No. F-15-AAA-0000

ارزیابی اقتصادی پیاده سازی سیستم مدیریت هوشمند ساختمان در یکی از ساختمان‌های اداری آموزشی دانشگاه کاشان

محمدحسین کریمی‌نژاد، مریم‌السادات اخوان‌حجازی، حمیدرضا محمدی، محمدرسول رعیت، محمدرضا کریمی‌نژاد
دانشگاه کاشان
کاشان–ایران
kariminejadhossein@yahoo.com

چکیده — مصرف انرژی در قرن حاضر با توجه به رشد روزافزون صنعت ونیاز بشریت به رفاه بیش‌تر، روز به روز در حال افزایش می باشد.از طرفی با توجه به روبه پایان بودن منابع انرژی فسیلی و افزایش قیمت هزینه‌های انرژی استفاده از تکنولوژی‌های جدید روز به روز در حال توسعه می باشد.در این مقاله ابتدا سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) معرفی شده وسپس به ارزیابی اقتصادی اجرای سیستم هوشمند ساختمان در یکی از ساختمان‌های آموزشی دانشگاه کاشان بر اساس سناریوی طراحی‌شده در زمینه سیستم روشنایی وموتورخانه هوشمند انجام شده‌است. در نهایت نتایج حاصل در خصوص میزان صرفه جویی و برگشت هزینه ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی — مدیریت هوشمند ساختمان، ارزیابی اقتصادی، سیستم روشنایی و موتورخانه، برگشت‌سرمایه

۱. مقدمه

امروزه سیستم مدیریت هوشمند ساختمان نقش بسیار مهمی را در کنترل فنی، مدیریتی و هزینه‌ای تاسیسات ساختمان به عهده دارد. این سیستم ضمن کنترل بخش‌های مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب با ارائه سرویس‌های همزمان سبب بهینه سازی مصرف انرژی، بالابردن سطح کارایی و بهره‌وری بیش‌تر با توجه به امکانات موجود در ساختمان می گردد.منظور از افزایش بهره‌وری عبارت است از کاهش نیروی انسانی، کاهش نرخ خرابی سیستم، استفاده بهینه از انرژی، کاهش هزینه نگهداری و فراهم‌سازی آسایش مصرف‌کنندگان سرویس‌های ساختمان. نکته بسیار مهم درمدیریت هوشمندساختمان بهره‌گیری از سیستم‌های مختلف الکتریکی و مکانیکی ارائه شده توسط سازندگان مختلف، متناسب با نیازهای ساختمان در یک مجموعه به صورت متمرکز می‌باشد که این امر، تحولی اساسی در نظارت و کنترل ساختمان ایجاد کرده وهزینه‌های مختلف آن نظیر اپراتوری و نگهداری را به صورت چشمگیری کاهش می‌دهد.در کارهای گذشته بیش‌تر به بررسی و تحلیل سیستم‌های مدیریت هوشمند پرداخته شده است. اکثر کارهای گذشته به بررسی سیستم هوشمند ساختمان و جنبه‌های مختلف آن پرداخته است. نویسندگان [1] به استفاده از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان با توجه به ممیزی روستایی در ساختمان پژوهشکده انرژی پرداخته‌اند. نویسندگان[2] به بررسی اقتصادی و شناسایی موانع اجرای آن در سیستم مدیریت هوشمند ساختمان پرداخته‌اند. نویسندگان[3] به ارتباط هوشمندسازی ساختمان با اقتصاد، آسایش و فرهنگ می‌پردازند. نویسندگان[4] به بررسی فنی و اقتصادی سیستم هوشمند ساختمان پرداخته‌اند. نویسندگان[5] به استانداردسازی سیستم مدیریت هوشمند ساختمان و وضعیت کنونی و منابع موجود در مقررات ملی پرداخته است. نویسندگان [6] به بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان با رویکرد سیستم مدیریت هوشمند ساختمان پرداخته‌است. با توجه به این‌که تاکنون ارزیابی دقیقی از میزان صرفه‌جویی و بازگشت سرمایه سیستم مدیریت هوشمند ساختمان انجام نگرفته است در این مقاله با مطالعه و ارزیابی اقتصادی و آمارهای بدست‌آمده از پروژه‌ی طراحی‌شده بر اساس ساختارمدیریت هوشمند ساختمان در دانشگاه کاشان بطور میانگین در بحث ذخیره‌سازی

