



مفهوم و اصول توسعه پایدار و ارتباط آن با سیستم مدیریت هوشمند ساختمان در مدیریت انرژی

محمدرضا حاجی رضائی^۱، حسن ذوقی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، mr.hajirezaei@gmail.com، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۲- استادیار، ch_zoghi@kia.ac.ir، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

چکیده

صنعت ساختمان به دلیل مصرف بالای انرژی تأثیر عمده ای بر تغییرات اقلیمی دارد. امروزه یکی از مهمترین مسائلی که در صنعت ساختمان مورد توجه ویژه قرار گرفته است تلاش در جهت مدیریت و بهینه سازی مصرف انرژی است. در این راستا پیدایش تعاریف و مفاهیم توسعه پایدار و به کارگیری آنها که حفظ انرژی، ماده، آب و مسائل زیست محیطی و ... مورد توجه قرار می دهد می تواند کمک شایانی به مدیریت و بهینه سازی انرژی در صنعت ساختمان نماید. در این مقاله نیز به بیان ارتباط میان مقوله توسعه پایدار با صنعت ساختمان سازی در جهت حفظ انرژی پرداخته شده است. از این رو پس از ارائه تعاریف مختلف توسعه پایدار و تبیین اصول آن به معرفی سیستم های انرژی مورد نیاز در یک ساختمان و نکات مورد توجه پیرامون مبحث انرژی در بحث توسعه پایدار پرداخته شده است. سپس راهکارهای مشترک میان ساختمان پایدار و هوشمند از جمله BMS بیان شده است و در نهایت این نتیجه حاصل شد که به کارگیری سیستم مدیریت انرژی یکی از راهکارهای مؤثر در مدیریت انرژی در بخش ساختمان است که منطبق با اصول توسعه پایدار می باشد.

واژه‌های کلیدی: بهینه سازی مصرف انرژی، توسعه پایدار، سیستم مدیریت انرژی، معماری پایدار.

مقدمه

بحث توسعه پایدار توجه فراوانی را در حیطه های مختلف زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی به خود معطوف داشته و از زمان مطرح شدن این بحث طیف وسیعی از تعاریف و مفاهیم به آن اختصاص داده شده است. اغلب صاحب نظران معتقدند که تنها راه رهایی بشر از مشکلات به وجود آمده به واسطه رشد سریع صنعتی جوامع بشری و پیشرفت تکنولوژی و حرکت در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار می باشد (Elliott, J.A, 2006).

پرداختن به بحث توسعه پایدار در حیطه معماری منجر به تدوین معیارهای طراحی پایدار شد (گرچی مهلبانی، ۱۳۸۹).

اما به منظور دستیابی به پایداری، مسأله مناسب بودن روش و مطابقت آن با زمینه های اجتماعی و فرهنگی مردم و استفاده کنندگان محیط نیز حائز اهمیت است. بحث معماری پایدار با موضوع کاهش مصرف انرژی و به کارگیری انرژی های تجدیدپذیر در ارتباط تنگاتنگی است. استدلال پاره ای از صاحب نظران در این مورد آن است که بخش وسیعی از طراحی پایدار، آن چیزی است که از طریق ذخیره انرژی انجام می دهیم (Edwards, B.a, 2001).

دسته ای دیگر سه اصل اساسی را برای دستیابی به پایداری در معماری عنوان می کنند که عبارتند از (Kim, J., 1998): صرفه جویی در مصرف منابع که با کاهش مصرف، استفاده مجدد و بازیافت منابع طبیعی به کار گرفته شده در ساختمان سر و کار دارد، طراحی براساس چرخه حیات، که روشی را برای تحلیل فرآیند ساختن بنا و تأثیرات آن بر محیط زیست مطرح می کند و دست آخر طراحی انسانی که بر تعامل بین انسان و جهان طبیعی تمرکز دارد. به بیان دیگر، چالش معماری پایدار در ارتباط با یافتن یک راه حل جامع برای ملاحظات محیطی و در عین حال برای به دست آوردن سطح کیفیت زندگی و ارزش های فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و آسایشی می باشد.

از آنجا که در اغلب کشورها ساختمان در حدود ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص می دهند (Frost, & Sullivan, 2008).

در این حرکت جهانی؛ معماران نیز همسو با سایر دانشمندان در پی یافتن راهکارهای جدید برای تأمین زندگی مطلوب انسان بوده اند. در این راستا کاربرد مفاهیم پایداری در معماری، مبحثی تازه به نام <<معماری پایدار>> را باز کرده است که بر معماری سازگار با محیط زیست دلالت دارند (سفلایی، ۱۳۸۲). توسعه پایدار و در نتیجه معماری پایدار با رویکردی به گذشته معماری و مجتمع های زیستی که جوابگوی نیازهای مادی، معنوی و فرهنگی ساکنان خود بودند، سعی در همراهی با طبیعت به جای غلبه بر طبیعت و استفاده از انرژی تجدیدپذیر به جای سوختهای فسیلی و در نتیجه، جلوگیری از تباهی منابع و پرهیز از آلودگی محیط زیست دارد (مهدیار و کشتکاران، ۱۳۸۸).

خلاصه ای از عواقب توسعه ناپایدار

جنگل زدایی - بیابان زایی - کاهش منابع دریایی - انقراض گونه های حیات - افزایش گازهای گلخانه ای - تخریب لایه اوزن - از حجم ماهی های اکثر دریاها و اقیانوس ها به میزان زیادی کاسته شده است - خاک اکثر نقاط دنیا به میزان وسیعی در حال فرسایش است - از سال ۱۹۵۰ تاکنون میزان جنگل های قاره ای به نصف کاهش یافته است - هر ساله دهها گونه گیاهی و جانوری روبه انقراض می رود - انبوهی از مواد زائد شامل زباله های خطر آفرین شیمیایی، فلزات سنگین و مواد رادیواکتیو وارد دریا شده است - آلاینده های فوق به همراه نشت نفت خام و فاضلاب، اکوسیستم دریایی را با خطر مواجه ساخته است - روزانه میلیون ها نفر هوای آلوده استنشام می کنند (مددی و والایی، ۱۳۹۵).

