نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

طراحی ساختمان هوشمند با حداکثر تاب آوری با توجه به مدیریت انرژی (مطالعه موردی: ساختمان مسکونی پنج طبقه واقع در کلان شهر تهران)

ایمان کمالی[1]
دکتر فتح اله شمسایی زفرقندی[2]
دکترپیمان مهرنژاد[3]

دریافت مقاله:۱۳۹۸/۰۴/۰۵ پذیرش مقاله:۱۳۹۸/۰۶/۲۰

واژگان کلیدی
طراحی ساختمان هوشمند
تاب آوری
مدیریت انرژی
شرایط اضطرار

چکیده

مدیریت انرژی درساختمان های مسکونی به مجموعه ی روش ها و اقداماتی گفته می شود که برای بهینه سازی مصرف انرژی بکارگرفته می شود. دراین راستا علاوه بر بهینه سازی مصرف انرژی؛ تاب آوری ساختمان نیز باید افزایش یابد که خود نیازمند سیستم های مدیریت انرژی است. در این مقاله با هدف مدیریت انرژی درساختمان های هوشمند با حداکثرتاب آوری در شهر تهران تدوین گردید، روش پژوهش حاضر تحقیق روش توصیفی – تحلیلی بود. مرکز مورد مطالعه ساختمان مسکونی ۵ طبقه در شهر تهران درسال۱۳۹۷ است که از فرم هندسی برخوردار باشد و به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شد. یافته ها حاکی از آن است که تاب آوری ظرفیت جذب آثار مخاطرات، بازگشت از حوادث سانحه و سازگاری با شرایط درحال تغییر است و می‌توان با استفاده از سیستم های مدیریت انرژی هوشمند در ساختمان ها که موجب می شود ساختمان تا ۴۰ درصد در میزان مصرف انرژی صرفه جویی داشته باشد، و ایمنی و امنیت در ساختمان برقرار باشد و جهت دستیابی به حداکثر تاب آوری که همان مقاومت در شرایط اضطرار و بحران می‌باشد، در ساختمان های هوشمند که ازسیستم های مدیریت هوشمند شامل: سیستم با برنامه زمان بندی، بهینه سازی دما و کنترل خواستاری (که درحقیقت مشابه سیستم بهینه سازی زمان- دما می باشد. با این تفاوت که با اتصال ساعت های کنترلی به سیستم مصرف جریان برق را نیز کنترل می‌نماید) در آن ها استفاده شده است، با استفاده همزمان سه زیر سیستم نام برده، می توان به حداکثر تاب آوری دست یافت.

مقدمه

مصرف انرژی در چند دهه ی اخیر به طور سرسام آوری افزایش یافته است. این افزایش از یک طرف نشان دهنده ی رشد اقتصادی و به گردش افتادن بیشتر چرخ های صنعت و در پی آن جابجا شدن کالاهای صنعتی به نقاط مختلف است. اما از طرفی دیگر به دلیل قیمت ارزان انرژی، صاحبان صنایع و مصرف کنندگان خصوصی کشور در پی صرفه جویی و استفاده منطقی از این نعمت خدادادی نبوده اند (زرنگار، ۵۲:۱۳۹۵). بعد از بحران انرژی در سال های ۱۹۷۴ که با بالا رفتن قیمت نفت خام و انرژی همراه بود، به طور کلی روند مصرف انرژی کمی تغییر کرد وکشورهای بدون نفت درمصرف آن به صورت سیستماتیک ترعمل کردند (خداکرمی و قبادی،

[1] کارشناسی ارشد مهندسی معماری
[2] دکتری مدیریت راهبردی پدافند غیر عامل، استادیار دانشگاه امام حسین (ع)
[3] دکتری شهرسازی، پژوهشگر دانشکده هنر اسلامی تبریز

