



## بررسی پروتکل های مدیریت هوشمند سازی ساختمان ( BMS )

### Building Management System Protocol Review

رضا خداپنده لو<sup>۱\*</sup>، فیروز شیخی عنبران<sup>۲</sup>، صادق دهقان نیری<sup>۳</sup>

Reza Khodabanehlo<sup>\*1</sup> – Firooz Sheikhanbaran<sup>2</sup> – Sadegh Dehghannayeri<sup>3</sup>

<sup>۱</sup> مدرس دانشگاه جامع علمی کاربردی خانه کارگر واحد شهرقدس

<sup>۲</sup> دانشجوی دانشگاه جامع علمی کاربردی خانه کارگر واحد شهرقدس

<sup>۳</sup> دانشجوی دانشگاه جامع علمی کاربردی خانه کارگر واحد شهرقدس

#### چکیده

امروزه با پیشرفت فن آوری در زمینه های مختلف صنعتی و معماری ، کسب دانش در رابطه با این علوم و اجزای مرتبط با آن به امری بی بدیل تبدیل شده است. مدیریت هوشمند سازی ساختمان یا ( BMS ) یکی از علوم جدید در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات است که به سرعت در جوامع غربی با رویکرد بهینه سازی مصرف انرژی در حال پیگیری و اجرا می باشد. این علم با عناوینی همچون Home Automation Smart یا اتوماسیون هوشمند ساختمان ، BEMS ، BAS ، EMS ، Green House ، خانه سبز مرح است ، این سیستم هوشمندی سازی جهت اجراء و هماهنگی بین دستگاه ها و سخت افزارهای موجود از یک مجموعه پروتکل مختص به خود استفاده می کند. که رایج ترین آنها پروتکل X - 10 ، KNX ، LONWORK ، Zig Bee ، BACnet ، Z – Wave ، S – BUS ، PLC Bus می باشد که در این مقاله به بررسی پروتکل های یاد شده بالا می پردازیم.

کلمات کلیدی : مدیریت هوشمند سازی ساختمان ، اتوماسیون ساختمان ، پروتکل های هوشمند سازی ساختمان ، BMS



## ۱- مقدمه

BMS یا خانه سبز برای اولین بار در سال ۱۹۷۰ میلادی جهت پاسخ به نیاز عصر حاضر پیگیری و مطرح گردید. سیستم مدیریت هوشمند سازی ساختمان را می توان یکی از بهترین ایده ها و تفکرات عصر حاضر عنوان کرد که هم باعث مصرف بهینه انرژی و بازدهی بالای تجهیزات مورد استفاده در ساختمان می شود [16]. و میزان رفاه و آسایش ساکنین و سطح خدماتی موردنظر کاربران را بر مبنای پیشرفت های روز ارتقاء می بخشد. عنوان هوشمند در مورد اتوماسیون ساختمان برای تعریف اجزاء و تجهیزاتی استفاده می شود که شامل مجموعه ای از حسگرها و محرکها بوده و قابلیت هماهنگی یا واکنش و عکس العملهای خارجی مانند بارها ، و تأثیرات محیطی را از خود داشته باشند. جهت انجام کنش و واکنش این سیستم ها علاوه بر سنسورها باید دارای یک پردازنده مرکزی ( ریشه ) یا یک کنترلر و یکسری عملگر باشند. رسانه انتقال جهت ارسال دیتا که بسته به نوع پروتکل مورد استفاده می تواند نوع کابل ، فیبر نوری و یا هوا ( فرکانس رادیویی RF ) باشد. که این مجموعه جهت هماهنگی و یکپارچگی در هنگام اجرای فرامین و دستورات نیاز به یک سری قوانین و مقررات که یک نوع زبان محاوره ای در این نوع سیستمها مطرح می شوند نیاز دارند ، که پروتکل نامیده می شوند. پروتکل ها انواع مختلفی دارند که بر حسب نیاز و میزان درآمد مشتری انتخاب و مورد استفاده قرار می گیرند در بعضی مواقع می توان از ترکیب و تلفیق چند پروتکل در کنار هم استفاده کرد. خانه سبز آرزوی دیرینه انسان برای دست یابی به شرایط ایجاد آسایش و امنیت در زندگی را به خوبی تامین می کند. و می تواند یکی از عوامل کاهش آلودگی های زیست محیطی و گازهای گل خانه ای در صورت مصرف بهینه انرژی و سوخت های فسیلی باشد [6].

