The University of Tehran Press

Journal of Sustainable Energy Systems

Online ISSN: 2980-8693

Home Page: https://ses.ut.ac.ir

Sustainable Energy Consumption Management Solutions for Swimming Pools

Sara Kazemi Fard[1] | Amena Agharabi[2*] | Mohammad Zare Abandansari[3]

1. Master's student in Architectural Engineering, Faculty of Architecture and Art, University of Guilan, Rasht, Iran. Email: sarakazemi0041@gmail.com
2. Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Architecture, University of Guilan, Rasht, Iran. Email: a.agharabi@guilan.ac.ir
3. PhD Candidate in Sports Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email: mohammadzare@uma.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:
Received 31 January 2023
Revised 31 March 2023
Accepted 01 May 2023
Published Online 06 May 2024

Keywords:
Energy saving,
Energy efficiency solution,
Environmental sustainability,
Swimming pool,
Water saving.

ABSTRACT

With the rising number of swimming pools and their users, the amount of energy consumption in the pools has increased significantly. In addition to the negative environmental effects, this issue causes high costs associated with high levels of energy consumption. Therefore, the main goal of this research is to provide solutions for sustainable management of energy consumption in swimming pools. Following analysis of the primary data for this research gathered through semi-structured interviews, a number of solutions are developed for sustainable management of energy consumption in swimming pools. These solutions encompass 6 main themes, namely water, temperature, light, air, materials, monitoring and inspection, which in themselves contain 73 sub-themes. Some of the solutions identified in the research include: using anti-evaporation covers, passive heating of the pool using solar energy, adding thermal insulation to the floor of the pool, using energy-saving underwater lights, using natural light to reduce dependency on artificial lighting, using insulated coatings in materials and equipment, using thermal recycling systems, optimizing air filtration systems, replacing old equipment with new ones and continuously monitoring key water parameters such as PH, chlorine, organic matter, and the amount of microbial density.

Cite this article: Kazemi Fard, S.; Agharabi, A. & Zare Abandansari, M. (2023). Sustainable Energy Consumption Management Solutions for Swimming Pools. *Journal of Sustainable Energy Systems*, 2 (3), 285-297. DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.373379.1053

© Sara Kazemi Fard, Amena Agharabi, Mohammad Zare Abandansari.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.373379.1053

Introduction

Academic Research into optimal management of energy consumption in swimming pools is crucial as it can help reduce energy costs, preserve the environment, comply with legal requirements, and promote sustainability. Research in this area can assist in finding and putting into practice methods that would help swimming pool operators use energy resources as efficiently as possible while minimizing adverse environmental effects.

Materials and methods

The background study for this research involved an examination of the challenges to implementing sustainable management practices in existing public swimming pools, particularly in Iran. Identified barriers include community neglect of optimal energy management, disregard for cost-effectiveness, inadequate infrastructure, limited adoption of new technologies, disregard for climate-friendly design, and insufficient attention to environmental pollution control. Subsequently, literature on the practical

and possible techniques that can be used to reduce energy consumption in swimming pools were also examined and different passive and active technologies were identified. For primary data collection, this study employs a qualitative methodology with a descriptive phenomenological approach. A deliberate sampling strategy has been employed to select participants, with semi-structured interviews serving as data collection method. The data was reviewed and categorized using MAXQDA software. Validity, reliability, and accuracy were put to test, through the following means: the text of the interviews and the coding method were sent to several participants and their comments were applied, demographic characteristics of the samples were reported at all stages of the research, and intra-subject agreement method was employed, where two expert coders familiar with the coding method coded the interviews achieving an agreement rate of 85%, which is well above the 60% reliability threshold.

Results and Discussion

The analysis of research data yielded a range of solutions for sustainable energy management in swimming pools, focusing on six main themes: water, temperature, light, air, materials, and monitoring and inspection, with a total of 73 sub-themes identified. Key practical solutions emerged, such as maintaining optimal pool temperature through accurate control, which conserves water and reduces energy consumption for heating and cooling. Additionally, utilizing renewable energy sources and heat recovery systems can significantly enhance energy efficiency. Thermal insulation methods were also highlighted to reduce heat loss and improve energy consumption efficiency. Specific solutions include using anti-evaporation covers, passive solar heating, insulating pool floors, employing energy-efficient lighting, leveraging natural light, using insulated coatings, implementing thermal recycling systems, optimizing air filtration, upgrading equipment, and regularly monitoring key water parameters such as PH, chlorine, organic matter, and the amount of microbial density for sustainable operations.

Conclusion

This research provides practical solutions for sustainable energy management in swimming pools, offering vital insights for pool managers. Addressing issues such as water consumption, temperature control, and energy-efficient equipment, these solutions are crucial for reducing operational costs and promoting environmental sustainability in pool facilities.

انتشارات دانشگاه تهران

فصلنامهٔ سیستم‌های انرژی پایدار

سایت نشریه: https://ses.ut.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۸۶۹۳-۲۹۸۰

بررسی و ارزیابی راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا

سارا کاظمی فرد[۱] | آمنه آقاربیع[۲*] | محمد زارع آبندانسری[۳]

۱. دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشکدهٔ معماری و هنر، دانشگاه گیلان. رایانامه: sarakazemi0041@gmail.com

۲. نویسندهٔ مسئول، استادیار گروه معماری، دانشکدهٔ معماری و هنر، دانشگاه گیلان. رایانامه: a.agharabi@guilan.ac.ir

۳. دانشجوی مقطع دکتری مدیریت ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی. رایانامه: mohammadzare@uma.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷

کلیدواژه:
استخر شنا،
بهینه‌سازی مصرف انرژی،
پایداری زیست‌محیطی،
صرفه‌جویی انرژی،
صرفه‌جویی مصرف آب

چکیده

استخرهای شنا به عنوان مکانی برای تفریح و سلامت بسیار محبوب هستند، اما با افزایش تعداد استخرها و کاربران آن‌ها، میزان مصرف انرژی در استخرها به طور قابل توجهی افزایش یافته است. این موضوع افزون بر پیامدهای منفی بر محیط زیست، سبب هزینه‌های بالا در مصرف انرژی نیز می‌شود. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش، ارائهٔ راهکارهایی جهت مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا است. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است و با استفاده از رویکرد پدیدارشناسی توصیفی به روش کیفی انجام شده است. جامعهٔ مورد مطالعه پژوهش متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع در سال ۱۴۰۲ و روش نمونه‌گیری به صورت هدفمند بوده و ابزار جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته است. به منظور بررسی و دسته‌بندی اطلاعات، از نرم‌افزار MAXQDA استفاده شده است. برای تعیین روایی و پایایی از معیارهای اعتبار، انتقال‌پذیری، قابلیت اعتماد و تأییدپذیری استفاده شده است. پس از تجزیه‌وتحلیل داده‌های پژوهش؛ راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا، شامل: ۶ مضمون اصلی آب، دما، نور، هوا، مواد و مصالح، نظارت و بازرسی، با ۷۲ مضمون فرعی حاصل شد و برخی از راهکارهای شناسایی‌شده در پژوهش شامل: استفاده از کاور خورشیدی ضد تبخیر، گرمایش غیر فعال آب استخر با استفاده از انرژی خورشیدی، ایزولاسیون حرارتی در کف استخر، استفاده از چراغ‌های زیرآبی کم‌مصرف، استفاده از روشنایی طبیعی به منظور کاهش نیاز به روشنایی مصنوعی، به‌کارگیری پوشش‌های عایق در مصالح و تجهیزات، استفاده از سیستم‌های بازیافت حرارتی، بهینه‌سازی سیستم‌های فیلتراسیون هوا، تعویض تجهیزات قدیمی با تجهیزات جدید و نظارت مستمر بر پارامترهای مهم آب مانند pH، کلر، مواد آلی، و میزان تراکم میکروبی است.

