مطالعات مدیریت ورزشی دوره۱۲، شماره ۶۴، بهمن و اسفند ۱۳۹۹، صص ۱۵۰-۱۳۳

مقالهٔ پژوهشی

اولویت‌بندی فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی

امین دهقان قهفرخی[۱]، بهاره پور شریف سورکوهی[۲]، امیر انصاری اردلی[۳]، مجید جلالی فراهانی[۴]

۱. استادیار مدیریت ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول)
۲. کارشناسی‌ارشد مدیریت ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. کارشناسی‌ارشد مدیریت ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۴. دانشیار مدیریت ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۱۹

چکیده

این پژوهش با هدف اولویت‌بندی فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی انجام شد. روش پژوهش حاضر از نوع آمیخته بود. در بخش کیفی ابتدا با مرور پیشینهٔ پژوهش و مصاحبه با نخبگان آگاه از موضوع، تا حد رسیدن به اشباع نظری (مصاحبه با ۱۱ نفر از افرادی که سابقهٔ پژوهشی یا اجرایی در حوزهٔ انرژی در صنعت ساخت و ساز و ورزش داشتند)، فناوری‌های نوین کاهش مصرف انرژی در سه مؤلفهٔ آب (شش فناوری)، برق (نُه فناوری) و گاز (نُه فناوری) شناسایی و دسته بندی شدند. سپس فناوری‌های شناسایی‌شده در قالب پرسشنامهٔ مقایسه‌های زوجی در اختیار نمونهٔ آماری در بخش کمّی قرار گرفتند. جامعهٔ آماری در بخش کمّی ۵۰ نفر بودند که شامل اساتید مدیریت اماکن ورزشی، اساتید دانشکده‌های فنی، مدیران اماکن ورزشی پیشرفته، کارشناسان شرکت توسعه و تجهیز اماکن ورزشی و کارشناسان دفتر محیط‌زیست وزارت ورزش و جوانان می‌شدند. نمونهٔ آماری با جامعهٔ آماری برابر بود و ۵۰ پرسشنامه برگشت داده شد. از روش تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط نرم‌افزار بهین‌گستر برای مقایسهٔ دوبه‌دوی فناوری‌ها و اولویت‌بندی فناوری‌های کاهش مصرف انرژی در اماکن ورزشی استفاده شد. «دوش آینده» در کاهش مصرف آب (با وزن نسبی ۰/۳۲) و «سیستم مدیریت ساختمان» در کاهش مصرف برق و گاز (با وزن نسبی ۰/۳۰ و ۰/۲۹) مهم‌ترین فناوری‌ها شناخته شدند؛ بنابراین با توجه به محدودبودن منابع انرژی در کشور، مدیران اماکن ورزشی باید در راستای بهره‌وری از فناوری‌های برتر به‌منظور توسعهٔ پایدار اماکن ورزشی گام بردارند.

واژگان کلیدی: توسعهٔ پایدار، اماکن ورزشی، مصرف انرژی، فناوری‌های نوین.

1. Email: a_dehghan@ut.ac.ir
2. Email: poorsharifb@gmail.com
3. Email: amiransaaari@gmail.com
4. Email: jalali@ut.ac.ir

مقدمه

درحال‌حاضر سیستم‌های انرژی استفاده‌شده در بیشتر کشورهای درحال‌توسعه مبتنی‌بر سوخت‌های فسیلی‌اند. از طرفی منابع انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی درحال تمام‌شدن هستند و این منابع مشکلاتی همانند بی‌ثباتی قیمت و عرضه دارند. مهم‌تر اینکه تأثیرات زیست‌محیطی ناشی از این منابع مشکلات عمده‌ای همچون گرم‌شدن کرهٔ زمین و آلودگی هوا را به‌دنبال دارد و این مسائل موجب اشتیاق جامعهٔ جهانی به‌سوی بهره‌بردن از منابع انرژی تجدیدپذیر شده است (مارتینز، فلگوئیراس و اسمیتکووا و کاتانو[1]، ۲۰۱۹، ۱)؛ ازاین‌رو ساختمان‌های امروز می‌باید طوری طراحی شوند که بیشترین استفاده را از انرژی‌های طبیعی کنند و با توجه به آنچه پیش‌تر گفته شد، علاوه‌بر کاهش آلودگی، منابع و ذخایر فسیلی را برای آیندگان نیز باقی بگذارند (گیبسون، لوید، بین و هتل [2]، ۲۰۰۸، ۲۷). صنعت ساختمان مقادیر زیادی از منابع انرژی را مصرف می‌کند و به تأثیرات بسیار نامطلوب زیست‌محیطی آن به‌صورت جهانی توجه شده است؛ به‌نحوی‌که ساختمان‌ها تقریباً ۴۰ درصد از مصرف کل انرژی، ۳۰ درصد از تولید گازهای گلخانه‌ای، ۱۷ درصد از مصرف آب شیرین و ۴۵ تا ۶۵ درصد از زباله‌های تولیدی را تشکیل می‌دهند؛ درنتیجه کنترل اثرات زیست‌محیطی ساختمان‌ها به یک موضوع تبدیل مهم شده است (لی، چن، وانگ، خو و چن [3]، ۲۰۱۷، ۱۵۲). ازاین‌رو برای داشتن شهرهای سبز و پایدار باید ساختمان‌ها سبز و پایدار باشند. نه‌تنها در ساختمان‌های جدید، بلکه اتخاذ و اجرای فناوری‌های سبز و پایدار در ساختمان‌های موجود نیز مهم است. بنای سبز به معنی به‌کارگیری فناوری‌های سبز در یک ساختمان در طول چرخهٔ عمر آن است؛ یعنی از ساخت‌وساز تا بهره‌برداری و تخریب اثر منفی محیطی ساختمان‌ها تاحدامکان به‌حداقل برسد. با استفاده از مصالح ساختمانی پایدار و بازیافت و استفادهٔ مجدد از این مواد، ضایعات به میزان درخور توجهی کاهش می‌یابد (پرامانیک، پرامانیک، موکرجی، پال، پال و سینگ[4]، ۲۰۲۰، ۳).