تعریف توسعه پایدار

به دلیل پیچیدگی و چند بعدی بودن مفهوم توسعه پایدار ارائه تعریف دقیق و همه جانبه از آن دشوار می باشد. در اینجا چند تعریف مهم مطرح می شود (مددی و والایی، ۱۳۹۵):

کمیسیون توسعه پایدار (برانتلند)

"توسعه ای که نیازهای نسل حاضر را بدون به مخاطره انداختن توانایی نسل های آینده برای رفع نیازهای خود برآورده می کند." در این تعریف حق هر نسل در برخورداری از همان مقدار سرمایه طبیعی که در اختیار دیگر نسلهاست به رسمیت شناخته شده و استفاده از سرمایه طبیعی در حد بهره آن (نه اصل آن که موجب نابودی سرمایه طبیعی است) مجاز شمرده شده است. به عبارت دیگر توسعه در بهره برداری از داده های طبیعی، محدود به حد بازتولید و جریان طبیعی آنهاست. در غیر اینصورت موازنه منفی در بهره برداری از سرمایه طبیعی به کاهش تدریجی آن می انجامد و توسعه را ناپایدار می کند. این همان وضعیتی است که به اصطلاح، توسعه کنونی جهان با تکیه بر رشد اقتصادی به وجود آورده است.

تعریف اتحادیه جهانی حفاظت جهانی در سال ۱۹۹۱

ارتقای کیفیت زندگی انسانی در عین توجه به ظرفیت اکوسیستم های حمایت کننده ای که در آنها زندگی می کنیم.

مفهوم توسعه پایدار

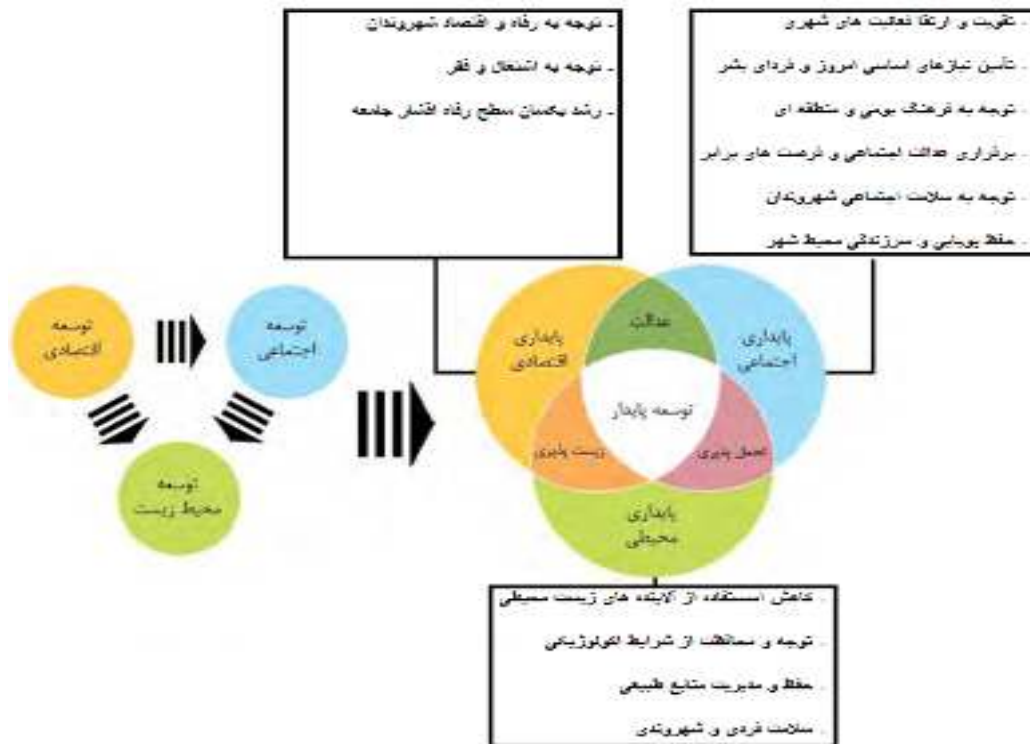
رویارویی با حقیقت پایان پذیری سوخت های فسیلی و مشکلات زیست محیطی به وجود آمده به واسطه تسریع رشد صنعتی جوامع بشری از عوامل اصلی مطرح شدن بحث توسعه پایدار هستند. اصطلاح توسعه پایا یا پایدار نخستین بار در کمیسیون جهانی توسعه و محیط زیست در گزارش آینده مشترک ما (برانتلند) به کار برده شد (ضرابی و اذانی، ۱۳۸۰).

