



(Case Study: Khuzestan Province)

Amir Ansari Ardali

Department of Sport Management, Faculty of
Sports Sciences, Shahid Chamran University of
Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Sedighe Heydarinejad *

Department of Sport Management, Faculty of
Sports Sciences, Shahid Chamran University of
Ahvaz, Ahvaz, Iran. sedighe.heydari@gmail.com

Amin Khatibi

Department of Sport Management, Faculty of
Sports Sciences, Shahid Chamran University of
Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Abstract

The risk of climate change has increased, and sports facilities, due to their high energy consumption, contribute significantly to this issue. Effective utilization of renewable energy can reduce costs and enhance sustainable energy management. Therefore, the present study aims to identify and prioritize methods for the utilization of renewable energy sources in sports facilities in Khuzestan Province. This study employed a mixed exploratory (qualitative–quantitative) design. The statistical population consisted of experts in sports facilities, renewable energy, environmental management, and sustainable development. Participants were selected using purposive and snowball sampling. In the qualitative phase, theoretical saturation was achieved after 12 semi-structured, in-depth interviews. Content analysis identified and categorized renewable energy utilization methods in four areas: electricity management, gas management, water management, and air quality improvement. In the quantitative phase, these identified methods were assessed using a pairwise comparison questionnaire completed by 18 experts. Data were analyzed through the Analytic Hierarchy Process (AHP) using Expert Choice software to determine and prioritize the most effective utilization strategies. The findings of the quantitative phase indicated that the light well system in the electricity sector, solar cooling systems in the gas sector, rainwater harvesting systems in the water sector, and the development of green spaces in the air quality sector were identified as the most important and effective methods of renewable energy utilization. The findings of the present study can serve as a foundational framework for the sustainable management of sports facilities, facilitating the utilization of renewable energy resources in sports venues across Khuzestan Province and Iran. Moreover, it provides a practical roadmap for facility managers and policymakers.

Introduction

Nowadays, the global community is confronted with a highly perilous phenomenon known as climate change, which poses serious challenges to human civilization. In response to this issue, international organizations have emphasized renewable energy as a key strategy for reducing dependence on fossil fuels. The sports sector, particularly through sports facilities and stadiums, also has considerable environmental impacts. Therefore, the present study aims to identify and

* Corresponding Author: sedighe.heydari@gmail.com

How to Cite: xxxxxxxx

prioritize strategies for utilizing renewable energy sources in sports facilities, with the goal of advancing zero-carbon sports and sustainable development, focusing specifically on Khuzestan Province.

Methods and Material

The present study is applied in purpose, descriptive-analytical in nature, and field-based in terms of data collection. A mixed-methods approach (qualitative and quantitative) was adopted, with the qualitative and quantitative phases complementing each other. In the qualitative phase, the theoretical foundations and related literature were reviewed, followed by semi-structured interviews with experts in the fields of sustainable development, renewable energy, energy management, and sports facility engineering. The instruments used in this phase included note-taking sheets and interview questions. In the quantitative phase, a researcher-developed 100-item pairwise comparison questionnaire based on a 17-point Likert scale was employed. The statistical population consisted of university professors and experts familiar with the research topic in Iran and Khuzestan Province, of whom 22 were purposefully selected. In the qualitative phase, MAXQDA 22 software was used, while in the quantitative phase, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was applied using Expert Choice software. Data credibility in the qualitative phase was ensured through triangulation and test-retest methods, and in the quantitative phase, validity was confirmed by 12 experts, and the consistency ratio ($CR < 0.1$) was used to assess reliability.

Results

The qualitative findings of the present study indicate that methods for utilizing renewable energy resources in sports facilities of Khuzestan Province can be categorized into four main domains: water management, gas management, electricity management, and air quality and pollution control. The quantitative results (Table 1) further reveal that within the electricity management domain, the Solar Light Tube or Light well system represents the most effective approach; in the gas management domain, Solar Water-Cooling Systems hold the highest priority; in the water management domain, rainwater harvesting systems are identified as the most beneficial; and in the air quality and pollution control domain, the development of green spaces within and on the roofs of sports facilities is recognized as the most valuable and practical method. Overall, these results highlight the significance of integrating renewable energy technologies across multiple environmental dimensions to promote sustainable operations in sports facilities.

Table 3. Priority Ranking of Renewable Energy Utilization Methods Focused on Electricity Consumption Management

Renewable Energy Utilization Methods	Priority	Relative Weight	Criteria
Electricity Consumption Management	1	0.223	Solar Light Tube or Light well system
	2	0.218	Solar Panels
	3	0.200	Solar Lighting Systems
	4	0.126	Solar Transportation
	5	0.072	Micro-hydropower System
	6	0.055	Wind Turbine
	7	0.042	Biogas Production from Biomass Energy
	8	0.040	Wave Energy
	9	0.024	Geothermal Power Plant

Water Consumption Management	1	0.427	Solar Water-Cooling Systems
	2	0.259	Solar Water Heaters
	3	0.259	Geothermal Steam Turbines
	4	0.090	Green Hydrogen System
	5	0.052	Geothermal Heating System
	6	0.044	Biomass Fuels
Water Consumption Management	1	0.429	Rainwater Harvesting System
	3	0.237	Solar Desalination System
	2	0.210	Solar Irrigation System
	4	0.124	Wind Turbine Water Pumping System
Improving Air Quality	1	0.429	Creating Green Spaces in Sports Facilities
	4	0.256	Solar HVAC System (HVAC)
	2	0.223	Smartening Sports Facilities
	3	0.092	Growing Energy Crops

Conclusion

This study identified and prioritized renewable energy methods for managing electricity, gas, water, and air quality in sports facilities across Khuzestan Province. For electricity management, top methods included solar light tubes, solar panels, solar lighting, solar-powered transport, micro-hydro turbines, wind turbines, biogas, wave energy, and geothermal power. For gas management, leading strategies were solar cooling, solar water heaters, biomass, green hydrogen, geothermal steam turbines, and geothermal heating. For water management, effective approaches comprised rainwater harvesting, solar irrigation, solar desalination, and wind-powered pumping. To improve air quality, key strategies included creating green spaces, solar HVAC systems, green smart facility management, and cultivating energy crops.

Ultimately, considering challenges such as electricity shortages, water crises, and air pollution in Khuzestan Province and throughout Iran, and given that research findings indicate this province—and Iran more broadly—possesses significant potential, capacity, and infrastructure for utilizing renewable energy sources, it is essential to establish constructive collaboration among the General Directorate of Sports and Youth, the Department of Sports Facility Development and Management, the Environmental Protection Organization, the Ministry of Energy, municipalities, and other relevant institutions. Such cooperation would pave the way for sustainable sports development in Khuzestan Province and across Iran. Accordingly, it is hoped that the sports industry, alongside other sectors, will take meaningful steps to reduce its carbon footprint, and that the results of this study can serve as a model for sports organizations in Iran to promote the sustainable development of sports facilities through effective energy management and the adoption of renewable energy sources.

Keywords : Sports facilities; Renewable energy; Sustainable development; Environment



شناسایی و اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی (مطالعه موردی: استان خوزستان)

دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران
اهواز، اهواز، ایران

امیر انصاری اردلی 

استاد مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز،
ایران

صدیقه حیدری نژاد 

دانشیار مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز،
ایران

امین خطیبی 

چکیده

خطر تغییرات اقلیمی افزایش یافته و اماکن ورزشی به دلیل مصرف بالای انرژی سهم قابل توجهی در آن دارند. استفاده مؤثر از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند هزینه‌ها و مدیریت پایدار انرژی را ارتقا دهد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان انجام شد. روش این پژوهش از نوع آمیخته اکتشافی (کیفی و کمی) بود. جامعه آماری شامل خبرگان و متخصصان حوزه اماکن ورزشی، انرژی‌های تجدیدپذیر، محیط زیست و توسعه پایدار بود. نمونه‌گیری به صورت هدفمند و سپس گلوله برفی انجام شد. در بخش کیفی، با انجام ۱۲ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته، اشباع نظری حاصل شد. تحلیل مصاحبه‌ها منجر به شناسایی و دسته‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از انرژی تجدیدپذیر در چهار محور مدیریت مصرف برق، گاز، آب و بهبود کیفیت هوا گردید. در بخش کمی، این شیوه‌ها در قالب پرسشنامه مقایسه‌های زوجی توسط ۱۸ خبره مورد ارزیابی قرار گرفت و داده‌ها با روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در نرم‌افزار Expert Choice اولویت‌بندی شدند. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که سیستم چاله نوری در بخش برق و سیستم‌های سرمایش خورشیدی در بخش گاز و سیستم استحصال آب باران در بخش آب و ایجاد فضای سبز در بخش کیفیت هوا به عنوان مهم‌ترین و بهترین شیوه‌های بهره‌گیری شناخته شدند. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به عنوان بستر اولیه برای مدیریت پایدار اماکن ورزشی به منظور بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان و ایران مورد استفاده قرار گیرد. همچنین یک نقشه راه عملی برای مدیران و سیاست‌گذاران اماکن ورزشی ارائه می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: اماکن ورزشی، انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه پایدار، محیط زیست

آماده انتشار

مقدمه

امروزه توسعه روزافزون صنعت ورزش، رویدادهای ورزشی، فعالیت‌های ورزشی و رشد ورزشکاران، بدون فراهم بودن تأسیسات و زیرساخت‌های ورزشی مناسب ممکن نیست. (مرسودی^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). در همین راستا برگزاری رویدادهای بزرگ همچون جام جهانی فوتبال و المپیک‌های زمستانی و تابستانی به‌طور جدایی‌ناپذیر با مکان‌هایی که در آن‌ها میزبانی می‌شوند، پیوند خورده است. این رویدادها نیازمند فضاها و اماکن باکیفیت بالا هستند و مدیریت صحیح و کارآمد تأسیسات نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت آن‌ها دارد (شوارتز^۲ و همکاران، ۲۰۱۵). به‌طور کلی، اماکن ورزشی به فضاها و تأسیساتی اطلاق می‌شود، که برای فعالیت‌های ورزشی، آموزشی، رقابتی و همگانی طراحی و بهره‌برداری می‌شوند و در مقیاس‌های مختلف از محلی تا بین‌المللی، به‌صورت روباز یا سرپوشیده مورد استفاده قرار می‌گیرند (سلیمی و همکاران، ۲۰۲۴). انواع اماکن ورزشی از نظر ظاهری و ساختاری به سه دسته سرپوشیده، روباز و طبیعی تقسیم می‌شوند. اماکن سرپوشیده شامل سالن‌ها و استخرهای داخلی است که فعالیت‌های ورزشی را در محیطی کنترل‌شده امکان‌پذیر می‌سازند. اماکن روباز برای ورزش‌های فضای باز مانند فوتبال، تنیس و پیست‌های دوچرخه‌سواری طراحی شده‌اند و اماکن ورزشی طبیعی در محیط‌های طبیعی مانند دریاها، رودخانه‌ها و کوه‌ها قرار دارند (رافروس و ترلسن^۳، ۲۰۱۰؛ عرب‌نرمی^۴ و همکاران، ۲۰۲۴؛ سیپوس و همکاران، ۲۰۲۴).