سازهٔ یک محیط ورزشی بخش مهم و وسیعی از زمین‌های کشور همچون استادیوم‌ها، پیست‌ها، استخرها، سالن‌های سرپوشیده و روباز را به خود اختصاص می‌دهد و ورزشکاران کشورها از غیرحرفه‌ای تا حرفه‌ای در محیط‌های ورزشی به تمرین و رقابت می‌پردازند. همهٔ این‌ها به معنی استفادهٔ زیاد کاربران از اماکن ورزشی و درنتیجه استفادهٔ مداوم از تجهیزات و انرژی است. امروزه مقولهٔ ورزش علاوه‌بر ورزشکاران و علاقه‌مندان، حتی افراد کم‌علاقه یا دور از ورزش را نیز تحت‌الشعاع خود قرار داده است؛ بنابراین یک مکان ورزشی باید ترویج‌دهندهٔ فرهنگ پایداری و ورزش سبز باشد؛ یعنی

1. Martins, Felgueiras, Smitkova & Caetano
2. Gibson, Lloyd, Bain & Hattel
3. Li, Chen, Wang, Xu & Chen
4. Pramanik, Mukherjee, Pal, Pal & Singh

فضایی باشد که در تعامل با محیط‌زیست است و رعایت‌کنندهٔ اصول مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف سوخت باشد (جلالی فراهانی، ۲۰۱۴، ۲۵). در ساختمان‌ها و اماکن ورزشی در مقایسه با سایر ساختمان‌ها انرژی بیشتری مصرف می‌شود (آزازار، اسکیلسون و والین[1]، ۲۰۱۹، ۴۳۵۱). اماکن ورزشی بزرگ نظیر استادیوم‌های فوتبال منابع مختلفی نظیر انرژی، آب و مصالح را استفاده می‌کنند، زباله‌های زیادی را تولید می‌کنند، نیاز به حمل‌ونقل را افزایش می‌دهند و تأثیرات محیطی، اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای را از خود به‌جای می‌گذارند (لوکاس، پینهیرو و دل ریو[2]، ۲۰۱۷، ۱۲۰). از یک دیدگاه، در میان انواع اماکن ورزشی، استخرهای سرپوشیده بیشترین مصرف انرژی را دارند؛ به‌طوری‌که به ازای هر متر فضای قابل‌استفاده ۶۶۶ کیلووات انرژی مصرف می‌شود؛ چراکه باید شرایط دمایی راحتی را فراهم کنند. این میزان دربارهٔ استخرهای روباز ۱۰۲ کیلووات و دربارهٔ سازه‌های خیمه‌ای ورزشی ۱۳۲ کیلووات است (کاردوسو، گاسپار، گویس و رودریگز[3]، ۲۰۱۸، ۲). ساختمان‌های سبز یا پایدار به‌دلیل استفاده از فناوری‌های نوین و بهره‌گیری از منابع ارزشمند طبیعی مانند انرژی خورشید، باد و زمین‌گرمایی در کنار استفاده از مصالح مؤثر و گاهی قابل‌بازیافت ساختمانی و شیوهٔ طراحی خاص، در سال‌های اخیر محبوب افراد شده‌اند (علوی، ۲۰۱۵، ۵۳). در بین انواع ساختمان‌ها، استادیوم‌ها و مجموعه‌های ورزشی بیشترین تأثیرات زیست‌محیطی را دارند. از طرفی مشهورترین رویدادهای ورزشی مانند بازی‌های المپیک و جام جهانی فوتبال در هر دوره افراد و طرفداران بیشتری را جذب می‌کنند و این مورد زمینه‌ساز ایجاد فضاهای بزرگ‌تری نظیر فروشگاه‌ها، رستوران‌ها، سالن‌های همایش و... در سازه‌های استادیوم‌ها و اماکن ورزشی شده است؛ به‌عنوان‌مثال، یک استادیوم مدرن با ظرفیت متوسط (۵۵۰۰۰ تماشاگر) دارای انرژی مصرفی ۱۰ هزار مگاوات ساعت در سال است که معادل ۳۶۰۰ تن دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند (مانی، کوکیا، نیکولینی، مارسیلیا و پتروزی[4]، ۲۰۱۸، ۲). گرینت، شیرید و ویکیری[5] در پژوهشی که در زمینهٔ استادیوم و مبلی لندن انجام دادند، نشان دادند که نیروی کل برق ساختمان از منابع نیروی سبز تأمین شده بود. آن‌ها بیان کردند که سه هدف عمده برای استفاده از انرژی در استادیوم‌ها وجود دارد: اول به‌حداقل‌رساندن تقاضا برای انرژی است، دوم تأمین همان مقدار تقاضای کاهش‌یافته از منابع انرژی تجدیدپذیر تاحدممکن است و سوم تأمین بقیهٔ تقاضای انرژی با استفاده از تمیزترین سوخت تجدیدناپذیر است (گرینت و همکاران، ۲۰۰۷، ۳۵). امروزه استادیوم‌های بزرگی در جهان همچون استادیوم ملی گائوشینگ احداث شده‌اند که صفحات

1. Azaza, Eskilsson & Wallin
2. Lucas, Pinheiro & Del Río
3. Cardoso, Gaspar, Góis & Rodrigues
4. Manni, Coccia, Nicolini, Marsegli & Petrozzi
5. Geraint, Sheard & Vickery

خورشیدی بخش اعظم نیروی برق موردنیاز این استادیوم را تأمین می‌کنند. معمار ژاپنی این استادیوم به طراحی اولین استادیوم خورشیدی جهان تصمیم گرفت که در سقف آن از ۸۸۴۴ صفحهٔ خورشیدی استفاده شده است و در هر سال ۱/۱۴ میلیون کیلووات انرژی الکتریسیته تولید می‌کند (آکینو و ناواری[1]، ۲۰۱۵، ۲۸). ساخت استادیوم‌ها و اماکن ورزشی با چنین ویژگی‌هایی نشان‌دهندهٔ برداشتن یک گام اساسی به‌سوی عرصه‌های توسعهٔ پایدار است (مانی و همکاران، ۲۰۱۸، ۲).

رسیدن به اهداف معماری پایدار با بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و راهکارهایی از قبیل تهویهٔ طبیعی، کنترل نور، کنترل بار حرارتی و استفاده از ابزارهای هوشمند به‌منظور جلوگیری از اتلاف بار گرمایشی و سرمایشی در ساختمان امکان‌پذیر می‌شود (علوی، ۲۰۱۵، ۴۱). ماهون و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که ۲۹ درصد از کل الکتریسیتهٔ اماکن ورزشی و ۴۳ درصد از گاز مصرفی آن‌ها صرف تولید آب گرم می‌شود که در صورت استفاده از فناوری‌های مناسب و اصلاح الگوی مصرف آب، مقدار زیادی از هزینه‌های مصرف انرژی در تأسیسات ورزشی کاهش خواهد یافت (ماهون، دونهام و بیرمای[2] ، ۲۰۰۸). یکی از فناوری‌های جدید کاهش مصرف آب که شاید در اماکن ورزشی به‌ویژه در استخرها کاربرد داشته باشد، دوش‌های آینده هستند. دوش آینده باعث صرفه‌جویی در مصرف آب تا ۸۰ درصد می‌شود. این دوش حمام شبیه به دوش‌های ایستگاه‌های فضایی، یک سامانهٔ مداربسته است و آب مصرفی پس از ورود به مخزن با استفاده از نانوفناوری به آب پالایش‌شده و پاک تبدیل می‌شود و پس از گرم‌شدن دوباره به دوش منتقل می‌شود (رونقی، ۱۳۹۵). درهمین‌راستا ماکومبر[3] (۲۰۱۰) کاربرد استفاده از یک نوع سیستم استحصال باران در مناطق گرمسیری را برای آبیاری فضای سبز ارائه داد. جاها، داهال و شرستا[4] در پژوهش خود یکی از روش‌های رفع بحران آب را استفاده از سیستم استحصال آب باران معرفی کرده‌اند. آن‌ها این موضوع را بیان کرده‌اند که برداشت آب باران بالای سقف یکی از گزینه‌های مناسب برای تأمین آب آشامیدنی و یک راه‌حل جایگزین برای تأمین آب در کشورهای درحال‌توسعه است (شرستا و همکاران، ۲۰۱۹، ۲۰). رونقی (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «بحران آب و راهکارهای مصرف بهینه» روش‌های مختلفی را برای بهینه‌سازی مصرف آب ازجمله استفاده از فناوری‌های دوش آینده، سقف‌های استحصال آب باران و به‌کارگیری جریان کم آب در سرویس‌های بهداشتی از طریق نصب فلاشین‌گهای کم‌حجم ارائه داد. بهرامی (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «سیستم مدیریت انرژی (EMS) بر مبنای سیستم مدیریت ساختمان (BMS)» دریافت که با هوشمندسازی ساختمان‌ها و ایجاد سیستم کنترلی و یکپارچه در ساختمان در همهٔ انرژی‌هایی که