در این گزارش "توسعه پایدار را گونه ای از توسعه نامیدند که به واسطه آن نیاز نسل های امروز بدون ایجاد مخاطره برای نسل های آتی، تأمین شود" (زاهدی و نجفی، ۱۳۸۵). با این وجود تعریف ارائه شده کلی به نظر می رسد و ابعاد مختلف موضوع در آن مشخص نبود این امر منجر به پیدایش برداشت های نادرست از این مفهوم در عرصه های مختلف می شد. به طور مثال در حیطه معماری و شهرسازی مهندسین ابتدا مفهوم توسعه پایدار را معادل با اقدامات انجام شده در جهت بهره وری انرژی می دانستند (Harris, F, 2004). در ادامه با برگزاری کنفرانس ها و ارائه مقالات متعدد، چهارچوب ها، اصول و ابعاد توسعه پایدار روشن تر گردید آنچنان که امروزه مفهوم توسعه پایدار بیشتر در سه حیطه پایداری زیست محیطی، پایداری اقتصادی و پایداری اجتماعی بررسی می شود (شکل ۱) (Elington, J, 2004) که از این قرار است (McKenzie, S, 2004):

۱. **پایداری محیطی:** یک سیستم پایدار از لحاظ محیطی با حفاظت و تقویت پایه منابع فیزیکی، بیولوژیکی و اکوسیستم، به استفاده حداقل از منابع تجدیدناپذیر و روی آوردن به منابع تجدید شونده می پردازد (Harris, J.M, 2000).
۲. **پایداری اقتصادی:** بعد اقتصادی توسعه پایدار با رشد اقتصادی و سایر پارامترهای اقتصادی مرتبط است و در آن رفاه فرد و جامعه باید از طریق استفاده بهینه و کارایی منابع طبیعی و توزیع عادلانه منافع حداکثر شود (زاهدی و نجفی، ۱۳۸۵).
۳. **پایداری اجتماعی:** بعد اجتماعی توسعه پایدار به ایجاد زمینه ای جهت تقویت همبستگی اجتماعی، افزایش میزان تعاملات اجتماعی و ایجاد مساوات و برابری برای دسترسی به امکانات عمومی از قبیل بهداشت، آموزش، حمل و نقل، مسکن و ... می پردازد (WCED, 1987).

پرداختن به ابعاد توسعه پایدار، در حیطه معماری منجر به آن شد که علاوه بر مسئله بهره وری انرژی که با کاهش اثرات سوء زیست محیطی نیز همراه است، بحث تأمین آسایش استفاده کنندگان و کاهش هزینه ها نیز به عنوان لازمه های یک طرح پایدار شناخته شود.

"توسعه پایدار فرایندی است که در آن بهره برداری از منابع، سمت و سوی سرمایه گذاری ها، جهت گیری توسعه فناوری ها و تغییرات بنیادین به وجود آمده همگی به گونه ای هماهنگ در خدمت تأمین نیازها و خواسته های نسل کنونی و آیندگان هستند" (WCED, 1987).



شکل (۱) ابعاد مختلف توسعه پایدار و اهداف مدنظر در آن (عزیزی بابانی، ۱۳۹۵)

همان طور که پیشتر گفته شد، سه اصل اساسی در طراحی پایداری وجود دارد (Eddy, k, & Brad, N, 2008): مردم، سیاره و رونق اقتصادی. با توجه به طبیعت انسان، هر کسی تمایل دارد برای یکی از این سه اصل بیشتر از دوتای دیگر ارزش قائل شود، اما هرچقدر ما بهتر بتوانیم تعادل را بین این سه اصل رعایت کنیم، بیشتر به یک راه حل بهتر دست خواهیم یافت.

اصول معماری پایدار

از جمله اصول معماری پایدار می توان به کاهش مصرف منابع طبیعی و انرژی، طراحی بنا در هماهنگی با اقلیم، استفاده از عوامل طبیعی برای ایجاد آسایش و آرامش و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در بنا، طراحی در هماهنگی با سایت و توجه به ایجاد کمترین تغییرات در زمین و استفاده از مصالح قابل بازیافت، حفاظت از طبیعت و کاهش تولید سموم در آن اشاره کرد (H.Alware, D.J. Clements-Croome, 2010).

اصول طراحی پایدار

صرفه جویی در مصرف منابع

در هر بنا جریان ورودی-خروجی دائمی منابع طبیعی وجود دارد. این جریان با تولید مواد ساختمانی آغاز می شود و در سرتاسر طول عمر بنا ادامه می یابد. بنابراین، معمار با مصرف به جا و محتاطانه منابع می تواند میزان کاربرد ذخایر تجدیدناپذیر را در ساخت و کارکرد بناها پایین آورد. بنا پس از طی دوره حیات سودمند خود باید به عناصر و اجزایی برای دیگر ساختمان ها تبدیل شود. اصل صرفه جویی در مصرف منابع، سه راهبرد را دربر می گیرد که هر یک به نوع خاصی از منابع مورد نیاز در ساخت و بهره برداری بنا تأکید دارند (مددی و والایی، ۱۳۹۵): حفظ انرژی، حفظ آب، حفظ ماده.

۱. حفظ انرژی

پس از اتمام مرحله ساخت، هر بنا به جریان دائم انرژی نیازمند است که در طول بهره برداری به آن وارد می شود. تأثیرات زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی در بناها، در وهله نخست خارج از سایت آنها و در خلال استخراج یا برداشت از منابع انرژی و تولید نیرو حادث می شود. نوع، مکان و میزان تأثیرات زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی در بناها، برحسب نوع انرژی مورد استفاده، متفاوت است. نیروگاههایی که با سوخت های فسیلی انرژی برق تولید می کنند، گازهای سمی نظیر CO، CO₂، SO₂ و NO به اتمسفر متصاعد می کنند. نیروگاههای هسته ای، با ضایعات رادیواکتیو همراه اند که در حال حاضر هیچ راه تثبیت شده ای برای مدیریت آنها وجود ندارد. نیروگاه های آبی نیاز به سد و مخزن آب با قابلیت ذخیره فراوان دارند؛ ساخت سدها در اکوسیستم های رودخانه ای اختلال ایجاد می کند و از میان رفتن زیست گاه های جانوری و گیاهی را به دنبال دارد (مددی و والایی، ۱۳۹۵).

