

بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان با استفاده از شبکه هوشمند حسگر بیسیم ،

تابلوی مدیریت انرژی و کلیدهای هوشمند الکتریکی

فروغ فلاحی^۱

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، fallahi.forough@yahoo.com

چکیده - از آنجایی که انرژی از مهمترین نیروی اساسی زندگی بشر می باشد و اتلاف آن باعث افزایش هزینه ها و نابودی منابع طبیعی میگردد؛ سعی شده است تا با استفاده از روش های نوین و الکترونیکی همچون ایجاد شبکه های اتوماسیون خانگی که شامل حسگرهای بیسیم هستند، برای مدیریت در منازل مانند کنترل از راه دور، مصرف انرژی هوشمند، امنیت بکار روند و یا ایجاد ساختمانهای هوشمند که توانایی پاسخگویی به نیازهای کاربران را با استفاده از سیستم *BEMS* و کلیدهای هوشمند الکتریکی داشته باشند، باعث آسایش کاربران، پایین آوردن هزینه ها ، ذخیره انرژی گردند؛ در جهت بهینه سازی مصرف انرژی و جلوگیری از اتلاف آن پیش رویم .
کلید واژه- بهینه سازی مصرف انرژی ، تابلوی مدیریت انرژی ، شبکه حسگر بیسیم، طراحی شبکه هوشمند در ساختمان های مسکونی ، کلیدهای هوشمند الکتریکی.

راندمان ساکنانش را افزایش داده و امکان مدیریت موثر را بر اساس مقتضیات خاص و با کمترین هزینه فراهم آورد ؛ یعنی از وقایعی که در درون و برون آن رخ می دهد مطلع است و می تواند در مواجهه با این وقایع و برای به وجود آوردن محیطی دلچسب برای کاربران ، موثرترین و بهترین تصمیمات را در همان زمان به خصوص اتخاذ کند ؛ در واقع سیستم مدیریت هوشمند ساختمان با به کارگیری آخرین تکنولوژی ها در صدد آن است شرایطی ایده آل همراه با مصرف بهینه انرژی در ساختمان پدید آورد . این سیستم ها ضمن کنترل بخش های مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب با ارایه سرویس های هم زمان ، سبب بهینه سازی مصرف انرژی، افزایش سطح کارایی و بهره وری سیستم ها و امکانات موجود در ساختمان می شوند . کنترل و دسترسی به این سیستم با استفاده از نرم افزارهای مربوطه از هر نقطه در داخل ساختمان و خارج از آن از طریق اینترنت مقدور می باشد . [1]

به طور کلی برای هوشمندسازی یک واحد مسکونی با توجه به پیشرفت تکنولوژی ها و سطح آگاهی مردم و نیز وجود ابزارهای الکترونیکی مختلف، راه ها و روش هایی مانند استفاده از شبکه های حسگر بیسیم در اتوماسیون خانگی، استفاده از سیستم مدیریت انرژی و کلیدهای هوشمند الکتریکی در

۱- مقدمه

امروزه ساختمان ها خود گونه ای از تکنولوژی هستند . آنها خود را با تکنولوژی وفق می دهند و از آن بهره می گیرند . ساختمان ها به عنوان یک سازه به محض اینکه توانایی کامپیوتر را در اختیار بگیرند ، هوشمند خواهند شد . نخستین بنای هوشمند از تکنولوژی در جهت مهیا ساختن محیطی امن و راحت و انرژی زا استفاده شده است . ایده یک ساختمان هوشمند ، ارتباط و پیوستگی میان دسترسی ، نوردهی، امنیت، نظارت، مدیریت و ارتباط راه دور را پیش رو قرار می دهد. عامل یکپارچگی این توانایی را به سیستم ها می دهد تا بتوانند اطلاعات را میان خود رد و بدل کنند . تبادل اطلاعات میان این سیستم ها باعث می شود که خروجی اطلاعات که همان نتیجه نهایی است ، بدون ایجاد هر گونه اختلال انجام شود . [1]