استناد: کاظمی فرد، سارا؛ آقاربیع، آمنه و زارع آبندانسری، محمد (۱۴۰۲). بررسی و ارزیابی راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا. *فصلنامهٔ سیستم‌های انرژی پایدار*، ۲ (۳) ۲۸۵-۲۹۷. DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.373379.1053

©سارا کاظمی فرد، آمنه آقاربیع، محمد زارع آبندانسری.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: http//doi.org/10.22059/ses.2024.373379.1053

مقدمه

در دنیای امروزی، محدودیت منابع و رشد روزافزون نیاز به انرژی، موضوع مدیریت درآمد و هزینهٔ مصرف حامل‌های انرژی را از یک مزیت به یک ضرورت تبدیل کرده است [۱]. افزایش مصرف انرژی در سراسر جهان، باعث نگرانی‌هایی در مورد تأمین انرژی در آینده شده است و در عین حال کاهش مصرف انرژی سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر دی‌اکسید کربن می‌شود [۲]. به این‌جهت در دهه‌های اخیر، مدیریت مصرف انرژی بسیار مورد توجه جوامع و دولت‌های مختلف قرار گرفته است. از آنجا که توسعهٔ انسانی در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در گرو تولید و مصرف بهینهٔ انرژی است؛ بنابراین تأمین انرژی پایدار یک اصل ضروری در جهت توسعهٔ همه‌جانبه است [۳]. انرژی در فرایند توسعهٔ اقتصادی نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای دارد و همین موضوع سبب شده تا در بخش مدیریت منابع انرژی، مطالعات زیادی صورت پذیرد [۴]. به طور کلی مدیریت بهینهٔ مصرف انرژی در ساختمان‌ها، پیامدهای مثبتی در اقتصاد خرد و کلان جوامع به دنبال دارد [۵]. از این‌رو ساختمان‌های امروزی باید طوری طراحی شوند که بیشترین استفاده را از انرژی‌های طبیعی داشته باشند و افزون بر کاهش آلودگی، منابع و ذخایر فسیلی را نیز برای آیندگان باقی بگذارند. به این‌منظور اماکن مجهز به تجهیزات هوشمند، با ارتقای روش‌های سنتی، سیستم تهویهٔ هوای بهتری به منظور بهبود کیفیت محیط ایجاد می‌کنند و ثبات و قابلیت اعتماد پارامترهای دما، رطوبت و تهویه توسط وسایل هوشمند الکترونیکی کنترل می‌شوند [۶].

در همین‌راستا اماکن و ساختمان‌های ورزشی جزء مهمی از تأسیسات سازمان‌های انسانی به شمار می‌روند و طراحی بهینه برای آن‌ها، از وظایف مهم برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان شهری است [۷]. در ساختمان‌ها و اماکن ورزشی در مقایسه با عموم ساختمان‌ها، انرژی بیشتری مصرف می‌شود [۸]. ضمن آنکه این ساختمان‌ها با استفاده از منابع مختلفی نظیر: انرژی، آب و مصالح زباله‌های زیادی را نیز تولید کرده، نیاز به حمل‌ونقل را افزایش و تأثیرات محیطی، اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای را از خود به جای می‌گذارند [۹]. به طور کلی یکی از شیوه‌های مهم گذران اوقات فراغت افراد جامعه؛ حضور در اماکن آبی و استخرهای شنا است که این مسئله ضرورت توجه به مصرف انرژی در این محیط را نشان می‌دهد [۱۰]. در میان انواع اماکن ورزشی، استخرهای سرپوشیده بیشترین مصرف انرژی را دارند؛ چراکه باید شرایط دمایی مناسبی را برای کاربران فراهم کنند [۱۱]. از انواع انرژی مورد استفاده در استخرهای شنا، مصارف مربوط به گرمایش (آب و فضا)، انرژی الکتریکی (گرمای اماکن، سرما و تهویه) و روشنایی و تجهیزات است [۱۲]. با توجه به موارد بیان‌شده می‌توان گفت که استخرهای شنا به عنوان تأسیساتی با اهمیت بالا در بخش ورزش و تفریح، از میزان انرژی بالایی برای حفظ شرایط آب‌وهوایی مطلوب و ارائهٔ خدمات به شناگران استفاده می‌کنند. با ازدیاد استخرها و افزایش مصرف انرژی در این تأسیسات، مدیریت بهینهٔ مصرف انرژی در استخرهای شنا اهمیت بیشتری پیدا کرده است. بنابراین مسئلهٔ اصلی این تحقیق، شناسایی راهکارهای بهینه برای مدیریت مصرف انرژی در استخرهای شنا است که علاوه بر کاهش هزینه‌های انرژی، به حفظ محیط زیست نیز کمک می‌کند.

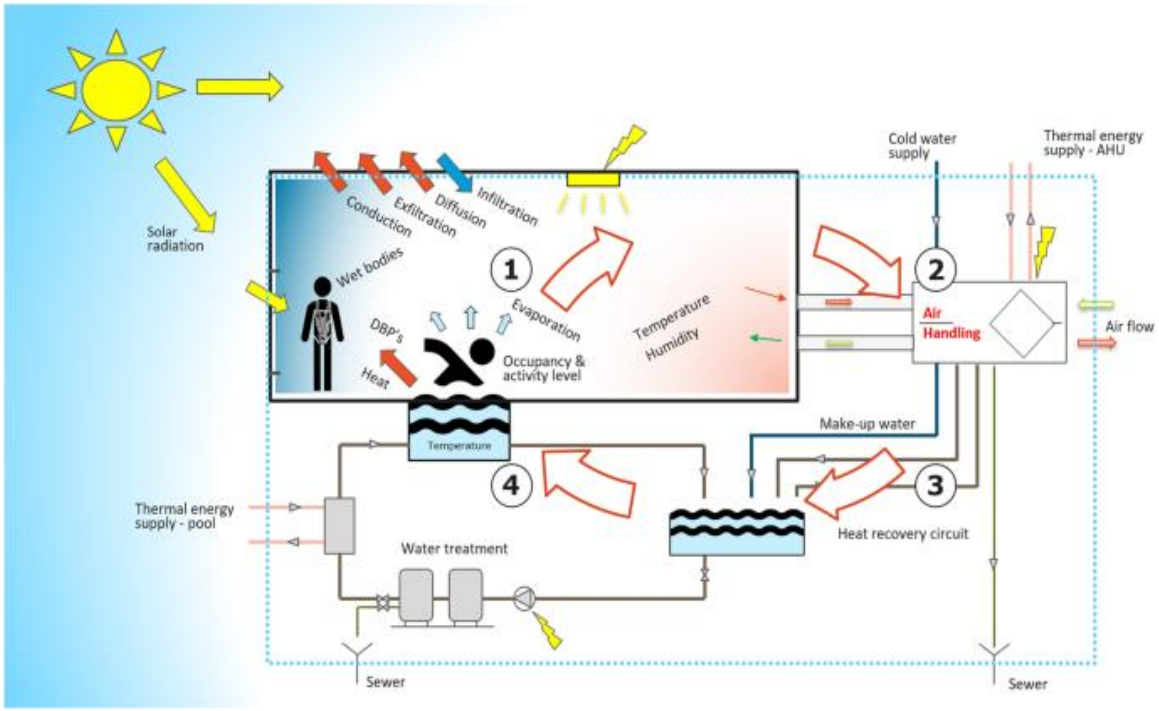
به منظور بررسی موارد مشابه و تحقیقات انجام‌شده در حوزهٔ مدیریت انرژی در سالن‌های ورزشی و به‌ویژه استخرهای شنا، برخی پژوهش‌های صورت‌گرفتهٔ اخیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. محمودی و همکاران [۱۳] در پژوهش خود، موانع مدیریت بهینهٔ مصرف انرژی در سالن‌های سرپوشیده شهر تهران را عواملی نظیر: نبود صحیح مدیریت انرژی، عدم مدیریت اقتصادی، فقدان زیرساخت‌های مدیریت بهینهٔ انرژی، بی‌توجهی جامعه به مدیریت بهینهٔ انرژی، نبود فناوری‌های نوین قابل استفاده در اماکن ورزشی، بی‌توجهی به طراحی اقلیمی، نبود مدیریت کاربردی اماکن ورزشی، بی‌اعتنایی به کنترل آلودگی محیطی، عدم توجه به توسعهٔ پایدار و حفظ محیط زیست در مدیریت بهینهٔ انرژی بیان کردند. در پژوهش زارع آبندانسری و همکاران [۱۴] مشخص شد که بهینه‌سازی مصرف انرژی، بهبود فرایند بازیافت، نظارت و ارزیابی، آموزش و فرهنگ‌سازی، توسعهٔ زیرساخت و مصالح سبز، نقش مهمی در توسعهٔ پایدار ورزشگاه‌های فوتبال دارند. انصاری اردلی و همکاران [۱۵] طی پژوهش خود بیان کردند: سه مفهوم مدیریت زیست‌محیطی (مدیریت عمرانی سبز، توسعهٔ فضای سبز، مدیریت منابع آلودگی)، مدیریت منابع انرژی (مدیریت منابع آب، مدیریت منابع برق، مدیریت منابع گاز)، مدیریت اجتماعی و فرهنگی (مدیریت تعارض اجتماعی، رعایت عدالت و حقوق شهروندی، فعایت‌های خیریه، فرهنگ‌سازی)، نقش مهمی در توسعهٔ پایدار اماکن ورزشی دارد. در تحقیق