۲. حفظ آب

در هر بنا، مقادیر فراوانی آب برای مصارف آشامیدن، پخت و پز، شست و شو و نظافت، سرویس های بهداشتی، آبیاری گیاهان و جز آن مصرف می شود. تمام این انواع آب مصرفی به تصفیه و انتقال نیاز دارند که مستلزم صرف انرژی است. به علاوه، آبی که در بنا مصرف شده و به شکل فاضلاب خارج می شود نیز باید تصفیه شود (مددی و والایی، ۱۳۹۵).

۳. حفظ ماده

طیفی از مواد ساختمانی به داخل سایت بنا سرازیر می شود. هجوم مواد ساختمانی به سایت، عمدتاً در خلال مرحله ساخت صورت می گیرد. میزان ضایعات حاصل از فرآیند ساخت و نصب تجهیزات قابل توجه است. پس از ساخت، به منظور نگهداری و جایگزینی و نوسازی، جریان آرامی از مواد به داخل ساختمان ادامه پیدا می کند. به علاوه، جریانی از کالاهای مصرفی نیز برای پشتیبانی فعالیت های انسانی، به داخل بنا سرازیر می شود. تمام این مواد چه بازیافت شوند و چه در زمین های دفن زباله تلبار گردند، در نهایت جریان خروجی را شکل می دهند (مددی و والایی، ۱۳۹۵).

سیستم های انرژی در یک ساختمان

سه نوع انرژی در یک ساختمان مورد نیاز است حرارتی، مکانیکی و الکتریکی، انرژی حرارتی برای گرم و سرد کردن محیط و سردسازی و گرم سازی آب و پختن مورد نیاز است، انرژی مکانیکی برای فن ها، موتورها، کمپرسورها، پمپ ها و ... مورد نیاز است و انرژی الکتریکی مستقیماً مورد نیاز برای روشنایی و لوازم مربوط به کامپیوتر و تلویزیون ها می باشد. بسیاری از تجهیزات مکانیکی نیاز به الکتریسیته دارند و همچنین برآورده کردن نیازهای حرارتی ساختمان نیز بدون استفاده از برق کاری سخت به نظر می رسد. دو نوع انرژی دیگر مورد نیاز ساختمان ها نیز مستقیماً به انرژی برق وابسته است. به طور واضح پیشرفت و سرمایه گذاری روی سیستم هایی که موجب کاهش مصرف در انرژی برق شود بسیار مهم بوده و بخشی از توجه به مصالح هوشمند در این راستاست و توجهی که به سیستم های روشنایی و نماها شده در این بخش نشده است. بیشتر توجه ها صرف جایگزینی تولید

الکتریسته بر مبنای سوخت های فسیلی با تولید فتوولتائیکها شده است، شاید تصور شود تولید برق با سوخت های فسیلی مسأله اصلی ساختمان ها نیست اما مسأله اصلی در این رابطه کوچک کردن فتوولتائیک ها به اندازه کافی برای استفاده در مقیاس ساختمان ها می باشد تا بتوانند به طور مثال در نمای ساختمان ها مورد استفاده قرار گیرند. با وجود اینکه فعلاً برق حاصل از فتوولتائیک ها قابلیت وصل و استفاده در شبکه برق شهری ندارد با این حال فتوولتائیک ها استراتژی خط مقدم برای ساختمان های سبز می باشند. به سیستم های دیگر کاربرد مواد هوشمند از قبیل ترموالکتریکها در مقایسه با فتوولتائیک هایی در مقیاس ساختمانی توجه کمتری شده است (ایزدی و امین زاده، ۱۳۹۲).

نکات مورد توجه پیرامون انرژی در بحث توسعه پایدار

در هر مصالحی انرژی وجود دارد، لذا باید دقت شود که انرژی موجود در مصالح هدر نرود- باید توجه نمود در حال استفاده، حداکثر بهره را ببریم. ضمناً این نکته قابل ذکر است که استفاده بهینه از انرژی صرفاً شامل منابع فسیلی نمی شوند بلکه در تمام موارد این امر باید رعایت گردد- استفاده از انرژی های تجدیدپذیر را به جای منابع تجدید ناپذیر در الویت قرار دهیم. مانند انرژی عظیم خورشیدی که به طور رایگان در اختیار همگان قرار دارد- نزدیک به ۵۰ درصد انرژی های جهان به طور متوسط در ساختمان ها و بناها مصرف می شود؛ لذا با بهینه سازی وضعیت ساختمان ها به لحاظ مصرف انرژی می توانیم صرفه جویی عمده ای در مصرف انرژی داشته باشیم (مددی و والایی، ۱۳۹۵).

بهینه سازی مصرف انرژی

تا چند سال اخیر صرفه جویی انرژی اهمیت چندان زیادی نداشت و در نظر مالکان و سرمایه گذاران بخش ساختمان، درک نشده بود. اما با افزایش چشمگیر مصرف و آگاهی از نگرانی های استفاده از انرژی و پیشرفت در فناوری های مقرون به صرفه در انرژی، فواید و کارایی انرژی به عنوان بخشی از وضعیت حقیقی مدیریت ها و استراتژی در عملکردها محسوب شد. این مفاهیم موجب پدید آمدن افق های جدیدی در بخش های ساختمان سازی شد. تجارب تحقیقاتی صورت گرفته بیان می کند که صرفه جویی انرژی در بخش گرمایش و سرمایش در ساختمان های عمومی حدود ۱۰ درصدی می باشد. از مزایای بسیار مهم ساختمان هوشمند، صرفه جویی در مصرف انرژی است. این ساختمان ها بر تمامی نقاط ساختمان با کمترین هزینه و بدون دخالت انسان کنترل دارند و ۳۰ الی ۴۰ درصد در مصرف انرژی صرفه جویی می کنند. در یک ساختمان هوشمند با امکانات و تجهیزات به وجود آمده می توان در هر زمان میزان مصرف انرژی بر پایه مصرف انرژی سوخت و برق را به دست آورد و از آن در جهت کاهش مصرف انرژی و بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان بهره برد. یکی از راهکارهای صرفه جویی در مصرف انرژی علاوه بر استفاده از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان، استفاده از مصالح کارآمد در ساختمان هاست. مصالح هوشمند در تعامل کامل با محیط زیست بوده و منطبق با اهداف توسعه پایدار در معماری است. کاربرد مصالح و سیستم های هوشمند در صرفه جویی مصرف انرژی نقش بنیادین ایفا می کند (عالم راثی، ۱۳۹۲).