مفهوم ساختمان هوشمند معرف نوعی تبادل قوی و بدون نقص اطلاعات میان بخش های مختلف ساختمان است . در نتیجه یک ساختمان هوشمند آمیزه ای است از ابداعات که با بهره گیری از تکنولوژی مدرن این امکان را فراهم آورد تا بتوان اجزا و تجهیزات مختلف را به طور خودکار کنترل کرد و کارایی و

سیم می هستند که سنسورها (حسگرها) و فعال کننده هایی در آنها تعبیه شده است و می توان از آنها برای کنترل منازل استفاده کرد که سبب تسهیل در مدیریت مؤثر منازل می شوند. این شبکه، بطور معمول شامل چندین نوع وسیله است که در آنها سنسورها و فعال کننده هایی تعبیه شده است و ممکن است توان لازم برای آنها توسط باتری تأمین شود و اغلب مجهز به فرستنده/گیرنده های با توان کم RF (فرکانس رادیویی) هستند. استفاده از ارتباطات RF، باعث انعطاف پذیری در افزایش یا کاهش تجهیزات و نیز کاهش هزینه های نصب شبکه می گردد، زیرا راه حل هایی که از سیم استفاده می کنند، اغلب نیاز به کانال و داکت و سینی های مخصوص کابل هستند که خود هزینه جداگانه ای را تحمیل می کند؛ اما باید این را هم مد نظر قرار داد که ویژگی هایی مانند طبیعت دینامیکی محیط انتشار رادیویی، محدودیت منابع و تحرک پذیری برخی وسایل، چالش هایی را در طراحی شبکه های WHAN پیش می کشد.

۲-۲- بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از این شبکه ها

کنترل روشنایی: یک چراغ روشنایی را می توان از هر پریزی کنترل کرد و نیاز به سیم پیچی جدید کاهش می یابد. همچنین لامپها را می توان با کنترل از راه دور فعال کرد. به علاوه این لامپ ها می توانند توسط سنسورهایی که حساس به حضور یا روشنایی هستند، به هنگام کم نور بودن محیط، به صورت خودکار روشن شوند.

کنترل از راه دور: فناوری مادون قرمز سال ها است که برای ارتباطات بیسیم بین یک کنترل از راه دور و وسایلی مانند تلویزیون ها، تجهیزات LAN بیسیم و سیستم های گرمایشی و تهویه مطبوع (HVAC) مورد استفاده بوده است.

مصرف انرژی هوشمند: پرده های پنجره، سیستم های تهویه، سیستم گرمای مرکزی و غیره را می توان براساس اطلاعاتی که از چندین نوع سنسور گردآوری می شود، کنترل کرد که این سنسورها پارامترهایی مانند میزان دما و رطوبت و روشنایی و حضور یا عدم حضور را می پابند و در نتیجه می توان با این روش از اتلاف انرژی جلوگیری به عمل آورد. به علاوه، می توان از ابزارهای اندازه گیری هوشمند برای شناسایی مقدار اوج مصرف استفاده کرد و به تجهیزات خانگی که مسبب بالا رفتن میزان مصرف شده اند، علایم اخطار ارسال کرد. همچنین شرکت

ساختمان؛ وجود دارد که در این مقاله سعی شده است ضمن معرفی این روش ها در نهایت اهدافی که اینگونه ساختمان ها در جهت بهینه سازی مصرف انرژی خواهند داشت را معرفی کنیم. در ابتدای بحث شبکه های حسگر بیسیم را به طور مختصر توضیح داده و سپس چگونگی عملکرد آنها در اتوماسیون خانگی شرح می دهیم.