اماکن و استادیوم‌های ورزشی از جمله انواع ساختمان‌ها به‌شمار می‌آیند و طراحی و ساخت آن‌ها کاملاً تابع اصول معماری، مهندسی سازه و استانداردهای ساخت‌وساز است. بنابراین، رعایت اصول و ضوابط صنعت ساختمان در طراحی و ساخت این اماکن امری ضروری است تا ایمنی، کارایی و کیفیت عملکرد ورزشی تضمین شود (الزهرانی^۵ و همکاران، ۲۰۲۲). ازجمله اقدامات لازم در طراحی و ساخت اماکن ورزشی و به‌طور کلی صنعت ساختمان

¹ Marsudi

² Schwarz

³ Rafoss & Troelsen

⁴ Arabnarmi

⁵ Alzahrani

که امروزه اهمیت بسیار زیادی پیدا کرده است، رعایت مفاهیم پایداری و سبز و ساخت ساختمان‌های دوست‌دار محیط‌زیست است (ورگلند و هوگنستاد^۱، ۲۰۲۱، لی و زائی^۲، ۲۰۲۵). این مهم به این دلیل است که صنعت ساختمان و ساختمان‌سازی به تنهایی ۴۰ درصد از کل مصرف جهانی انرژی را مصرف می‌کند، که این مقدار تقریباً یک سوم مصرف جهانی انرژی می‌باشد (ساینی^۳ و همکاران، ۲۰۲۲)، همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که بخش ساختمان تأثیر زیادی بر محیط‌زیست دارد و در انتشار دی اکسید کربن نقش کلیدی دارد (ماینت^۴ و همکاران، ۲۰۲۵)، که در میان انواع ساختمان‌ها، اماکن ورزشی و استادیوم‌های ورزشی دارای تأثیرات زیست محیطی قابل توجهی هستند. به صورت کلی ساخت استادیوم‌ها، برگزاری رویدادها و جلب رضایت هواداران، اغلب فرآیندهایی هستند که مستلزم انرژی و منابع زیاد می‌باشد، به عنوان مثال در ایالات متحده، اماکن ورزشی حدود ۱۴ درصد از آب آشامیدنی کشور را مصرف می‌کنند و مسئول ۳۰ درصد تولید زباله، ۴۰ درصد مصرف مواد خام، ۳۸ درصد انتشار کربن و ۲۴ درصد مصرف انرژی هستند (کلیسون^۵، ۲۰۱۵). بنابراین اماکن ورزشی و استادیوم‌های ورزشی، منابع انرژی زیادی از مرحله ساخت تا مرحله بهره‌برداری مصرف می‌کنند و ضروری است که از مفاهیم و استراتژی‌های پایدار، در طراحی و ساخت اماکن ورزشی، برای کمک به حفاظت از محیط زیست استفاده شود (انصاری و همکاران، ۲۰۲۲).

برایند مطالعات انجام شده، اقدامات صورت گرفته، همایش‌ها و جلسات هم‌اندیشی صورت گرفته در راستای کاهش مصرف انرژی و دستیابی به اهداف توسعه پایدار در صنعت ساختمان، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به جای منابع انرژی فسیلی را به عنوان یکی از راهکارهای موثر پیشنهاد داده‌اند (هورزلا^۶ و همکاران، ۲۰۲۵، ماینت و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین لازمه و ابزار حرکت به سمت اقتصاد با مصرف کربن کمتر و آینده‌ای پایدار،

¹ Wergeland & Hognestad

² Li & Zhai

³ Saini

⁴ Myint

⁵ Kellison

⁶ Horzela

نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجه در منابع انرژی پاک‌تر و پایدارتر است (جین و لین^۱، ۲۰۲۵). بنابراین با توجه به اثرات مثبت بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر بر جهان و چالش‌های زیست محیطی، جامعه جهانی به دنبال جایگزین کردن منابع انرژی تجدیدپذیر با منابع انرژی سنتی (فسیلی) می‌باشد (لیو^۲ و همکاران، ۲۰۲۳). در همین رابطه، انرژی‌های تجدیدپذیر به منابع انرژی طبیعی و پایدار اطلاق می‌شوند که به‌طور مداوم در دسترس هستند و برخلاف سوخت‌های فسیلی، تمام‌شدنی نیستند. این انرژی‌ها شامل نور خورشید، باد، جریان آب، گرمای زمین، زیست‌توده و انرژی امواج و جزر و مد می‌شوند (آریدی^۳ و همکاران، ۲۰۲۵). بهره‌برداری از این منابع با کمینه کردن انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش آلودگی محیط‌زیست و افزایش پایداری انرژی همراه است و نقش کلیدی در دستیابی به توسعه پایدار و کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی دارد (آکوستا و سرگیبوزان^۴، ۲۰۲۵). بنابراین می‌بایست در راستای استراتژی‌های پایدار در اماکن ورزشی، بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در دستور کار قرار گیرد (اردلی و همکاران، ۲۰۲۵). در همین راستا بررسی نشان می‌دهد که استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در استادیوم و اماکن ورزشی، این سیستم‌ها می‌توانند سالانه تن انتشار دی اکسید کربن را کاهش دهند (رشید و همکاران، ۲۰۲۵) و همچنین موجب بازاریابی و در آمد زایی باشگاه، سازمان‌ها و اماکن ورزشی شوند (کشکر و همکاران، ۲۰۲۵). که در این رابطه می‌توان به اقدامات صورت گرفته در استادیوم استادیوم اژدها اشاره کرد، در استادیوم اژدها واقع در گائوش ننگ تایوان، انرژی خورشیدی، بخش اعظم نیروی برق مورد نیاز این استادیوم را تأمین می‌کنند. این استادیوم در سقف خود از ۸۸۴۴ صفحه خورشیدی استفاده کرده است، که در هر سال ۱/۱۴ میلیون کیلووات انرژی الکتریسته تولید می‌کند. این میزان انرژی تولید شده موجب تأمین ۱۰۰ درصد انرژی استادیوم شده است (آکینو و ناواری^۵، ۲۰۱۵). با این حال بهره‌برداری مؤثر از انرژی‌های تجدیدپذیر در اماکن ورزشی مستلزم شناخت منابع انرژی، شیوه‌های بهره‌برداری و شرایط

¹ Xie & Lin

² Liu

³ Aridi

⁴ Akusta & Cergibozan

⁵ Aquino, I., & Nawari

اقلیمی منطقه است. بررسی پتانسیل‌های انرژی تجدیدپذیر متناسب با موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های آب‌وهوایی محل احداث اماکن ورزشی، نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها، صرفه‌جویی در زمان و استفاده بهینه از منابع ایفا می‌کند (مانی^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). در همین رابطه به منظور شناخت شیوه‌های بهره‌گیری و پتانسیل بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر د، بررسی مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که انصاری و همکاران (۲۰۲۴)، پیامدهای بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در استادیوم‌های فوتبال ایران را شناسایی کردند که شامل پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بوده است و توصیه کرده‌اند به منظور بهره‌برداری از انرژی‌های پایدار، پیامدهای یاد شده را در نظر بگیرند. دهقان و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی فناوری‌های نوین قابل استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی را اولویت‌بندی کرده‌اند، نتایج نشان داد فناوری دوش آینده در کاهش مصرف آب و سیستم مدیریت ساختمان در کاهش مصرف برق و گاز به عنوان مهم‌ترین فناوری‌ها می‌باشند. زانگ^۲ و همکاران (۲۰۲۵)، استفاده از صفحات خورشیدی و سیکل رانکین را برای تامین انرژی استادیوم‌های ورزشی پیشنهاد کرده‌اند. نتایج پژوهش صفر پور و همکاران (۲۰۲۵)، نشان داد با استفاده از انرژی خورشیدی می‌توان انرژی لازم برای تامین برق استادیوم‌های ورزشی را تامین کرد. علاوه بر این رشید و همکاران (۲۰۲۵)، امکان‌سنجی سیستم‌های هیبریدی بادی - خورشیدی را در مکان‌های ورزشی بزرگ را بررسی کردند، نتایج این پژوهش نشان داد که سیستم‌های ترکیبی خورشیدی - بادی پیشنهادی از نظر فنی و اقتصادی کاملاً قابل اجرا هستند و در همه ورزشگاه‌ها دوره بازگشت سرمایه کمتر از ۲ سال و نرخ بازده داخلی بالا دارند.

اگرچه بررسی پیشینه پژوهش نشان دهنده اهمیت بهره‌برداری از انرژی‌های تجدید در اماکن ورزشی است، لیکن در مطالعات انجام شده فقط انرژی‌های خورشیدی و بادی مورد بررسی قرار گرفته‌اند و شیوه‌های بهره‌گیری از سایر انرژی‌ها بررسی نشده‌اند، همچنین در هیچ یک از مطالعات گذشته نحوه و شیوه بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در راستای تامین

¹ Manni

² Zhang

انرژی برای برق، آب و گاز و سایر بخش‌های اماکن ورزشی به طور مجزا شناسایی و اولویت بندی نشده است، بنابراین در این زمینه خلا پژوهشی وجود دارد و نیاز است تا شیوه بهره‌گیری از منابع انرژی تجدید پذیر، ابتدا شناسایی و سپس از نظر کاربرد بهتر اولویت بندی شوند، از همین رو ضروری است شیوه‌ها و روش‌های بهره‌برداری از انواع منابع انرژی‌های تجدید در انواع اماکن ورزشی به صورت جداگانه در حوزه‌های مختلف آب، برق و گاز و همچنین کاهش آلودگی و بهبود کیفیت هوا بررسی شود.