انرژی منبعی قابل کنترل است- استفاده بهینه آن منجر به افزایش سود و کاهش هزینه ها می شود (شکوری و همکاران، ۱۳۹۴).

توسعه پایدار و ساختمان هوشمند

عامل کلیدی ارتباط میان دو مفهوم توسعه پایدار و ساختمان هوشمند، افزایش بهره وری انرژی است. بدین معنا که بتوان با حداقل مصرف انرژی آسایش مورد نیاز استفاده کنندگان را چه از جنبه فیزیکی و چه از نظر روانی تأمین نمود. این امر در گرو ایجاد شرایطی است که در آن انرژی تنها در زمان خاص و به مقدار مورد نیاز و با بالاترین میزان کارایی مصرف شود. تأمین چنین

شرایطی مستلزم جمع آوری داده های دقیق و به هنگام از ویژگی های فیزیکی مربوط به فضاهای مختلف ساختمان می باشد. تحلیل این داده ها مشخص می کند که کدام فضا به چه میزان و در چه زمانی نیازمند صرف انرژی جهت تأمین شرایط پیش بینی شده برای آن است. این امر می تواند به مرور زمان تأثیر به سزایی را در کاهش هزینه های مربوط به مصرف انرژی و نگهداری ساختمان داشته باشد. تحقیقات نشان می دهد که اقامت در فضاهایی که از لحاظ استفاده از روشنایی روز، تأمین شرایط آسایش محیطی و ایجاد حس امنیت در ساکنین در وضعیت مطلوبی قرار گرفته اند، تأثیر به سزایی را در ایجاد حس سرزندگی در ساکنین و تعلق به فضا خواهد داشت (Heerwagen, J., & Zagreus, I., 2005).

پاره ای از اهدافی که در هوشمندسازی یک ساختمان نیز به دنبال آن هستیم افزایش امکان بهره گیری از روشنایی روز و تهویه طبیعی است آنچنان که پوسته ساختمان به گونه ای عمل نماید که روشنایی روز به عمق فضاها نفوذ کرده و با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی در صورت امکان جریان طبیعی هوا در ساختمان وجود داشته باشد. چنین امکانی منجر به رضایتمندی استفاده کنندگان و ایجاد حس سرزندگی و تعلق به فضا در آنها خواهد شد که می توان این امر را همگام با شاخصه های اصلی توسعه پایدار دانست. البته از جنبه های اقتصادی باید توجه داشت که هوشمندسازی ساختمان خود مستلزم سرمایه گذاری اولیه قابل ملاحظه ای است که می بایست بازگشت این سرمایه در طول زمان مورد ارزیابی قرار گیرد (عزیزی بابانی، ۱۳۹۵).

راهکارهای مشترک ساختمان پایدار و هوشمندسازی در جهت بهینه سازی مصرف انرژی

- استفاده از پنجره های هوشمند با عملکرد بسیار بالا.
- استفاده از نماهای هوشمند (نمای دو پوسته).
- استراتژی طراحی ساختمان با دیدگاه استفاده از انرژی خورشیدی که اغلب با مصرف بهینه انرژی اجرا می گردد در این ساختمان ها موقعیت پنجره ها، دیوارها، ایوان ها، سایبان ها و درخت ها بایستی طوری جهت یابی شود که موجب ایجاد سایه در تابستان و بیشترین بهره خورشیدی در زمستان گردد.
- علاوه بر آن مکان مناسب پنجره می تواند باعث افزایش میزان نور روشنایی روز^۱ و کاهش مصرف انرژی الکتریکی روشنایی در طول روز گردد.
- استفاده از تکنولوژی های انرژی خورشیدی فعال^۲ و غیرفعال^۳.
- استفاده از انرژی خورشیدی.
- استفاده از فتوولتائیک ها جهت پوشش نما، سقف، دیوارها و سایه اندازی دیوارها
- استفاده از سیستم مدیریت یکپارچه ساختمان (BMS^۴) از دیگر راهکارهایی است که در اینگونه ساختمان ها نقش به سزایی ایفا می کنند. این سیستم با اعمال کنترل بر روی بخش های مختلف ساختمان اعم از تأسیسات حرارتی و برودتی، روشنایی، اعلام حریق، درب های ساختمان و غیره امکان مدیریت و کاهش مصارف انرژی را فراهم می سازد به عنوان مثال ساختمانی که مجهز به کنترلرهای دقیق دما و رطوبت هوا با قابلیت تنظیمات زمان کارکرد و دیگر پارامترها است، می تواند تا ۲۰ درصد مصرف انرژی صرفه جویی نماید.

¹ Daylighting

² Active solar

³ Passive solar

⁴ Building Management System

درواقع مصالح هوشمند ابزار و مصالح مورد نیاز معماری پایدار، در جهت بهینه سازی مصرف انرژی اند. این ساختمان ها در طول سال براساس نیاز مصرف انرژی خود، حتی می توانند انرژی تولید کنند. فیزیک و ساختار مناسب و استفاده از منابع تجدیدپذیر در این ساختمانها، رسیدن به هدف فوق را تا حد زیادی میسر می سازد (چرخچیان و رشیدی، ۱۳۹۳).