انرژی حدود ۲۵ الی ۳۰ درصد کاهش مصرف وجود داشته و بازگشت سرمایه به موجب استفاده از این ساختاردر حدود ۲ الی ۳ سال می باشد.
بطور کلی ساختمان هوشمند، ساختمانی است که مجهز به یک زیرساخت ارتباطاتی قوی بوده که می‌تواند به صورت مستمر نسبت به وضعیت‌های متغیر محیط عکس‌العمل نشان داده و خود را با آنها وفق دهد و همچنین به ساکنین ساختمان این اجازه را می دهد که از منابع موجود به صورت موثرتری استفاده نموده و امنیت و آرامش آنها را افزایش می‌دهد. امروزه با توجه به کمبود منابع انرژی در سطح جهان، اهمیت مصرف بهینه سوخت بیش از پیش مورد توجه است.سیستم مدیریت هوشمند ساختمان وظیفه مدیریت و کنترل وضعیت ساختمان را از لحاظ سرمایش و گرمایش، روشنایی، کنترل ترددوامنیت، سیستم اعلام حریق و ارتباط منطقی این زیر سیستم ها را بر عهده دارد.

شکل۱-قسمت های مختلف سیستم مدیریت هوشمند ساختمان

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان در هزاره سوم دیگربه تجملات وساختمان‌های لوکس نمی‌اندیشد بلکه بحران انرژی درجهان و پدیده گرمایش کره زمین چالشی است که پیشروی نسل بشر در این هزاره قرار دارد..در واقع استمرار تولید گرما در کره زمین و ایجاد آلاینده‌های زیست محیطی و مصرف سریع منابع فسیلی بحرانی را ایجاد خواهد کرد که مبحث مدیریت هوشمند مصرف و تولید دیگر یک مبحث تجملاتی نبوده بلکه ضرورتی انکارناپذیر و یک ویژگی بسیار ارزشمند برای یک ساختمان مدرن امروزی است[7].

مدیریت هوشمند ساختمان به معنای خود، بخش‌های زیر را شامل می‌شود:

الف)مدیریت و راهبری تاسیساتی

ب) مدیریت و راهبری اقتصادی

ج) مدیریت و راهبری حفاظتی و امنیتی

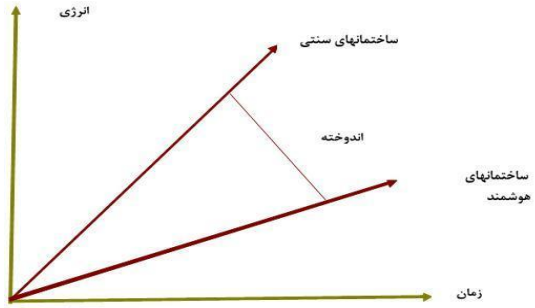
د) مدیریت مصرف انرژی

ه) مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف

یکی از مزایای رشد سریع فن آوری اطلاعات، توسعه سیستم‌هایی است که می توانند تغییرات اطراف ما را اندازه‌گیری و ارزیابی کرده و نسبت به آنها عکس‌العمل نشان دهند. این توانایی در کنترل تغییرات منجر به دگرگونی در محیط فیزیکی اطراف ما، به خصوص ساختمان‌هایی که در آنها زندگی و یا کار می‌کنیم شده است.با بهره گیری از یک سیستم جامع مدیریت هوشمند ساختمان در ساختمان می توان به اهداف زیر دست پیدا کرد:

- مدیریت و کنترل و نمایش سیستم
- کاهش مصرف سوخت و انرژی در ساختمان
- پایین آوردن هزینه‌های تعمیرات و نگهداری
- بالا بردن عمر مفید دستگاه‌ها
- افزایش راندمان و ضریب عملکرد تجهیزات
- اتصال به دیگر سیستم‌های کنترلی و تأمین آسایش و ایجاد فضای راحت برای ساکنین[8].