از سوی دیگر کشور ایران در شرایط زیست‌محیطی نگران‌کننده‌ای قرار دارد و سرانه انتشار دی‌اکسید کربن در جهان حدود ۴/۹ تن در سال و در ایران ۷/۷ تن است (مجبایی و همکاران^۱، ۲۰۲۲) و ذخایر آبی کشور در وضعیت نامناسبی قرار دارد (طاهری و همکاران^۲، ۲۰۲۲). علاوه بر این در دهه اخیر پدیده‌های جوی همچون ریزگردها، امواج گرمایی و بارش‌های سیل‌آسا سبب اختلال در فعالیت‌های صنایع استان خوزستان شده است (رحیمی و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین بارش سالانه در این استان روند نزولی را طی کرده است و دمای هوا و گرما در حال افزایش است (حاجیوند پایداری و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این بر اساس پژوهش نیک مهر و بخشوده (۲۰۲۱) بیانگر پیامدهای زیست‌محیطی نظیر کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی، نابودی گونه‌های جانوری و تغییرات شدید اقلیمی در پی پروژه‌های سدسازی برای تأمین برق در استان خوزستان می‌باشد. بنابراین با توجه به مشکلات زیست‌محیطی و منابع انرژی در کشور و استان خوزستان، دولت باید همگام با کشورهای پیشرفته گام‌های مثبتی در راستای توسعه پایدار و حفظ محیط‌زیست کشور بردارد. در همین راستا سازمان‌های جهانی و دولت‌های پیشرفته برای توسعه منابع انرژی و حفظ محیط‌زیست، به صورت گسترده شروع به جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر به جای منابع انرژی سنتی و فسیلی کرده‌اند (مورا و همکاران^۳، ۲۰۱۶) و تا به امروز ۷۳ کشور از منابع انرژی تجدیدپذیر استفاده کرده‌اند، اما ایران از نظر عدم استفاده از ظرفیت خود در حوزه منابع انرژی تجدیدپذیر در رتبه اول جهان قرار دارد (زاهدی، ۲۰۲۲). این در حالی است که برای ایران

¹ Mojabi

² Taheri

³ Morea

میانگین میزان تابش نور خورشید حدود ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در هر سال پیش‌بینی شده است، که این مقدار از میانگین دنیا بیشتر است. همچنین استان خوزستان به واسطه داشتن مزارع بزرگ نیشکر، منبع بسیار مهمی برای تأمین انرژی زیست‌توده می‌باشد (عزیز پناه و تاکی، ۲۰۱۲) همچنین بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهند که استان خوزستان برای نصب و راه‌اندازی استفاده از انرژی بادی بسیار مستعد می‌باشد (اصغری پور و همکاران، ۲۰۲۲).

در نهایت با توجه به شرایط جغرافیایی و بحران‌های انرژی و آب در کشور و به خصوص استان خوزستان و بررسی پیشینه پژوهش و خلأ پژوهشی موجود در راستای شیوه‌های بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی و استادیوم‌های فوتبال، ضرورت دارد که مسئولین و ساکنان ورزش کشور و استان خوزستان، به منظور همگام شدن با پیشرفت‌های روز افزون جامعه جهانی و انجام مسئولیت اجتماعی ورزش در برابر محیط زیست، به شناسایی نوآوری‌ها و روش‌های تازه در حوزه ورزش با کربن صفر و توسعه پایدار بپردازند. بنابراین پژوهش حاضر در صدد شناسایی و اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی است و قصد پاسخگویی به این سوال را دارد که شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی کدام‌اند؟ اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی با تأکید بر مدیریت مصرف انرژی چگونه است؟

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف از نوع کاربردی، از نظر روش بررسی پیمایشی و به لحاظ نحوه گردآوری داده‌ها میدانی است. این پژوهش شامل یک روش ترکیبی (کیفی- کمی) و در عین حال مکمل یکدیگر است، که بخش کیفی آن، با مطالعه مبانی نظری و پیشینه‌ی موضوع با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و سپس مصاحبه کیفی با نخبگان آگاه از موضوع پژوهش انجام گرفت. بخش کمی آن نیز شامل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) داده‌هایی است که از پرسشنامه‌ی محقق ساخته مقایسات زوجی به دست آورده شده است. شرکت کنندگان در بخش کیفی خبرگان و صاحب نظران در حوزه توسعه پایدار، انرژی‌های

تجدیدپذیر، مدیریت انرژی، محیط زیست، مدیران و مهندسين فنی اماکن ورزشی روباز، سر پوشیده استان خوزستان بودند، که انتخاب مشارکت کنندگان در پژوهش به روش هدفمند و معیار پایان مصاحبه‌ها اشباع نظری بوده است. نمونه‌گیری با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند، به تعداد ۱۰ نفر انجام شد و در ادامه از روش نمونه‌گیری گلوله برفی استفاده شد و در نهایت با ۱۲ مصاحبه، اشباع نظری حاصل شد. ابزار پژوهش، در بخش کیفی، مصاحبه نیمه ساختاریافته بود. گفتنی است، که سؤال‌های اولیه مصاحبه با توجه به پیشینه پژوهش و اهداف مدنظر تدوین شدند. همچنین لازم به ذکر است منظور از اماکن ورزشی در پژوهش حاضر، اماکن ورزشی روباز، سر پوشیده بوده است، که در زمان مصاحبه با خبرگان در این موضوع مطرح شده است. شرکت کنندگان بخش کمی پژوهش با توجه به توصیه ساتی و اوزدمیر^۱ (۲۰۱۴) که تأکید دارند، گروهی با حدود ۷ خبره می‌تواند خطاهای قضاوتی را کاهش داده و شناسایی قضاوت‌های ناسازگار را تسهیل کند و حتی در صورت کفایت، یک خبره نیز می‌تواند برای تصمیم‌گیری کافی باشد، اما در صورت نیاز می‌توان، چندین داور را انتخاب کرد، شامل اساتید و خبرگان آگاه به موضوع پژوهش در کشور و استان خوزستان بودند، که در راستای موضوع پژوهش تألیفاتی داشته یا مطالعه داشته‌اند، که در نهایت ۲۲ نفر به صورت هدفمند انتخاب شدند. در بخش کمی ابزار پژوهش شامل پرسشنامه محقق ساخته (برگرفته شده از داده‌های بخش کیفی) مقایسات زوجی ۱۰۰ سوالی، که در ۴ بخش تنظیم شده است. همچنین در پژوهش حاضر در بخش کیفی به منظور شناسایی مولفه‌ها با استفاده از روش تحلیل مضمون، مصاحبه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین در این مرحله از نرم‌افزار MAXQDA بهره گرفته شده است. علاوه بر این در بخش کمی پژوهش حاضر به منظور اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط نرم‌افزار EXPERTCHOICE استفاده شده است. همچنین به منظور بررسی روایی و پایایی و برای تعیین موثق بودن نتایج پژوهش در بخش کیفی از دو روش سه سوئیه نگری و پایایی باز آزمون استفاده شد. در بخش کمی پژوهش، روایی صوری و محتوایی پرسشنامه توسط ۱۲ تن از متخصصین و اساتید آگاه به موضوع پژوهش ارزیابی شده است. همچنین به منظور اعتبار بخشی ابزار بخش کمی پژوهش از شاخص نرخ سازگاری استفاده گردید. نرخ ناسازگاری برای تشخیص ناسازگاری ذاتی و اشتباهات محتمل در قضاوت‌ها به کار می‌رود

¹ Saaty & Özdemir

(ساتی، ۱۹۸۷). که میزان استاندارد آن به طور کل باید کمتر از ۰/۱ باشد تا پرسشنامه دارای اعتبار باشد (دونمیز^۱ و همکاران، ۲۰۲۵، ساتی، ۱۹۸۷، سردویچ^۲، ۲۰۲۴). در نهایت پس از بررسی پرسشنامه‌های برگشت داده شده، ۴ پرسشنامه با نرخ ناسازگاری بالا کنار گذاشته شد و داده‌های مربوط به ۱۸ پرسشنامه تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

همان گونه که در جدول شماره (۱) مشاهده می‌شود، در بخش کیفی دو متخصص مدیریت ورزشی، پنج متخصص در حوزه انرژی، سه متخصص در حوزه معماری و عمران و دو متخصص در حوزه محیط زیست و در بخش کمی دو متخصص در حوزه مدیریت ورزشی و هشت نفر از مهندسين و متخصصان در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر، پنج متخصص در حوزه عمران معماری (طراحی و ساخت) و سه متخصص در حوزه محیط زیست و آگاه به موضوع پژوهش، مشارکت کنندگان در این پژوهش را تشکیل دادند.

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی مصاحبه شوندگان

اطلاعات فردی	بخش پژوهش	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	مرد	کیفی	۳
		کمی	۲۷/۸
	زن	کیفی	۹
		کمی	۷۲/۲
سن	۲۵ تا ۳۴ سال	کیفی	۲
		کمی	۲۲/۲
	۳۵ تا ۴۴ سال	کیفی	۷
		کمی	۵۸/۳
	۴۵ سال و بالاتر	کیفی	۳
		کمی	۲۷/۸
تحصیلات	کارشناسی ارشد	کیفی	۵
		کمی	۴۱/۶
			۳۳/۳

¹ Dönmez

² Srđević

۵۸/۳	۷	کیفی	دکتری	حوزه فعالیت
۶۶/۷	۱۲	کمی		
۱۶/۶	۲	کیفی	مدیریت ورزشی	
۱۱/۱	۲	کمی		
۴۱/۶	۵	کیفی	حوزه انرژی	
۴۴/۴	۸	کمی		
۲۵	۳	کیفی	عمران و معماری	
۲۷/۷	۵	کمی		
۱۲/۶	۲	کیفی	محیط زیست	
۱۶/۷	۳	کمی		

در جدول شماره (۲)، خلاصه‌ای از تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی در ارتباط با شناسایی و تحلیل شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود از تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی، ۴۳ مفهوم و ۲۴ مقوله محوری استخراج شده است. در نهایت ۴ مقوله اصلی شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه آب (شامل ۴ شیوه بهره‌گیری)، شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه گاز (شامل ۶ شیوه بهره‌گیری) شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه برق (شامل ۹ شیوه بهره‌گیری)، شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه کیفیت هوا و آلودگی (شامل ۵ شیوه بهره‌گیری) دست آمده است.

جدول ۲. مراحل تحلیل تماتیک نشان‌ها و مفاهیم شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر

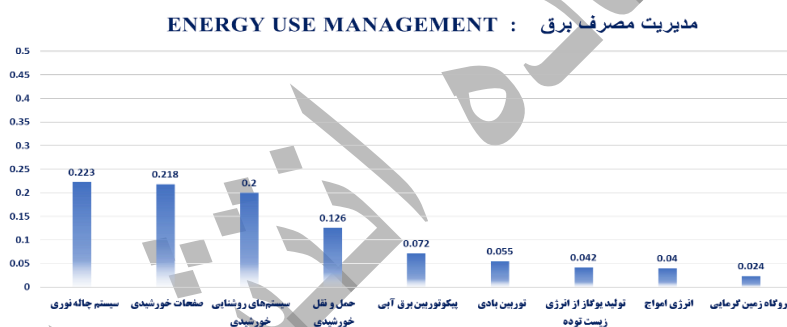
محور نهایی	عوامل اصلی
شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه آب	سیستم استحصال آب باران
	آب شیرین کن خورشیدی
	سیستم آبیاری خورشیدی
	سیستم پمپاژ آب با توربین بادی
شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه گاز	سیستم‌های سرمایش آب خورشیدی
	آبگرم کن‌های خورشیدی
	توربین‌های بخاری زمین گرمایی
	سیستم هیدرژن سبز

	سیستم گرمایش زمین گرمایی
	سوخت‌های زیست توده
	حمل و نقل خورشیدی
	سیستم‌های روشنایی خورشیدی
	صفحات خورشیدی
	تولید یوگاز از انرژی زیست توده
شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه برق	نیروگاه زمین گرمایی
	سیستم هول لایت
	انرژی امواج - رودخانه
	پیکوتوربین برق آبی
	توربین بادی
	ایجاد فضای سبز اماکن ورزشی
	هوشمند سازی اماکن ورزشی
منابع انرژی تجدیدپذیر در کیفیت هوا	کشت گیاهان انرژی
	سیستم تهویه خورشیدی

در ادامه یافته‌های بخش کیفی پژوهش که شامل شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان با استفاده از تکنیک AHP ارزیابی و براساس وزن نسبی آن‌ها اولویت‌بندی شده‌اند. در همین رابطه در جدول شماره (۴)، تعداد ۱۸ پرسشنامه که نرخ ناسازگاری زیر ۰/۱ داشتند توسط نرم افزار اکسپرت چویز محاسبه شد. همانطور که در جدول شماره (۳) مشاهده می‌شود، سیستم هول لایت (چاله نوری)، صفحات خورشیدی (در سقف و نما اماکن ورزشی)، سیستم‌های روشنایی خورشیدی، حمل و نقل خورشیدی، پیکوتوربین برق آبی (آب باران)، توربین بادی (در سقف یا محیط اماکن ورزشی)، تولید یوگاز از انرژی زیست توده، انرژی امواج (رودخانه)، نیروگاه زمین گرمایی، به ترتیب مهمترین و سودمندترین شیوه‌های بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان با تاکید بر مدیریت مصرف برق به شمار می‌روند.