مهدی‌زاده و همکاران [۱۶]: قدرت نفوذ و وابستگی در سه سطح مستقل (عایق‌بندی لوله‌های آب گرم و سرد)، وابسته (عایق پوستهٔ خارجی ساختمان) و خودمختار (جداره‌های نورگذر و بازشوها، تجهیزات و مدیریت سیستم روشنایی، مدیریت تأسیسات مکانیکی، برنامهٔ نظارتی آموزش و تقسیم وظایف کارکنان) دسته‌بندی شدند که عایق‌بندی لوله‌های آب سرد و گرم بیشترین تأثیر را بر اجرایی شدن مبحث در مجموعه‌های ورزشی به خود اختصاص داد.

در پژوهش بوسمی و همکاران [۱۷] مشخص شد که استفاده از پوشش حرارتی، نقش تأثیرگذاری در کاهش اتلاف حرارتی استخرهای شنا دارد. سمدگارد [۱۸] در پژوهش خود به نقش مهم نظارت مستمر بر عملکرد تأسیسات انرژی در مدیریت مصرف انرژی اشاره کرد. ایلگاز و همکاران [۱۹] در پژوهش خود نشان دادند با استفاده از سیستم‌های انرژی خورشیدی می‌توان ۸۶/۱۸ درصد از انرژی مورد نیاز گرمایش استخر را تأمین کرد. نتایج پژوهش یوان و همکاران [۲۰] حاکی از آن بود که استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر (به‌خصوص انرژی خورشیدی)، بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی و بازیافت حرارتی، نقش تأثیرگذاری در مصرف بهینهٔ انرژی در استخرهای شنا دارد. لی و همکاران [۲۱] در پژوهش خود بیان کردند که به منظور کاهش اتلاف دما در استخرها، می‌توان از عواملی نظیر: کلکتور خورشیدی، پمپ حرارتی، بازیابی حرارت و انرژی زمین‌گرمایی استفاده کرد. در نتایج پژوهش مارینوپولوس و کاتسیفراکیس [۲۲] مشخص شد که امکان دستیابی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی ۸۰ تا ۹۰ درصدی (با ساخت سقف و پنل‌های خورشیدی) وجود دارد. سمدگارد و همکاران [۲۳] در پژوهش خود با بررسی عملیات شماتیک تأسیسات استخر شنا، ۴ عنصر محیط داخلی، تهویهٔ هوا، بازیابی گرما و سیستم تصفیهٔ آب را با نشان دادن جهت معمول جریان انرژی مشخص کردند که نتایج در شکل ۱، نشان داده شده است.

با توجه به مطالب بیان‌شده می‌توان گفت که بازنگری در زمینهٔ مدیریت بهینهٔ مصرف انرژی در استخرهای شنا و شناسایی راهکارهای مدیریتی و اجرایی و فنی بسیار ضروری است، چراکه سبب کاهش هزینه‌های انرژی، حفظ محیط زیست، رعایت الزامات قانونی و ارتقای پایداری می‌شود. با مرور پژوهش‌های انجام‌شده مشخص شد که بسیاری از عوامل مهم در زمینهٔ راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا، ناشناخته باقی مانده و باید به آن‌ها توجه جدی شود. بنابراین لزوم انجام پژوهش حاضر شکل گرفت که هدف اصلی آن، پاسخ به سؤال زیر است.

راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا کدام هستند؟



شکل ۱. تصویر کلی از تأسیسات مصرفی و چرخهٔ انرژی در یک استخر شنا [۲۳]

مواد و روش‌های انجام پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است و به روش کیفی با استفاده از رویکرد پدیدارشناسی توصیفی[1] انجام شده است. در این پژوهش هدف شناسایی عوامل مرتبط با موضوع بود و به همین جهت از روش پدیدارشناسی و به منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌های مصاحبه از شیوهٔ کلایزی[2] استفاده شده است. با توجه به ماهیت پژوهش و استفاده از روش پدیدارشناسی توصیفی؛ شیوهٔ کلایزی با توجه به موضوع پژوهش به عنوان کاربردی‌ترین روش پدیدارشناسی توصیفی انتخاب شده است. جامعهٔ مورد مطالعه پژوهش را اعضای هیئت علمی دانشگاه در گروه محیط زیست، گروه معماری، گروه مدیریت ورزشی، مدیران استخرهای شنا، مدیران ارشد ادارات ورزش و جوانان و خبرگان حوزهٔ ساخت و تجهیز اماکن ورزشی در سال ۱۴۰۲ تشکیل داده‌اند.

روش نمونه‌گیری به صورت هدفمند بود و به این‌منظور در انتخاب نمونه‌ها از افرادی استفاده شده است که موضوع مورد پژوهش را تجربه کرده‌اند و یا با آن ارتباط مستقیمی داشتند. بنابراین تجربهٔ زندگی، کاری و علمی افراد مشارکت‌کننده و رضایت کامل افراد از حضور در مصاحبه و توانایی آنان در انجام مصاحبه و بازگو کردن مطالب، ملاک ورود و انتخاب نمونه‌ها در پژوهش قرار گرفت. ملاک خروج افراد از پژوهش نیز نبود تمایل کافی به ادامهٔ همکاری با محقق و ناکافی و ناقص بودن اطلاعات دریافتی افراد مشارکت‌کننده در پژوهش تعیین شد. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته و مدت زمان مصاحبه‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ دقیقه بود. تا زمانی که از مصاحبه‌ها (۱۹ مصاحبه) امکان استخراج مفاهیم کاملاً غیرتکراری وجود داشت؛ مصاحبه‌ها ادامه یافت. در نهایت تمامی مصاحبه‌ها به دفعات گوش داده شد و محتوای حاصل از آن به صورت کلمه‌به‌کلمه نوشته شد. به منظور بررسی و دسته‌بندی اطلاعات، از نرم‌افزار مکس‌کیودی‌ای[3] نسخهٔ ۲۰ استفاده شد. شیوهٔ کلایزی دارای هفت مرحله است که در این پژوهش پیموده شد و عبارت‌اند از: ۱) مطالعهٔ دقیق تمامی توصیف‌ها و یافته‌های پراهمیت مصاحبه‌شوندگان؛ ۲) استخراج از عبارات مؤثر و جملات مرتبط با پدیدهٔ مورد نظر؛ ۳) مفهوم بخشیدن به عبارات و جملات مهم استخراج‌شده از مصاحبه؛ ۴) مرتب‌سازی و نظم و ترتیب دادن توصیفات مصاحبه‌شوندگان و مفاهیم مشترک در دسته‌بندی‌های خاص؛ ۵) تبدیل کردن تمامی نظرات استناج‌شده به توصیف‌هایی کامل؛ ۶) تبدیل کردن توصیف‌های جامع پدیده به یک توصیف واقعی کوتاه‌شده؛ ۷) معتبرسازی پایانی.