علاوه بر بار اقتصادی عوامل دیگری نیز وجود دارند که ضرورت بهینه سازی مصرف انرژی را مضاعف می‌کند.استفاده بی‌رویه از انرژی فسیلی باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست در سال‌های اخیرشده است. بالابودن رشد جمعیت، نیاز به تقاضای بیشتر انرژی، محدودیت منابع انرژی تجدیدناپذیر ، بالابودن رشد مصرف انرژی به دلیل الگوی ناصحیح مصرف انرژی ،عدم وجود سیستم بازیافت انرژی، وجود صنایع و کارخانجات فرسوده، متکی بودن اقتصاد ملی به درآمدهای نفتی ،افزایش گازهای گلخانه ای و باران های اسیدی، بالا بودن هزینه‌های عملیاتی ساختمان در طی ٤٠ سال اخیربکارگیری سیستم های هوشمند در ساختمان‌ها را ضرورت بخشیده است، به کارگیری سیستم‌های هوشمند در ساختمان علاوه بر مزایای بی شماری که دارد باعث مصرف بهینه انرژی در صورت‌های مختلف و در نتیجه کاهش شدید هزینه‌های انرژی می‌گردد[8].



شکل۱ –نمودار اختلاف انرژِی و هزینه ساختمان های سنتی وهوشمند

۲.کنترل هوشمند سیستم روشنایی و سیستم موتورخانه به منظور اعمال در ساختمان:

سیستم کنترل روشنایی پروژه بر حسب لوکس نوری و سنسورهای حرکتی (motion) در نظر گرفته شده است. به طور مثال اتاقی را در نظر می‌گیریم که دارای دوخط روشنایی است. در ابتدا یک سنسورلوکس‌سنج که در بیرون ساختمان نصب شده است تا درصد نور و روشنایی هوای بیرون را به بقیه کنترلرهای داخل ساختمان ارسال کند. سنسورلوکس‌سنج دیگری را نیز داخل هر کدام از تابلوهای کنترلی روشنایی در طبقات قرار داده‌ایم. کنترلر پس از مقایسه درصد روشنایی داخل اتاق که از طرف سنسور لوکس داخلی به کنترلر ارسال می‌گردد و درصد روشنایی که از طرف سنسور بیرونی به کنترلر ارسال می‌شود نتیجه‌گیری می کند که در حال حاضر در مد روز قرار دارد یا شب. اگر در مد روز بود فقط یک لاین از سه لاین در نظر گرفته‌شده روشن می‌شود و اگر در مد شب بود دو لاین از سه لاین در نظرگرفته روشن خواهد شد.در هر اتاقی سنسورهای حرکتی (motion) قرار دارد که اگر شخصی وارد اتاق شود این سنسورها سیگنالی به کنترلر فرستاده و باعث روشن شدن لاین‌های مربوط به همان اتاق می‌شوند که اگر روز بود یک لاین و اگر شب بود دو لاین.روشن می‌شود. سنسور های حرکتی (motion) اگر حضور شخصی را پس از زمان مثلا ۱۵ دقیقه احساس نکند به خودی خود لاین های روشنایی قسمت مذکور را خاموش می کند.و مادامی که حضور شخصی را در آنجا احساس نماید به طور مکرر سیگنال را به کنترلرارسال و باعث روشن باقی ماندن لاین‌های روشنایی می شود. سیستم موتورخانه شامل چیلرها، برج‌های‌خنک‌کن، موتورها، اگزاست-فن‌ها، بویلر و .. می‌باشد. در سیستم تحت کنترل مدیریت هوشمند ساختمان، نقاط حساس چیلر همچون خط chilled و condenser دارای سنسورهای حرارتی ورود و خروج سیال از چیلر است و همچنین، دارای سنسور جریان سیال (F.S) در نقاط ورودی اپراتور و کندانسور است تا احتمال یخ‌زدگی و سلوشن شدن مایع مبرد را از بین ببرد و همچنین، با کنترل دبی آب گرم ورودی از دیگ آب گرم به چیلر به‌همراه سنسورهای حرارتی در ورودی و خروجی آب گرم، کار کنترل خط ژنراتور را انجام می دهد. سیستم BMS جهت کنترل بهینه‌ی برج خنک‌کن، از نقاط کنترلی متمرکز بر کلکتورهای Makeup و قسمت Bypass دستگاه تشکیل شده-است که از سنسورهای دمایی بر روی کلکتورهای رفت و برگشت برج خنک‌کن و اطلاعات باینری موجود در تابلو برق (Trip-status) بهره می‌برد .در سیستم های معمولی این دستگاه عملکردی دایمی دارد ولی در سیستم BMS این دستگاه با توجه به اطلاعات ورودی ذکر شده کنترل می گردد. در سیستم BMS ساختمان عملکرد اگزاست‌فن‌ها بر خلاف ساختمان های معمولی دایمی نیست و بر مبنای حضور افراد درساختمان‌ها می‌باشد. در ساختمان جهت چرخش آب از پمپ‌های سیرکولاتور و یا بوستر پمپ‌ها استفاده می‌شود که به‌طور معمول یکی از آن‌ها در حالت رزرو قرار دارد و مابقی با توان نامی مشغول به کار هستند که انرژی برق فراوانی را مصرف می‌کنند. از این پمپ‌ها در جهت گردش آب درون سیستم‌های مختلف از قبیل هواسازها، فن‌کویل‌ها، آب مصرفی و برج خنک‌کن و ... استفاده می‌شود که این گردش سیال بدون در نظر گرفتن مصرف انرژی و راندمان کاری است، در صورتی که در سیستم BMS این گردش سیال به صورت کنترل شده است و بر حسب نیاز ساختمان پمپ‌ها به صورت متوالی و چرخشی، روشن و خاموش می‌گردند.هم‌چنین بویلرها دارای مدارات کامل کنترلی داخلی هستند که کنترل تمام سیستم‌های داخلی بویلر را انجام می‌دهد. در سیستم کنترل بویلر توسط BMS با داشتن دمای ورودی و خروجی و دمای ساختمان کنترل عملکرد آن انجام می‌گیرد. بویلرها عمدتا مصرف کننده گاز در موتور خانه می باشند.

۲,۱. ارزیابی اقتصادی بکارگیری BMS در ساختمانی با کاربری اداری وآموزشی:

در این قسمت محاسبه توان مصرفی مصرف موتورخانه دردوحالت بدون سیستم مدیریت هوشمند ساختمان وبا استفاده از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان انجام شده است .

۲,۲. محاسبه توان مصرفی سالیانه موتورخانه در حالت عادی بدون استفاده ازسیستم مدیریت هوشمند ساختمان:

مشخصات فنی سیستم تحت مطالعه و مدت زمان عملکرد آن در حالت‌های با و بدون سیستم مدیریت هوشمند ساختمان در جدول زیرآمده است.

جدول۱- مشخصات فنی تجهیزات سیستم تحت مطالعه

تجهیزات	توان کل مصرفی/ مصرف‌گاز	تعداد	مدت‌زمان عملکرد بدونBMS	مدت‌زمان عملکرد باBMS
چیلر	132 kw	۲ عدد	۱۲۰ روز	نامعلوم
برج خنک‌کن	20 hp	۲ عدد	۱۲۰ روز	نامعلوم
موتورها	20 hp	۳ عدد	۱۲۰ روز	۱۰۰ روز
اگزاست فن	4 kw	۲عدد	۳۰۰ روز	۲۷۰ روز
بویلر	5 m^3/h	۲ عدد	۱۵۰ روز	100 روز

با توجه به گرمای زودرس کارکرد سیستم سرمایش از اول خرداد ماه شروع می‌شود وتا آخر شهریور ادامه دارد و در این مدت همواره سیستم فعال می-باشد .بنابراین تعداد روزهای کارکرد چیلر برابربا ۱۲۰=٤*۳۰ می باشد.