* تهران؛ خیابان ولیعصر؛ بالاتر از خیابان جامی؛ کوچه ناظم، پلاک ۷، ساختمان سلمان فارسی؛ طبقه‌ی اول؛ شماره‌ی تلفکس: ۶۶۹۷۸۳۰۸-۰۲۱ رایانامه: info@ispd.ir

۱۳:۱۳۹۵). به همین دلیل ممالک مصرف کننده ی انرژی در جهت جایگزینی انرژی های فسیلی و صرفه جویی در مصرف انرژی و استفاده ی بهتراز انرژی های موجود گام برداشتند و این امر نه تنها درسطح جامعه بلکه در ساختمان ها نیز انجام گردید. با توجه به بالا بودن مصرف انرژی در بخش ساختمانی، بهره مندی از سیستم های هوشمند در جهت مدیریت مصرف انرژی امری ضروری به نظر می رسد (مارینا‌کیز و دوکاس، ۲۰۱۸: ۱۶)[4]؛ چرا که سیستم مدیریت هوشمند درساختمان با بکارگیری آخرین تکنولوژی ها درصدد آن است که شرایطی ایده آل ، همراه با مصرف بهینه ی انرژی در ساختمان هاپدید آورد. این سیستم ضمن کنترل بخش های مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب با ارائه ی سرویس های همزمان، سبب بهینه سازی مصرف انرژی، سطح کارآیی و بهره وری سیستم ها و امکانات موجود در ساختمان می شود (فوتوپولو و الت،[5] ۲۰۱۷: ۱۷) استفاده ی بهینه از تجهیزات و افزایش عمر آن ها، ارائه ی سیستم کنترلی با قابلیت برنامه ریزی زمانی عملکرد، عدم نیاز به پیمانکار دائمی ساختمان و امکان مانیتورینگ وکنترل تمامی نقاط تحت کنترل نیزاز اهداف این سیستم است (کردستانی، ۲:۲۰۱۵).

با توجه به مدیریت انرژی در بخش ساختمانی می توان به ساختمان های هوشمندی دست یافت که درآن ها می بایست راحتی، ایمنی، انعطاف پذیری وصرفه جویی درمصرف انرژی توسط مدیریت انرژی تامین گردد؛ چرا که باتوجه به دامنه گسترده استفاده ازتاسیسات حرارتی، برودتی، برق و... درساختمان های قدیمی و جدید الاحداث، یکی از مناسب ترین گزینه ها جهت بهینه سازی مصرف انرژی استفاده از سیستم های مدیریت هوشمند انرژی درساختمان است؛ که سبب تاب آوری ساختمان (که یکی ازاصلی ترین مورد دستیابی به پایداری است؛) می شود (دکسسل، ۲۰۱۸)[6].

همچنین می بایست درساختمان های هوشمند با نصب کنترل روشنایی، دوربین ها، تجهیرات اندازه گیری، تجهیرات اعلام حریق، تجهیزات امنیتی وآسانسورها ازجمله وظایف یک سیستم مدیریت ساختمان می باشد. بنابراین با بکارگیری این نوع سیستم ها درساختمان های هوشمند؛ می توان به میزان صرفه جویی انرژی قابل حصول تا ۶۵ درصد در ساختمان های اداری و تا ۲۵ درصد در ساختمان های مسکونی دست یافت که پیامد این صرفه جویی، کاهش هزینه های انرژی، کاهش آلودگی محیط زیست، افزایش راندمان، کاهش استهلاک تاسیسات حرارتی وافزایش عمرتاسیسات می باشد (بیات، ۵۸ :۱۳۹۳).

سیستم مدیریت به عنوان یک شیوه نوین و منحصر به فرد با هدف برآورده کردن این نیاز در اکثر کشورهای پیشترفته به کار گرفته شده و توانسته است قابلیت های خودرادر زمینه ی مدیریت تمامی سیستم های مدیریت هوشمند بکار گرفته در محیط صنعتی وغیر صنعتی به اثبات رساند (خیرآبادی، طالبیان، ۲:۱۳۹۶).