## 2- تأثیرات کاربرد سازی مدیریت هوشمند سازی ساختمان

به دلیل نقش داشتن نیروی انسانی در نحوه کنترل دستگاه ها ( تجهیزات مکانیکی ، سیستم روشنایی ، ایمنی ، حفاظتی ، بهداشتی ، تهویه ، حرارتی برودتی و غیره ) موجب تأخیر در کنترل این تجهیزات می شود و در بعضی مواقع خطای ناشی از کنترل توسط نیروی انسانی وجود دارد و این امر باعث آسیب رسیدن به تجهیزات نصب شده در ساختمان می شود [13]. اتوماسیون هوشمند ساختمان ( BMS ) موجب کنترل سریع ، بدون وقفه با اطمینان و ضریب امنیت بالا در تمام طول شبانه روز می تواند نقش مهمی در آسایش و امنیت ساکنین فراهم آورد. که این امر باعث صرفه جویی در زمان ، بهینه سازی مصرف انرژی ، دقت بالا در استفاده از تجهیزات و کاهش آلودگی های زیست محیطی می تواند نقش موثری در زندگی انسان داشته باشد [7].

## ۳- مزایای استفاده از سیستم مدیریت هوشمند ساختمان [6]

- ۱- کاهش هزینه های کاربران ، مصرف بهینه انرژی و صرفه جویی در آن
- ۲- کاهش خطاهای ناشی از نیروی انسانی و افزایش عمر مفید تجهیزات و استفاده بهینه از آنها
- ۳- کاهش هزینه های ناشی از کارکرد مداوم تجهیزات مکانیکی ، برقی و غیره
- ۴- افزایش کارایی سیستم حفاظتی و ایمنی و ایجاد احساس امنیت برای سکنه ساختمان
- ۵- عدم نیاز به تعمیر و سرویس مداوم تجهیزات از سوی پیمانکاران دائمی
- ۶- اولویت بندی هوشمندانه دستگاه های مصرف کننده انرژی در زمان اضطرار و پیک یا اوج مصرف انرژی
- ۷- کاهش آلودگی محیط زیست و آلاینده های ناشی از گازهای گلخانه ای
- ۸- امکان کنترل مانیتورینگ تمام نقاط بوسیله یک گوشی تلفن همراه ، تبلت ، رایانه ، اینترنت و شبکه

## 4- امکانات ساختمان هوشمند

کنترل سیستم های ( روشنایی ، فن ، تأسیسات حرارتی برودتی ، اعلام نشت و مقدار گاز در هوا ، اعلام و اطفای حریق ، اعلام دما و رطوبت ، امنیتی و حفاظتی ، اعلام زلزله ، تماس گیرنده تلفنی ) و غیره می توانند باشد. [15]



#### 5- نحوه کنترل و دسترسی به امکانات و تجهیزات خانه هوشمند [1]

- کنترل از راه دور بوسیله ( پیامک ، اینترنت ، تبلت ، رایانه ، تلفن همراه) و پنل مرکزی انجام می گیرد
- کنترل بوسیله فرکانس های رادیویی ( RF )
- خودکار یا اتوماسیون ( به صورت برنامه ریزی های از پیش تعیین شده )

#### 6- راه کارهای سیستم مدیریت هوشمند سازی ساختمان [1,7]

- استفاده از پایین ترین سطح ظرفیت مجاز در استفاده بهینه از تجهیزات ( Reset )
- خاموش و روشن کردن تجهیزات هوشمند بر اساس جدول زمانی مشخص
- اولویت بندی در استفاده از تجهیزات هوشمند در زمان مورد نیاز آن
- مدیریت مصرف انرژی در زمان پیک یا اوج مصرف
- گزارشی از عملکرد وضعیت در حال کار تجهیزات و آموزش و نحوه بهره برداری بیشتر از خانه سبز .