در سیستم موتورخانه دو دستگاه چیلر با توان نامی مجموع 132kw وهم چنین دو دستگاه برج خنک کن با توان نامی مجموع 20 hp می‌باشد.

محاسبه توان مصرفی برج های خنک کن:

تبدیل اسب بخار به کیلو وات ساعت:

20hp*746W=14920W

14920W*120DAY*24HOUR=42969KWH

توان مصرفی چیلرها:

132KW*120DAY*24HOUR=380160KWH

در تابستان تعداد ۳ عدد پمپ و در زمستان ۱عدد پمپ فعال می‌باشد که با احتساب مصرف هرپمپ به مقدار ۲۰hp نتیجه می‌گیریم که مصرف پمپ ها در تابستان 60hpودر زمستان 20hp می باشد.

60HP*746W*120DAY*24HOUR=128908KWH

20HP*746W*120DAY*24HOUR=42969 KWH

توان مصرفی اگزاست فن‌ها:

در این مجموعه دو دستگاه اگزاست فن موجود می‌باشد که مصرف آن ها 4kw می باشد.اگزاست‌فن‌ها معمولا در تمام سال به غیر از روزهای تعطیل فعال می‌باشد، که با احتساب تعطیلات رسمی ۱۰ ماه از سال کار می کند در نتیجه داریم:

4KW*10MONTH*30DAY*24HOUR=28800KWH

۲,۳. سیستم گرمایش:

بویلر: مصرف گاز هر بویلر تقریبا $5\,m^3/h$ می باشد.با فرض آن که دوره سرما در کاشان به مدت ۵ ماه باشد ونیز تعداد بویلرها ۲ عدد می‌باشد ودر این مدت همواره بویلرها با توجه به دمای تنظیم شده برروی ترموستات ها فعال می باشند:

5MOUNTH*30DAY*24HOUR*5m3*2NUM=36000 m

ازطرفی توان مصرفی موتور توزیع سوخت آن 1.1 kwh می‌باشد:

5MOUNTH*30DAY*24HOUR*1.1KW*2NUM=79620KWH

۲,٤. محاسبه مصرف انرژی در یک سال با استفاده از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان:

در صورت استفاده از این سیستم در موتورخانه و یا با استفاده از تایمر نیاز به روشن‌بودن مشعل درشب نیست ودوساعت قبل از ساعت اداری مشعل روشن و آب گرم می‌شود..از طرفی با دانلود کردن تقویم به سیستم احتیاج به روشن بودن مشعل در روزهای تعطیل (پنج شنبه وجمعه) نیست. برای دسترسی همیشگی به آب سرد مورد نیاز هواسازها، چیلر ها وبرج‌های خنک‌کن همیشه فعال می‌باشند و حتی در روزهای تعطیل کار می‌کنند و از طرفی نمی‌توان ازسناریو تایمر استفاده کرد.ولی با نصب سنسور بر روی لوله های رفت وبرگشت اب دستگاه ها به حالت stand by رفته و حدود ۳۰تا٤۰ درصد در مصرف دستگاه هابه نسبت ابعاد موتورخانه صرفه جویی می‌شود.از آنجا که با پیاده‌سازی این سناریو ساعت کارکرد دقیق آن مشخص نیست با مطالعه و بررسی سیستم‌های تحت اجرای این روش میزان ٤۰

درصد صرفه‌جویی داریم. لذا میزان مصرف را با توجه به بزرگ بودن حجم کاری موتورخانه، ٦٠ درصد حالت قبل در نظر می گیریم:

توان مصرفی برج‌های خنک کن:

42969KWH*0.6=25781KWH

توان مصرفی چیلرها:

380160KWH*0.6=228096KWH

با فرض آن که روزهای کارکرد موتورخانه بدون احتساب روزهای تعطیل را برابر ۱۰۰ روز در نظر بگیریم وساعت کارکرد موتورخانه ۱۵ ساعت(از ساعت ٦صبح تا ساعت ۸شب) در نظر بگیریم داریم:

تابستان:

100DAY*15HOUR*60HP*746W=67140 KWH

زمستان:

100DAY*15HOUR*20HP*746W=22380 KWH

اگزاست فن ها هم از روال بالا تبعیت می کند:

توان مصرفی اگزاست فن ها

4KW*9MONTH*30DAY*15HOUR=16200KWH

سیستم گرمایش

مصرف گاز:

100DAY*15Hour*5m^3/h*2NUM=15000m3

جدول۲-محاسبات مصرف برق سالانه موتورخانه

تجهیزات	بدون استفاده BMS	با استفاده BMS
برج خنک کن	٤٢٩٦٩ kw	٢٥٨٧١kw
چیلر ها	٣٨٠١٦٠kw	٢٢٨٠٩٦kw
پمپ ها	١٧١٨٧٧kw	٨٩٥٢٠kw
اگزاست فن ها	٢٨٨٠٠kw	١٦٢٠٠kw
جمع	623806kw	359597kw

با توجه به محاسبات بالا مقدار مصرف برق در حالت عادی ٦٢٣٨٠٦ kwh می‌باشد که در حالت اجرای سیستم BMS به مقدار ٣٥٩٥٩٧kwh کاهش یافت که مقدارkw ٢٦٤٢٠٩ صرفه جویی شده است که ما اگر مقدار هر کیلووات ساعت برق را ۲۳۰ ریال در نظر بگیریم مقدار٦٠٧٦٨٠٧٠ ریال صرفه جویی در مصرف برق فقط در قسمت موتورخانه در یک سال صورت گرفته است.

از طرفی مصرف گاز موتور خانه از ۱۸۰۰۰۰ متر مکعب به ۷۵۰۰۰ متر مکعب کاهش یافته که مقدار ۱۰۵۰۰۰ متر مکعب کاهش داشته ایم که اگر قیمت هر متر مکعب را ۱۰۰۰ریال در نظر بگیریم مقدار ۱۰۵۰۰۰۰۰۰ریال صرفه جویی سالانه در مصرف گاز موتورخانه داشته ایم.

که روی هم رفته مقدار ١٦٥٧٦٨٠٧٠ریال صرفه جویی در مصرف کل سالانه موتورخانه با اجرای سیستم BMS داشته ایم.

۲,۵. محاسبه مصرف انرژی روشنایی وفن کویل ها با استفاده ازسیستمBMS طراحی شده :

با توجه به اینکه آمار دقیقی از مقدارمصرف برق در ساعات مختلف در دسترس نیست، با توجه به اطلاعات قبلی مشابه از پیش بینی هایی به شرح زیر بهره می بریم. مصرف کل برق روشنایی در این ساختمان که از نوع آموزشی بوده معمولا از ساعت۷ صبح شروع شده وتا ۹ شب ادامه می یابد .پس در کل به طور متوسط ١٤ ساعت مصرف داریم.از این ١٤ ساعت با توجه به تغییرات فصول و ساعات طلوع و غروب خورشید به طور متوسط ٤ ساعت را می‌توان از روشنایی روز استفاده کرد که اگر از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) استفاده شود می‌توان این مصرف برق را در این ٤ ساعت به مقدار صفر برسانیم. هچنین در صورت استفاده ازمدیریت هوشمند ساختمان حدود ۵ ساعت می توان مقدار استفاده از روشنایی را به نصف مقدار عادی برسانیم. هچنین حدود ۵ ساعت هوای بیرون کاملا تاریک است و باید از کل ظرفیت روشنایی استفاده کرد.