جدول ۳. اولویت بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در حوزه مدیریت مصرف برق

اولویت	وزن نسبی	معیارها
۱	۰/۲۲۳	سیستم چاله نوری
۲	۰/۲۱۸	صفحات خورشیدی
۳	۰/۲۰۰	سیستم‌های روشنایی خورشیدی
۴	۰/۱۲۶	حمل و نقل خورشیدی
۵	۰/۰۷۲	پیکوتوربین برق آبی
۶	۰/۰۵۵	توربین بادی
۷	۰/۰۴۲	تولید یوگاز از انرژی زیست توده
۸	۰/۰۴۰	انرژی امواج
۹	۰/۰۲۴	نیروگاه زمین گرمایی



شکل ۱. نمودار ستونی وزن نسبی اهمیت شیوه‌های بهره‌گیری با تاکید بر مدیریت مصرف برق

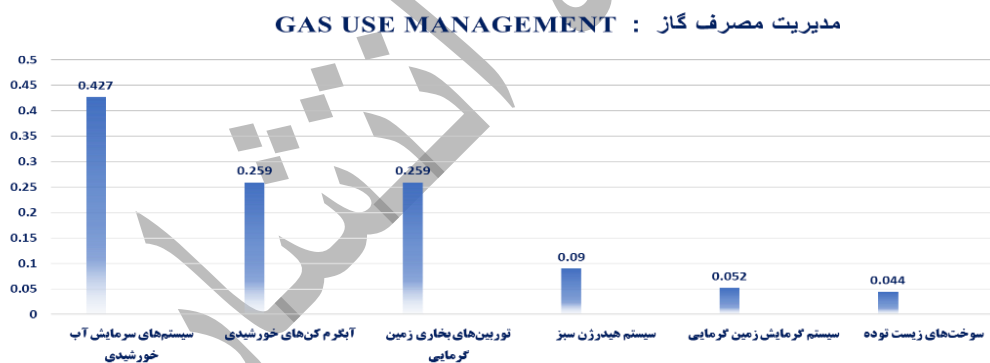
شکل یک مربوط به نمودار ستونی وزن نسبی درجه اهمیت معیارهای اولویت بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر با تاکید بر مدیریت مصرف برق در اماکن ورزشی خوزستان می‌باشد. که به تفکیک وزن نسبی هر معیار مشخص شده است.

در جدول شماره (۴)، تعداد ۱۸ پرسشنامه که نرخ ناسازگاری زیر ۰/۱ داشتند توسط نرم افزار اکسپرت چویز محاسبه شد. با توجه به نتایج سیستم‌های سرمایش خورشیدی، آبگرم کن‌های خورشیدی، سوخت‌های زیست توده، سیستم هیدرژن سبز، توربین‌های بخاری زمین گرمایی، سیستم گرمایش زمین گرمایی، به ترتیب مهمترین و سودمندترین شیوه‌های بهره

برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان با تاکید بر مدیریت مصرف گاز به شمار می‌روند.

جدول شماره ۴. اولویت بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در حوزه مدیریت مصرف گاز

اولویت	وزن نسبی	معیارها
۱	۰/۴۲۷	سیستم‌های سرمایش آب خورشیدی
۲	۰/۲۵۹	آبگرم‌کن‌های خورشیدی
۳	۰/۲۵۹	توربین‌های بخاری زمین گرمایی
۴	۰/۰۹۰	سیستم هیدروژن سبز
۵	۰/۰۵۲	سیستم گرمایش زمین گرمایی
۶	۰/۰۴۴	سوخت‌های زیست توده



شکل ۲. نمودار ستونی وزن نسبی درجه‌ی اهمیت شیوه‌های بهره‌گیری با تاکید بر مدیریت مصرف گاز

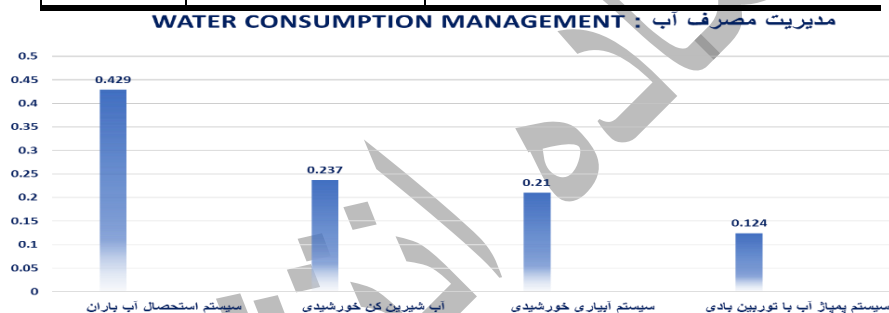
شکل دو مربوط به نمودار ستونی وزن نسبی درجه اهمیت معیارهای اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر با تاکید بر مدیریت مصرف برق در اماکن ورزشی خوزستان می‌باشد. که به تفکیک وزن نسبی هر معیار مشخص شده است.

در جدول شماره ۵، پاسخ‌های ۱۸ پرسشنامه که نرخ ناسازگاری زیر ۰/۱ داشتند توسط نرم افزار اکسپرت چویز محاسبه شد. همانطور که در جدول پنج مشاهده می‌کنید سیستم

استحصال آب باران، سیستم آبیاری خورشیدی، آب شیرین کن خورشیدی، سیستم پمپاژ آب با توربین بادی، به ترتیب مهمترین و سودمندترین شیوه‌های بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان به شمار می‌روند

جدول ۵. اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در حوزه مدیریت مصرف آب

اولویت	وزن نسبی	معیارها
۱	۰/۴۲۹	سیستم استحصال آب باران
۲	۰/۲۳۷	آب شیرین کن خورشیدی
۳	۰/۲۱۰	سیستم آبیاری خورشیدی
۴	۰/۱۲۴	سیستم پمپاژ آب با توربین بادی



شکل ۳. نمودار ستونی وزن نسبی درجه‌ی اهمیت شیوه‌های بهره‌گیری با تاکید بر مدیریت مصرف آب

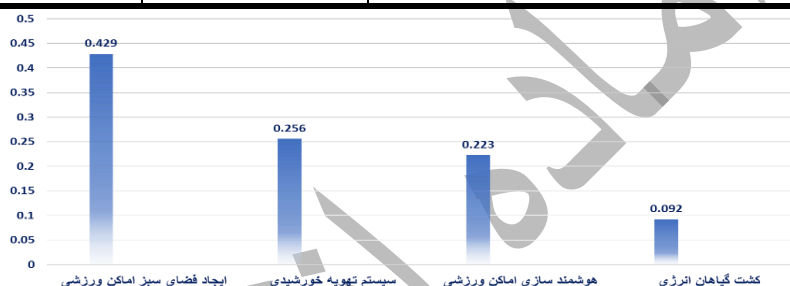
شکل دو مربوط به نمودار ستونی وزن نسبی درجه اهمیت معیارهای اولویت بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر با تاکید بر مدیریت مصرف آب در اماکن ورزشی خوزستان می‌باشد. که به تفکیک وزن نسبی هر معیار مشخص شده است.

در جدول شماره ۶، پاسخ‌های ۱۸ پرسشنامه که نرخ ناسازگاری زیر ۰/۱ داشتند توسط نرم افزار اکسپرت چویز محاسبه شد. همانطور که در جدول شش مشاهده می‌کنید ایجاد فضای سبز در محیط و بام اماکن ورزشی، سیستم تهویه خورشیدی (HVAC)، هوشمند سازی

سبز اماکن ورزشی، کشت گیاهان انرژی، به ترتیب مهم ترین و سودمند ترین شیوه‌های بهره برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان به شمار می‌روند.

جدول ۶. اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در حوزه بهبود کیفیت هوا

اولویت	وزن نسبی	معیارها
۱	۰/۴۲۹	ایجاد فضای سبز اماکن ورزشی
۲	۰/۲۵۶	سیستم تهویه خورشیدی
۳	۰/۲۲۳	هوشمند سازی اماکن ورزشی
۴	۰/۰۹۲	کشت گیاهان انرژی



شکل ۴. نمودار ستونی وزن نسبی درجه‌ی اهمیت شیوه‌های بهره‌گیری با تاکید بر بهبود کیفیت هوا

شکل دو مربوط به نمودار ستونی وزن نسبی درجه اهمیت معیارهای اولویت بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر با تاکید بر بهبود کیفیت هوا در اماکن ورزشی خوزستان می‌باشد. که به تفکیک وزن نسبی هر معیار مشخص شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

استادیوم‌های ورزشی، مراکز پر جمعیتی هستند که مقادیر زیادی انرژی مصرف می‌کنند و در نتیجه انتشار قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای را به همراه دارند. با این حال، شناسایی استراتژی‌های مؤثر برای بهینه‌سازی و کاهش این انتشارها همچنان یک شکاف در ادبیات است. (علوی و الزرعه^۱، ۲۰۲۵) در این میان، یکی از راهبردهای مؤثر بهره برداری از منابع

¹ Alaoui & Zarraa

انرژی تجدیدپذیر در استادیوم‌های ورزشی است، این راهبرد دارای مزایای زیست‌محیطی همچون کاهش قابل توجه انتشار کربن و صرفه‌جویی در مصرف آب می‌باشد. علاوه بر این پایداری بلندمدت و مقرون به صرفه بودن این راهبرد، آن را به عنوان یک راهکار مناسب برای مدیریت پایدار انرژی در زیر ساخت‌های بزرگی مانند استادیوم‌های ورزشی معرفی کرده است (ظفری و همکاران^۱، ۲۰۲۵). اما با این حال درک درست از شیوه‌های بهره‌گیری، مبتنی بر شرایط اقلیمی و آب و هوایی می‌تواند در پیاده سازی و اجرایی کردن این راهبرد بسیار موثر باشد. از همین رو هدف اصلی از پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان بود. هر یک از معیارها و شیوه‌های بهره‌گیری که در مراحل مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه شناسایی و تأیید شدند با توجه به شباهت موضوعی و مفهومی در یکی از زیر مجموعه‌های، شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه آب، شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه گاز، شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه برق، شیوه‌های بهره‌گیری در حوزه کیفیت هوا و آلودگی به دست آمده است.