۲- بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از شبکه های اتوماسیون خانگی بیسیم

شبکه های حسگر نسل جدیدی از شبکه ها هستند که به طور معمول از تعداد زیادی گره ارزشقیمت تشکیل شده اند و ارتباط این گره ها به صورت بیسیم صورت می گیرد. هدف اصلی در این شبکه ها، جمع آوری اطلاعاتی در محیط پیرامون حسگرهای شبکه است. نحوه عملکرد کلی این شبکه ها به این صورت است که گره ها اطلاعات مورد نیاز را جمع آوری می کنند و سپس آنها را به سمت گیرنده ارسال می کنند. [2] آنچه امروزه استفاده از این شبکه ها را گسترش داده است گره های حسگر چندگانه، با توان مصرفی پایین و هزینه کم است که از نظر اندازه خیلی کوچک هستند و برای مسافت های کوتاه می توانند باهم ارتباط برقرار کنند. این گره های حسگر کوچک طبق نظریه شبکه های حسگر، دارای تجهیزات حس کردن، پردازش داده ها و مخابره آنها می باشند. شبکه های حسگر در واقع تجمع تعداد زیادی از گره های حسگر می باشند که در محیط پراکنده می شوند و هر کدام به طور خود مختار و با همکاری سایر گره ها هدف خاصی را دنبال می کنند. گره ها به هم نزدیک هستند و هر گره ای با گره دیگر می تواند ارتباط برقرار کند و اطلاعات خود را در اختیار گره دیگری قرار دهد و در نهایت وضعیت محیط تحت نظر، به یک گره مرکزی گزارش می شود. [3] امروزه کاربردهای وسیعی برای این شبکه ها وجود دارد که از آن جمله می توان به: اتوماسیون خانگی بیسیم مثل: کنترل روشنایی، مصرف انرژی هوشمند و غیره اشاره کرد که در زیر توضیح داده می شود.

۲-۱- شبکه های اتوماسیون خانگی بیسیم (WHAN)

شبکه های اتوماسیون خانگی بیسیم (WHAN: Wireless Home Automation Networks)، در بر گیرنده تجهیزات بدون

کمک مدارهای دیجیتالی پیشرفته کنترل‌های توزیع شده را میسر می‌سازد. به طوریکه تمامی روشنایی‌های ساختمان و سیستم سرمایش و گرمایش و پریزهای خاص را تحت پوشش قرار می‌دهد و با خارج نمودن مصرف کنندگان غیر ضروری و خاموش نمودن روشنایی‌ها در هنگام عدم حضور و به صورت کاملاً هوشمندانه عمل نموده و سهم بسزایی در کاهش مصرف انرژی دارد. [5] سیستم در مقابل ولتاژهای مخرب و برق گرفتگی و جلوگیری از نشتی جریان کاملاً حساس بوده و با تشخیص نشتی جریان برق، نشتی جریان گاز و نشتی جریان آب فرامین لازم را از طریق خطوط تلفن صادر نموده و همزمان دستور قطع ورودی‌های آب، برق و گاز را صادر می‌کند. از طرفی سیستم دارای دزدگیر، اعلام حریق و اعلام زلزله بسیار پیشرفته مجهز به سیستم تلفن گویا می‌باشد به گونه‌ای که می‌تواند در مواقع لزوم از طریق هشدارهای صوتی و تلفنی اعلام خطر نماید. این سیستم کلیه تجهیزات الکتریکی را نسبت به هم مرتبط می‌نماید و برنامه ریزی می‌کند و اطلاعات مربوطه را به خارج انتقال می‌دهد و یا از خارج از منزل می‌تواند به تمامی تجهیزات فرامین مورد نیاز را از راه دور اعمال کند. این سیستم وظیفه حفاظت و ایمنی افراد و تجهیزات را به عهده داشته به طوریکه افراد در مقابل برق گرفتگی ایمن می‌شوند و تجهیزات نیز در مقابل دامنه ولتاژ، جریان نشتی، سرقت و حریق حفاظت می‌شوند. همچنین سیستم افراد را زودتر از وقوع زلزله آگاه می‌سازد و به طور اتوماتیک جریان آب و برق و گاز را قطع می‌کند. در این سیستم کلیدهای معمولی از مدار حذف و به جای آنها از سویچ‌های فشاری استفاده می‌شود و در نتیجه هیچ نوع جرقه‌ای در هنگام قطع و یا وصل به وجود نمی‌آید. از دیگر مزایای این روش یک لامپ را می‌توان از n نقطه روشن و یا خاموش نمود. با استفاده از تابلوی مدیریت انرژی ساختمان کنترل کلیه دستگاه‌ها و روشنایی‌ها به صورت مرکزی میسر می‌شود و می‌توان همه دستگاه‌ها و روشنایی‌ها را از یک نقطه به صورت مرکزی کنترل نمود و همچنین امکان دسترسی بصورت یکجا به روشنایی‌های ساختمان میسر بوده و در ضمن می‌توان با استفاده از این سیستم تابلوی برق در ساختمان‌هایی که قدیمی هستند هم بدون تغییر در سیم‌کشی تحت کنترل گرفت و همچنین امکان تعریف ساعات اوج مصرف برای ساختمان وجود دارد تا سیستم به صورت هوشمند در ساعات پیک مصرف، مصرف کننده‌های غیر ضروری را از مدار خارج نماید. استفاده از