1. Aquino & Nawari
3. Mahon, Dunham & Biermaye
4. Macomber
5. Jha, Dahal & Shrestha

طی زمان‌های غیرضروری اتلاف می‌شوند، صرفه‌جویی خواهد شد و از هدررفتنشان پیشگیری خواهد شد.

درحال‌حاضر با رشد فناوری‌های نوینی همچون بام سبز، دیوار ترومپ، مصرف آب خام برای مصارف ضروری و جایگزین‌کردن آب‌های غیرشرب برای دیگر مصارف، نصب شیرآلات و سردوش‌هایی که قابلیت تنظیم فشار و کاهش مصرف آب را دارند، نصب دستگاه‌های روشنایی کاهندهٔ مصرف انرژی، طراحی مناسب فضاهای نورگیر و پوستهٔ ساختمان، هوشمندسازی ساختمان و... می‌توان علاوه‌بر بهینه‌سازی مصرف انرژی، از منابع مصرفی آیندگان نیز حمایت کرد. در این راستا با توجه به اهمیت زیاد فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست (به لحاظ بی‌ضرربودن و کاهش مصرف انرژی)، مدیران و مسئولان کشور می‌باید با درک صحیحی از این فناوری‌ها و زیرنظرگرفتن تلاش رقبا برای دستیابی به فناوری‌های جدید، پیوسته در جهت ارتقای توانمندی فناوری‌های کشور گام بردارند. پژوهشگران مطالعهٔ حاضر تلاش کرده‌اند فناوری‌های کارآمد و جدید مرتبط با بهینه‌سازی مصرف انرژی و قابل‌استفاده در اماکن ورزشی را شناسایی، جمع‌آوری و معرفی کنند که با بخشی از اصول توسعهٔ پایدار همسو باشد؛ ازاین‌رو آشنایی با فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی که حامی منابع تجدیدپذیر انرژی و محیط‌زیست باشند و شناساندن درجهٔ اهمیت و کارایی‌شان، زمینه‌ساز توسعهٔ پایدار است؛ بنابراین سؤال اساسی پژوهش حاضر این است که اولویت‌بندی فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی کدام‌اند؟

روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف، کاربردی و از حیث شیوهٔ اجرا از نوع پژوهش‌های میدانی است. روش پژوهش از نوع آمیخته بود که ترکیبی از روش‌های کیفی و کمّی است. در بخش کیفی ابتدا با مرور پیشینهٔ پژوهش و مصاحبه با نخبگان آگاه از موضوع، تا حد رسیدن به اشباع نظری (مصاحبه با ۱۱ نفر از افرادی که سابقهٔ پژوهشی یا اجرایی در حوزهٔ انرژی در صنعت ساخت‌وساز و ورزش داشتند)، فناوری‌های نوین کاهش مصرف انرژی در سه مؤلفهٔ آب (شش فناوری)، برق (نُه فناوری) و گاز (نُه فناوری) شناسایی و دسته‌بندی شدند. سپس فناوری‌های شناسایی‌شده در قالب پرسشنامهٔ مقایسه‌های زوجی در اختیار نمونهٔ آماری در بخش کمّی قرار گرفت. لازم است ذکر شود که روایی پرسشنامه‌ها به تأیید ۱۱ نفر از متخصصان این حوزه که پیش‌تر به آن‌ها اشاره شد، رسید. جامعهٔ آماری در بخش کمّی ۵۰ نفر بودند که شامل اساتید مدیریت اماکن ورزشی در شهر تهران (۱۵ نفر)، اساتید دانشکده‌های فنی شهر تهران با سابقهٔ پژوهش در حوزهٔ فناوری‌های نوین کاهندهٔ مصرف انرژی (۲۰ نفر)، مدیران اماکن ورزشی پیشرفته در سطح شهر تهران (پنج نفر)، کارشناسان شرکت توسعه

و تجهیز اماکن ورزشی (پنج نفر) و کارشناسان دفتر محیط‌زیست وزارت ورزش و جوانان (پنج نفر) می‌شدند. نمونهٔ آماری با جامعهٔ آماری برابر بود و ۵۰ پرسشنامه برگشت داده شد. از روش تحلیل سلسله‌مراتبی[1] در محیط نرم‌افزار بهین‌گستر برای مقایسهٔ دوبه‌دوی فناوری‌ها و اولویت‌بندی فناوری-های کاهش مصرف انرژی در اماکن ورزشی استفاده شد. همچنین برای بررسی پایایی، پرسشنامه‌های برگشت‌داده‌شده که ضریب ناسازگاری آن‌ها از ۰/۱ بیشتر بودند، حذف شدند. تنها یک پرسشنامه با نرخ ناسازگاری بالا کنار گذاشته شد و داده‌های مربوط به ۴۹ پرسشنامه تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج

جدول شمارهٔ یک مشخصات فردی نمونه‌های آماری از قبیل جنسیت، سن، میزان تحصیلات، گروه آموزشی و حوزهٔ فعالیت شغلی‌شان را نمایش می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات فردی پاسخ‌گویان

Table 1- Demographic Factors

اطلاعات فردی(Demographic)		فراوانی (Frequency)	درصد (Percent)
جنسیت (Sex)	مرد (Male)	38	81
	زن (Female)	9	19
سن (Age)	۲۵ تا ۳۴ (25-34)	20	42.5
	۳۵ تا ۴۴ (35-44)	12	25
	۴۵ تا ۵۴ (45-54)	6	12.5
	۵۵ و بالاتر (55 and more)	9	19
تحصیلات (Education)	کارشناسی (Bachelor)	5	11
	کارشناسی‌ارشد (Master)	25	55
	دکتری (Ph.D)	17	36
حوزهٔ فعالیت (Field)	مدیریت ورزشی (sport Management)	23	49
	مهندسی انرژی (Energy Engineering)	7	15
	مهندسی عمران (Civil Engineering)	13	27.5
	محیط‌زیست (Environment)	4	8.5

1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

یافته‌های جدول شمارهٔ یک نشان می‌دهد که ۱۹ درصد از اعضای نمونه زن و ۸۱ درصد مرد بودند که از این افراد ۴۲/۵ درصد ۲۵ تا ۳۴ سال، ۲۵ درصد بین ۳۵ تا ۴۴ سال، ۱۲/۵ درصد بین ۴۵ تا ۵۴ سال و ۱۹ درصد باقی‌مانده بیشتر از ۵۵ سال داشتند. ۱۱ درصد دارای مدرک کارشناسی، ۵۵ درصد کارشناسی‌ارشد و ۳۶ درصد دارای مدرک دکتری داشتند. همچنین مشاهده شد که بیشترین تعداد افراد نمونه با ۴۹ درصد در حوزهٔ شغلی مدیریت اماکن ورزشی و مدیریت ورزشی، ۱۵ درصد در حوزهٔ مهندسی دستگاه‌های انرژی، ۲۷/۵ در حوزهٔ مهندسی طراحی و ساخت و ۸/۵ در حوزهٔ محیط‌زیست به فعالیت مشغول بودند.