با توجه به ضرورت تحقیق این پژوهش در پدافند غیر عامل می توان از یک سو توان دفاعی مجموعه را در زمان بحران افزایش داده و از سوی دیگر پیامدهای بحران را کاهش و امکان بازسازی مناطق آسیب دیده را با کمترین هزینه فراهم می سازد؛ چرا که در زمان بحران به دلیل داشتن محدودیت در مصرف انرژی و لزوم کاهش مصرف آن نیازمند انجام پژوهش هایی هستیم تا بتوان در زمان بحران از پیامد های پیش آمده برای سازمان پدافند غیر عامل بکاهیم. در این راستا با توجه به بهره مندی مدیریت انرژی[7] درساختمان های هوشمند[8]درجهت دستیابی به حداکثر تاب آوری، هدف از این پژوهش بررسی چگونگی دستیابی به حداکثر تاب آوری درساختمان های هوشمند با توجه به سیستم مدیریت انرژی[9]در راستای بهینه سازی مصرف انرژی وآسایش حرارتی می پردازد؛[10]و به بررسی میزان مصرف انرژی و تاب آوری در

[4] *Marinakis &Doukas*
[5] *&ELT. Fotopoulou*
[6] *DEXCell,2018*
[7] *Energy Management*
[8] *Smart Building*
[9] *Building management system*

[10] *زیرا مساله ی انرژی درکشور ما سال ها مورد توجه نبوده و یارانه‌های آشکار و پنهان دولتی همواره شهروندان را از توجه واقعی به ارزش انرژی در اشکال مختلفش بازمی‌داشته است. بدون توجه به این موضوع که بخش ساختمان بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، که به نظر می‌رسد ارزش آن به قیمت جهانی سالیانه بالغ برشش میلیارد دلار می شود. در صورتی که می‌توان با اجرای سیستم‌های نوین در*

ساختمان ۵ طبقه مسکونی در شهر تهران می پردازد تا در ادامه روند پژوهش؛ بخشی ازاصول و راه کارهای ارزشمند مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد و نتایج لازم استخراج در طراحی بازنمایی گردد وسعی برآن است تا به راحتی به ساختمانی هوشمند با حداکثر تاب آوری در شهر تهران دست یافت.

فرضیه های پژوهش

۱. **بنظر می رسد با مدیریت انرژی در ساختمان های هوشمند با حداکثر تاب آوری؛ توسط سیستم مدیریت انرژی[۱]هوشمندتوان میزان کارآیی انرژی را بهبود بخشید.**

۲. **بنظر می رسد بتوان با بهره مندی از سیستم مدیریت هوشمند[۲]به حداکثر تاب آوری درساختمان های هوشمند دست یافت.**