های تأمین کننده انرژی هم می‌توانند برای مدیریت بار انرژی، از شبکه‌های WHAN استفاده کنند.

امنیت و ایمنی: سیستم‌های امنیتی پیشرفته می‌توانند مبتنی بر چندین سنسور مانند تشخیص دود، تشخیص شکستگی شیشه و تشخیص حرکت باشند که وضعیت‌های مخاطره آمیز احتمالی را شناسایی می‌کنند و واکنش مناسب آن را در دستور کار قرار می‌دهند. به عنوان مثال در صورت تشخیص دود ممکن است اعلام هشدار دهنده آتش سوزی فعال شوند. [4]

۳- بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از سیستم های مدیریت و اتوماسیون ساختمان (Building management system و تابلوی مدیریت انرژی (BEMS)

سیستم‌های مدیریت و اتوماسیون ساختمان به منظور نظارت خودکار و کنترل سیستم‌هایی نظیر: روشنایی، لوله کشی، تجهیزات آتش نشانی، کنترل تردد، گرمایش و سیستم‌های تهویه مطبوع استفاده می‌شوند. این اصطلاح به سیستمی که در آن از سنسورها و کنترلرها استفاده می‌شود نیز اطلاق می‌گردد. همه این سیستم‌ها از یک پردازشگر دیجیتالی الکترونیکی برای کنترل الگوریتم‌ها استفاده می‌کنند و قابلیت برقراری ارتباط با دیگر کنترلرها را دارا می‌باشند. اصطلاح BMS، تمامی المان‌های کنترلی شامل سخت افزارها، حسگرها، شبکه‌های ارتباطی و کنترل‌های مرکزی را پوشش می‌دهد. به طور کلی یک سیستم کنترلی شامل سه بخش اصلی سنسور، کنترلر و یک وسیله کنترل کننده است و هر مولفه در معماری شبکه به طریقی با سیستم ارتباطی در تماس است. شبکه‌های ارتباطی با دو قسمت ضروری مشخص شده است: الف. قسمت فیزیکی: که سیگنال‌های کنترلی را منتقل می‌کند؛ از قبیل سیم، فیبر نوری و رادیو. ب. پروتکل: که یک دسته از قوانین زبانی رایج برای ارتباط برقرار کردن سیگنالها است. نتیجه استفاده از سیستم مدیریت ساختمان، کاهش هزینه‌ها، از طریق کاهش هزینه‌های راه اندازی ساختمان است.