جدول ۲- فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف آب

Table 2- New Usable Technologies in Sports Facilities with Emphasis on Reducing Water Consumption

فناوری (Technology)	وزن نسبی (Weight)	اولویت (Rank)
دوش آینده (Future Bath Showers)	0.323	1
شیرآلات و دوش‌های خودکار (دارای حسگر) (Automatic Valves and Showers with Sensor)	0.282	2
سیستم بازیافت آب‌های حاصل از سرریز لب استخر (Water Recycling System from Pool Lip Overflow)	0.147	3
روکش استخر (Pool Cover)	0.145	4
سقف استحصال باران (Rainwater Catchment Systems)	0.056	5
فلاشینگ‌های کم‌حجم و تجهیزات لوله‌کشی کارآمد با جریان کم آب (Low Volume Flushings and Efficient Piping Equipment with Low Water Flow)	0.047	6

با توجه به جدول شمارهٔ دو، دوش آینده مهم‌ترین و فلاشینگ‌های کم‌حجم با تجهیزات لوله‌کشی کارآمد، کم‌اهمیت‌ترین فناوری‌های نوین در کاهش مصرف آب در اماکن ورزشی به‌شمار می‌روند.

جدول ۳- اولویت‌بندی فناوری‌های قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف برق

Table 3- New Usable Technologies in Sports Facilities with Emphasis on Reducing Power Consumption

اولویت (Rank)	وزن نسبی (Weight)	فناوری (Technology)
1	0.304	سیستم مدیریت ساختمان (BMS) (Building Management System)
2	0.217	پنل خورشیدی (Solar Panel)
3	0.171	پمپ حرارتی خورشیدی برای گرمایش آب استخر (Solar Heat Pump for Heating Pool Water)
4	0.101	لامپ‌های کم‌مصرف LED (Low Consumption LED Lamps)
5	0.076	پروژکتور خورشیدی (Solar Projector)
6	0.054	روکش استخر (Pool Cover)
7	0.036	شیشه‌های هوشمند ذخیره‌ساز یا مبادله‌کنندهٔ الکتریسیته (Smart Glass Saves or Exchanges Electricity)
8	0.025	آب‌سردکن‌های خورشیدی (Solar Water Coolers)
9	0.016	پیکوتوربین برق آبی کوچک (در مسیر سقف استحصال باران) (Small water electric power turbine in the direction of the rain roof)

با توجه به جدول شمارهٔ سه، سیستم مدیریت ساختمان (BMS) مهم‌ترین و پیکوتوربین برقابی کوچک، کم‌اهمیت‌ترین فناوری‌های نوین کاهش مصرف برق در اماکن ورزشی بودند.

پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۴- فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف گاز

Table 4- New Usable Technologies in Sports Facilities with Emphasis on Reducing Gas Consumption

فناوری (Technology)	وزن نسبی (Weight)	اولویت (Rank)
سیستم مدیریت ساختمان (BMS) ((Building Management System))	0.293	1
پمپ حرارتی خورشیدی برای گرمایش آب استخر (Solar Heat Pump for Heating Pool Wate)	0.254	2
شیشه‌های هوشمند ذخیره‌ساز یا مبادله‌کنندهٔ حرارت (Smart Glass saves or Exchanges Electricity)	0.149	3
روکش استخر (Roof Cover)	0.092	4
آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی (Solar Water Heater)	0.084	5
سیستم بازیافت حرارت از لامپ‌های LED (Heat recovery System from LED Lamps)	0.051	6
بام سبز (Green Roof)	0.037	7
دیوار ترومب (Trombe Wall)	0.023	8
رنگ‌های نانوعایق (Nano-Insulated Paints)	0.017	9

با توجه به جدول شمارهٔ چهار، سیستم مدیریت ساختمان (BMS) مهم‌ترین و رنگ‌های نانوعایق، کم‌اهمیت‌ترین فناوری‌های نوین کاهش مصرف گاز در اماکن ورزشی بودند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی از انجام‌دادن پژوهش حاضر، اولویت‌بندی فناوری‌های نوین قابل استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی بود. هریک از فناوری‌ها که در مراحل مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه شناسایی و تأیید شدند، با توجه به شباهت موضوعی و مفهومی در یکی از زیرمجموعه‌های فناوری‌های نوین کاهش مصرف آب، کاهش مصرف برق و کاهش مصرف گاز قرار گرفتند.

براساس یافته‌های پژوهش، در بخش فناوری‌های کاهش مصرف آب نتایج نشان داد که دوش آینده، شیرآلات و دوش‌های خودکار، سیستم بازیافت آب‌های حاصل از سرریز لب استخر، روکش استخر، سقف استحصال باران، فلاشینگ‌های کم‌حجم و تجهیزات لوله‌کشی کارآمد با جریان کم آب در