مدیریت هوشمند ساختمان

در جوامع امروزی بحث حداکثر صرفه جویی در مصرف انرژی و سوخت است. همان گونه که پیش بینی گردیده، منابع سوخت در دسترس بشر محدود است و بدین منظور بشر هر روز به دنبال روش هایی برای بهینه سازی مصرف سوخت و حتی یافتن سوخت های جایگزین برای سوخت های فسیلی است. از آنجایی که دستیابی به این مهم امری بس زمانبر و دشوار است، بنابراین همه دولت های جهان امروزه به فکر صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی هستند. سیستم مدیریت هوشمند ساختمان، کنترل و اتوماسیون ساختمان و مدیریت خطر را با کمترین میزان مصرف انرژی سوخت و برق و با بیشترین ضریب اطمینان برعهده می گیرد و قسمت های مختلف و عمده ساختمان می تواند از یک مرکز واحد و یا حتی چندین اتاق و مرکز کنترلی برحسب نیاز مشتری کنترل و نظارت شود (پرویزی، ۱۳۹۲).

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان، به مجموعه سخت افزارها و نرم افزارهایی اطلاق می شود که به منظور مانیتورینگ و کنترل یکپارچه قسمت های مهم و حیاتی در ساختمان نصب می شوند. سیستم مدیریت هوشمند ساختمان سیستمی است که در آن با استفاده از آخرین تکنولوژی ها شرایط و امکانات ایده آلی برای ساکنین فراهم می گردد و همزمان با آن مصرف انرژی نیز در ساختمان بهینه می شود.

هدف اصلی استفاده از این سیستم، استفاده بهینه از امکانات موجود و انرژی می باشد که در نتیجه علاوه بر آسایش ساکنین، سرمایه اولیه ای که صرف اجرای BMS شده بود نیز با صرفه جویی در مصرف انرژی باز می گردد. سیستم مدیریت هوشمند ساختمان بخش های مختلف ساختمان را کنترل می کند و شرایط محیطی مناسبی را ایجاد می نماید. کنترل هوشمند دما، کنترل اتوماتیک امنیت ساختمان، مدیریت هوشمند اطفای حریق و ... از قابلیت های سیستم مدیریت هوشمند ساختمان می باشند. کنترل و دسترسی به سیستم مدیریت هوشمند با استفاده از نرم افزارهای مربوطه در داخل ساختمان و حتی خارج از آن (از طریق اینترنت) مقدور می باشد. سیستم های کنترل هوشمند انعطاف پذیری بالایی دارند که می توان به راحتی آنها را با نیازهای مختلف منطبق نمود (پرویزی، ۱۳۹۲).

انواع سامانه های مدیریت ساختمان BMS

BMS راه حل جامعی برای مدیریت ساختمان پیشنهاد می کند. شبکه BMS ترکیبی است برای تأمین نیازهای مدیریتی ساختمان به همراه امنیت در عملکرد و راحتی در جنبه علمی موضوع. پروفیل اصلی سامانه با داشتن یک شبکه ارتباطی گسترده هر نوع کنترل و اندازه گیری خصوصی را رد می کند. یکی از مهمترین ویژگی های BMS که آن را کاربردی می نماید قابلیت انعطاف است. به این معنا که می توان انواع تغییرات را با توجه به نیاز ساختمان و با حداقل نرم افزار در آن ایجاد نمود بدون آنکه نیازی به بکارگیری سخت افزارهای پیچیده و زائد و سرمایه گذاری پر هزینه باشد. درواقع سامانه به صورت یک شبکه کاملاً گسترده طراحی می شود که به راحتی بر روی رایانه های شخصی قابل نصب است و به کمک استانداردهای میکروسافت می توان آن را در هر زمان به روز نمود. این سامانه ها شامل کنترل در موارد زیر می گردد (اخوان، ۱۳۹۴):

۱. سامانه های کنترل سرما و گرما ۲. سامانه های کنترل روشنایی ۳. سامانه های اعلام و اطفای حریق ۴. سامانه های کنترل آسانسور ۵. سامانه های کنترل برق اضطراری ۶. سامانه های اخباری آسانسور ۷. سامانه های زیرساختاری کنترلی شامل توزیع اطلاعات و تلفن ۸. سامانه های دوربین مدار بسته ۹. سامانه های کنترل دسترسی ۱۰. سامانه های توزیع سیگنال های تلویزیونی و ماهواره ای.

اهداف اجرای مدیریت هوشمند ساختمان

- ایجاد محیطی مطلوب برای افراد حاضر در ساختمان
- استفاده بهینه از تجهیزات و افزایش عمر مفید آنها
- ارائه سیستم کنترلی با قابلیت برنامه ریزی زمانی عملکرد
- کاهش چشمگیر هزینه های مربوط به نگهداری و صرفه جویی در مصرف انرژی
- امکان مانیتورینگ و کنترل تمامی نقاط تحت کنترل از طریق اینترنت
- امکان گرفتن گزارش های آماری از تمامی تجهیزات و عملکرد آنها به منظور بهینه سازی مصرف و عملکرد (علوی، ۱۳۹۱).

وظایف سیستم مدیریت هوشمند ساختمان

- کنترل تأسیسات مکانیکی و الکتریکی (لینک به بخش کنترل تأسیسات مکانیکی)
- کنترل سیستم های روشنایی (لینک به بخش کنترل سیستم های روشنایی)
- کنترل تردد و حفاظت (لینک به بخش کنترل تردد و حفاظت)
- مدیریت آسانسورها در زمان های خاص (علوی، ۱۳۹۱).