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، در بخش شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی‌های تجدید با تأکید بر مدیریت مصرف برق در اماکن ورزشی استان خوزستان نتایج پژوهش بیانگر این است که سیستم هول لایت (چاله نوری)، صفحات خورشیدی (در سقف و نما اماکن ورزشی)، سیستم‌های روشنایی خورشیدی، حمل و نقل خورشیدی، پیکوتوربین برق آبی (آب باران)، توربین بادی (در سقف یا محیط اماکن ورزشی)، تولید یوگاز از انرژی زیست توده، انرژی امواج (رودخانه)، نیروگاه زمین گرمایی، به ترتیب مهمترین و سودمندترین شیوه‌های بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان با تأکید بر مدیریت مصرف برق به شمار می‌روند. در همین راستا سیستم هول لایت به عنوان ابتکاری برای بهبود نور طبیعی فضای داخلی، نشان‌دهنده اهمیت استفاده همزمان از نور طبیعی و کاهش مصرف برق است. صفحات خورشیدی و سیستم‌های روشنایی خورشیدی نیز بر استفاده بهینه از انرژی خورشیدی در تامین روشنایی تأکید دارند. به کارگیری حمل و نقل خورشیدی و پیکوتوربین‌های برق آبی همچنین به تنوع روش‌ها برای تامین انرژی اشاره دارد. توربین‌های بادی و تولید یوگاز از انرژی زیست توده به کارایی در تبدیل منابع تجدیدپذیر به انرژی الکتریکی متعهد هستند. در نهایت، اشاره به نیروگاه‌های زمین گرمایی و انرژی امواج مکمل تلاش‌ها برای تأمین پایدار انرژی در این اماکن است. اتخاذ این شیوه‌ها

¹ Zafari

نه تنها به مدیریت مؤثر مصرف برق کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش هزینه‌های انرژی و ارتقاء پایداری زیست‌محیطی نیز منجر شود. در همین رابطه نتایج یافته‌های پژوهش با پژوهش‌های محمدی ده چشمه و همکاران (۲۰۲۴)، مهدی و همکاران (۲۰۲۲)، ایرام و همکاران^۱ (۲۰۲۱)، ابدول و همکاران^۲ (۲۰۲۲)، ریکیک و علیمی^۳ (۲۰۲۴)، انصاری اردلی و همکاران^۴ (۲۰۲۵) همسو بوده است. نتایج پژوهش‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که انرژی خورشیدی به‌عنوان مهم‌ترین منبع تجدیدپذیر برای تأمین برق در اولویت قرار دارد و انرژی بادی به‌عنوان دومین گزینه مورد توجه است. در همین رابطه نتایج پژوهش ریکیک و همکاران (۲۰۲۴) بیانگر این موضوع است که انرژی خورشیدی و انرژی بادی امیدوارکننده‌ترین فناوری‌های تجدیدپذیر هستند، در حالی که انرژی زیست توده بدترین گزینه است. همچنین نتایج پژوهش محمدی ده چشمه (۲۰۲۴) بر این موضوع صحت گذاشته و نتایج این پژوهش گواه این موضوع است که امکان توسعه انرژی حاصل از انرژی خورشیدی در اهواز زیاد است؛ اما توسعه انرژی حاصل از گرمایش زمین امکان کمی دارد. همچنین شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر در این بخش مورد اولویت بندی قرار گرفته‌اند که در این رابطه شیوه بهره‌گیری چاله نوری در اولویت او قرار گرفت، که نتایج این بخش از پژوهش با پژوهش‌های انصاری و همکاران (۲۰۲۲)، دهقان و همکاران (۲۰۲۱) و وو و همکاران^۵ (۲۰۲۴) نیز همسو است. انصاری و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود استفاده از سیستم هول لایت یا چاله نوری را یکی از روش‌های مؤثر به منظور کاهش مصرف انرژی و مدیریت برق مصرف دانسته است و همچنین وو و همکاران (۲۰۲۴) نیز برای پاسخگویی به تقاضا برای روشنایی با راندمان بالا، صرفه جویی در انرژی و راحت، چاله‌های نوری را پیشنهاد کردند که از این فناوری می‌توان به طور فزاینده‌ای در ساختمان‌ها و اماکن ورزشی استفاده کرد و نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که سیستم هول لایت همراه با گرمایش و روشنایی می‌تواند کارایی انرژی و پایداری را در ساختمان‌ها بهبود بخشد. دیگر شیوه شناسایی در بخش مدیریت برق، استفاده از پنل‌های خورشیدی در اماکن ورزشی می‌باشد، که با نتایج پژوهش‌های انصاری و همکاران (۲۰۲۳)، دهقان و همکاران (۲۰۲۱)،

¹ Iram

² Abdul

³ Rekik & El Alimi

⁴ Ansari Ardali

⁵ Wu

انصاری و همکاران، (۲۰۲۵)، یوسفیان و همکاران (۱۴۰۱)، مانی و همکاران^۱ (۲۰۱۸) و رشید و همکاران^۲ (۲۰۲۵) همسو است. در همین رابطه نتایج پژوهش رشید و همکاران (۲۰۲۵) بیانگر این موضوع است که استفاده از شیوه بهره‌گیری پنل‌های خورشیدی و توربین بادی در استادیوم فوتبال علاوه بر کاهش تولید کربن، موجب خودکفایی و تامین منابع انرژی در استادیوم‌ها می‌شود. همچنین در پژوهش دهقان و همکاران (۲۰۲۱) پنل‌های خورشیدی در رتبه دوم قرار گرفتند و نویسندگان این مقاله معتقد هستند، استفاده از صفحات خورشیدی در سقف اماکن ورزشی می‌تواند موجب تولید میلیون‌ها کیلووات ساعت انرژی در اماکن ورزشی شود. بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته در راستای استفاده از پنل‌های خورشیدی در سقف اماکن ورزشی، نتایج پژوهش لئو و همکاران^۳ (۲۰۲۴) نشان می‌دهد که استفاده از صفحات خورشیدی در یک مجموعه ورزشی موجب کاهش مصرف سوخت مجموعه ورزشی، تامین ۴۰ تا ۵۰ درصد انرژی مورد نیاز توسط انرژی خورشیدی را نشان داد و همچنین موجب کاهش ۴۷ درصدی انتشار دی اکسید کربن می‌شود. در همین راستا، ضروری است که اماکن ورزشی استان خوزستان از مرحله طراحی اولیه به گونه‌ای جانمایی شوند که در طول روز حداکثر بهره‌برداری از نور خورشید را امکان‌پذیر سازند. در ادامه، طراحی معماری و سازه‌ای این اماکن باید به نحوی باشد که استفاده از سیستم‌های نورپردازی طبیعی از جمله سامانه‌های هول لایت (چاله نوری) در سقف و سازه‌ها پیش‌بینی شود و هم‌زمان، شرایط لازم برای به کارگیری صفحات خورشیدی نیز مدنظر قرار گیرد.

در راستای اولویت‌بندی و محاسبه‌ی وزن نسبی زیر شاخص‌های شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی‌های تجدید با تاکید بر مدیریت مصرف گاز در اماکن ورزشی استان خوزستان نتایج پژوهش نشان می‌دهد، که سیستم‌های سرمایش خورشیدی، آبگرمکن‌های خورشیدی، سوخت‌های زیست توده، سیستم هیدرژن سبز، توربین‌های بخاری زمین گرمایی، سیستم گرمایش زمین گرمایی به ترتیب مهمترین و سودمندترین شیوه‌های بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان با تاکید بر مدیریت مصرف گاز به شمار می‌روند. در همین راستا باید عنوان شود که سیستم‌های سرمایش خورشیدی و آبگرم‌کن‌های خورشیدی به عنوان روش‌های نوآورانه برای کاهش مصرف انرژی و استفاده

¹ Manni

² Rashid

³ Liu

مؤثر از انرژی خورشیدی مطرح هستند. استفاده از سوخت‌های زیست‌توده نه تنها به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به حفاظت از محیط زیست نیز ختم شود. سیستم هیدروژن سبز و توربین‌های بخاری زمین‌گرمایی به دنبال بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. در نهایت، سیستم‌گرمایش زمین‌گرمایی به عنوان یک راهکار مؤثر برای تأمین گرمایش در اماکن ورزشی ذکر شده است. این شیوه‌ها با هدف مدیریت بهینه مصرف گاز، به ارتقاء پایداری انرژی و کاهش تأثیرات زیست‌محیطی کمک می‌کنند. در همین رابطه نتایج یافته‌های پژوهش با پژوهش‌های دهقان و همکاران (۲۰۲۱)، انصاری و همکاران (۲۰۲۳) و کاتسپراکاسیس و همکاران (۲۰۱۹)، لیو و همکاران^۲ (۲۰۲۴)، ژو و همکاران^۳ (۲۰۲۱) و زانگ و همکاران^۴ (۲۰۲۵) همسو است. در همین راستا بر اساس یافته‌های پژوهش دهقان و همکاران (۲۰۲۱) آبگرم‌های خورشیدی و آب‌سردکن خورشیدی می‌توانند به عنوان یک منبع قابل اطمینان در اماکن ورزشی به منظور کاهش مصرف انرژی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین انصاری و همکاران (۲۰۲۳) استفاده از آبگرم‌کن‌های خورشیدی را به عنوان یکی اقدامات سبز در راستای توسعه پایدار استادیوم‌های فوتبال معرفی کردند. در همین راستای نتایج پژوهش کاتسپراکاسیس و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد، که با استفاده از آبگرم‌کن‌های خورشیدی می‌توان انرژی مصرفی استادیوم را به طور کامل تأمین کرد و در حال حاضر استادیوم پانکرتان ۱۰۰ درصد انرژی گرمایشی مورد نیاز مجموع خود را تأمین می‌کند. همچنین نتایج پژوهش یانگ^۵ (۲۰۲۲) انرژی خورشیدی انرژی پاک است که قابل بازیافت است و چشم‌انداز امیدوارکننده‌ای دارد و استفاده از آبگرم‌کن‌های خورشیدی با تکیه بر پمپ‌های حرارتی منبع هوا، کاملاً با نیازهای استادیوم‌های ورزشی بزرگ سازگار است و مزایای بسیار خوبی در صرفه جویی در مصرف انرژی در کاربرد عملی نشان داده است. سیستم هیدروژن سبز یکی دیگر شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌باشد، که در اولویت چهارم قرار گرفته است. هیدروژن سبز یکی از امیدوارکننده‌ترین حامل‌های انرژی در آینده در تلاش‌های جهانی برای کاهش ردپای کربن سیستم‌های انرژی است.