مبانی نظری

در پژوهشی توسط اکواستراکچر[۱۳]در سال ۲۰۱۸یک فرم از نرم افزارهای شبیه ساز[۴]که متقابل و مقیاس پذیراست و مدیران انرژی را با سرمایه گذاری، عملیات و یا کنترل سطح مسئولیت برای بهینه سازی مصرف انرژی آشنا می کند، ثبت کرد تا به وسیله آن بتواند میزان مصرف انرژی در ساختمان ها را بهینه سازی کند (اکو استراکچر، ۲۰۱۸). همچنین مارینا‌کیز و دوکاس در سال ۲۰۱۸ درمقاله ای باعنوان سیستم پیشرفته [۵]ای مدیریت انرژی هوشمند در ساختمان ها، به بررسی این نوع سیستم درجهت مدیریت انرژی درساختمان ها پرداختند. نتایج بررسی ها حاکی ازاین موضوع بودکه با توجه به هدف اصلی که بیانگریک سیستم انعطاف پذیر، آسان برای گسترش وبه راحتی قابل تنظیم و از نظر کاربر مقیاس پذیر باشد، را فراهم کند. این سیستم از سنسورهای داده ای که درساختمان نصب شده اند؛ استفاده می کند وداده های زمان واقعی را دررابطه با مصرف سیستم ها ولوازم، داده های اشغال شده، داده های رفتاری، نقاط تنظیم شده، تنظیمات سیستم و غیره؛ اندازه گیری می کند. همچنین این سیستم پیچیدگی های رفتاری ساختمان را ساده کرده است (مارینا‌کیز و دوکاس، ۲۰۱۸). جاوایید نیز در همان سال، (۲۰۱۷) درمقاله ای با عنوان طراحی سیستم مدیریت هوشمند با استفاده از یکپارچه سازی انرژی تجدید پذیر برای خانه های هوشمند؛ با بررسی یک مدل جدید براساس طرح قیمت گذاری و بهینه سازی اقتصادی و انرژی ارائه نمود و برداشت ها و نظریات خودرا بر اساس نرم افزار شبیه ساز؛ شبیه سازی نمود. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان داد که صرفه جویی اقتصادی از لحاظ لایحه برق مصرف کننده به دست می آید (جاوایید و همکاران،[۱۶]۲۰۱۷).

اسالم و همکاران[۷]نیزدرسال۲۰۱۷ درمقاله ای با عنوان به سوی مدیریت انرژی کارآمد ساختمان های هوشمند با بهره گیری از بهینه سازی اکتشافی درزمان واقعی وبحرانی پرداختند، و دریافتند که با اختراع شبکه هوشمند، که یکی ازمهمترین فن آوری های توانمند برای تعادل تقاضای برق وعرضه ی آن است؛ عملکردپایدارشبکه برق افزایش می یابد؛ درحالی که هزینه ی برق کاهش می یابد (اسالم و همکاران، ۲۰۱۷)

پاپانتونینو و همکاران[۸]درسال۲۰۱۷ با استفاده ازسیستم هوشمند مدیریت انرژی ساختمان برای ادغام چندین سیستم به یک سیستم نظارت و مدیریت کلی پرداختند ودریافتند که سیستم های مدیریت هوشمند توسعه یافته و پیشنهاد شده می تواند به طور قابل توجهی در مرور وکنترل تمام زیرسیستم های متصل به آن کمک کنندو در جهت مصرف انرژی درتمام ساختمان بکاررود، ضمن اینکه راه حلی جهت ارتباط بین بخش های مختلف مصرف انرژی درساختمان باشند (پاپانتونی وهکاران، ۲۰۱۷)

اکو استارکچر[۹]نیزدرسال۲۰۱۸یک فرم از نرم افزارهای شبیه ساز که متقابل و مقیاس پذیراست ومدیران انرژی رابا سرمایه گذاری، عملیات ویا کنترل سطح مسئولیت برای بهینه سازی مصرف انرژی آشنا می کند، ثبت کرد تا به وسیله آن بتواند میزان مصرف انرژی در ساختمان ها را بهینه سازی کند (اکو استارکچر، ۲۰۱۸)

ساختمان ها، این هزینه ها را به شکل قابل توجهی کاهش داده و هزینه‌ای را که برای پیاده کردن این سیستم اجرا می‌شود،درمدت زمانی نه چندان دور از راه ذخیره انرژی بدست آورد.

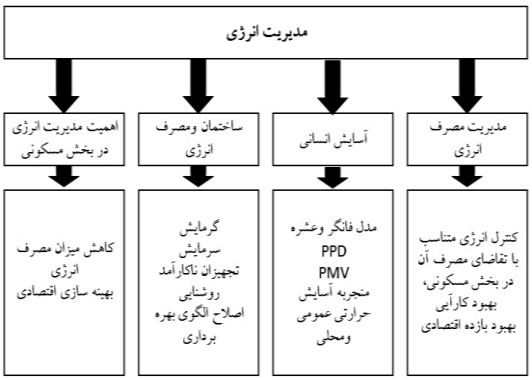
۱ *Javaid& et al*
۲ *Aslam&et al*
۳ *EcoStruxure*
۴ *BMS*
۵ *BMS*
۶ *Papantoniou& et al*
۷ *EcoStruxure*
۸ *Iot*
۹ *Schneider Electric StruxureWare*