در راستای مد نظر قرار دادن اصول اخلاقی در پژوهش حاضر؛ ابتدا اهداف و ضرورت تحقیق پیش از شروع مصاحبه‌ها برای شرکت‌کنندگان در پژوهش توضیح داده شد. سپس شرکت‌کنندگان با رضایت شخصی خودشان و آشنایی اولیه با موضوع مورد مطالعه در آن مشارکت کردند. قبل از شروع مصاحبه از افراد اجازه گرفته شد تا فرایند مصاحبه به طور کامل ضبط شود و چنانچه در مصاحبه‌ای افراد اجازهٔ ضبط مصاحبه‌ها را ندادند؛ با اجازه گرفتن از آن‌ها فرایند مصاحبه با قلم روی کاغذ پیاده‌سازی شد. از ۱۹ مصاحبهٔ انجام‌شده ۱۶ مصاحبه ضبط و ۳ مصاحبه روی کاغذ نوشته شد. در ادامه این اجازه به شرکت‌کنندگان داده شد که هر زمانی از فرایند مصاحبه تمایل داشتند از ادامهٔ مصاحبه انصراف دهند. با این‌حال هیچ شرکت‌کننده‌ای طی مصاحبه انصراف نداد و تمامی مصاحبه‌ها انجام پذیرفت. همچنین تمامی مصاحبه‌ها با تعیین وقت قبلی در مکانی به دور از ازدحام جمعیت و بدون دخالت و مشارکت دیگران انجام شد.

برای تعیین روایی و پایایی از معیارهای اعتبار[4]، انتقال‌پذیری[5]، قابلیت اعتماد[6] و تأییدپذیری[7] استفاده شد. با هدف اعتباربخشی، متن مصاحبه‌ها و روش کدگذاری برای چند نفر از مشارکت‌کنندگان ارسال و نظرهای آن‌ها اعمال شد. به منظور انتقال‌پذیری، گزارش همهٔ مراحل پژوهش، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و تنوع تجربیات ایشان مورد توجه قرار گرفت. برای بررسی پایایی از روش توافق درون‌موضوعی دو کدگزار استفاده شد. دو کدگزار متخصص و آشنا به روش کدگذاری، مصاحبه‌ها را

1. Descriptive phenomenology
2. Colaizzi
3. MAXQDA 2020
4. Validity
5. Transferability
6. Trustworthiness
7. Confirmability

کدگذاری کردند و ۸۵ درصد توافق بین دو کدگزار حاصل شد؛ که با توجه به اینکه این میزان بالای ۶۰ درصد است، پایایی پژوهش تأیید شد. نتایج حاصل از درصد توافق بین دو کدگذار در جدول ۱ نشان داده شده است. برای تأییدپذیری، چند نفر از کارشناسان حوزهٔ مربوط که خارج از فرایند پژوهش بودند، همهٔ مراحل پژوهش را بازبینی کردند و نظرهای آن‌ها اعمال شد.

$$\text{درصد پایایی} = \frac{\text{۲× تعداد توافقات}}{\text{تعداد کل کدها}} \times ۱۰۰$$

جدول ۱. نتایج بررسی پایایی دو کدگذار

شمارهٔ مصاحبه	تعداد کل کدها	تعداد توافق‌ها	تعداد عدم توافق‌ها	درصد پایایی
۳	۱۶	۷	۴	۸۷/۵
۶	۱۵	۶	۳	۸۰
۱۲	۱۸	۸	۴	۸۸/۸۸
کل	۴۹	۲۱	۱۱	۸۵/۴۶

نتایج و یافته‌های پژوهش

در این پژوهش همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، افراد از مجموعه‌های مختلف و با سطح ارتباط مختلف با موضوع پژوهش انتخاب شدند که در جدول ۲، اطلاعات جمعیت‌شناختی افراد مشارکت‌کننده در پژوهش ارائه شده است.

بعد از تجزیه‌وتحلیل داده‌های پژوهش؛ راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا، شامل: شش مضمون اصلی آب، دما، نور، هوا، مواد و مصالح، نظارت و بازرسی، با ۷۲ مضمون فرعی استخراج شد. با توجه به یافته‌های حاصل از اطلاعات مشارکت‌کنندگان در پژوهش، مضمون اصلی آب، مواد و مصالح با ۱۶ مضمون فرعی، دما با ۱۴ مضمون فرعی، نظارت و بازرسی با ۱۱ مضمون فرعی، نور با ۸ مضمون فرعی و هوا با ۷ مضمون فرعی، بیشترین فراوانی را داشتند. جدول ۳ راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا را بیان می‌کند؛ که مضامین فرعی در هر بخش براساس میزان اهمیت و تعداد تکرار در مصاحبه با شرکت‌کنندگان در پژوهش آورده شده است.

با تجزیه‌وتحلیل حاصل از اطلاعات مشارکت‌کنندگان در پژوهش، مهم‌ترین مضمون شناسایی‌شده در ارتباط با مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا، مضمون آب است. به طورکلی استخرهای شنا به عنوان یک منبع مهم در استفاده از آب شناخته می‌شوند. استخرهای شنا ممکن است به دلیل میزان حجم بالای آب و نیاز مداوم به تصفیه و تعویض آب، با مشکلات هدررفت منابع آب روبه‌رو شوند. هر لیتر آبی که از بین می‌رود، اتلاف انرژی و هزینه‌های مربوط به تصفیه و دوباره گرم کردن آب را نمایان می‌سازد. بنابراین، کاهش هدررفت آب در استخرها سبب صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف انرژی و میزان هزینه‌ها می‌شود. برای مقابله با این چالش‌ها و بهبود کارایی مصرف آب در استخرهای شنا، می‌توان از راهکارهای مختلفی استفاده کرد. برخی از مهم‌ترین راهکارهای شناسایی‌شده در این بخش از پژوهش شامل: استفاده از انرژی خورشیدی در گرمایش آب، بازیافت و استفادهٔ مجدد از آب، سیستم‌های حفظ حرارت و کاهش تبخیر، بهینه‌سازی سیستم‌های تصفیه، بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایش و خنک‌کنندهٔ آب و سیستم توزیع آب گرم به صورت یکنواخت است. درنهایت با کاهش مصرف و بهبود مدیریت منابع آب در استخرهای شنا، می‌توان به طور هم‌زمان به حفظ منابع آب، بهبود تجربهٔ شناگران، کیفیت بهتر آب، کاهش هزینه‌های عملیاتی و حفظ منابع محیط زیستی نیز دست پیدا کرد.