۳-۱- تابلوی مدیریت انرژی ساختمان (خانه هوشمند) BEMS

سیستم BEMS یک تابلوی مرکزی دیجیتالی است که به

از کلیدهای هوشمند، امکان تعریف سناریوهای دمایی نیز مهیا می شود مثل سناریوهای ورود، خروج، شب، امکان کنترل یکپارچه تمامی سیستم های سرمایشی و گرمایشی نیز وجود دارد. برای این منظور می توان از نمایشگر هوشمند و یا پنل کنترلی استفاده نمود. کلیدهای هوشمند اطلاعاتی از قبیل دمای محیط را نمایش می دهند.[7]

۵- مثالی از ایجاد چنین سیستم هایی در بخش های مختلف یک واحد مسکونی

نیازهای کنترلی در فضاهای داخلی یک واحد مسکونی با تفکیک فضاها[1]

ورودی ساختمان هنگام ورود

- روشن شدن مسیرهای روشنایی موردنیاز در مسیر ورود تا رسیدن به محل مورد نظر.
- ایجاد دمای مطلوب در هنگام ورود و تعریف دمای مطلوب در هنگام حضور در منزل.
- امکان تطبیق نور فضای داخلی با نور موجود در محیط(در دو زمان شب و روز).
- امکان تطبیق پرده ها و چراغهای پشت پرده با زمان حضور(در دو زمان شب و روز).
- امکان گزارش گیری زمان و تعداد ورود و خروج در شرایط خاص.

ورودی ساختمان هنگام خروج

- خاموش شدن کلیه مسیرهای روشنایی.
- ایجاد دمای مطلوب در هنگام خروج و تعریف دمای مطلوب در هنگام عدم حضور در منزل.
- امکان تطبیق پرده ها و چراغهای پشت پرده با زمان حضور(در دو زمان شب و روز).
- امکان شبیه سازی حضور در منزل.
- امکان گزارش گیری از وضعیت باز و بسته بودن در و پنجره ها.
- کنترل باز و بسته شدن پرده ها و یا حتی یک مسیر روشنایی جهت تامین نور لازم برای گلپای زینتی.
- امکان گزارش گیری دما و وضعیت اب و هوای محیط خارج.

اتاق های خواب

تابلوی BEMS در ساختمان های جدیدالاحداث سبب کاهش لوله گذاری و سیم کشی می شود.

برخی از خدمات هوشمند تابلوی مدیریت انرژی به صورت زیر است:

الف). با تلفن و از راه دور لامپها و تجهیزات الکتریکی را فعال یا غیر فعال می نماید.

ب). بر خورداری از کلیدهای فانکشن جهت ذخیره انرژی و خاموش کردن لامپهای کل منزل و یا تک تک اتاقها در هر صورت.

ج). استفاده از LED های سفید پرنور جهت روشن نمودن نسبی فضا در صورت قطع برق شهر به صورت خودکار.

د). قابلیت نظارت بر ولتاژ برق شهری و قطع مصرف کننده ها در صورت غیر مجاز بودن آن و کنترل توان مصرف در ساعات پیک مصرف.

ه). برای کودکان و افراد مسن و بیمار در منزل، مراقبت های ویژه صوتی و حرکتی برقرار می کند.

۴- بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از کلیدهای هوشمند الکتریکی

استفاده از کلیدهای هوشمند سازگار با ریموت کنترل، از یک سو سادگی کنترل و ایجاد محیط مطلوب و از سوی دیگر کاهش هزینه های اضافی انرژی را به همراه می آورد. البته در این از ساختمان ها راهکارهای دیگری نیز وجود دارد به عنوان مثال استفاده از سنسورهای حساس به حضور افراد یکی از آن راهکارها است. با استفاده از سیستم هوشمند و عملکردهای مختلف تنظیم شدت روشنایی، کنترل پرده ها و سایبان ها، زمان بندی روشنایی و غیره، تلفیق روشنایی طبیعی خورشید و نور مصنوعی سبب می شود تا همواره بر وجود روشنایی مطلوب و مناسب، تا میزان چشمگیری در مصرف انرژی صرفه جویی شود. امکان ارتباط همه انواع کلیدها و کنترل کننده ها به سیستم هوشمند وجود دارد. کلیدهای هوشمند دارای ترموستات هستند. درجه حرارت مطلوب توسط کاربر به راحتی تنظیم می شود و با استفاده از کنترل کننده های ویدئو وسایل گروایی و سرمایشی فقط در صورت نیاز فعال می شوند و از اینرو علاوه بر آنکه همیشه دمای مطلوب وجود دارد، کاهش چشمگیری در هزینه های انرژی ایجاد می گردد. [6] با استفاده