¹ Katsaprakakis

² Liu

³ Gu

⁴ Zhang

⁵ Yang

پیشرفت و جذب فناوری‌های هیدروژن سبز به عوامل مختلف تکنولوژیکی، محیطی و اقتصادی بستگی دارد. این سیستم شرایط لازم برای تولید گرما و تولید برق را فراهم می‌کند (کوروگیانی و همکاران^۱، ۲۰۲۴). همچنین از هیدروژن سبز ذخیره شده به عنوان گاز فشرده می‌تواند دوباره به برق تبدیل شود یا می‌توان از آن به عنوان خوراک برای صنعت، گرمایش برای محیط ساخته شده و به عنوان سوخت برای وسایل نقلیه استفاده کرد (شروتنبور و همکاران^۲، ۲۰۲۲). در نهایت، بررسی نتایج پژوهش در این بخش نشان می‌دهد که در فرآیند ساخت، جانمایی و طراحی اماکن ورزشی، علاوه بر رعایت شاخص‌های مهندسی، ایمنی و الزامات تخصصی هر رشته ورزشی (برای مثال هندبال)، لازم است پتانسیل بهره‌گیری از انرژی خورشیدی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. در این راستا، استفاده از پنل‌های خورشیدی در سقف و یا در مجاورت اماکن ورزشی می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر مدنظر قرار گیرد تا زمینه لازم برای تأمین پایدار انرژی گرمایشی و سرمایشی اماکن ورزشی در استان خوزستان و در سطحی کلان‌تر فراهم شود.

در بخش شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی‌های تجدید با تأکید بر بهبود کیفیت آب در اماکن ورزشی استان خوزستان نتایج پژوهش نشان می‌دهد که سیستم استحصال آب باران، سیستم آبیاری خورشیدی، آب شیرین کن خورشیدی، سیستم پمپاژ آب با توربین بادی، به ترتیب مهمترین و سودمندترین شیوه‌های بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان به شمار می‌روند. در همین رابطه باید عنوان شود که سیستم استحصال آب باران به عنوان نخستین گزینه، بر اهمیت جمع‌آوری و بهره‌برداری بهینه از آب‌های سطحی تأکید دارد. سیستم آبیاری خورشیدی و آب شیرین کن خورشیدی نوآوری‌هایی هستند که به کارایی منابع آبی و بهبود کیفیت آب در این اماکن کمک می‌کنند. در نهایت، پمپاژ آب با توربین بادی به عنوان یک روش پایدار دیگر، نشان‌دهنده تکیه بر انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر برای تأمین نیازهای آبی در شرایط اقلیمی خاص منطقه است. در همین رابطه نتایج یافته‌های پژوهش با پژوهش‌های دهقان و همکاران (۲۰۲۱)، انصاری اردلی و همکاران (۲۰۲۳)، شرستا و همکاران^۳ (۲۰۱۹) و وسنگوئرا و همکاران^۴ (۲۰۱۵) همسو است. به طو کلی سیستم استحصال آب باران روشی است برای جمع‌آوری و

¹ Kourougianni

² Schrottenboer

³ Shrestha

⁴ Vinciguerra

ذخیره‌سازی آب باران از سطوح مختلف مانند سقف ساختمان‌ها، این سیستم شامل جمع‌آوری آب باران، فیلتراسیون و ذخیره‌سازی در مخازن است. هدف اصلی، کاهش مصرف آب شرب و استفاده از آب جمع‌آوری شده برای مصارف غیرشرب مانند آبیاری، شستشو و سرویس‌های بهداشتی می‌باشد (کامپیسانو و همکاران^۱، ۲۰۱۷). در این رابطه شرستا و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود یکی از روش‌های رفع بحران آب را استفاده از سیستم استحصال آب باران معرفی کرده است. و این موضوع را بیان می‌کند که برداشت آب باران بالای سقف یکی از گزینه‌های مناسب برای تأمین آب آشامیدنی و یک راه حل جایگزین برای تأمین آب در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. همچنین در رابطه با مدیریت منابع آب استادیوم ماراکانا برزیل دارای سیستم زهکشی در چمن خود می‌باشد، تا به هنگام بارندگی آب را ابتدا جذب و سپس به واسطه شبکه آبی ایجاد شده به مخازن انتقال دهد (وینسیگوررا و همکاران، ۲۰۱۵). بررسی نتایج این بخش و مقایسه آن با یافته‌های پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد، که سیستم‌های استحصال آب باران و آبیاری خورشیدی می‌توانند به عنوان راهکارهایی مناسب و پایدار برای تأمین آب اماکن ورزشی استان خوزستان مورد استفاده قرار گیرند. در این راستا، ضروری است با ایجاد چاه‌های جذبی، امکان جمع‌آوری و انتقال آب باران از سقف‌ها و محوطه اماکن ورزشی فراهم شده و شرایط لازم برای ذخیره‌سازی و استفاده مجدد از آن مهیا شود. همچنین، لازم است از مراحل اولیه طراحی، پتانسیل به‌کارگیری سیستم‌های آبیاری خورشیدی در استان خوزستان مورد ارزیابی قرار گرفته و متناسب با آن، الزامات اجرایی و زیرساختی فراهم شود.

در راستای اولویت بندی و محاسبه‌ی وزن نسبی زیر شاخص‌های شیوه‌های بهره‌گیری از منابع انرژی‌های تجدید با تأکید بر بهبود کیفیت هوا در اماکن ورزشی استان خوزستان نتایج پژوهش نشان می‌دهد ایجاد فضای سبز در محیط و بام اماکن ورزشی، سیستم تهویه خورشیدی (HVAC)، هوشمند سازی سبز اماکن ورزشی، کشت گیاهان انرژی، به ترتیب مهم‌ترین و سودمندترین شیوه‌های بهره‌برداری از منابع انرژی **تجدیدپذیر** در اماکن ورزشی استان خوزستان به شمار می‌روند. در همین رابطه باید عنوان شود که ایجاد فضای سبز در محیط و بام اماکن ورزشی به عنوان نخستین اولویت، به بهبود کیفیت هوا و کاهش دمای فضای داخلی کمک می‌کند. سیستم تهویه خورشیدی (HVAC) نیز با استفاده از انرژی خورشیدی، بهره‌وری انرژی را افزایش می‌دهد و نیاز به سوخت‌های فسیلی را کاهش

¹ Campisano

می‌دهد. هوشمندسازی سبز اماکن ورزشی، به مدیریت مؤثرتر منابع و کاهش مصرف انرژی اشاره دارد، که می‌تواند به افزایش عمر مفید تجهیزات کمک کند. در نهایت، کشت گیاهان انرژی نشان‌دهنده تلاش برای تنوع بخشی به منابع انرژی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی است که در راستای توسعه پایدار بسیار حائز اهمیت است. در همین رابطه نتایج یافته های پژوهش با پژوهش های انصاری و همکاران (۲۰۲۱)، دهقان و همکاران (۲۰۲۱)، گئو و سان^۱ (۲۰۲۴) و سلیمی و همکاران^۲ (۲۰۲۳) همسو است. در همین رابطه پژوهش انصاری و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود یکی از شاخص های مورد نیاز در استادیوم های فوتبال برای دریافت گواهینامه سبز را تأمین مناطق سبز در کنار استادیوم و اماکن ورزشی دانست و فضای لازم می‌بایست در اطراف استادیوم ایجاد کنند، مانند: درختچه‌ها، درختان، گل‌ها، چمن و غیره یا در بام استادیوم ایجاد کنند و همچنین دهقان و همکاران (۱۴۰۰) بام سبز را برای توسعه فضای سبز به عنوان یک محیط کارا و تأثیر گذار در دمای داخلی ساختمان به خصوص برای توسعه ساختمان های سبز لازم دانست. سیستم تهویه هوای خورشیدی در اولویت دوم به منظور بهبود کیفیت هوا در اماکن ورزشی قرار گرفت. بر اساس پژوهش رشید و همکاران (۲۰۲۵) استفاده از سیستم تهویه خورشیدی در یک استادیوم فوتبال موجب کاهش تخمینی سالانه CO₂ به میزان ۶۵۱۸.۲۵ تن متریک به صورت تجمعی است که معادل کاشت ۲.۱۷ میلیون درخت در طی ۲۰ سال است. به طور کلی سیستم تهویه هوای خورشیدی یک فناوری پایدار است، که از انرژی خورشیدی برای تأمین هوای تازه و خنک کردن فضاهای داخلی استفاده می‌کند. این سیستم معمولاً شامل پنل های خورشیدی برای تولید برق و فن هایی برای گردش هوا است، که به کاهش هزینه های انرژی و بهبود کیفیت هوای داخلی کمک می‌کند. با توجه به کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی، این روش به حفاظت از محیط زیست نیز کمک می‌کند (رسولی و توری^۳، ۲۰۲۴). در نهایت، نتایج بخش مربوط به کیفیت هوا نشان می‌دهد، که در طراحی اماکن ورزشی استان خوزستان و در سطح ملی، پیش بینی و تأمین فضای سبز متناسب با نوع کاربری اماکن ورزشی باید به صورت جدی مدنظر قرار گیرد. افزون بر این، به کارگیری سیستم های نوین تهویه هوا، بهره گیری از انرژی خورشیدی و هوشمندسازی درب ها و سامانه های تهویه می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای کیفیت هوای داخلی و بهبود شرایط زیست محیطی اماکن ورزشی ایفا کند.