#### 7- برگشت هزینه ها

هزینه و موارد اجرایی مرتبط با مدیریت هوشمند سازی ساختمان ( BMS ) بر حسب مساحت و متراژ بنا ، طبقات ، فضا های موجود ، سالنها ، تعداد واحدهای موجود ، تأسیسات مکانیکی ، الکتریکی ، حسگرها ، کنترلرها ، مکانیزم های رسانه و غیره که در اتوماسیون هوشمند ساختمان موثر هستند سنجیده می شود . [7]

#### 8- تأثیر مدیریت هوشمند سازی ساختمانها بر پیکره محیط زیست

ساختمانها یکی از بزرگترین علل مصرف برق هستند که حدود ۷۰ درصد مصرف برق را در اروپا دارند [14] آمریکا با مصرف بیش از ۴۰ درصد مصرف انرژی در جهان ، به تنهایی مسئول تولید گازهای گلخانه ای در جهان می باشد [15]. برای مقابله با آلودگی های زیست محیطی و گازهای گلخانه ای مصرف بهینه انرژی و به کارگیری مدیریت هوشمند سازی ساختمان یا خانه سبز می تواند موثر باشد . [5,7]

#### 9- پروژه های که با موفقیت کامل همراه نبودند [7]

یک پروژه هوشمند سازی هم مانند یک پروژه صنعتی و عمرانی هنگامیکه در زمان تعیین شده و در موقعیت و مکان مورد نظر دنبال نشود قطعاً با طی شدن زمان تعیین شده و عدم رعایت المانهای مورد نظر با شکست و عدم موفقیت همراه خواهد بود. تعدادی از عوامل موثر در عدم موفقیت در پروژه های خانه سبز به شرح زیر می باشد.

- عدم انجام وظایف محوله از سوی مسئولین پروژه ، کتمان نقاط ضعف پروژه و عدم آگاهی از ( BMS )
- عدم انجام المانهای شاخص و بحرانی پروژه در زمان های تعیین شده و نادیده گرفتن قیمت های واقعی

#### 10- کارهای انجام شده

##### انواع پروتکل های کاربردی در هوشمند سازی ساختمان

از انواع تجهیزات اتوماسیون می توان به حسگرها ، عملگرها و کنترلرها اشاره کرد. پروتکل مجموعه ای از قوانین و مقررات خاص و نوعی زبان محاوره ای که برای درک دستگاه های موجود در سیستم نسبت به یکدیگر و جهت برقراری ارتباط ، ارسال و دریافت سیگنال ها در شبکه ها و سیستم های مبتنی بر رایانه تنظیم می شود.



### 10-1- پروتکل X-10

پروتکل X-10 در سال ۱۹۷۵ میلادی توسط شرکت Pico Electronics ثبت شد و یکی از پروتکل های رایج است که سالها در منطقه آمریکای شمالی مورد استفاده قرار گرفته و به سرعت در اروپا فراگیر شده است. یک روش قدیمی برای ارسال و دریافت سیگنالهای الکتریکی دیجیتال می باشد که بوسیله خطوط برق، تلفن و سیم کشی داخل ساختمان انتقال پیدا می کند و یکی از پرکاربردترین استانداردهای باز رایج می باشد. و در هنگام نصب آن نیاز به تغییرات و سیم کشی مجدد در ساختمان نیست بدین صورت که برای برقراری ارتباط X-10 شامل دو فاز می باشد که یکی فاز انتخاب و دیگری فرمان است، که پردازنده یا کنترلر در فاز انتخاب آدرس وسیله را برای کنترل در خطوط انتقال قرار می دهد. و در فاز فرمان دستور درخواستی را بر روی خطوط قرار می دهد و فرستنده هم مورد استفاده در آن از فرکانس رادیویی با طول موج کوتاه و کم بهره می برد [1].

مزایا

- مقرون به صرفه از نظر هزینه اجرائی و نحوه پیاده سازی آسان و سریع
- معایب
- به دلیل آدرس دهی ۸ بیتی حداکثر ۲۵۶ دستگاه یا Node یا گره قابل کنترل است
- نویز و سر و صدا بر خطوط انتقال آن تأثیر می گذارند مانند موتورهای الکتریکی، لامپ های مهتابی و برتلوزیون، رادیو و دستگاه های گیرنده الکترونیکی نویز وارد می کنند [12].