حد بسیار زیادی در مصرف انرژی صرفه جویی شده است. گذشته از موضوع مصرف انرژی، با ایجاد این طرح، علاوه بر اینکه ساختمان ها از نمای زیباتر و بهتری برخوردار خواهند بود؛ باعث نظم و یکپارچگی بین عناصر مختلف ساختمان و در یک کلمه آسایش و راحتی و امنیت ساکنان آن ساختمان خواهند شد.

۶- نتیجه گیری

امروزه یکی از مهمترین نکاتی که در ساختمان ها اعم از مسکونی، تجاری، بیمارستان ها، هتل ها و غیره در نظر گرفته می شود؛ مسیله بهینه سازی مصرف انرژی است. در ایران با توجه به اهمیت صرف جویی در مصرف انرژی، که در سالیان اخیر به علت رشد فزاینده استفاده از سوخت های فسیلی، محدود بودن منابع و همچنین قیمت رو به رشد آنها، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است؛ استفاده از سیستم های مدیریت و هوشمندسازی ساختمان ها به میزان قابل توجهی کل مصرف انرژی را کاهش می دهد و شرایط آسایش و ایمنی را نیز به طور مطلوبی فراهم می سازد. بنابراین این مقاله سعی بر گشودن باب تاثیر شبکه هوشمند با استفاده از شبکه های حسگر بیسیم در اتوماسیون خانگی، سیستم های مدیریت انرژی، کلیدهای هوشمند الکتریکی در ساختمان جهت بهینه سازی مصرف انرژی داشته و اهمیت آنچه را که تا کنون نادیده گرفته شده است را تنها با اشاراتی مختصر ذکر نموده است. [8] در صورت اعمال نکات مطرح شده توسط طراحان به ساکنین ساختمان های مسکونی و غیر مسکونی، به راحتی می توان از یک سو ضمن کاهش آلودگی ناشی از مصرف انرژی هایی که از سوخت های فسیلی تامین می گردد و خطر جدی برای سلامت روحی و جسمی جامعه ایجاد کرده است؛ و نیز کاهش هزینه های اضافی، می توان با استفاده از تکنولوژی های نوین الکترونیکی و طراحی شبکه هوشمند در جهت بهینه سازی مصرف انرژی پیش رویم. بزرگترین موضوع در این مورد فرهنگ ایجاد این چنین ساختمان ها و منازلی بین مردم است که راه حل این موضوع این است که دولت اطلاع رسانی کافی از مزایای اینگونه سیستم ها را داشته باشد و در این راستا کمک های مالی را نیز برای برپایی این گونه ساختمان ها انجام دهد به امید اینکه بتوان این فرهنگ را بین تمام مردم ایجاد نمود و کشور را به سمت سازندگی و بی نیازی و تکامل پیش برد.

- امکان کنترل و تعریف سناریوهای متفاوت در خصوص شدت روشنایی مورد نیاز.

- امکان تعریف سناریوهای متفاوت (روز و شب) در خصوص کنترل پرده ها.

مد مطالعه

غیرفعال کردن سیستم صوتی، ایجاد نور با شدت نور لازم جهت مطالعه، تنظیم پرده و استفاده از نور طبیعی موجود در محیط، ایجاد دمای مطلوب در فضا.