اهمیت مدیریت انرژی درصنایع و ساختمان ها

اصولا انرژی مصرفی ساختمان به نظریه طراحی سازگار با شرایط آب و هوایی مربوط می شود. برای مثال، گذاشتن پنجره در یک ساختمان اهمیت به سزایی دارد، چرا که نور طبیعی مفید، خنک سازی آسان و سیستم تهویه مطلوب را فراهم می سازد (مارتین، ۲۰۱۶:۶۹).

تعیین پارامترهای مؤثر بر مصرف انرژی در بخش ساختمان از مهمترین مراحل طراحی یک ساختمان است. طراحی های منفعل در معماری امروز شهرهای شلوغ قابل اجرا نیست. لذا کارایی انرژی اینگونه ساختمان های شهری به مسائلی مانند کل مساحت و اندازه پنجره ها، ارتفاع ساختمان، تعداد طبقات، مصالح آن وابسته، جهت- گیری و تابش دریافتی خورشید وابسته است (ییلدیز و همکاران،[۲] ۲۰۱۰)

با توجه به پژوهش های مورد مطالعه، عواملی مانند تعداد ساکنین (چان شنگ و همکاران، ۲۰۱۰:۸۰۴) تعداد طبقات، میزان همجواری با ساختمان های کنار، بالا و یا پایین (شیمودا،[۲۱] ۲۰۱۰)، نسبت سطح پنجره به دیوار (تی سیکالدواکی[۲۲] و همکاران، ۲۰۱۲) نسبت طول به عرض ساختمان، تعداد بر(نما) ساختمان به عنوان شایع ترین عوامل موثر بر مصرف انرژی توسط گروه متخصصین تعیین گردیدند(لی و همکاران، ۲۰۱۳). ضمن اینکه وسایل و مصرف کننده های انرژی نیز درخانه مانند یخچال، فریزر، تلویزیون، ماشین لباسشویی، جاروبرقی، اجاق، روشنایی و دستگاه های گرمایش و سرمایش، جزء مصرف کننده های این بخش هستند. دراین بخش، بیشتر از انرژی برق استفاده می شود و مهم ترین مصرف آن برای گرمایش؛ سرمایش و روشنایی است. در کشور ما ۳۴ ٪از انرژی تقریبا یک سوم انرژی، دراین بخش مصرف می شود. بنابراین، اعمال مدیریت انرژی دراین بخش بسیار مهم است و اقدامات مدیریت مصرف در این بخش شامل موارد مختلفی می شود (شکل-۱).



شکل ۱: مدل مفهومی بخش اول پژوهش حاضر
منبع:نگارنده، ۱۳۹۸

هوشمند سازی و سیستم مدیریت انرژی ساختمان

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان به مجموعه سخت افزارهاونرم افزارهایی اطلاق می شود که به منظور مانیتورینگ و کنترل یکپارچه قسمت های مهم و حیاتی درساختمان هنگام اضطرار نصب می شوند (چان شنگ و همکاران، ۲۰۱۰:۸۰۴).