توالت‌ها، به‌ترتیب مهم‌ترین فناوری‌ها از دیدگاه مشارکت‌کنندگان در پژوهش بودند. با توجه به یافته‌ها مشخص شد که در کاهش مصرف آب «دوش آینده» بیشترین اهمیت را دارد. در این باره نتایج با مطالعهٔ رونقی (۲۰۱۷) که استفاده از تجهیزات تصفیه‌کنندهٔ فاضلاب را از نکات کلیدی مدیریت آب در اماکن ورزشی تفریحی دانسته است، همسوست. این امر به‌منزلهٔ جهشی بزرگ در بحث صرفه‌جویی آب گرم و به‌تبع آن صرفه‌جویی انرژی محسوب می‌شود. محاسبات انجام‌شدهٔ این اختراع نشان داده است که حدود ۸۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کند (رونقی، ۲۰۱۷). «شیرآلات و دوش‌های خودکار دارای حسگر» در اولویت دوم فناوری‌های کاهش مصرف آب قرار گرفتند. این نتیجه با نتایج پژوهش‌های کاشف و سیادت (۲۰۱۳) و ماهون و همکاران (۲۰۰۸) دربارهٔ استفاده از شیرآلات و دوش‌های دارای حسگر به‌عنوان تجهیزات کم‌کنندهٔ مصرف آب همسوست. شاید به این دلیل که شیرآلات و به‌خصوص دوش‌ها در اماکن ورزشی آبی و غیرآبی به تکرار و با فواصل زمانی کمتر در مقایسه با اماکن عمومی دیگر استفاده می‌شوند و تحت‌تأثیر نحوهٔ استفادهٔ کاربران قرار دارند، استفاده از شیرآلات و دوش‌های خودکار که دارای تنظیمات زمان‌بندی هستند، ضروری به‌نظر می‌رسد. «سیستم بازیافت آب‌های حاصل از سرریز لب استخر» در اولویت سوم فناوری‌های کاهش مصرف آب قرار گرفت. این فناوری با نتایج پژوهش کاشف و سیادت (۲۰۱۳) و ماهون و همکاران (۲۰۰۸) دربارهٔ لزوم بازیافت آب‌های لبریزشونده و تلف‌شونده از لب استخرها همسوست. با توجه به نتایج پژوهش کاشف و سیادت (۲۰۱۳)، ۲۹ درصد از کل الکتریسیتهٔ اماکن ورزشی و ۴۳ درصد از گاز مصرفی آن‌ها، صرف تولید آب گرم می‌شود که در صورت استفاده از تجهیزات مناسب و اصلاح الگوی مصرف، هزینه‌های انرژی به مقدار زیادی کاهش خواهند یافت. «روکش استخر» در اولویت چهارم کاهش مصرف آب قرار گرفت که با نتایج پژوهش جوهانسون و وسترلند[1] (۲۰۰۱) دربارهٔ لزوم استفاده از روکش استخر در استخرهای شنا همسوست. کاردوسو و همکاران (۲۰۱۸) نیز استفاده از پوشش برای سطح آب استخر در ساعات بدون استفاده را از راه‌های کاهش مصرف آب و انرژی معرفی کرده‌اند. دلایل احتمالی برتربودن این نوآوری در مقایسه با سقف استحصال باران و فلاشینگ‌های کم‌حجم و تجهیزات لوله‌کشی کارآمد شاید این باشد که روکش استخر سهم بسزایی در جلوگیری از تلفات آب از طریق تبخیر و آلودگی‌های آب استخر دارد. روکش استخر عبارت است از پوششی ونیلی یا پلاستیکی که روی سطح آب استخر کشیده می‌شود. بیشترین تلفات حرارتی استخر از سطح آب صورت می‌گیرد (حدود ۹۵ درصد) که قسمت عمدهٔ آن به‌وسیلهٔ تبخیر سطحی صورت می‌گیرد. «سقف استحصال باران» در اولویت پنجم کاهش مصرف آب قرار گرفت. این فناوری با نتایج پژوهش

1. Johansson & Westerlund

پرابیر، بهانوج و اورال[1] (۲۰۱۴) و ماکومبر (۲۰۱۰) دربارهٔ لزوم استفاده از سقف‌های استحصال باران به‌عنوان تجهیزات بازیافت‌کنندهٔ آب‌های سطحی در توسعهٔ اماکن پایدار، همسوست. شرستا و همکاران (۲۰۱۹) برداشت آب باران بالای سقف را یکی از گزینه‌های مناسب برای تأمین آب آشامیدنی و یک راه‌حل جایگزین برای تأمین آب در کشورهای درحال‌توسعه معرفی کرده‌اند. احتمالاً به این دلیل به فناوری سقف استحصال اهمیت کمتری داده شده است که این سیستم به میزان بارش باران و شرایط جوی محل نصب بسیار وابسته است و در مناطق گرم و خشک یا در فصول کم‌بارش کاربرد ندارد. «فلاشینگ‌های کم‌حجم و تجهیزات لوله‌کشی کارآمد با جریان کم آب در توالت‌ها» در اولویت آخر قرار گرفت. محکمی، کریمیان و پسندیده فرد (۲۰۱۴، ۹) استفاده از تجهیزات کاهندهٔ جریان آب مانند سرشیرها، سردوش‌های هوا و فلاش‌تانک‌های کم‌مصرف را در استخرهای شنا مطرح کردند. هامیری، اسپونر و اسپاورل[2] (۲۰۰۹) معتقدند که تنها عایق‌بندی لوله‌ها که هزینهٔ اندکی نیز برای مدیران دارد، می‌تواند باعث صرفه‌جویی دو تا ۱۰ درصد از انرژی شود که همین اقدام کوچک نیز نادیده گرفته می‌شود.

دربارهٔ فناوری‌های کاهش مصرف برق نتایج نشان داد سیستم مدیریت ساختمان، پنل‌های خورشیدی، پمپ حرارتی خورشیدی، لامپ‌های کم‌مصرف LED، پروژکتورهای خورشیدی، روکش استخر، شیشه‌های هوشمند ذخیره‌ساز یا مبادله‌کنندهٔ الکتریسیته، آب‌سردکن‌های خورشیدی و پیکوتوربین برقابی توالت‌ها، به‌ترتیب مهم‌ترین فناوری‌ها از دیدگاه مشارکت‌کنندگان در پژوهش بودند. «سیستم مدیریت ساختمان» (BMS) بیشترین اهمیت را در کاهش مصرف برق داشت. سیستم مدیریت ساختمان به نظارت اتوماتیک و کنترل ساختمان از لحاظ سرمایش، گرمایش، روشنایی، اعلام و اطفای حریق، کنترل تردد و ارتباط منطقی آن‌ها از طریق یک کنترلگر و پردازشگر دیجیتالی می‌پردازد. این یافته با مطالعات کامیلاریس، ترایفا و پیتسیلادیس[3] (۲۰۱۱)، هالوگارد، واندنبرگ، پولسن، مادسن و یورگنسن[4](۲۰۱۴) و سعید زاده، فرازمند و پنجستونی (۲۰۱۷) دربارهٔ لزوم استفاده از سیستم مدیریت ساختمان برای کنترل مصرف انرژی و بهینه‌سازی آن در ساختمان‌ها همسوست. این افراد معتقدند امروزه کم‌کردن هزینه‌های شارژ در ساختمان‌ها با استفاده از سامانهٔ مدیریت ساختمان امری اجتناب‌ناپذیر است. به باور فانتوزی و لامبرتی[5] (۲۰۱۹)، مدیران اماکن ورزشی به‌دلیل تنوع فضاهای داخلی، برای فراهم‌کردن هم‌زمان کارایی انرژی و کیفیت هوای مناسب با چالش‌هایی مواجه‌اند؛ برای

1. Prabir, Bhaanuj & Ural
2. Hameiri, Spooner & Sproul
3. Kamilaris, Trifa & Pitsillides
4. Halvgaard, Vandenberghe, Poulsen, Madsen & Jørgensen
5. Fantozzi & Lamberti