مزایای بهره گیری از BMS

- هدف اصلی BMS در ساختمان ها بهره گیری از مزایای اقتصادی و کاهش مصرف انرژی و ایجاد فضای امن و آرام در آنهاست. عموم مزایا و نتایج بهره برداری از BMS عبارتند از (روانشادینا و اعرابی، ۱۳۹۵):
- ایجاد محیطی مطلوب برای افراد حاضر در ساختمان.
 - استفاده بهینه از تجهیزات و افزایش عمر مفید آنها.
 - ارائه سیستم کنترلی با قابلیت برنامه ریزی زمانی عملکرد.
 - کاهش چشمگیر هزینه های مربوط به نگهداری و تعمیرات.
 - امکان مانیتورینگ و کنترل تمامی نقاط تحت کنترل از طریق یک PC، موبایل یا اینترنت.
 - تمام تجهیزات به صورت هماهنگ کار کرده و امکان تداخل و بروز مشکلات ناشی از عدم هماهنگی از بین می رود.

اهمیت استفاده از BMS

- اهمیت BMS از این جهت است که هزینه هایی برای نصب و راه اندازی سامانه صرف می شود معمولاً بین ۳ تا ۵ سال به طور کامل احیا می شود و به این ترتیب با داشتن وسیله ای برای صرفه جویی در مصرف می توان به حفظ و تأمین سرمایه اصلی به میزان کاملاً مطلوب و مدیریت زمان دست یافت.
- با توجه دقیق تر به جزئیات کار در ممیزی انرژی و بررسی و برآورد هزینه مصرفی در کاربردهای گوناگون می توان به سه مقوله زیر دست یافت (اخوان، ۱۳۹۴):

۱. **صرفه جویی بدون هزینه:** به کمک تنظیم محسوس سامانه های کنترلی می توان با هدایت عملکرد تجهیزات، تغییرات عمده و مفیدی در روند عملکرد دستگاه ایجاد کرد که تقریباً بدون هزینه است.

۲. **صرفه جویی با هزینه بسیار کم:** این روند در بخش هایی که متناوباً مورد استفاده قرار می گیرند از جمله موارد زیر کاربرد دارد:

کنترل کننده سامانه روشنایی، سوئیچ زمانی در سامانه آب گرم کن، کنترل کننده سیفون توالت و کنترل کننده های حرارت مرکزی.

۳. **صرفه جویی در مقیاس بالا:** این روند در طرح هایی به کار می رود که نیازمند ایجاد تغییرات عمده و یا تغییر مکان در نقشه و همچنین مستلزم به کارگیری تجهیزات بسیار مدرن یا حساس هستند. به عنوان مثال جایگزینی سامانه بویلر و مشعل حرارتی با هدایت گر گاز داغ در واحد آب گرم و یا سامانه های دارای چیلر و همچنین در جایی که مصرف همزمان برق و گرما وجود دارد.

• قابلیت انعطاف

یکی از مهمترین ویژگی های BMS که آن را کاربردی می نماید قابلیت انعطاف است. به این معنا که می توان انواع تغییرات را با توجه به نیاز ساختمان و با حداقل نرم افزار در آن ایجاد نمود بدون آنکه نیازی به بکارگیری سخت افزارهای پیچیده و زائد و سرمایه گذاری پر هزینه باشد درواقع سامانه به صورت یک شبکه کاملاً گسترده طراحی می شود که به راحتی بر روی رایانه های شخصی قابل نصب است و به کمک استانداردهای میکروسافت می توان آن را در هر زمان به روز نمود (اخوان، ۱۳۹۴).

• قابلیت اعتبار

BMS یک سامانه کاملاً قابل اعتماد است و بسیار دقیق عمل می کند. به این ترتیب که بر عملکرد کل شبکه نظارت نموده و از مصرف بی رویه انرژی و پیشامد موقعیت های بحرانی جلوگیری می نماید. این سامانه در بسیاری از شبکه های متنوع از جمله تهویه مطبوع سرمایش و گرمایش ساختمان سامانه های کنترلی امنیتی ناظر آسانسور و مدیریت مرکزی تجهیزات نصب شده قابل استفاده است (اخوان، ۱۳۹۴).

• کاهش هزینه زندگی

در طراحی سامانه با توجه به اختیاراتی که وجود دارد ابتدا باید به ارزیابی هزینه های جاری پرداخت. در این مورد باید به بازدهی مصرف انرژی و صرفه جویی آن توجه داشت. محل و جهت ساختمان، ثبات دما، تأثیر آب و هوا، روشنایی و تهویه طبیعی اهمیت زیادی دارند. در ساختمان هایی که مصرف انرژی بالایی دارند باید حتماً یک آنالیز بر روی هزینه دوره ای زندگی انجام شود و بر این اساس به طراحی اصولی پرداخت که درواقع تأثیر مستقیم بر روی هزینه ها دارند.

در انتخاب تجهیزات و سرویس ها توجه به این نکته ضروری است که حتماً یک موازنه بین قیمت و هزینه اتصال، نصب، نگهداری و میزان صرفه جویی در مصرف انرژی صورت گیرد.

در حالت کلی می توان ۳ درصد تا ۶ درصد صرفه جویی در هزینه را برای ساختمان هایی که مصرف بسیار بالا دارند در نظر گرفت. بنابراین اگرچه در آغاز این طور به نظر می رسد که وجود BMS سبب افزایش هزینه در حین نصب و اجرا می شود ولی با بررسی دقیق تر این موضوع روشن می شود که پس از ۳ تا ۵ سال هزینه ها به طور کامل باز می گردد و صرفه جویی در انرژی و هزینه های جاری را نیز دربر می گیرد (اخوان، ۱۳۹۴).