### 10-2- پروتکل KNX

پروتکل KNX (Konnex) که در ابتدا با نام پروتکل EIB در سال ۱۹۹۰ در سیستم هوشمند سازی ساختمان مطرح شد و سپس به KNX تغییر نام پیدا کرد [2]. این فناوری تجهیزات مختلف مانند حسگرها، عملگرها و پردازنده ریشه یا کنترلر و Interface (رابط، واسطه های کاربری) موجود را به یکدیگر متصل می کند. و از مکانیزم های ارتباطی مانند کابل ها از نوع (TP) یا زوج به هم تابیده، فرکانس یا امواج رادیویی که KNX-RF نامیده می شود پشتیبانی می کند. این پروتکل دارای قابلیت نصب و آموزش آسان برای کاربران می باشد [3]. این استاندارد با لایه های فیزیکی، روش های پیکر بندی و تجارب کاربردی دو پروتکل Batibus و EHS ادغام گردیده و یک استاندارد باز است [2].

مزایا

- عمر بالای تجهیزات مورد استفاده و مصرف بهینه بازدهی اقتصادی بالا
- عدم نویز پذیری به علت استفاده از کابلهای شیلد دار
- ایمنی و امنیت بالا به خاطر استفاده از ۲۹ ولت برق در کلیدهای کنترلی موجود در محل نصب
- سازگار با دکوراسیون ساختمان و همراه با ساینز بندی استاندارد کلیدها
- کاربری ساده و انعطاف پذیری بیشتر نسبت به سایر پروتکل های مشابه
- امنیت در شبکه و سرعت بالا در انتقال اطلاعات کنترلی [2]

### 10-3- Lon Works (Local Operating Net Works)

پروتکلی است که توسط شرکت آمریکائی Echelon در سال ۱۹۸۶ میلادی توسعه یافت که یک پروتکل از نوع باز است و تراشه نرون Neuron هسته اصلی Lon Works است که از سه پردازنده تشکیل شده است که توانائی پردازش دیتا و کدهای برنامه ریزی شده مورد نیاز را دارد [4]. در هسته اصلی این فناوری پروتکل های ارتباطی اختصاصی به نام LonTalk قرار دارد این پروتکل نرم افزارهای اجرایی را با پردازنده نرون هماهنگ می کند [12]. و می تواند در یک سیستم حداقل از یک پردازنده ۸ بیتی برای کنترل ورودی و خروجی I/O استفاده کنند [13]. این پروتکل از خطوط برق و فرکانس های رادیویی RF و مادون قرمز نیز پشتیبانی می کند. [12, 13]

مزایا [12,13]



- هزینه نصب پایین ولی در مقایسه با X 10 گرانتر است و یک پروتکل لایه باز بر پایه پروتکل Lon Talk
- تنوع در انتخاب قطعات بسیار زیاد است و با بسیاری از فناوری ها در این زمینه سازگار است
- تعداد نامحدودی نود Node یا دستگاه را می توان با این پروتکل بر روی شبکه آدرس دهی کرد
- آزادی عمل در انتخاب Enter Face اینترفیس های ارتباطی ( واسط یا رابط کاربری )

#### 10-4- Zig Bee

پروتکل Zig Bee در سال ۲۰۰۲ میلادی از سوی گروه صنعتی اتحاد Zig Bee تحت عنوان استاندارد بر مبنای شبکه های بی سیم خصوصی جهت به کار گیری اتوماسیون از نوع خانگی ، صنعتی و تجاری به ثبت رسید. هزینه کم این پروتکل اجازه می دهد تا این فناوری به طور گسترده در برنامه های کنترلی و نظارت بیسیم روز به روز رواج پیدا کند. گرچه در پروتکل Zig Bee می توانند در زمان کمتر از ۳۰ میلی ثانیه یا کمتر از حالت فعال به حالت خواب بروند و یا برعکس عمل کنند. که این امر باعث می شود ، خود سیستم انرژی و توان کمتری مصرف کند. و زمان تأخیر در پاسخگویی در آن قابل کاهش است و پاسخگویی سیستم بلوتوث نیز می باشد که با یک تأخیر ۳ ثانیه ای مواجه می شود همچنین قابلیت اتصال به یک یا چند شبکه را دارد و کنترلر مرکزی آن قادر به ذخیره اطلاعات در مورد شبکه است از جمله اقدام به عنوان مرکز اعتماد و مخزنی برای کلید امنیتی است. [8,9]