مثال زمین بازی، جایگاه تماشاگران، رختکن‌ها، حمام‌ها، سرویس‌های بهداشتی، انبارها، فضای اداری و سایر فضاها، هرکدام شرایط و کیفیت هوای خاصی می‌طلبند که یک سیستم مدیریت هوشمند ساختمان می‌تواند تا حدود زیادی به حل این معضل کمک کند. استفاده از «پنل‌های خورشیدی»، «پمپ‌های حرارتی خورشیدی»، «لامپ‌های کم‌مصرف LED» و «پروژکتور خورشیدی» در اولویت دوم تا پنجم کاهش مصرف برق قرار گرفتند. استفاده از پنل‌های خورشیدی با نتایج پژوهش‌های ژیتومیرسکی[1] و همکاران (۲۰۱۲)، یون و همکاران[2] (۲۰۱۳) و حسینی و قراخانی (۲۰۱۷) دربارهٔ لزوم کاربرد پنل‌های خورشیدی در پایدارشدن اماکن و ساختمان‌ها و استفاده از انرژی‌های نو برای تأمین برق تأسیسات همسوست. امروزه استادیوم‌های بزرگی در جهان همچون استادیوم ملی گائوشینگ احداث شده‌اند که صفحات خورشیدی بخش اعظم نیروی برق مورد نیاز این استادیوم را تأمین می‌کنند. معمار ژاپنی این استادیوم به طراحی اولین استادیوم خورشیدی جهان تصمیم گرفت که در سقف آن از ۸۸۴۴ صفحهٔ خورشیدی استفاده شده است و در هر سال ۱/۱۴ میلیون کیلووات انرژی الکتریسیته تولید می‌کند (آکینو و ناواری، ۲۰۱۵، ۲۸). دربارهٔ استفاده از لامپ‌های LED نتایج با مطالعات شیروی، صادقی، سیدزاده و صادقی (۲۰۱۷) و لویس و لوئیس ، هوتی ، تن و تان[3] (۲۰۱۵) همسوست؛ زیرا لامپ‌های کم‌مصرف LED بر انواع دیگر لامپ‌های کم‌مصرف و همچنین لامپ‌های هالوژن و فلورسنت برتری دارند. همهٔ اماکن ورزشی سرپوشیده و حتی بخشی از اماکن ورزشی روباز از لامپ‌های کوچک بهره می‌برند و استفاده از آن‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. استفاده از پروژکتورهای خورشیدی اولویت کمتری داشت. شاید به دلیل اینکه آن‌ها فقط برای بخش‌های روباز اماکن و روشنایی در شب کاربرد دارند. «روکش استخر» در اولویت ششم فناوری‌های کاهش مصرف برق قرار گرفت. به گفتهٔ کاردوسو و همکاران (۲۰۱۸)، با استفاده از این اقدام می‌توان پدیدهٔ تبخیر و انتشار مواد فرار در هوا مانند کلر را که بر کیفیت هوا تأثیر منفی می‌گذارد و اغلب باعث سوزش چشم یا حتی آسم می‌شود، کاهش داد. به عقیدهٔ محکمی و همکاران (۲۰۱۴) گرمایش استخر بدون روکش همانند گرم‌کردن خانه‌ای بدون سقف است و با پوشاندن استخرها توسط روکش در زمان‌های بدون استفاده، طی یک سال می‌توان تقریبا ۶۰ درصد از صرفه‌جویی در مصرف انرژی هیترهای برقی و گازی گرم‌کنندهٔ آب را انتظار داشت. «شیشه‌های هوشمند ذخیره‌ساز یا مبادله‌کنندهٔ الکتریسیته» در اولویت هفتم کاهش مصرف برق قرار گرفتند. پرامانیک و همکاران (۲۰۲۰) انتخاب مصالح ساختمانی و استفاده از فناوری‌های پیشرفته و کارآمد ساخت‌وساز را کلید داشتن ساختمان‌های پایدار می‌دانند.

1. Zhitomirsky
2. Yoon
3. Lewis, Hothi, Tan & Tan

استفاده از این فناوری با نتایج پژوهش ریتر[1] (۲۰۰۷) همسوست. دلایل احتمالی کم‌اهمیت‌بودن این فناوری در کاهش مصرف برق این است که در ایران به زیرساخت‌های اصولی مطابق با کاربرد این شیشه‌ها توجه نمی‌شود و کنترل کاربرد این نوع شیشه‌ها با استفاده از دستگاه‌های کامپیوتری پیشرفته هم مستلزم علم و دانش کافی و هم متحمل‌شدن هزینه‌های زیاد است.

در زمینهٔ فناوری‌های کاهش مصرف گاز نتایج نشان داد که سیستم مدیریت ساختمان، پمپ حرارتی خورشیدی برای گرمایش آب استخر، شیشه‌های هوشمند ذخیره‌ساز یا مبادله‌کنندهٔ حرارت، روکش استخر، آب‌گرم‌کن خورشیدی، سیستم بازیافت حرارت از لامپ‌های LED برای تهویهٔ مطبوع اماکن، بام سبز، دیوار ترومب و رنگ‌های نانوعایق نوین، به‌ترتیب مهم‌ترین فناوری‌ها از دیدگاه مشارکت‌کنندگان در پژوهش بودند. در این بخش «سیستم مدیریت ساختمان» مهم‌ترین فناوری کاهش مصرف گاز بود که با نتایج پژوهش‌های کامیلاریس و همکاران (۲۰۱۱) و هالو گارد و همکاران (۲۰۱۴) همسوست و در حوزهٔ مصرف برق نیز به آن اشاره شد. «پمپ حرارتی خورشیدی» نیز در اولویت دوم قرار گرفت. چو، بای، فونگ و لین[2] (۲۰۱۲) بیان کردند که پمپ‌های حرارتی خورشیدی می‌توانند دمای آب درون استخر را بین ۳۰ تا ۳۵ درجه و فضای روی استخر را تا ۲۳ درجه حفظ کنند و حدود ۶۹ تا ۷۹ درصد صرفه‌جویی انرژی داشته باشند. «شیشه‌های هوشمند ذخیره‌ساز یا مبادله‌کنندهٔ حرارت» در اولویت سوم قرار گرفتند. شهبازی، سیف الهی و دهقان قهفرخی (۱۳۹۹)، التزام مجریان ساخت اماکن ورزشی به انتخاب و بکار بستن مصالح بازیافتی، تجزیه‌پذیر و کاهنده مصرف انرژی را از رفتارهای سبز در حوزه اماکن ورزشی برشمردند. «روکش استخر» در اولویت چهارم فناوری‌های کاهش مصرف گاز قرار گرفت که با یافته‌های پژوهش محکمی و همکاران (۲۰۱۴) دربارهٔ لزوم استفاده از روکش استخر در استخرهای شنا همسوست. حدود ۹۵ درصد از تلفات حرارتی استخر از سطح آب صورت می‌گیرد که قسمت عمدهٔ آن به‌وسیلهٔ تبخیر سطحی و قسمت بسیار اندک آن به‌وسیلهٔ تشعشع است. «آب‌گرم‌کن خورشیدی» در اولویت پنجم قرار داشت. به باور اطمینان، حاجی زاده اقدم و احمدی (۲۰۱۷)، آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی می‌توانند اقدام مناسبی برای حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی باشند. کاتساپراکاکیس[3] و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود با بررسی استادیوم پانکرتان در حومهٔ غربی شهر هراکلون واقع در کشور یونان که میزان بازی‌های فوتبال المپیک ۲۰۰۴ آتن بود، نشان دادند با استفاده از آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی و انرژی زیست توده، این استادیوم توانایی این را دارد که ۱۰۰ درصد از انرژی گرمایشی مورد نیاز خود را تأمین کند. «سیستم بازیافت حرارت از لامپ‌های LED برای تهویهٔ مطبوع اماکن»