جدول ۲. اطلاعات جمعیت‌شناختی مشارکت‌کنندگان در پژوهش

خبرگان	سمت	جنسیت و تفکیک نفرات	
گروه اول	اعضای هیئت علمی دانشگاه در گروه محیط زیست	۲ نفر آقا	۰ نفر خانم
گروه دوم	اعضای هیئت علمی دانشگاه در گروه معماری	۳ نفر اقا	۱ نفر خانم
گروه سوم	اعضای هیئت علمی دانشگاه در گروه مدیریت ورزشی	۳ نفر آقا	۲ نفر خانم
گروه چهارم	مدیران استخرهای شنا	۳ نفر آقا	۰ نفر خانم
گروه پنجم	مدیران ارشد ادارات ورزش و جوانان	۲ نفر آقا	۰ نفر خانم
گروه ششم	خبرگان حوزهٔ ساخت و تجهیز اماکن ورزشی	۲ نفر آقا	۰ نفر خانم

جدول ۳. یافته‌های نهایی پژوهش

مضمون اصلی	مضمون فرعی	فراوانی
آب	۱. استفاده از سیستم‌های تولید انرژی خورشیدی برای گرمایش آب استخر	۱۳
	۲. استفاده از سیستم‌های بازیافت و استفادهٔ مجدد آب	۱۱
	۳. استفاده از سیستم‌های کاهش تبخیر آب استخر	۱۰
	۴. بهینه‌سازی سیستم‌های تصفیهٔ آب به‌منظور کاهش هدررفت آب و انرژی	۹
	۵. بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایش و خنک‌کننده آب با استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته	۹
	۶. استفاده از کاور خورشیدی و ضد تبخیر	۸
	۷. استفاده از سیستم‌های بهینه و هوشمند توزیع آب	۷
	۸. استفاده از راهکارهای مناسب درجهت تمیز نگه داشتن آب استخر	۷
	۹. استفاده از رگلاتورهای جریان آب به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی	۷
	۱۰. انتخاب پمپ تصفیهٔ مناسب آب نظیر استفاده از پمپ‌های دور متغیر	۷
	۱۱. استفاده از فیلترهای با کارایی بالا در سیستم تصفیهٔ آب	۶
	۱۲. استفاده از سیستم‌های تنظیم‌کنندهٔ خودکار pH آب	۶
	۱۳. از بین‌بردن موانع بر سر مدار تصفیهٔ آب	۶
	۱۴. استفاده از سیستم‌های خودکار برای کنترل و حفظ کیفیت آب	۶
	۱۵. استفاده از پوشش‌های پلی‌کربنات روی سطح استخر جهت کاهش تبخیر آب	۵
	۱۶. استفاده از بادگیر در استخرهای روباز	۵
مواد و مصالح	۱۷. استفاده از مصالح مقاوم در برابر آب	۱۱
	۱۸. استفاده از مصالح مقاوم در برابر مواد شیمیایی	۱۱
	۱۹. استفاده از سیستم‌های خورشیدی در تولید برق مورد نیاز استخر	۹
	۲۰. استفاده از پوشش‌های عایق در تجهیزات	۹
	۲۱. استفاده از مصالح ضد سایش، خش و حریق	۸
	۲۲. استفاده از مصالح ضدترک و شکستگی ناشی از گذر زمان	۸
	۲۳. استفاده از سردوش‌های کم‌مصرف در محل حمام کاربران استخر	۸
	۲۴. استفاده از مصالح ضد باکتریال به منظور کاهش نیاز به مواد ضدعفونی‌کننده	۷
	۲۵. استفاده از بتن مسلح به دلیل مقاومت بالا در برابر فشار و ضربهٔ آب	۷
	۲۶. استفاده از بتن با خواص حرارتی مناسب	۶
	۲۷. استفاده از پوشش‌های با خاصیت ضد خوردگی و زنگ‌زدگی	۵
	۲۸. استفاده از مصالح با خواص ضدحساسیت و ضد آلرژی بالا	۵
	۲۹. استفاده از مواد لکه‌بر و ضد رسوب در محیط استخر	۵
	۳۰. استفاده از پوشش‌های مقاوم در برابر نفوذ آب در مصالح	۵
	۳۱. استفاده از سیستم‌های پوشش آبی به منظور جلوگیری از نشت آب	۴
	۳۲. استفاده از موادهای ضد عفونی کمکی	۳
دما	۳۳. استفاده از عایق‌های حرارتی در سیستم‌های لوله‌کشی	۱۱
	۳۴. استفاده از پوشش‌های عایق حرارتی برای دیوارها و سقف استخر	۹
	۳۵. استفاده از درب‌ها و پنجره‌های هوشمند	۹
	۳۶. استفاده از سیستم‌های بازیافت حرارتی	۹
	۳۷. استفاده از پوشش ایزولاسیون حرارتی در کف استخر	۸
	۳۸. استفاده از کف‌پوش‌هایی با عایق حرارتی مناسب در محیط استخر	۸
	۳۹. استفاده از سیستم‌های جذب‌کنندهٔ حرارتی	۸
	۴۰. استفاده از کاورهای حرارتی روی استخرها	۷
	۴۱. استفاده از رنگ‌های تیره در محیط استخر	۶
	۴۲. استفاده از سیستم‌های گرمایش مرکزی برای حفظ دمای مطلوب آب استخر	۵
	۴۳. استفاده از انرژی زمین‌گرمایی جهت گرمایش آب	۵
	۴۴. استفاده از سیستم‌های هوشمند مدیریت دما مطابق با شرایط آب‌وهوایی و تعداد کاربران	۵
	۴۵. استفاده از سیستم‌های ترموستاتیک جهت کنترل دما در استخر	۴
	۴۶. استفاده از پوشش متحرک خودکار	۴

ادامهٔ جدول ۳.

مضمون اصلی	مضمون فرعی	فراوانی
نظارت و بازرسی	۴۷. نظارت، بازرسی و ارزیابی مستمر از مصرف انرژی در تجهیزات مختلف استخر	۱۱
	۴۸. تعمیر به‌موقع و ارزیابی‌های مستمر از سیستم لوله‌کشی	۱۰
	۴۹. بررسی و نظارت مستمر بر دمای آب و محیط استخر	۹
	۵۰. نظارت و بازرسی بر پارامترهای مهم آب مانند PH، کلر، مواد آلی، و میزان تراکم میکروبی	۸
	۵۱. رصد و کنترل میزان تبخیر آب در استخر	۸
	۵۲. بررسی و نظارت مستمر بر سیستم‌های روشنایی، تهویهٔ هوا و کنترل‌کنندهٔ آب	۸
	۵۳. ارزیابی مناسب از زمان تعویض تجهیزات قدیمی با تجهیزات جدید	۷
	۵۴. نظارت و بازرسی بر وضعیت عایق‌ها و تعمیر و تغییر آن‌ها در صورت لزوم	۷
	۵۵. بررسی و کنترل مناسب سیستم کنترل تراکم و حجم آب استخر	۶
	۵۶. بررسی و کنترل مناسب بر تراکم جمعیت کاربران استخر در یک بازهٔ زمانی مشخص	۶
	۵۷. نظارت بر رفتار کارکنان و کاربران در زمینهٔ بهینه‌سازی مصرف انرژی	۶
نور	۵۸. استفاده از نورپردازی طبیعی با استفاده از پنجره‌ها و سقف‌های شیشه‌ای و شفاف	۱۰
	۵۹. استفاده از سیستم‌های نورپردازی هوشمند به منظور کنترل میزان روشنایی	۱۰
	۶۰. استفاده از لامپ‌های کم مصرف و ال ای دی با راندمان بالا	۹
	۶۱. استفاده از چراغ‌های زیرآبی با کمترین مصرف انرژی برای روشنایی اجزای زیرآبی استخر	۷
	۶۲. استفاده از رنگ‌های روشن در دیوارها و سقف رختکن به منظور افزایش انعکاس نور	۷
	۶۳. استفاده از حسگرهای نور به منظور تنظیم خودکار روشنایی بر اساس شدت نور خارج	۶
	۶۴. استفاده از سیستم‌های تنظیم شدت نور براساس نیاز کاربران	۶
	۶۵. استفاده از سیستم‌های تنظیم دمای رنگ نور برای ایجاد اثرات زیبایی‌شناختی	۵
هوا	۶۶. استفاده از سیستم‌های تهویهٔ طبیعی و انتقال هوای تازه از بیرون	۹
	۶۷. بهینه‌سازی سیستم‌های فیلتراسیون هوا	۷
	۶۸. استفاده از سیستم‌های مدیریت رطوبت هوا	۷
	۶۹. تأمین جریان هوای مناسب در داخل استخر به منظور حفظ همگنی شرایط دما و رطوبت	۶
	۷۰. استفاده از سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترل دی‌اکسید کربن به منظور حفظ آن در محدودهٔ ایمن	۶
	۷۱. سیستم‌های تهویه مطبوع و تصفیهٔ هوشمند مقابله با ذرات ریز و آلاینده‌های محیط استخر	۶
	۷۲. استفاده از سیستم‌های جذب صدا و کنترل ارتعاش در محیط استخر	۴