مزایا

- صرفه جویی در مصرف برق ، هزینه کم ، برد کوتاه و نرخ ارسال پایین دیتا
- امنیت قابل اطمینان به خاطر شبکه بندی ترکیبی و استفاده از چند توپولوژی مختلف مثل ستاره و مش
- پیروی از استاندارد IEE802.15.4. [1,12]

#### 10-5- BACnet ( Building Automation Controlnetwork )

یک پروتکل استاندارد است جهت انتقال دیتا در بین سیستم های کنترلی هوشمند سازی ساختمان که توسط انجمن آمریکائی مهندسیین بخش حرارتی و برودتی و تهویه مطبوع ( ASHRAE ) طراحی و ساخته شد و در سال ۲۰۰۳ میلادی استاندارد بین المللی ISO.16484 – 5 را به نام خود ثبت کرد. پیام های BACnet می تواند بوسیله استانداردهای Ethernet ، MS/TP ، Lon Talk ، Zig Bee یا ARCnet منتقل گردند. [4]

#### 10-6- S – BUS

بوسیله این پروتکل تمامی سیستمهای موجود در هوشمند سازی ساختمان به صورت منظم و یکپارچه قابل کنترل می باشند. سیستم کنترل مرکزی بوسیله رایانه ، گوشی تلفن همراه ، تبلت ، و با استفاده از نرم افزارهای گرافیکی قابل کنترل هستند [7]. این پروتکل بر مبنای سرعت پاسخگویی بالا ، مصرف بهینه انرژی و افزایش انعطاف پذیری بالا تشکیل شده است ولی از لحاظ جهانی اعتبار چندانی ندارد. [1,7]

معایب

- به دلیل وجود یک تولید کننده در جهان تنوع تجهیزات آن بسیار محدود است
- عمر تجهیزات مورد استفاده از این پروتکل بسیار کم درحد ۳۰۰۰۰۰ ( ۱۰ برابر کمتر از پروتکل KNX ) [1,7]

#### 10-7- Z- Wave

پروتکلی که بر اساس ارتباط دو سوپه یا دو طرفه بی سیم یا وایرلس ( امواج رادیویی RF ) طراحی شده است که حاصل اتحاد دو شرکت Zensys و Z-Wave می باشد و با قیمتی در حدود نیمی از قیمت پروتکل های دیگر و با کیفیت انتقال و امنیت بالا و نیازی به تغییرات و سیم کشی مجدد ساختمان ندارد. توپولوژی مش می تواند فرامین را به صورت دوسوپه از یک دستگاه به دستگاه دیگر انتقال دهد. پروتکل Z-Wave در داخل تراشه ای قرار دارد و این چیپ یا تراشه به صورت مجزا در دسترس هستند و حافظه



های فلش مورد نیاز برای آن و همچنین آنتن جهت دریافت و ارسال دیتا بر روی یک برد PCB در کنار یک تراشه Z-Wave به صورت مجزا وجود دارد. [1]

مزایا

- از لحاظ سخت افزاری در ابعاد بسیار کوچک ساخته شده و قابلیت جمعیت تجهیزات دیگر را دارد
- قیمت کم، عدم تأثیر پذیری از نویز و تداخل امواج رادیویی (RF) و نحوه نصب ساده و آسان [1].