1. Ritter
2. Chow, Bai, Fong & Lin
3. Katsaprakakis

در اولویت ششم قرار گرفت. فواید استفاده از این فناوری با نتایج پژوهش آهن[1] (۲۰۱۶) در زمینهٔ بازگشت سرمایه و استفادهٔ بهینه از حرارت لامپ‌های LED از طریق بازیافت حرارتشان همسوست. دلایل احتمالی کم‌اهمیت‌تربودن این فناوری شاید این باشد که در بسیاری از سالن‌ها و رختکن‌ها ممکن است از لامپ‌های کم‌مصرف به غیر از نوع LED استفاده شود؛ بنابراین این سیستم به غیر از مکان‌هایی که در آن از لامپ LED استفاده نمی‌شود، کاربرد ندارد. «بام سبز» و «دیوار ترومب» در اولویت‌های هفتم و هشتم فناوری‌های کاهش مصرف گاز قرار گرفتند. استفاده از این نوآوری با یافته‌های پژوهش حسینی و قراخانی (۲۰۱۷) دربارهٔ استفاده از بام سبز برای توسعهٔ فضای سبز به‌عنوان یک محیط کارا و تأثیرگذار بر دمای داخلی ساختمان همسوست. اماکن ورزشی امروزی باید بیشترین استفاده را از بام‌های خود به‌عنوان یک مکان تفریحی-ورزشی- فضای باز برای کاربران داشته باشند و دمای داخلی ساختمان را برای آسایش کاربران با کاربرد کمتر دستگاه‌های سرمایش و گرمایش گازی در فصول مختلف مطلوب‌تر کنند. «رنگ‌های نانوعایق نوین» در اولویت آخر قرار گرفت. دلیل کم‌اهمیت‌بودن این فناوری این است که معمولاً رنگ‌ها با لایهٔ نازکی که برجا می‌گذارند، تأثیر کمی بر عایق‌کردن دیوارها دارند و احتمالاً این فناوری در مقایسه با هشت فناوری دیگر مقدار بسیار کمی از انرژی را بهینه‌سازی می‌کند.

همان‌گونه‌که بحث شد، اماکن ورزشی، استادیوم و مجموعه‌های ورزشی در هر سال انرژی زیادی را مصرف می‌کنند و مقادیر زیادی از این انرژی مصرف‌شده ناشی از تأسیسات و تجهیزات قدیمی و فرسوده در اماکن است که می‌توان با به‌کارگیری تجهیزات و فناوری‌های نوین در مصرف انرژی مجموعه‌های ورزشی صرفه‌جویی درخور ملاحظه‌ای صورت گیرد. در پژوهش حاضر فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی و درجهٔ اهمیتشان بررسی شدند و به سه بخش مجزا شامل فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف آب، فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف برق و فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف گاز، تقسیم و اولویت‌بندی شدند؛ براین‌اساس «دوش آینده» در بخش مصرف آب و «سیستم مدیریت ساختمان» در بخش مصرف گاز و برق در اولویت‌های نخست قرار گرفتند. از طرفی با توجه به بحران آب در کشور، زیادبودن سرانهٔ مصرف انرژی در کشور و لزوم توسعهٔ اماکن ورزشی سبز و پایدار، پیشنهاد می‌شود دولت و شرکت توسعه و نگهداری از اماکن ورزشی کشور در زمینهٔ کاهش مصرف آب در راستای واردکردن یا شبیه‌سازی دوش آینده، صنعتی‌کردن و عرضهٔ آن به بازار مصرف گام بردارد. علاوه بر این از سیستم مدیریت ساختمان که در اولویت اول فناوری های کاهنده ی مصرف برق و گاز در اماکن ورزشی قرارمی گرفت و موجود بودن

1. Ahn

این سیستم در ایران، دولت باید قوانینی را برای لزوم استفاده از شبکه ها و سیستم های کامپیوتری کنترل کننده و بهینه ساز مصرف انرژی در ساخت اماکن ورزشی جدید لحاظ کند و شرکت توسعه و نگهداری اماکن ورزشی کشور باید در راستای پیاده سازی طرح استفاده از این فناوری ها جهت توسعه ی اماکن ورزشی پایدار در آینده گام های موثری بر دارد.

References

1. Ahn, J. (2016). Development of energy performance metrics for airport terminal buildings using multivariate regression modeling (Unpublished doctoral dissertation). North Carolina State University, United States.
2. Aquino, I., & Nawari, N. O. (2015). Sustainable design strategies for sport stadia. Suburban Sustainability, 3(1), 1-32.
3. Atminan, J., Hajizadeh Aghdam, A., & Ahmadi, A. (2016). Analysis and economic comparison of solar water heater replacement with gas and electric water heaters in Iran. Paper presented at the 5th International Conference on New Approaches to Energy Conservation, Tehran.
4. Azaza, M., Eskilsson, A., & Wallin, F. (2019). Energy flow mapping and key performance indicators for energy efficiency support: A case study a sports facility. Energy Procedia, 158, 4350-4356 .
5. Bahrami, I. (2016). EnMS energy management system based on BMS building management system. Proceedings of the Third National Conference on Climate, Building and Sustainable Energy Optimization with Sustainable Development Approach, Esfahan. (in Persian).
6. Cardoso, B., Gaspar, A. R., Góis, J. C., & Rodrigues, E. (2018). Energy and water consumption characterization of portuguese indoor swimming pools. Paper presented at the CYTEF 2018 VII Congreso Ibérico, Ciencias y técnicas del frío. Valencia, Spain.
7. Chow, T. T., Bai, Y., Fong, K. F., & Lin, Z. (2012). Analysis of a solar assisted heat pump system for indoor swimming pool water and space heating. Applied Energy, 100(1), 309-317 .
8. Fantozzi, F., & Lamberti, G. (2019). Determination of thermal comfort in indoor sport facilities located in moderate environments an overview. Atmosphere, 10(12), 769-796.
9. Geraint, J., Sheard, R., & Vickery, B. (2007). Stadia: A design and development guide. London: Routledge.
10. Gibson, F., Lloyd, J., Bain, S., & Hattel, D. (2008). Green design and sustaiability in sport and recreation facilities. The Smart Jourrnals, 4(2), 20-35.
11. Halvgaard, R., Vandenberghe, L., Poulsen, N. K., Madsen, H., & Jørgensen, J. B. (2014). Distributed model predictive control for smart energy systems. Journal of Latex Class Files, 11(4), 1-9.
12. Hameiri, Z., Spooner, T., & Sproul, A. B. (2009). High efficiency pool filtering systems utilising variable frequency drives. Renewable Energy, 34(2), 450-455.