دومین مضمون شناسایی‌شدهٔ مهم در ارتباط با حیطهٔ پژوهش، مواد و مصالح است. استفاده از مواد و مصالح مناسب در فرایند ساخت و تجهیزات استخرها، به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های مربوط به انرژی کمک می‌کند. در همین‌راستا بتن مسلح به علت مقاومت بالا در برابر فشار و ضربهٔ آب، عایق‌بندی بهتر، حفظ حرارت و بهبود عملکرد حرارتی، به کاهش مصرف انرژی در استخرهای شنا کمک می‌کند. این مادهٔ ساختمانی با خواص ضد آبی و مقاوم در برابر فشار و ضربهٔ آب، مناسب برای ساخت استخرها است. استفاده از بتن مسلح به عنوان جدارهٔ استخر، کنترل تراکم آب را فراهم می‌سازد و از نفوذ آب به بخش‌های دیگر ساختمان جلوگیری می‌کند؛ که منجر به کاهش نیاز به سیستم‌های گرمایش و سرمایش استخر می‌شود. علاوه بر این، توان ذخیرهٔ گرمایی بتن مسلح، تأثیر مثبتی روی آسایش حرارتی و محافظت گرمایی استخر دارد. دریافت و جذب انرژی تابشی و سرد شدن آهسته از مزایای این مصالح به شمار می‌رود و هدررفت حرارت از استخر به محیط را کاهش می‌دهد. بنابراین به منظور دستیابی به بهترین نتایج و کاهش مصرف انرژی مؤثر، طراحی و اجرای مناسب سازهٔ استخر و انتخاب مواد مناسب از اهمیت بالایی برخوردارند. برخی دیگر از راهکارهای شناسایی‌شده در این بخش شامل: استفاده از مصالح مقاوم در برابر آب، استفاده از سیستم‌های خورشیدی برای تولید برق، استفاده از پوشش‌های عایق در تجهیزات، استفاده از پوشش‌های با خاصیت ضد خوردگی و زنگ‌زدگی، استفاده از سردوش‌های کم‌مصرف در محل حمام کاربران استخر است.

سومین مضمون شناسایی‌شدهٔ مهم در ارتباط با مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا، دما است. دما نیز مانند آب در کاهش مصرف انرژی در استخرهای شنا نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. تنظیم دمای آب استخر به طور کلی سبب صرفه‌جویی در انرژی می‌شود. ضمن آنکه تعادل حرارتی در استخرها نیز اهمیت بالایی برخوردار است. دمای آب باید به طور یکنواخت در

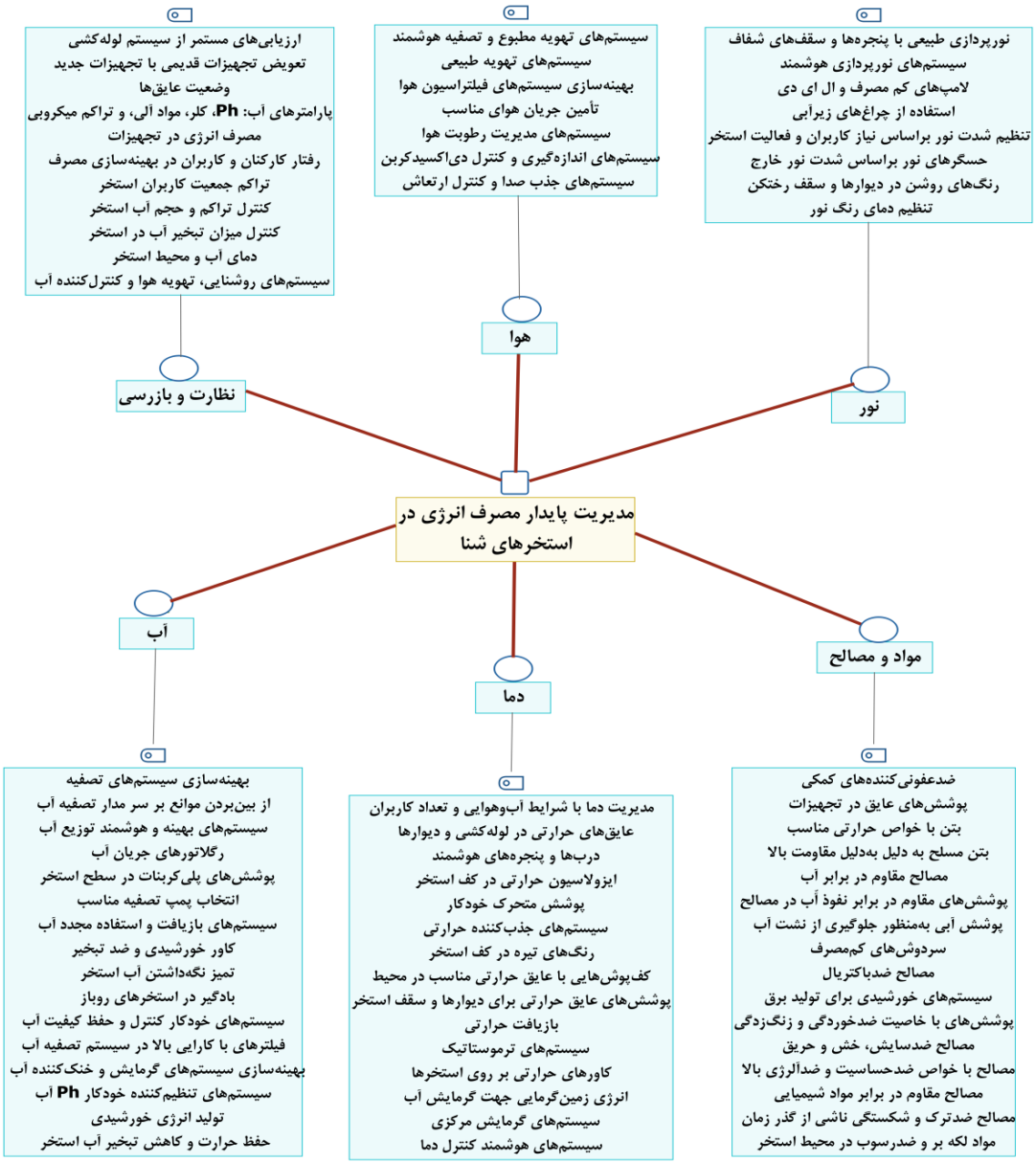
سطح استخر توزیع شود تا شناگران به طور یکسان از آب با دمای مناسب بهره گیرند. بنابراین، استفاده از سیستم‌های هوشمند کنترل دما و تنظیم و توزیع دمای آب استخر در محدودهٔ مناسب، سبب صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود و هزینه‌های مرتبط با انرژی را کاهش می‌دهد. افزون بر موارد بیان‌شده، حفظ دمای مناسب در محیط استخر، از یک‌طرف سبب صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود؛ و از سوی دیگر کنترل دقیق و هوشمند دما کمک می‌کند تا میزان مصرف انرژی به منظور گرمایش و خنک کردن محیط کاهش پیدا کند. در همین‌راستا استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و سیستم‌های بازیافت حرارتی می‌تواند بسیار مؤثر باشد. همچنین، استفاده از روش‌های عایق‌بندی حرارتی، هدررفت حرارتی را کاهش و بهبود بهره‌مندی از مصرف انرژی را فراهم می‌سازد. برخی دیگر از راهکارهای شناسایی‌شده در این بخش شامل: عایق‌های حرارتی در لوله‌کشی‌ها، استفاده از پوشش‌های عایق حرارتی برای دیوارها و سقف استخر، استفاده از درب‌ها و پنجره‌های هوشمند، استفاده از پوشش ایزولاسیون حرارتی در کف استخر، استفاده از کف‌پوش‌هایی با عایق حرارتی مناسب در محیط استخر، استفاده از سیستم‌های جذب‌کنندهٔ حرارتی، استفاده از کاور حرارتی، استفاده از پنل‌های عایق در کف محیط استخر و استفاده از انرژی زمین‌گرمایی است.