با توجه به توضیحات بالا مصرف برق روشنایی کلاس ها وسایر اتاق ها را می توانیم در یک روز از طریق روابط زیر وبا تعریف ضریب استفاده وضرب آن در مقادیر قبلی محاسبه کنیم.

$$\frac{4}{14}\times 0+\frac{5}{14}\times\frac{1}{2}+\frac{5}{14}\times 1=\frac{5}{14}\times\frac{3}{2}=0.535$$

در جدول زیر با شمارش تعداد منابع روشنایی اماکن و حاصل ضرب آن‌ها در میزان توان مصرفی مقدار مصرف کل روشنایی مشخص می‌شود. حال برای محاسبه مقدار توان مصرفی در حالت اجرای سیستم مدیریت هوشمند ساختمان مقدار توان مصرفی حالت قبل را در ضریب مصرف محاسبه شده در بالا که دارای مقدار ۰,۵۳ می‌باشد ضرب شده است.مصرف پیش بینی شده در طول شبانه روز با احتساب ١٤ ساعت کاری بر حسب وات ساعت به شرح ذیل می‌باشد:

جدول ۳-محاسبات مصرف برق سالانه روشنایی

مکان‌ها	بدون استفاده از BMS	با استفاده از BMS
کلاس ها	۳۳۸٦۸۸kw	۱۸۱۱۹۸kw
اتاق‌های اداری	۲۲٦۸۰kw	۱۲۱۳۳kw
سرویس‌های بهداشتی	٦۲۱٦۰kw	۱۲٤۳۲kw
راهروها	٥٥۹٤٤kw	۱۸٦٤۸kw
جمع کل	٤۷۹٤۷۲kw	۲۲٤٤۱۱kw

با استفاده از جدول بالا مقدار صرفه جویی در یک سال با استفاده از سیستم هوشمند مدیریت ساختمان برابر۲۲٤٤۱۱-٤۷۹٤۷۲=۲٥٥٥۰٦۱ می باشد. با عنایت به این نکته که در دانشگاه در هر هفته ٥ روز کاری مصرف داشته باشیم به نتایج زیر می رسیم.

طبق محاسبات بالا درطول یک ماه حدودا ٥۱۰۰ کیلووات ساعت صرفه جویی انرژی برق فقط دربخش روشنایی خواهیم داشت، که بادرنظرگرفتن قیمت هرکیلووات ساعت برق برای دانشگاه ۲۳۰ ریال درسال ۱٤۰۷٦۰۰۰ ریال صرفه جویی فقط دربخش روشنایی خواهیم داشت

همچنین درساختمان موردنظر۹۲ فن کویل به کاررفته که باتوجه به مصرف متوسط ان حدود۲۲۰وات درساعت است. باتوجه به اینکه هرسال از ۸۷٦۰ ساعت تشکیل شده، درسال۱۷۷۳۰۲٤۰۰وات انرژی مصرف میشود. باتوجه به اینکه یک سوم زمان رامشغول به کاردرنظربگیریم٥۹۱۰۰۸۰۰مصرف سالانه داریم.باعنایت به اینکه در ۱٦۸ ساعت هفته فقط ٥ روزکاری وجوددارد‌واز ۲٤ ساعت روزکاری نهایتا۱٤ساعت به سیستم نیازاست،پس درطول هفته ۷۰ ساعت کارمفیدانجام می‌دهد.که بااستفاده ازسیستم مدیریت هوشمندساختمان این سیستم فقط درابن ۷۰ ساعت کارخواهدکردیعنی مصرف برق ان ۰,٤ برابرمی شودکه شاهد ٦۰ درصدصرفه جویی دراین بخش هستیم.

۲,٦. ارزیابی اقتصادی طرح:

با توجه به توضیحات فوق الذکر برای جمع بندی مطالب جدول زیر ارایه می گردد.