¹ Guo & Sun

² Salimi

³ Rasuli & Torii

در حال حاضر با اینکه مشکلاتی مانند کمبود برق، بحران‌های آبی و آلودگی هوا در استان خوزستان و ایران وجود دارد، پژوهش در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر نشان می‌دهند که این استان و به طور جامع تر ایران پتانسیل عالی، ظرفیت و زیرساخت‌های مناسبی برای بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر دارد (زاهدی و همکاران، ۲۰۲۵). بنابراین، لازم است تعامل و همکاری سازنده‌ای میان اداره کل ورزش و جوانان، مدیریت توسعه تجهیز و اماکن ورزشی، سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت نیرو، شهرداری‌ها و سایر ارگان‌ها در راستای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر شکل گیرد، تا زمینه‌های لازم برای توسعه پایدار ورزش استان خوزستان و ایران فراهم شود. از همین رو امید بر این است که صنعت ورزش نیز همگام با سایر صنایع در کاهش ردپای کربن خود گام بردارد و نتایج این پژوهش می‌تواند الگویی برای سازمان‌های متصدی ورزش در ایران برای توسعه‌ی پایدار اماکن ورزشی در زمینه مدیریت مصرف انرژی و بهره‌برداری از انرژی‌های پایدار مورد بهره‌برداری قرار گیرد. در همین راستا پیشنهاد می‌شود، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد، که در راستای توسعه پایدار اماکن ورزشی استان خوزستان، اولویت‌بندی راهکارهای مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر امری ضروری است. بر این اساس، استفاده از سیستم هوشمند لایت (چاله نوری) به عنوان اولویت نخست در مدیریت مصرف برق، بهره‌گیری از سیستم‌های سرمایش خورشیدی و آبگرمکن‌های خورشیدی به منظور بهینه‌سازی مصرف گاز، به کارگیری سیستم استحصال آب باران در جهت مدیریت مصرف آب، توسعه فضای سبز در بام و محوطه اماکن ورزشی همراه با استفاده از سیستم‌های تهویه خورشیدی برای بهبود کیفیت هوا، به عنوان راهکارهای کلیدی پیشنهاد می‌شود. با توجه به شرایط اقلیمی، تعداد بالای روزهای آفتابی، الگوی بارش فصلی و چالش‌های زیست‌محیطی استان خوزستان، توجه هم‌زمان و نظام‌مند به این رویکردها می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای عملکرد زیست‌محیطی و کاهش مصرف منابع انرژی و آب در اماکن ورزشی ایفا کند. همچنین پیشنهاد می‌شود، شرکت توسعه و نگهداری اماکن ورزشی کشور و اداره کل ورزش و جوانان استان خوزستان، گام‌های مثبتی در راستای پیاده سازی طرح استفاده از این شیوه‌های جهت توسعه‌ی اماکن ورزشی پایدار و انجام مسئولیت اجتماعی ورزش در آینده بردارند و علاوه بر این با توجه به شرایط آب و هوایی ایران و استان خوزستان و نیاز به آگاهی مدیران و کارشناسان، مربیان و ورزشکاران و هواداران،

جلسات، کارگاه‌ها و همایش‌هایی با محوریت بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه پایدار ورزش و اماکن ورزشی استان خوزستان برگزار گردد. به منظور توسعه و رشد بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در ایران و ضرورت ارزیابی اولیه پتانسیل موجود در استان خوزستان و کشور، پیشنهاد می‌شود که بر اساس داده آماری و اداره هواشناسی، پتانسیل اماکن ورزشی استان خوزستان و ایران برای بهره‌برداری از انرژی خورشیدی و سایر منابع انرژی تجدیدپذیر بررسی شود، همچنین در پژوهشی ردپای کربن ورزش خوزستان و ایران محاسبه گردد و راهکارهای کاهش آن نیز شناسایی و تحلیل گردند.

در آخر پژوهش علمی حاضر نیز با محدودیت‌هایی رو به رو بوده است، که شامل محدودیت‌هایی همچون با متخصصین و خبرگان مورد نظر در پژوهش، هر کدام در مکانی جداگانه به سؤالات پرسشنامه پاسخ داده‌اند. به عبارت دیگر، مکان و شرایط محیطی برای پاسخگویی به سؤالات پرسشنامه یکسان نبوده است و سازمان‌های مرتبط به پژوهش و تاخیر در پاسخگویی به نامه همکاری در سازمان‌های مرتبط به پژوهش به دلیل فرایند اداری و بوروکراسی خسته کننده رو به رو بوده است. همچنین، یکی از محدودیت‌های این پژوهش، عدم دسترسی تیم پژوهش به برخی داده‌های خارجی؛ به‌ویژه هزینه بالای دسترسی به اطلاعات هواشناسی و داده‌های پتانسیل سنجی بهره‌برداری از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در اماکن ورزشی استان خوزستان بوده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از نتایج طرح پژوهشی مشترک و با حمایت مالی اداره کل ورزش و جوانان استان خوزستان انجام شده است، نویسندگان بدینوسیله مراتب قدردانی خود را بابت همکاری صمیمانه از این اداره کل اعلام می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می‌دارند که هیچ گونه تعارض منافع مالی، علمی یا شخصی در ارتباط با این پژوهش وجود ندارد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله وظیفه خود می‌دانند از همه متخصصین که در جمع آوری و تحلیل داده‌ها، پژوهشگران را همراهی کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

References

- Abdul, D., Wenqi, J., Tanveer, A., & Sameeroddin, M. (2024). Comprehensive analysis of renewable energy technologies adoption in remote areas using the integrated delphi-fuzzy AHP-VIKOR approach. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 49(5), 7585-7610. [<https://doi.org/10.1007/s13369-023-08334-2>]
- Akusta, E., & Cergibozan, R. (2025). The role of renewable energy sources on the path to sustainable development for OECD countries: Considering the three pillars of sustainability. *Renewable Energy*, 124101. [<https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.124101>]
- Alaoui, M., & Zarraa, F. A. T. A. (2025). Sustainable Strategies for Optimizing the Reduction of GHG Emissions in Qatar's Football Stadiums. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, 15(5), 573-580. [<https://doi.org/10.1002/ghg.2363>]
- Alzahrani, A. (2022). Understanding the role of architectural identity in forming contemporary architecture in Saudi Arabia. *Alexandria Engineering Journal*, 61(12), 11715-11736. [<https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.05.041>]
- Ansari Ardali, A., Keshkar, S., & Kargar, G. (2023). Consequences of exploiting renewable energy sources in football stadiums. *New Approaches in Sports Management*, 11(41), 47-60. [[10.22034/ntsmj.2023.721103](https://doi.org/10.22034/ntsmj.2023.721103)] [In Persian]
- Ansari ardali, A., Keshkar. and karegar, G. (2022). Identifying the requirements and actions for green management in relation to the sustainable development of Iranian football stadiums. *Sport Management Studies*, 14(75), 195-220. [<https://doi.org/10.22089/smrj.2021.10047.3312>] [In Persian]
- Ansari ardali, A., Rezaei, F. and Keshkar, S. (2025). Comparative Study of sustainability development football stadium in Iran and Europe. *Sport Management Journal*, 18(1), 1-26. [<https://doi.org/10.22059/jsm.2025.376330.3300>] [In Persian]
- Aquino, I., & Nawari, N. O. (2015). Sustainable design strategies for sport stadia. *Suburban Sustainability*, 3(1), 1-32. [<https://dx.doi.org/10.5038/2164-0866.3.1.1020>]

- Arabnarmi, B., Khalilian, F., Kheybari, S., & Ishizaka, A. (2024). Sports complex location selection for traditional games. *Operations Management Research*, 17(1), 340-362. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00434-4>
- Ardali, A. A., Keshkar, S., & Heydarinejad, S. (2025). The role of football in reducing greenhouse gas emissions. *International Journal of Environmental Studies*, 83(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/00207233.2025.2575584>
- Aridi, R., Aridi, M., Pannier, M. L., & Lemenand, T. (2025). Eco-environmental, and social impacts of producing electricity with various renewable energy sources. *Energy*, 320 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.135139>
- Asgharipour Dasht Bozorg, A., Morshedi, J., & Borna, R. (2022). Feasibility of building wind power plants in coastal areas of the country using GIS (case study: Khuzestan province). *Iranian Journal of Energy*, 25(2), 1-17. <http://necjournals.ir/article-1-1790-en.html> [In Persian]
- Azizpanah, A., & Taki, M. (2025). Quantifying bioenergy potential and environmental impacts of agricultural residues; a Comparative analysis with global benchmarks. *PLoS One*, 20(9), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0333492>
- Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., ... & Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water research*, 115(12), 195-209. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.056>
- Charandabi, R. N., Babilio, E., Carpentieri, G., Spagnuolo, G., Amendola, A., & Fraternali, F. (2025). A tensegrity structure for a solar stadium roof with sun-tracking capability. *Thin-Walled Structures*, 210(10), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2025.113033>
- Dehghan Ghahfarokhi, A., Pur Sharif Surkuhi, B., Ansari Ardali, A. and Jalali Farahani, M. (2021). Prioritizing New Usable Technologies in Sports Facilities with an Emphasis on Reducing Energy Consumption. *Sport Management Studies*, 12(64), 133-150. <https://doi.org/10.22089/smrj.2020.8367.2867> [In Persian]
- Dönmez, H. O., Tunçdemir, H., & Acaroğlu, Ö. (2025). Fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Rock Mass Classification Based on RMQR Criteria. *Geotechnical and Geological Engineering*, 43(7), 325. <https://doi.org/10.1007/s10706-025-03294-w>

- Gu, W., Zhang, J., & Zhang, J. (2021, May). Study on the application of solar power generation in gymnasiums. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 781(4), 1-9. [[DOI 10.1088/1755-1315/781/4/042055](https://doi.org/10.1088/1755-1315/781/4/042055)]
- Guo, X., & Sun, Y. (2024). A thermal comfort assessment on semi-outdoor sports stadiums located in 3 different climate zones in China. *Building and Environment*, 26(8), 1-10. [<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111660>]
- Hajivandpaydari, S., Yazdanpanah, H. and Andarzian, S. B. (2022). Investigation of regional effects of climate change phenomenon in the north of Khuzestan province using HadCM3 model under LARS-WG exponential comparison in the statistical period of 2030-2010 and 2050-2030. *Geography and Human Relationships*, 5(1), 299-314. [<https://doi.org/10.22034/gahr.2022.330821.1669>] [In Persian]
- Horzela-Miś, A., Semrau, J., Wolniak, R., & Grebski, W. W. (2025). Energy Transformation in the Construction Industry: Integrating Renewable Energy Sources. *Energies*, 18(9), 2363. [<https://doi.org/10.3390/en18092363>]
- Iram, R., Anser, M. K., Awan, R. U., Ali, A., Abbas, Q., & Chaudhry, I. S. (2021). Prioritization of renewable solar energy to prevent energy insecurity: an integrated role. *The Singapore Economic Review*, 66(02), 391-412. [<https://doi.org/10.1142/S021759082043002X>]
- Katsaprakakis, D. A., Dakanali, I., Zidianakis, G., Yiannakoudakis, Y., Psarras, N., & Kanouras, S. (2019). Potential on energy performance upgrade of national stadiums: A case study for the pancretan stadium, Crete, Greece. *Applied Sciences*, 9(8), 1544-1575. [<https://doi.org/10.3390/app9081544>]
- Kellison, T. (2022). *SPORT: GREEN FIELDS, GRAY SKIES. Sport Stadiums and Environmental Justice*. NewYork: Routledge. [<https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.4324/9781003262633-2/considering-environmental-justice-sport-green-fields-gray-skies-timothy-kellison>]
- Kellison, T. B., Trendafilova, S., & McCullough, B. P. (2015). Considering the social impact of sustainable stadium design. *International Journal of Event Management Research*, 10(1), 63-83. [[https://www.researchgate.net/publication/281378264_Considering the Social Impact of Sustainable Stadium Design](https://www.researchgate.net/publication/281378264_Considering_the_Social_Impact_of_Sustainable_Stadium_Design)]