چهارمین مضمون شناسایی‌شدهٔ مهم در ارتباط با راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا، نظارت و بازرسی است. جایگزینی تجهیزات قدیمی با تجهیزات جدید در استخرهای شنا، نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی دارد. در صورتی که تجهیزات قدیمی در استخرهای شنا قابلیت بهره‌برداری بهینه و کارایی انرژی مناسب را نداشته باشند؛ تعویض آن‌ها با تجهیزات جدید و به‌روز، بهبود قابل توجهی در مصرف انرژی ایجاد می‌کند. همچنین حفظ عملکرد بهینه در مصرف انرژی و کاهش خطرات مرتبط با سیستم لوله‌کشی استخرهای شنا، نیازمند تعمیر به‌موقع و ارزیابی‌های مستمر در بازه‌های زمانی مختلف است. سیستم لوله‌کشی شامل شبکه‌ای از لوله‌ها و اتصالات است که آب را به بخش‌های مختلف استخر منتقل می‌کند. تعمیر به‌موقع و ارزیابی‌های مستمر به معنای تشخیص و رفع هر گونه خرابی، نشتی یا کاهش کارایی در سیستم لوله‌کشی است. این فعالیت‌ها باید به طور منظم و پیوسته انجام شود تا از وقوع مشکلات بزرگ‌تر جلوگیری شود. برخی دیگر از راهکارهای شناسایی‌شده در این بخش شامل: بررسی و نظارت مستمر بر دمای آب و محیط استخر، نظارت و بازرسی بر پارامترهای مهم آب مانند pH، کلر، مواد آلی، و میزان تراکم میکروبی، رصد و کنترل میزان تبخیر آب در استخر، بررسی و نظارت مستمر بر سیستم‌های روشنایی، تهویهٔ هوا و کنترل‌کنندهٔ آب است.

پنجمین مضمون شناسایی‌شدهٔ مهم، نور است. استفاده از روشنایی طبیعی در استخرهای شنا به طور قابل توجهی مصرف انرژی الکتریکی را کاهش می‌دهد. با استفاده از پنجره‌ها، سقف‌های شیشه‌ای و سایر منابع نور طبیعی، می‌توان نیاز به نور مصنوعی را کاهش داد. در این‌راستا، معماری استخرها باید به گونه‌ای طراحی شود که استفادهٔ بهینه از نور خورشید را ممکن سازد. استفاده از رنگ‌های روشن در دیوارها و سقف رختکن یک راهکار مؤثر برای افزایش انعکاس نور در فضاها است. رنگ‌های روشن، به دلیل خاصیت بازتابندگی بالا، میزان نوری که به آن‌ها برخورد می‌کند را بیشتر به فضا منتقل می‌کنند و از جذب نور کاسته می‌شود. این ویژگی باعث می‌شود که نور در سراسر اتاق منتشر شود و فضا روشن‌تر به نظر بیاید. از طرف دیگر، استفاده از سیستم‌های هوشمند کنترل نور، که میزان نور را براساس شرایط جوی و زمان روز تنظیم می‌کنند نیز عاملی مؤثر در کاهش مصرف انرژی محسوب می‌شود. این سیستم‌ها با استفاده از حسگرهای نور و تکنولوژی هوش مصنوعی، میزان روشنایی را بر اساس نیاز و شرایط محیط تنظیم می‌کنند. برخی دیگر از راهکارهای شناسایی‌شدهٔ مهم در این بخش شامل: استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف و ال‌ای‌دی با راندمان بالا، استفاده از چراغ‌های زیرآبی با کمترین مصرف انرژی برای روشنایی اجزای زیرآبی استخر است.

آخرین مضمون شناسایی‌شده، هوا است. در همین‌راستا سیستم‌های نوین تصفیهٔ هوا در استخرها، به طور قابل توجهی به بهبود کیفیت هوا کمک می‌کنند. این سیستم‌ها معمولاً با فیلترهای قوی و مؤثر، آلاینده‌ها و ذرات ریز را از هوا حذف می‌کنند. برخی از فیلترها می‌توانند ذرات معلق در هوا را تا سایزهای بسیار کوچک فیلتر کنند و در نتیجه، آلاینده‌هایی مانند گرد و غبار، مواد آلی، باکتری‌ها و ویروس‌ها از هوا حذف می‌شود. اساساً حفظ شرایط هوایی مناسب در داخل استخر مهم است؛ این موضوع به منظور حفظ همگنی بین شرایط دما و رطوبت اهمیت دارد. یکی از نکات حائز اهمیت در استخر، توزیع یکنواخت دما و رطوبت

در سراسر محیط است تا همهٔ کاربران بتوانند از تجربهٔ راحت و لذت‌بخشی بهره‌مند شوند. به منظور تضمین توزیع صحیح هوا در استخر، جریان هوای مناسب باید تأمین شود؛ این جریان هوا باعث همگن شدن مناطق مختلف استخر، ازجمله مناطق اطراف استخر، زون‌های مختلف و مناطق دیگر مانند سونا و جکوزی، و کاهش تفاوت‌های قابل توجه در دما و رطوبت می‌شود. با تأمین جریان هوای مناسب، هوای تازه و خنک وارد محیط استخر می‌شود و همچنین هوای گرم و رطوبت بالا از محیط استخر به طور مؤثر تخلیه می‌شود. این تدابیر، در کنار سیستم‌های تهویهٔ مطبوع و تهویهٔ طبیعی که جریان هوای پاک و مناسب را فراهم می‌کنند، به حفظ شرایط هوایی بهینه در استخر و بهبود تجربهٔ کاربران کمک می‌کنند که درنهایت این مسئله در مدیریت مصرف انرژی در استخرها شنا تأثیرگذار است. برخی دیگر از راهکارهای شناسایی‌شدهٔ مهم در این بخش شامل: استفاده از سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترل دی‌اکسید کربن به منظور حفظ آن در محدودهٔ ایمن و استفاده از سیستم‌های جذب صدا و کنترل ارتعاش در محیط استخر است. در شکل ۲ الگوی نهایی نتایج پژوهش نشان داده است.