#### 10-8 PLC BUS

این پروتکل برای اولین بار در سال ۲۰۰۲ بوسیله شرکت ATS در کشور هلند مطرح شد این پروتکل نیز همانند پروتکل X-10 از خطوط برق، تلفن و سیم کشی ساختمان جهت ارسال و دریافت دیتا و اطلاعات جهت هوشمند سازی ساختمان استفاده می کند. با این تفاوت که در پروتکل X-10 ارتباط یک طرفه می باشد ولی در PLC BUS ارتباط به صورت دو طرفه می باشد و بیشتر جهت اتوماسیون خانگی کاربرد دارد. و طراحان با استفاده از ماژول در این سیستم توانسته اند در حدود ۹۹/۹۸ درصد نقاط ضعف پروتکل X-10 را مرتفع نمایند. این پروتکل می تواند همزمان با اجرای پروتکل X-10 بر روی یک ساختمان هوشمند اجرا شود بدون هیچگونه نویز و تداخلی پروتکل PLC BUS قابلیت آدرس دهی به ۶۴۰۰۰ Node یا گره را در شبکه یا سیستم خود دارد. [1]

#### ۱۱- مقایسه پروتکل ها

تمامی پروتکل های ذکر شده از نوع باز هستند، یعنی با تجهیزات شرکت های دیگر سازگارند. پروتکل KNX و BACnet بیشتر برای مصارف اتوماسیون ساختمان با هزینه تمام شده نسبتاً بالا و رسانه انتقال از نوع (سیم، PLC و بیسیم) در نظر گرفته می شوند [16]. و پروتکل های Lon Works با رسانه انتقال از نوع سیم، PLC و بیسیم، پروتکل Zig Bee با رسانه انتقال از نوع بیسیم که هر دو قیمت پایین و معمولاً برای اتوماسیون خانگی و صنعتی بکار می روند. و پروتکل X-10 و Z-Wave هر دو با قیمتی نسبتاً پایین و نصب ساده از مکانیزم بیسیم برخوردارند. و معمولاً برای اتوماسیون خانگی کاربرد دارند. [1,7]

از موارد انجام شده در زمینه هوشمند سازی ساختمان می توان به (کنترل هوشمند، تهویه مطبوع هوا، سیستم اطفای حریق، اعلام حریق، سیستم اعلام زلزله، سیستم اعلام نشت و مقدار گاز در هوا، سیستم کنترل تردد، حفاظت و ایمنی، سیستم های صوتی و تصویری و غیره) اشاره کرد که این تجهیزات بر حسب نوع عملکرد خود می توانند سهمی در کاهش مصرف بهینه انرژی داشته باشند که با توجه به متنوع بودن تجهیزات با برندهای مختلف در هنگام خرید و استفاده، در توان مصرفی این تجهیزات دقت لازم به عمل آید در رابطه با نوع پروتکل های مورد استفاده باید عنوان کرد که بهتر است از ترکیب و تلفیق چند پروتکل با یکدیگر برای عملکرد بهتر و کاهش هزینه ها استفاده کرد. در بین پروتکل های خانه سبز پروتکل Zig Bee به لحاظ عدم استفاده از سیم کشی مجدد و هزینه های اضافی و عدم نویز و همچنین قیمت پایین در اجرای هوشمند سازی موفق تر بوده است. [1,6]

#### نتیجه گیری

اجرای سیستم مدیریت هوشمند ساختمان در صورت فراگیر شدن می تواند سهم قابل توجهی از میزان مصرف بالای انرژی در بخش ساختمان و تاسیسات را کاهش دهد. و می تواند در تحقق بخشیدن به آرزوی دیرینه انسان برای داشتن یک زندگی مناسب همراه با احساس آرامش و امنیت است نقش مهمی را ایفاء کند. یکی از عوامل موفقیت در اجرای پروژه های (BMS) در سطح گسترده می تواند تغییر نگرش افراد یک جامعه نسبت به شیوه های سنتی و به روز شدن نیاز افراد آن جامعه باشد. برای رسیدن به چنین سطحی از موفقیت باید سعی کرد که بهترین پروتکل و استاندارد موجود و با کمترین هزینه برای یک ساختمان و تاسیسات در نظر گرفته شود. به نظر می رسد که پروتکل Zig Bee با توجه به میزان درآمد متوسط افراد جامعه و پیاده سازی آسان و سریع و همچنین برخورداری از فناوری روز دنیا یعنی ارتباط از نوع بیسیم در بین سایر پروتکل های موجود گزینه محبوب و مناسب تری برای افراد در جوامع امروزی باشد. ولی باید این را مد نظر قرار داد که انتخاب پروتکل باید بر مبنای محیط و تاسیسات مکانیکی



مورد نظر انتخاب شود. و گاهی نیاز است که برای کارایی بیشتر از ترکیب چند پروتکل سازگار بایکدیگر در کنار هم به صورت یکپارچه در یک شبکه کنترلر مرکزی با یک ریشه استفاده نمود.