چنین سیستم هوشمندی حتی برای جزئی ترین مکان در یک خانه نیز تدابیری را اندیشیده است به عنوان مثال:

نیازهای کنترلی در فضاهای مشاعات یک ساختمان مسکونی با تفکیک فضاها

راه پله ها

- ایجاد روشنایی بر اساس حضور و کنترل زمانبندی شده.
- امکان کنترل دسترس و هماهنگی در مواقع اضطراری و استفاده از روشنایی اضطراری. [1]

پارکینگ

- ایجاد روشنایی بر اساس حضور و کنترل زمانبندی شده.
- باز و بسته شدن در ورود و خروج با نزدیک شدن اتومبیل ساکنین در هنگام تردد.

- کنترل فن های تخلیه هوا بر اساس حضور و کنترل زمانبندی شده. [1]

استفاده از سیستم های هوشمند در واحدهای مسکونی مدرنی که دارای فضای ورزشی هستند؛ نیز امکان پذیر است:

فضای ورزشی (استخر، سونا، جکوزی، سالن ورزشی)

- امکان کنترل روشنایی فضاهای ورزشی هنگام ورود و بعد از خروج با امکان تعریف سناریوهای متفاوت بسته به نوع کاربری.
- امکان توزیع صوت در فضای ورزشی.

- امکان دیدن نور فضای استخر.
- امکان کنترل، مانیتورینگ فضای ورزش، فعال و یا غیر فعال کردن نقاط کنترلی از داخل واحد مانند: راه اندازی سونا و جکوزی قبل از مراجعت به فضای ورزشی. [1]

با توجه به توضیحات داده شده؛ مشاهده می شود که اینگونه سیستم های هوشمند حتی برای جزئی ترین کار در منزل از قبیل: مطالعه، رفت و برگشت از درب ورودی و غیره نیز تدابیری را اندیشیده اند. بنابراین در صورتیکه بتوان فرهنگ

ایجاد چنین ساختمان هایی را بین مردم ایران به وجود آورد تا

مراجع

- [۱] مقالات تخصصی برق ، "معماری هوشمند ساختمان" ، سایت ساختمان مرجع صنعت ساختمان .
<http://sakhtemoon.com>
- [2] J.Heidemann, F. Silva, C. Intanagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin, and D. Ganesan. 2001. "Building Efficient Wireless Sensor Network with Low-Level Naming" In Proceedings of the Symposium on Operating Systems Principles, p 146-159.
- [۳] نصیری اقبالی ، آرش ، دهقان ، مهدی ، ۱۳۸۴. " روش های انتشار اطلاعات در شبکه های حسگر بیسیم " . دانشگاه صنعتی امیر کبیر. کارشناسی ارشد.
- [۴] فلاحی، فروغ، ۱۳۹۰، " بررسی کاربردها و چالش های شبکه های حسگر بیسیم در اتوماسیون خانگی بیسیم ، بناهای ساختمانی ، پزشکی ، محیط زیست ، جاده ها و بزرگراه ها ، تجاری و نظامی" مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی فناوری اطلاعات و جهاد اقتصادی، دانشگاه آموزش عالی کازرون، اسفند ماه ۱۳۹۰، کارشناسی ارشد.
- [۵] مقالات تخصصی برق ، " تابلوی مدیریت انرژی ساختمان (خانه هوشمند) BEMS " ، سایت اینترنتی sakhtemoon.com
- [6] Hassan, K. (1982), "Thermal Behavior of Buildings", National Academic for science Research, Tablas
- [۷] مقالات تخصصی برق ، " بهینه سازی مصرف انرژی در صنعتی سازی ساختمان " ، سایت اینترنتی <http://iranbargh.blogfa.com>
- [۸] اربابیان، همایون، " بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان " ، دانشگاه علم و صنعت ایران ، دانشکده معماری ، سومین همایش ملی انرژی ایران .