وظیفه این مجموعه، پایش مداوم بخش های مختلف ساختمان و اعمال فرمان به آنها به نحوی است که عملکرد اجزای مختلف ساختمان متعادل با یکدیگر، درشرایط بهینه و با هدف کاهش مصارف ناخواسته وتخصیص منابع انرژی فقط به فضاهای درحین بهره برداری باشد. (کردستانی ، ۲۰۱۵:۳)در این روش تابلوهای برق روشنایی عمومی، دیزل ژنراتور، سیستم اعلام واطفای حریق، سیستم حفاظتی، آسانسورها، سیستم کنترل تردد و نیز اجزای موتورخانه مرکزی شامل چیلرها، بویلرها، پمپ های سیرکولاسیون، برج های خنک کن، هواسازها و اگزازفن ها به نوعی به طور یکپارچه و به طور منسجم توسط یک یا چند رایانه هماهنگ و کنترل می شوند (جاوایید و همکاران، ۲۰۱۷:۴۵)

ازآنجاکه نظارت برصحت عملکرد هریک ازسیستم های کنترل در محیط های مختلف صنعتی، تجاری، اداری و مسکونی به صورت جداگانه، مستلزم صرف وقت، انرژی و نیز حضور نیروی انسانی در محل بکارگیری آنها می باشد، نیاز روز افزون به یک سیستم مدیریت جامع که قادر به نمایش در آوردن اطلاعات و سازماندهی کلیه سیستم های کنترل هوشمند درعرض مدت زمان کوتاهی باشد، به وضوح احساس می گردد. (کردستانی ، ۲۰۱۵:۵)

سیستم مدیریت ساختمان به عنوان یک شیوه ی نوین ومنحصر به فرد با هدف برآورده کردن این نیاز در اکثر کشورهای پیشرفته به

[2] Yıldız & et al
[2] Shimoda& et al
[2] Tsikaloudaki &et al

کار گرفته شده و توانسته است قابلیت های خود را در زمینه مدیریت تمامی سیستم های کنترل هوشمند به کار رفته در محیط های صنعتی و غیر صنعتی به اثبات رساند (چان شنگ و همکاران[2]،۲۰۱۰:۸۰۶)

سیستم های مدرن مدیریت ساختمان امروزه بر پایه وب نگاشته می شوند که بزرگترین حسن آن در بکارگیری امتیازات شبکه جهانی اینترنت و کنترل ساختمان از راه دور توسط سیستم های ارتباطی متداول در دنیا است (لی و همکاران، ۲۰۱۳).

روش شناسی

جامعه ی آماری مورد مطالعه جمعی از متخصصین آشنا با موضوع پدافند غیرعامل شامل ۵ نفر اساتید دانشگاه در حوزه انرژی دارای مدرک دکتری، ۱۰ نفر دانشجو کارشناسی ارشد رشته انرژی و ۵ نفر اساتید دکتری انرژی آشنا به موضوع پدافند بودند و نمونه پژوهش انتخاب ساختمان مسکونی ۵ طبقه در شهر تهران درسال۱۳۹۷ است که از فرم هندسی برخوردار بود. روش نمونه گیری از نوع هدفمند بر اساس نوع ساختمان که از فرم هندسی تشکیل شده باشد و تمامی آیتم های مورد ارزیابی را دارا باشد بوده است.

در این پژوهش جهت اثبات فرضیه ها بکارگیری روش تحقیق تجربی و شبیه سازی رایانه ای الزامی است. از این رو ابزار های متناسب تحقیق به شکل اسناد و مدارک، مشاهده و اندازه گیری، تحلیل و شبیه سازی به کارگرفته شدند. بر این اساس ساختمان مورد مطالعه در شهر تهران واقع است و مطابق با اقلیم شهر تهران نیز مورد محاسبه و طراحی قرار گرفت. ساختمان مورد نظر یک ساختمان مسکونی نوساز ۴ طبقه تک واحدی برروی یک پیلوت بود که هر واحد، متراژی در حدود ۱۳۰ متر داشت. البته زیر بنای مفید طبقه اول این ساختمان کمتر و حدود ۱۲۵ متر بود. این ساختمان دو نبش (غربی-جنوبی) بوده و در شهر تهران واقع شده است. در بدنه ی دیوار خارجی ساختمان مفروض از بلوک لیکا[4]استفاده شده و سطح خارجی آن با سنگ نما پوشیده شده. جزییات طرح دیوار خارجی و مشخصات هدایت حرارتی لایه های مختلف آن در جدول (۱) ارائه شد. همچنین لایه ی بیرونی پشت بام با موزاییک پوشیده و لایه ی داخلی سقف نیز از یک لایه ی گچ و روی آن یک لایه رنگ تشکیل شده است. خواص حرارتی این لایه ها در جدول (۲) نشان داده شد. برای محاسبه ی بار حرارتی و برودتی ساختمان مذکور، دمای طرح داخلی مطابق جدول (۳) درنظر گرفته شد. همچنین در هنگام عدم حضور افراد در ساختمان (مثلا در روزهای تعطیل) دمای برگشت[5] برای گرمایش، ۱۲ درجه سلسیوس و برای سرمایش ۲۸ درجه سلسیوس لحاظ گردید. برای دمای محیط از داده های هواشناسی شهر تهران استفاده می گردد تا تغییرات دینامیک دمای هوا در طی روز و ماه های مختلف به شکلی موثر در محاسبات لحاظ گردند.