جدول٤-میزان صرفه جویی با اجرای سیستم مدیریت هوشمند ساختمان

مکان‌ها	میزان صرفه جویی سالانه برحسب ریال
برق موتور خانه	٦۰۷٦۸۰۷۰ ریال
گاز موتور خانه	۱۰٥۰۰۰۰۰۰ریال
برق داخل ساختمان	۲۲۷۷٥٦۳۷ ریال
جمع کل	۱۸۸٥٤۳۷۰۷ریال

نکته حایز اهمیت این است که اگر قیمت برق را به طور پلکانی در نظر بگیریم یا اگر تعرفه برق را همانند تعرفه دیگر سازمان های دولتی درنظر بگیریم مقدار هزینه برق مصرفی حدود ٥,۷ برابر مقدار محاسبه شده در حالت تعرفه برق دانشگاهی خواهد بود،که مبلغی بالغ بر٤۷٦۱۹۹۱۲۹ ریال صرفه جویی را به همراه دارد.با توجه به محاسبات انجام شده به این نتیجه می رسیم که استفاده‌ی بخش خصوصی از سیستم BMS کاملا کارامد و دارای بازگشت سرمایه مناسبی است.

هم چنین با توجه به قیمت پیشنهادی شرکت پیمانکار برای طراحی واجرای سیستم مدیریت هوشمند ساختمان به مبلغ ٥۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال می باشد در نتیجه بامحاسبه مقدار صرفه جویی مدت زمان برگشت سرمایه کم تر از سه سال خواهد بود.

۳.نتیجه گیری

هدف از انجام این مقاله بررسی میزان صرفه‌جویی و مدت زمان برگشت سرمایه اجرای سیستم مدیریت هوشمند ساختمان بوده است و مشاهده می‌شود که میزان ۳۰ تا ٤۰ درصد کاهش مصرف انرژی و برگشت سرمایه در حدود ۳ ساله دارد.. از آن‌جا که قیمت واحد بسته‌های انرژی استفاده شده در این مقاله برای ارگان دولتی می‌باشد و محاسبات پلکانی در آن لحاظ نمی-

شود در نتیجه مقدار صرفه‌جویی به مراتب کم‌تر از مصرف‌کنندگان خصوصی می‌باشد لذا بی شک استفاده ازسیستم‌های هوشمندساختمان برای بخش خصوصی بسیار موثر است ودارای بازگشت سرمایه حداکثرتا دوساله می باشد.

٤.منابع

[1] عظیمه السادات خوانساری، آزاده معروف مشاط، "استفاده از سیستم های مدیریت انرژی با توجه به ممیزی بخش روشنایی ساختمان پژوهشکده سیستمهای انرژی" ،نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی ، ایران، ۱۳۹۲.

[2] فریبا کرانی، حامد قادرزاده، " بررسی اقتصادی و شناسایی موانع اجرای آن در سیستم مدیریت هوشمند ساختمان "، دهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، ایران،۱۳۹۲.

[3] سمانه نیک‌بخش، اعظم عباسقلی‌ها، " ارتباط هوشمند سازی ساختمان با اقتصاد، آسایش ، امنیت و فرهنگ"، نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی، ایران، ۱۳۹۳.

[4] امیرعباس رحمتی، امیر درخشان‌فر، " بررسی فنی و اقتصادی ساختمانهای هوشمند"، نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی ، ایران، ۱۳۹۳.

[5] محمدمهدی شرع‌پسند، زهرا رحمتیان ماسوله، "استانداردسازی در حوزه سیستم های مدیریت هوشمند ساختمان وضعیت کنونی و منابع موجود برای تدوین مقررات ملی "، نخستین همایش ملی سیستم های هوشمند مدیریت ساختمان با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی، ایران، ۱۳۹۳.

[6] سلمان حاجی‌آقاسی،مهدی تقی‌زاده،"بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان بارویکرد استفاده از سیستم های هوشمند"،دومین کنفرانس شبکه‌های هوشمند ایران،ایران،۱۳۹۰.

[7] T. kaskenranta, ." smart building management system". 2012 J. Huston.", Energy and Buildings, Volume 42, Issue 3 , pp3290–297, March 2010.

[8] S. Madanian , V. Tansaz,." The Role of IT and Its Technologies on Energy Conservation", International Conference in New Trend in Energy Conservation, At Amir Kabir University, Tehran, Iran, 2015.