## فهرست منابع

- [1] رسول حدادی نیستاک ، ( ۱۳۹۳ ). اصول و مبنای سیستم های هوشمند کنترل و BMS چاپ دوم . تهران: نشر کتاب آوا
- [2] حدادی شاهین ، نیارکی اصل راهبه ، ۲۴ آذر ۱۳۹۰ ، "مزایای ساختمان هوشمند با استفاده از پروتکل KNX " ، همایش ملی شهر الکترونیک – دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان
- [3] پیام ساختمان و تأسیسات ، ۱۵ اسفند ماه ۱۳۸۸ – ۱۵ فروردین ۱۳۸۹ سال ششم شماره ۸۲ و ۸۳
- [4] مرز ، توماس ، هرمن ، هانسمن ، کریستوف ( ۱۳۹۲ ) ، سیستم های BMS مدیریت ساختمان – ترجمه مهندس سیف ا... نیکنامی و مهندس فاطمه ابراهیمی ، چاپ اول .، تهران: نشر یزدا
- [5] علی پرست سودا ، علی پرست آیده ، ۲۱ شهریور ۱۳۹۳ ، " کنترل بهینه سازی و مدیریت انرژی های نو قابل اجرا در ساختمان های هوشمند ایران " ، سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان ساختمان ، مشهد مقدس – سالن صبا ۲۰
- [6] محمدرضا محمدیان، ۲۱ شهریور ۱۳۹۳، " مدیریت هوشمند ساختمان از نظر مصرف انرژی " ، سومین همایش ملی فناوری های نوین صنعت ساختمان ، مشهد مقدس – سالن صبا ۲۰
- [7] خیرآبادی فرشته، سیدرضا طالبیان، ۱۳۹۲، " پروتکل های ارتباطی مناسب در سیستم مدیریت ساختمان ( BMS ) " ، همایش ملی مهندسی برق و توسعه پایدار با محوریت دستاوردهای نوین در مهندسی برق، واحد علوم و تحقیقات تهران – خراسان رضوی، ص ۹ الی ۹
- [8] صدیق ضیابری سید محمد، ۲۱ آذر ۹۲، بررسی پروتکل Zig Bee در شبکه های بی سیم و کاربردهای آن ، مؤسسه آموزش عالی غیر انتفاعی شفق تنکابن ص ۷ الی ۷
- [9] صدیق ضیابری سید محمد، بررسی حملات انکار خدمت وبسته در بسته در شبکه های بی سیم Zig Bee و ارائه مکانیزم های دفاعی مربوطه، کد مقاله Com-0816
- [10] نیکنامی سیف ا... ، 1387، سیستم مدیریت هوشمند ساختمان فراسوی عصر الکترونیک با رویکرد ارزش، کنفرانس ملی ومهندسی ارزش در صنعت ساختمان.
- [11] قهری محمدرضا ، 1390، " تحلیل و مقایسه سیستم ها و پروتکل های ارتباطی در اتوماسیون ساختمان هوشمند" ، دومین همایش سراسری فناوری اطلاعات، محل برگزاری: ملایر – دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، ص ۱۲ الی ۱۲
- [12] David Fisher, May 2004, " BACnet and LONWORKS " , PolarSoft , Inc. J. Clerk Maxwell, A
- [13] David Irwin , Anthony Wu , Sean Barker , Aditya Mishra , Prashant Shenoy , and Jeannie Albrecht, 2011 " Exploiting Home Automation Protocols for load Monitoring in Smart Buildings", University of Massachusetts Amherst.
- [14] Agarwal . yuraj , et et , Occupancy, 2010– Driven Energy Management for Smart Building Automation , build SYS , November.
- [15] Wang . Ko – yang , et al., EGG 2012 . leverage Smart System Services Technology for Smart green building management, IEEE
- [16] Anastasia, G., et., al, 2011 , An intelligent System for electrical energy management in buildings , IEEE.