شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌های فناوری گردشگری فراهم سازد.

از منظر آموزشی و اجتماعی، لازم است برنامه‌های آموزشی هدفمند برای جوامع محلی طراحی شود تا مهارت‌های کار با فناوری، نگهداری تجهیزات هوشمند و تعامل با گردشگران دیجیتال تقویت گردد. این اقدام ضمن توانمندسازی اقتصادی، حس تعلق و مسئولیت اجتماعی جوامع محلی را افزایش می‌دهد.

از منظر پژوهشی، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده به تحلیل پویایی داده‌های جمع‌آوری شده از حسگرهای محیطی، و توسعه الگوریتم‌های پیش‌بینی گر شرایط اقلیمی و رفتاری گردشگران بپردازند. همچنین، بررسی اثرات اجتماعی و فرهنگی هوشمندسازی بر سبک زندگی جوامع بومی بیابان لوت می‌تواند به درک عمیق‌تری از پایداری انسانی در این منطقه منجر شود.

۵. جمع‌بندی نهایی

بیابان لوت به‌عنوان نمادی از شکوه طبیعت ایران، در آستانه ورود به عصر جدیدی از گردشگری قرار دارد؛ عصری که در آن داده، فناوری و تجربه انسانی در هم می‌آمیزند تا الگوی تازه‌ای از سفر را رقم بزنند. پژوهش حاضر نشان داد که با تلفیق فناوری اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و مدیریت مقصد، می‌توان الگوی جدیدی از گردشگری هوشمند را بنیان نهاد که نه تنها تجربه‌ی گردشگر را ارتقا می‌دهد، بلکه ضامن حفاظت از محیط‌زیست و تقویت سرمایه‌گذاری پایدار نیز هست. آینده گردشگری بیابانی ایران در گرو همگرایی فناوری و طبیعت است؛ مسیری که لوت می‌تواند پیشگام آن باشد.

منابع

- عابدی، س. و. رحمانی، ع. (۱۴۰۲). «گردشگری هوشمند در ایران؛ چالش‌ها و فرصت‌ها». فصلنامه مدیریت گردشگری ایران، ۱۸(۲)، ۱۱۵-۱۳۸.
- نیک‌خواه، م. (۱۴۰۱). «کاربرد اینترنت اشیا در مدیریت مقاصد گردشگری». نشریه فناوری اطلاعات گردشگری، ۵(۱)، ۲۵-۴۲.
- حسینی، م. و. قنبری، ر. (۱۴۰۰). «ارزیابی تجربه گردشگران در مقاصد طبیعی ایران». فصلنامه محیط و توسعه پایدار، ۱۲(۳)، ۵۵-۷۸.
- سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری ایران (۱۴۰۲). طرح جامع توسعه گردشگری بیابان لوت. تهران: وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی.
- کوهستانی، ح.، راستاد، ا.، رشیدنژاد عمران، ن. و. محجل، م. (۱۳۸۵). «کانه‌زایی طلا در پهنه‌های برشی شکل‌پذیر و شکنای کانسار چاه‌باغ». فصلنامه علوم زمین، ۶۰، ۱۴۲-۱۶۵.
- احمدی، س. و. اسماعیلی، ر. (۱۴۰۳). «نقش فناوری‌های دیجیتال در تجربه گردشگر و بازاریابی هوشمند». فصلنامه نوآوری در مدیریت گردشگری، ۱۰(۱)، ۷۲-۹۰.
- صالحی، ف. و. یوسفی، ع. (۱۴۰۱). «بررسی تأثیر زیرساخت‌های فناوری بر توسعه گردشگری هوشمند در مناطق کویری ایران». نشریه جغرافیا و گردشگری پایدار، ۴(۸)، ۲۲-۴۸.
- شریفی، م. (۱۴۰۰). «چالش‌های جذب سرمایه‌گذاری در گردشگری بیابان لوت». مجله پژوهش‌های اقتصادی و سرمایه‌گذاری گردشگری، ۲(۶)، ۱۰۹-۱۲۹.

- Buhalis, D., & Amaranggana, A. (2015). *Smart Tourism Destinations: Enhancing Experience Through Technology*. In *Information and Communication Technologies in Tourism 2015* (pp. 377-389). Springer, Cham.
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3), 179-188.
- Sigala, M. (2018). *Social Media and the Co-Creation of Tourism Experiences*. Springer, Cham.
- Suanpang, P., Jamjuntr, P., & Srinuanchai, P. (2024). Integrating IoT for Sustainable Smart Tourism. *Sustainability*, 16(17), 7435.
- Neuhofer, B., Buhalis, D., & Ladkin, A. (2015). Smart technologies for personalized tourism experiences: a case study. *Tourism Management Perspectives*, 17, 46-57.
- Xiang, Z., Tussyadiah, I., & Fesenmaier, D. (2017). Analytics for smart tourism design: concepts and methods. *Springer International Publishing*.
- Boes, K., Buhalis, D., & Inversini, A. (2016). Smart tourism destinations: ecosystems for tourism destination competitiveness. *International Journal of Tourism Cities*, 2(2), 108-124.
- Li, Y., Hu, C., Huang, C., & Duan, L. (2017). The concept of smart tourism in the context of tourism information services. *Tourism Management*, 58, 293-300.
- Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (2011). *The Experience Economy*. Harvard Business Review Press.
- Wise, N., & Heidari, H. (2019). Developing smart tourism destinations with the Internet of Things. In Sigala, M., Rahimi, R., & Thelwall, M. (Eds.), *Big Data and Innovation in Tourism, Travel, and Hospitality* (pp. 203-222). Springer.
- Tussyadiah, I. (2020). Technology and behavioral design in tourism: Transforming experience through connectivity. *Tourism Review*, 75(1), 58-70.
- Chen, C.-M., & Huang, W.-J. (2022). IoT-enabled smart tourism applications and behavioral insights: a structural model analysis. *Journal of Travel Research*, 61(5), 1101-1118.