شکل ۲. الگوی نهایی نتایج پژوهش و راهکارهای کاهش مصرف انرژی

نتیجه گیری

به منظور کاهش مصرف انرژی و منابع طبیعی به‌ویژه آب در استخرهای عمومی نیاز به مدیریت کارآمد و پایدار در این زمینه اهمیت ویژه‌ای دارد. ضمن آنکه استفادهٔ روزافزون از انرژی برای گرمایش و روشنایی سالن‌های ورزشی و هدررفت بالای آب، مشکلات زیست‌محیطی و هزینهٔ اقتصادی بیشتر را موجب خواهد شد. در این پژوهش، راهکارهای مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرها بر پایهٔ مصاحبه با متخصصان در رشته‌های مرتبط شناسایی و پس از تجزیه‌وتحلیل با کمک نرم‌افزار، در ۶ شاخهٔ اصلی ۷۲ زیرشاخهٔ آن‌ها طبقه‌بندی و درجهٔ اهمیت آن‌ها تعیین شد. این مضامین عبارت بودند از: آب، دما، نور، هوا، مواد و مصالح، نظارت و بازرسی. سپس در هر مضمون راهکارهای اجرایی جهت کاهش مصرف انرژی و منابع و بهبود کارایی سیستم مدیریت انرژی همراه با یک الگوی نهایی ارائه شد. از جمله این راهکارها؛ استفاده از کاور خورشیدی و ضد تبخیر، استفاده از سیستم‌های تولید حرارت از انرژی خورشیدی برای گرمایش آب استخر، استفاده از ایزولاسیون حرارتی در کف استخر، استفاده از چراغ‌های زیرآبی کم‌مصرف، استفاده از روشنایی محیطی به منظور کاهش نیاز به روشنایی مصنوعی، استفاده از پوشش‌های عایق در مصالح و تجهیزات، استفاده از سیستم‌های بازیافت حرارتی، بهینه‌سازی سیستم‌های فیلتراسیون هوا، تعویض تجهیزات قدیمی با تجهیزات جدید و نظارت مستمر بر پارامترهای مهم آب مانند pH، کلر، مواد آلی، و میزان تراکم میکروبی را می‌توان برشمرد. به طورکلی پژوهش حاضر به اهمیت مدیریت پایدار مصرف انرژی در استخرهای شنا پرداخت و راهکارهای کاربردی برای کاهش مصرف انرژی و توسعهٔ پایداری محیط زیست ارائه داد؛ که لازم است مدیران ذیربط در ساخت، تجهیز و بهسازی استخرهای شنا به آن توجه داشته باشند.

منابع

[1]. Masoomzadeh A. Review of Tehran Municipality Experiences in the Field of Cost Reduction. Eghtesad Shahr Journal. 2017(7). *[Persian]*

[2]. Ghanian M, Mohaamdzadeh L. Analyzing the farmers' professional competencies needed against climate change; the case study of Southern Basin of Urmia Lake. Geography and Environmental Planning. 2019;30(3):115-36. *[Persian]*

[3]. Rasouli Pareh Yousefian S, Barghi Mogaddam J, Janani H, Najafzadeh MR, Roshan Milani A. optimal energy management in sports venues under the Ministry of Energy with emphasis on renewable energy (East Azerbaijan Province). Sport Physiology & Management Investigations. 2022;14(1):161-76. *[Persian]*

[4]. KHANI MS, FALLAHI E, BANESHI M. Modeling for Energy Supply Management in Iran Based on Technical, Economic and Environmental Criteria. 2016.

[5]. Beigi A, Fatahi F. Improving Energy and Comfort Management in Smart Buildings. Iranian Energy Economics. 2022;12(45):71-93. *[Persian]*

[6]. Zaouali K, Ammari ML, Tabka M, Choueib A, Bouallegue R, editors. Smart Home Resource Management based on Multi-Agent System Modeling Combined with SVM Machine Learning for Prediction and Decision-Making. The Eleventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions; 2018.

[7]. VazifehdanMolla Shahi M, ManoochehriNejad M, Hakak Zadeh M. A Model Framework for Construction and Development of Sports Facilities through Composite Design Approach. Strategic Studies On Youth and Sports. 2021;19(50):67-82. *[Persian]*

[8]. Azaza M, Eskilsson A, Wallin F. Energy flow mapping and key performance indicators for energy efficiency support: A case study a sports facility. Energy Procedia. 2019;158:4350-6.

[9]. Lucas S, Pinheiro MD, de la Cruz Del Río-Rama M. Sustainability Performance in Sport Facilities Management. Sports Management as an Emerging Economic Activity: Trends and Best Practices. 2017:113-38.

[10]. Zare Abandansari M, Naghizadeh Baghi A, Taheri H, Yanpi T. Developing a Model for Water Safety in Swimming Pools. Journal of Marine Medicine. 2022;4(3):167-75.

[11]. Cardoso B, Gaspar AR, Góis JC, Rodrigues E, editors. Energy and water consumption characterization of portuguese indoor swimming pools. CYTEF 2018 VII Congreso Ibérico, Ciencias y técnicas del frío 19-21 June 2018, Valencia, Spain; 2018.

[12]. Lee W-J, Kenarangui R. Energy management for motors, systems, and electrical equipment. IEEE Transactions on industry applications. 2002;38(2):602-7.

[13]. Mahmoudi A. Identifying barriers to optimal energy management in Tehran's arenas. New Trends in Sport Management. 2023;11(42):0-. *[Persian]*

[14]. Zare Abandansari, M., Naghizadeh Baghi, A., Naghizadeh Baghi, M. Identifying sustainable development solutions and green management in designing football stadiums. Green Development Management Studies, 2023; 2(2). *[Persian]*

[15]. Ansari Ardali A, Keshkar S, Karegar G. Identifying the requirements and actions for green management in relation to the sustainable development of Iranian football stadiums. Sport Management Studies. 2022;14(75):195-220. *[Persian]*

[16]. Mahdizadeh M, Nazarian Madvani A, Shahbazi M. Presenting a structural descriptive model (ISM) of energy consumption management in sports education complexes in Tehran. Applied Research in Sport Management. 2020;9(1):65-72. *[Persian]*

[17]. Buscemi A, Biondi A, Catrini P, Guarino S, Brano VL. A novel model to assess the energy demand of outdoor swimming pools. Energy Conversion and Management. 2024;302:118152.

[18]. Smedegård OØ. Optimizing Energy and Indoor Climate Systems in Swimming Facilities. 2023.

[19]. Ilgaz R, Yumrutaş R. Heating performance of swimming pool incorporated solar assisted heat pump and underground thermal energy storage tank: A case study. International Journal of Energy Research. 2022;46(2):1008-31.

[20]. Yuan X, Chen Z, Liang Y, Pan Y, Jokisalo J, Kosonen R. Heating energy-saving potentials in HVAC system of swimming halls: A review. Building and Environment. 2021;205:108189.

[21]. Li Y, Nord N, Huang G, Li X, editors. Swimming pool heating technology: A state-of-the-art review. Building simulation; 2021: Springer.

[22]. Marinopoulos I, Katsifarakis K. Optimization of energy and Water Management of swimming pools. A case Study in Thessaloniki, Greece. Procedia environmental sciences. 2017;38:773-80.

[23]. Smedegård OØ, Aas B, Stene J, Georges L, Carlucci S. Systematic and data-driven literature review of the energy and indoor environmental performance of swimming facilities. Energy Efficiency. 2021;14:1-27.