- Keshkar, S., Kargar, G. A. and Ansari Ardali, A. (2024). Identifying and analyzing the role of exploitation of renewable energy sources on the marketing of Iranian football clubs. *Iranian Energy Economics*, 14 (2), 1-21.
<https://doi.org/10.22054/jiee.2024.77289.2055>
- Kourougianni, F., Arsalis, A., Olympios, A. V., Yiasoumas, G., Konstantinou, C., Papanastasiou, P., & Georghiou, G. E. (2024). A comprehensive review of green hydrogen energy systems. *Renewable Energy*, 239(9), 1-20.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.120911>
- Li, R., & Zhai, C. (2025). Constructing sports facilities using environment-friendly materials. *Frontiers in Materials*, 11, 1524729. <https://doi.org/10.3389/fmats.2024.1524729>
- Liu, X., Fei, C., Yao, Y., Aladdin, M., & Su, Z. (2024). Energy, and environmental investigation of a hybrid gas turbine–solar energy for desalination process for using in sport stadiums. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 19, 33-42.
<https://doi.org/10.1093/ijlct/ctad098>
- Liu, Z., Ahmad, I., Perveen, Z., & Alvi, S. (2023). Do the globalization and imports of capital goods from EU, US and China determine the use of renewable energy in developing countries?. *Carbon Management*, 14(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1080/17583004.2023.2165162>
- Mahdi, M., Vahidinasab, V., & Ghazizadeh, M. S. (2022). The evaluation and prioritization framework of renewable energy sources and sustainable development in Iran, based on the multi-criteria decision-making method. *Journal of Energy Planning And Policy Research*, 8(2), 51-63. [<http://epprjournal.ir/article-1-1087-en.html>]
 [In Persian]
- Manni, M., Coccia, V., Nicolini, A., Marseglia, G., & Petrozzi, A. (2018). Towards zero energy stadiums: The case study of the Dacia Arena in Udine, Italy. *Energies*, 11(9), 1-16.
<https://doi.org/10.3390/en11092396>
- Marsudi, I., Fajar, M. K., Rusdiawan, A., Kurniawan, R., Rasyid, M. L. S. A., Susanto, N., ... & Pavlovic, R. (2024). Managing East Java's sports facilities and infrastructure for achievement. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 12(2), 363-370. https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=14026

- Mohammadi Dehcheshmeh, M., Safaeepour, M., Sajjadian, N. and Ebadi, H. (2024). Developing Feasibility of Urban Renewable Energy in Ahvaz with a Passive Defense Approach. *Geography and Environmental Planning*, 35(1), 19-44. [<https://doi.org/10.22108/gep.2023.137813.1587>] [In Persian]
- Mojabi, S. M., Zibakalam, S., & Maknoon, R. (2022). Challenges of Policy Making Iran Environment. *Environmental Researches*, 12(24), 23-30. [<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1400.12.24.2.4>] [In Persian]
- Morea, D., & Poggi, L. A. (2016, October). Islamic finance and renewable energy: An innovative model for the sustainability of investments. *International Annual Conference*. Capri, Italy. [<https://doi.org/10.23919/AEIT.2016.7892766>]
- Myint, N. N., Shafique, M., Zhou, X., & Zheng, Z. (2025). Net zero carbon buildings: A review on recent advances, knowledge gaps and research directions. *Case Studies in Construction Materials*, 22(1), 1-19. [<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e04200>]
- Myint, N. N., Shafique, M., Zhou, X., & Zheng, Z. (2025). Net zero carbon buildings: A review on recent advances, knowledge gaps and research directions. *Case Studies in Construction Materials*, e04200. [<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e04200>]
- Nikmehr, S. and Bakhshoodeh, M. (2021). An integrated fuzzy Fuzzy AHP-ELECTREIII Methodology for Environmental Impact Assessment of Dams in Khuzestan Province. *Environmental Researches*, 12(23), 41-53. [<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1400.12.23.4.4>] [In Persian]
- Rafoss, K., & Troelsen, J. (2010). Sports facilities for all? The financing, distribution and use of sports facilities in Scandinavian countries. *Sport in society*, 13(4), 643-656. [<https://doi.org/10.1080/17430431003616399>]
- Rahimi, A., Borna, R., Morshedi, J. and Ghorbanian, J. (2019). The Vulnerability of Infrastructure of the Southern Regions of Khuzestan Province in Climate Change Conditions. *Environmental Management Hazards*, 6(4), 361-376. [<https://doi.org/10.22059/jhsci.2020.292322.516>] [In Persian]

- Rashid, L. B., Musah, A., & Amoah, R. K. (2025). Technoeconomic Feasibility of Renewable Energy Systems for Sporting Stadiums. *International Journal of Energy Research*, 2025(1), 9701161. [<https://doi.org/10.1155/er/9701161>]
- Rasouli pareh yousefian, S., Barghi Mogaddam, J., Janani, H., Najafzadeh, M. R. and roshan milani, A. (2022). optimal energy management in sports venues under the Ministry of Energy with emphasis on renewable energy (East Azerbaijan Province). *Sport Physiology & Management Investigations*, 14(1), 161-176. [<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.1735.5354.1401.14.1.11.9.677>] [[In Persian](#)]
- Rasuli, M. A., & Torii, S. (2024). A review on solar air conditioning systems. *Journal of Sustainable Energy Revolution*, 4(1), 1-10. [<https://doi.org/10.37357/1068/jser/4.1.01>]
- Rekik, S., & El Alimi, S. (2024). Prioritizing sustainable renewable energy systems in Tunisia: An integrated approach using hybrid multi-criteria decision analysis. *Energy Exploration & Exploitation*, 42(3), 1047-1076. [<https://doi.org/10.1177/01445987231226337>]
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical modelling*, 9(3-5), 161-176. [[https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)]
- Saaty, T. L., & Özdemir, M. S. (2014). How many judges should there be in a group?. *Annals of Data Science*, 1(3), 359-368. [<https://doi.org/10.1007/s40745-014-0026-4>]
- Safarpour, A., Laleh, S. S., & Soltani, S. (2025). Identifying challenges, benefits, and recommendations for utilizing solar panels in sport stadiums: A thematic analysis. *Progress in Engineering Science*, 2(1), 1-12. [<https://doi.org/10.1016/j.pes.2024.100035>]
- Saini, L., Meena, C. S., Raj, B. P., Agarwal, N., & Kumar, A. (2022). Net Zero Energy Consumption building in India: An overview and initiative toward sustainable future. *International Journal of Green Energy*, 19(5), 544-561. [<https://doi.org/10.1080/15435075.2021.1948417>]
- Salimi, M. (2024). An analytical model for spatial developing of sports places and spaces. *Journal of Facilities Management*, 22(5), 869-882. [<https://doi.org/10.1108/JFM-03-2022-0026>]
- Salimi, M., & Labbaf, A. H. (2025). A Development Model for Green Management of Sports Venues and Facilities Based on Grounded

- Theory. *Journal of Sport Management*, 14(2), 25-44. [<https://doi.org/10.22124/jsmd.2024.25721.2847>] [In Persian]
- Schrotenboer, A. H., Veenstra, A. A., uit het Broek, M. A., & Ursavas, E. (2022). A Green Hydrogen Energy System: Optimal control strategies for integrated hydrogen storage and power generation with wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168(10), 1-14. [<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112744>]
- Schwarz, E. C., Westerbeek, H., Liu, D., Emery, P., & Turner, P. (2016). *Managing sport facilities and major events*. Routledge. [<https://doi.org/10.4324/9781315620695>]
- Shrestha, S., Jha, M. K., & Dahal, K. R. (2019). A Review on Sustainability of Rainwater Harvesting with Especial Reference to Nepal. *International Journal of Multidisciplinary Research and Studies*, 2(02), 11-23. [https://www.researchgate.net/publication/331167251_A_Review_on_Sustainability_of_Rainwater_Harvesting_with_Especial_Reference_to_Nepal]
- Sipos-Onyestyák, N., Szikora, K., & Szekeres, D. (2024). Sports facility development and politics in Budapest since 1945. *The International Journal of the History of Sport*, 41(8), 736-759. [<https://doi.org/10.1080/09523367.2024.2401355>]
- Srđević, B., & Srđević, Z. (2024). Multi-Model assessing and visualizing consistency and compatibility of experts in group Decision-Making. *Mathematics*, 12(11), 1699. [<https://doi.org/10.3390/math12111699>]
- Taheri Dehkordi, A., Valadan Zoej, M. J., Ghasemi, H., Ghaderpour, E., & Hassan, Q. K. (2022). A new clustering method to generate training samples for supervised monitoring of long-term water surface dynamics using Landsat data through Google Earth Engine. *Sustainability*, 14(13), 8046. [<https://doi.org/10.3390/su14138046>]
- Ugah, E. T. A., Ndubuisi, O. G., Ali, E. P. S. E., Obiorah, C. A. R., Nesiam, O., Agbakhamen, E. C. O., & Okoro, E. O. P. (2025). Renewable energy and sustainable development: emerging trends and technologies. *IPHO-Journal of Advance Research in Science and Engineering*, 3(02), 16-30. [<https://iphopen.org/index.php/se/article/view/267>]
- Vinciguerra, M., Figueiredo, E. P., Drummond, F., Zaeyen, C., Moreno, Í, & Malafaia, B. (2015). *Waste Management in the Reform and*

- Adequacy of the Maracanã Stadium for the FIFA Football World Cup 2014. In *Key Engineering Materials*, 634. 97-112. [<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.634.97>]
- Wergeland, E. S., & Hognestad, H. K. (2021). Reusing stadiums for a greener future: the circular design potential of football architecture. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 692632. [<https://doi.org/10.3389/fspor.2021.692632>]
- Wu, Y., Jin, M., Liu, M., & Li, S. (2024). Integrated Systems of Light Pipes in Buildings: A State-of-the-Art Review. *Buildings*, 14 (2), 425. [<https://doi.org/10.3390/buildings14020425>]
- Xie, Y., & Lin, B. (2025). Financial leasing and China's renewable energy firms' investment behavior: In the context of government subsidy reduction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 214, 1-20. [<https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115547>]
- Yang, X. (2022). Energy-Saving Benefits of Air-Source Heat Pump-Assisted Solar Water Heating Systems in Large Stadiums. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2022(1), 4593271. [<https://doi.org/10.1155/2022/4593271>]
- Zafari, Z., Golzary, A., Rouhi, K., & Mansourihanis, O. (2025). From conventional approaches to circular systems: Evolution of waste management in mega-sporting events. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 75(5), 368-386. [<https://doi.org/10.1080/10962247.2025.2462005>]
- Zahedi, R., Sadeghitabar, E., Khazaei, M., Faryadras, R., & Ahmadi, A. (2025). Potentiometry of wind, solar and geothermal energy resources and their future perspectives in Iran. *Environment, development and sustainability*, 27(7), 15311-15337. [<https://doi.org/10.1007/s10668-024-04633-2>]
- Zahedi, R., Zahedi, A., & Ahmadi, A. (2022). Strategic study for renewable energy policy, optimizations and sustainability in Iran. *Sustainability*, 14(4), 2418. [<https://doi.org/10.3390/su14042418>]
- Zhang, J., Su, Z., Meng, J., Yao, Y., & Alayi, R. (2025). Techno-economic and sensitivity analysis of a hybrid concentrated photovoltaic/thermal system and an organic Rankine cycle to supply energy to sports stadiums. *IET Renewable Power Generation*, 19 (1), e12790. [<https://doi.org/10.1049/rpg2.12790>]

آماده انتشار