13. Hosseini, S. A., & Gharakhani, A. (2016). Sustainable architecture and reducing energy consumption in shopping centers. Proceedings of the 5th International Conference on Research in Science and Technology, London, England.
14. Jalali Farahani, M. (2014). Sport facilities management. Tehran: University of Tehran Publication. (in Persian)
15. Jha, M. K., Dahal, K. R., & Shrestha, S. (2019). A review on sustainability of rainwater harvesting with especial reference to Nepal. Int. J. Multidiscip. Res. Stud, 2, 11-23.
16. Johansson, L., & Westerlund, L. (2001). Energy savings in indoor swimming-pools: comparison between different heat-recovery systems. Applied Energy, 70(4), 281-303.
17. Kamilaris, A., Trifa, V., & Pitsillides, A. (2011). Homeweb: An application framework for Web-based smart homes. Paper presented at the International Conference on Telecommunications, Ayia Napa, Cyprus.
18. Kashif, S. M., & Sayyedat, S. M. (2012). Application of water consumption optimization standards in urmia swimming pools. Sports Management Journal, 4(15), 5-14. (in Persian).
19. 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.
20. Lewis, N. T., Hothi, S. S., Tan, D. K. H., & Tan, L. B. (2015). Discordant changes in peak o2 consumption and pcardiac power during weight loaded treadmill exercise. International Journal of Cardiology, 190(1), 185-186.
21. Li, Y., Chen, X., Wang, X., Xu, Y., & Chen, P. H. (2017). A review of studies on green building assessment methods by comparative analysis. Energy and Buildings, 146, 152-159.
22. Lucas, S., Pinheiro, M. D., & Del Río, M. D. L. C. (2017). Sustainability Performance in Sport Facilities Management. In Sports Management as an Emerging Economic Activity (pp. 113-138). Springer, Cham.
23. Macomber, P. S. H. (2010). Guidelines on rainwater catchment systems for Hawaii. Manoa, Publication of College of Tropical Agriculture and Human Resources.
24. Mahkami, A., Karimian, M., & Pasandide Fard. A. (2013). Optimization of energy consumption in swimming pools. Paper presented at the National Conference on Fuel, Energy and Environment, Tehran.
25. Mahon, J., Dunham, C., & Biermayer, P. (2008). Saving water saves energy, energy efficiency in domestic appliances and lighting. International Conference FEDAL 6, European Commision, California .
26. 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.
27. Martins, F., Felgueiras, C., Smitkova, M., & Caetano, N. (2019). Analysis of fossil fuel energy consumption and environmental impacts in European countries. Energies, 12(6), 964-975 .
28. Prabir, S., Bhaanuj, Sh., & Ural, M. (2014). Energy generation from gray water in high riesed building: The case of India. Renewable Energy, 69(1), 284- 289r

29. Pramanik, P. K., Mukherjee, B., Pal, S., Pal, T., & Singh, S. P. (2020). Green smart building: Requisites, architecture, challenges, and use cases. In A Solanki, & A. Nayyar (Ed.), Green building management and smart automation (pp. 1-50). New York: IGI Global.
30. Ritter, A. (2007). Smart materials in architecture, interior architecture and design. Switzerland: Birkhauser.
31. Ronaghi, F. (2017). Water crisis and optimal consumption solutions. In Proceedings of the International Conference on Engineering Sciences, Urban Planning and Sustainable Environment, Istanbul, Turkey. (in Persian).
32. Saeedzadeh, F., Farazmand, A., & Panjastoni, A. (2016). Smart building and Kgarbard it in human life. Paper presented at the Proceedings of the Third International Conference Technology, Berlin, Germany.
33. Shahbazi, R., Seifollahi, A., Dehghan Ghahfarokhi, A. (2020). Typology of Green Behaviors in Sport Facilities. Scientific Journal of Organizational Behavior Management in Sport Studies, 7(1), 79-93. doi: 10.30473/fmss.2020.50463.2065 (in Persian).
34. Shiravi, E., Sadeghi, H., Sayyidzadeh, M. I., & Sadeghi, A. (2015). Heat recovery from LED lamps with air conditioning in office buildings. Proceedings of the International Conference on Technology and Energy Management, Third Iranian National Association Conference, Theran. (in Persian).
35. Yoon, W., Boercker, J. E., Lumb, M. P., Placencia, D., Foos, E. E., & Tischler, J. G. (2013). Enhanced open-circuit voltage of PbS nanocrystal quantum dot solar cells. Scientific reports, 3(1), 1-7.
36. Zhitomirsky, D., Furukawa, M., Tang, J., Stadler, P., Hoogland, S., Voznyy, O, & Sargent, E. H. (2012). N-type colloidal-quantum-dot solids for photovoltaics. Advanced materials, 24(46), 6181-6185.

استناد به مقاله

دهقان‌قهفرخی، امین.، پورشریف‌سورکوهی، بهاره.، انصاری‌اردلی، امیر.، و جلالی‌فراهانی، مجید. (۱۳۹۹). اولویت‌بندی فناوری‌های نوین قابل‌استفاده در اماکن ورزشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی. مطالعات مدیریت ورزشی، ۱۲(۶۴)، ۵۰-۱۳۳. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smrj.2020.8367.2867

Dehghan Ghahfarokhi, A., Pour Sharif Surkuhi, B., Ansari Ardali, A., & Jalali Farahani, M. (2021). Prioritizing New Usable Technologies in Sports Facilities with an Emphasis on Reducing Energy Consumption. Sport Management Studies, 12(64), 133-50. (in Persian). DOI: 10.22089/smrj.2020.8367.2867

Prioritizing New Usable Technologies in Sports Facilities with an Emphasis on Reducing Energy Consumption

A. Dehghan Ghahfarokhi[1], B. Pour Sharif Surkuhi[2], A. Ansari Ardali[3], M. Jalali Farahani[4]

1. Assistant Professor, Department of Sport Management, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
2. M.A. Department of Sport Management, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. M.A. Department of Sport Management, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba`i, Tehran, Iran.
4. Associate Professor, Department of Sport Management, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Received: 2020/01/20 Accepted: 2020/08/09

Abstract

This research aims to prioritizing new usable technologies in sports facilities with an emphasis on reducing energy consumption. Mixed research method (qualitative and quantitative) have used in this study. The population of the study was 50 of experts that had studies in areas of sport facilities, energy engineering, Civil Engineering and the environment. Sample was equal with population. In the qualitative section, qualitative interviews have conducted with 11 experts. In quantitative section, AHP researcher-made questionnaire by Behingostar software have used to data collection. Findings of the qualitative analysis showed that the new usable technologies used in sports facilities with the emphasis of the reduction of energy consumption have divided into the three main indexes of the new technologies reducing water (6 item), power (9 item) and Gas (9 item) consumption. Building management system was the most important technology in reducing power and gas consumption (relative weight 0.30 and 0.29) in sport facilities. Future bath showers (relative weight 0.32) were most important technology in reducing water consumption. Therefore, due to the limited availability of energy resources in the country, managers of sports facilities has to step in order to benefit these technologies to develop sustainable sports facilities in the future.

Keywords: Sustainable Development, Sport Facilities, New Technologies, Energy Consumption.

1. Email: a_dehghan@ut.ac.ir
2. Email: poorsharifb@gmail.com
3. Email: amiransaaari@gmail.com
4. Email: jalali@ut.ac.ir