نتیجه گیری

با توجه به مفاهیم و تعاریف توسعه پایدار و ارتباط این مفهوم با سیستم های هوشمند از جمله سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) این نتیجه حاصل می شود که با بکارگیری سیستم مدیریت هوشمند ساختمان علاوه بر ایجاد محیطی مناسب برای ساکنان و بهره برداران، استفاده بهینه از انرژی را نیز در پی دارد و همچنین این مدیریت انرژی، مدیریت هزینه ای را نیز به همراه دارد که منجر به بازگشت هزینه اولیه ای که صرف اجرای سیستم مدیریت انرژی شده است می شود به علاوه استفاده بهینه از تجهیزات و افزایش عمر مفید آنها را نیز به دنبال دارد و همگام با اهداف و مفاهیم توسعه پایدار می باشد و از سیستم هایی است که بکارگیری آن در ساخت ساختمان های پایدار پیشنهاد می گردد.

فهرست منابع و مأخذ

- Eddy, k, & Brad, N, 2008, "GREEN BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling".
- Edwards, B.a, 2001. "Rough Guide to Sustainability". London: RIBA Publications.
- Elington, J, 2004, "Enter the triple bottom line", In A. Henriques, & J. Richardson (Eds.), the triple bottom line, does it all add up? Assessing the sustainability of business and CSR, pp 1-161, London: Earthscan Publications Ltd.
- Elliott, J.A, 2006. "An Introduction to Sustainable Development". New York: Routledge.
- Frost, & Sullivan, 2008, "The Bright Green Buildings - Convergence of Green and Intelligent". Buildings Cotinental Automated Buildings Association (CABA). Retrieved Nov 2016, from http://www.caba.org/CABA/DocumentLibrary/Public/Bright_Green_Buildings.aspx
- H.Alware, D.J. Clements-Croome, 2010, "Key performace indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings", Building and Environment, Vol. 45, pp 799-807.
- Harris, F, 2004, "Sustainable Development", In F. Harris (Ed.), Global Environmental Issues, pp 265-275, West sussex: John Wiley and Sons Ltd.
- Harris, J.M, 2000, "Basic Principles of Sustainable Development", Modford: Global Development and Environment Institute, Tufts University.
- Heerwagen, J., & Zagreus, I., 2005, "The Human Factors of Sustainability: Post Occupancy Evaluation of the Phillip Merrill Environmental Center". Berkeley, CA: University of California Center for the Built Environment.
- Kim, j.-j, 1998, "Introduction to Sustainable Design". Michigan: National Pollution Prevention Center for Higher Education.
- McKenzie, S, 2004, "SOCIAL SUSTAINABILITY: TOWARDS SOME DEFINITIONS", Hawke Research Institute Working Paper Series No 27.
- WCED, 1987, "Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, United Nation General Assembly.
- ایزدی، بهرام، امین زاده، رحیم، ۱۳۹۲، "ارزیابی و بکارگیری مصالح هوشمند در صنعت ساختمان با رویکرد توسعه پایدار و صرفه جویی در انرژی"، اولین کنفرانس ملی معماری و شهرسازی پایدار با گذر از معماری ایرانی-اسلامی و هویت گمشده آن، زاهدان. پرویزی، جواد، ۱۳۹۲، "مدیریت هوشمند ساختمان"، سایت تخصصی مهندسی برق.
- چرخچیان، مریم، رشیدی، الهام، ۱۳۹۳، "بررسی قابلیت مصالح هوشمند ساختمانی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان های پایدار"، کنفرانس بین المللی روش های نوین طراحی و ساخت در معماری زمینه گرا، تبریز.

The 4th Conference of Construction & Project Management - 25 & 26 Jan. 2018

روانشادنیاء، مهدی، اعرابی، رضا، ۱۳۹۵، "بررسی مصرف انرژی در خانه های هوشمند"، کنفرانس بین المللی نخبگان عمران، معماری و شهرسازی، تهران.

زاهدی، شمس السادات، نجفی، غلامعلی، ۱۳۸۵، "بسط مفهومی توسعه پایدار"، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۰، شماره ۴، ۷۶-۴۴.

سفلایی، فرزانه، ۱۳۸۲، "پایداری عناصر اقلیمی در معماری سنتی ایران (اقلیم گرم و خشک)"، سومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران.

شکوری، مهدی، مختار، علیرضا، سجادی، احمدرضا، ۱۳۹۴، "راهنمای عملی برای پیاده سازی سیستم مدیریت انرژی"، سازمان توسعه صنعتی ملل متحد.

ضرابی، اصغر، اذانی، مهري، ۱۳۸۰، "توسعه پایدار در جهان صنعتی و در حال توسعه"، مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۵۹. عالم راثی، معصومه، ۱۳۹۲، "بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از تکنیک های نوین هوشمندسازی در راستای اهداف توسعه پایدار". اولین کنفرانس ملی معماری و فضاهای شهری پایدار، مشهد.

عزیزی بابانی، محمدحسین، ۱۳۹۵، "نقش هوشمندسازی ساختمان ها در روند حرکت به سمت توسعه پایدار"، دومین همایش بین المللی معماری، عمران و شهرسازی در آغاز هزاره سوم، تهران.

علوی، کاملیا، ۱۳۹۱، "بهینه سازی مصرف انرژی در مراکز درمانی؛ بازاندیشی در معماری بیمارستان"، نشریه مهندسی پزشکی، ۵۳-۵۰.

گرچی مهبانلی، یوسف، ۱۳۸۹، "معماری پایدار و نقد آن در حوزه محیط زیست"، نشریه علمی پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، ۹۱-۱۰۰.

مددی، قادر، والایی، زکریا، ۱۳۹۵، "مؤلفه های توسعه پایدار بر معماری پایدار و مصادیق محیطی در جهان معاصر"، کنفرانس بین المللی نخبگان عمران، معماری و شهرسازی، تهران.

مهدیار، زهره، کشتکاران، پریناز، ۱۳۸۸، "انسان در معماری پایدار"، اولین همایش ملی معماری پایدار، همدان.