جدول شماره ۱: لایه ها و مشخصات حرارتی جدار خارجی ساختمان

لایه	ضخامت(cm)	مقاومت حرارتی (m^2kw)
سنگ نما	۲	۰/۰۱۵
ملات ماسه سیمان	۶	۰/۰۲۶
بلوک لیکا	۱/۵	۰/۱۷۴
ملات گچ وخاک	۳	۰/۰۲۷
نرمه گچ	۱	۰/۰۲
مجموع مقاومت حرارتی با احتساب مقاومت هوای خارج و داخل(m^2kw)		۰/۳۸
ضریب انتقال حرارت با احتساب مقاومت هوای خارج و داخل (w/m^2k)		۲/۶

جدول شماره ۲: لایه ها و مشخصات حرارتی سقف خارجی ساختمان

لایه	ضخامت(cm)	مقاومت حرارتی (m^2kw)
ترمه گچ	۱	۰/۰۲
سیمان پلاستر	۲	۰/۰۱۷

عبارت light expanded clay aggregate به معنای دانه رس سبک منبسط شده است. دانه های لیکا از انبساط خاک رس در کوره های گردان حاصل می شود. حرارت این کوره ها گاهی به ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد نیز می رسد.

[2] *Chun sheng &et al*

[3]

[4] **بلوک لیکا(Leca)** ، دسته ای از بلوک های سبک سیمانی هستند. در ساخت این بلوک ها، به جای سنگدانه های معمولی از سنگدانه های سبک رُسی استفاده شده است. نام این سنگدانه های سبک، لیکا است و به همین دلیل به این مدل بلوک ها، بلوک های لیکا گفته می شود. واژه لیکا مخفف

[5] *Set back temperature*

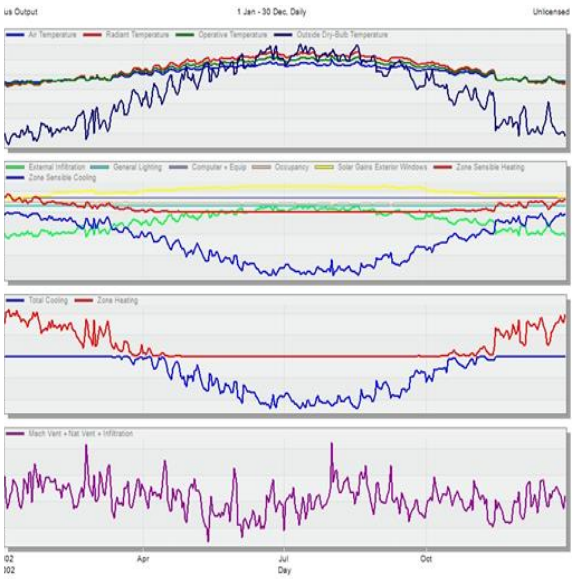
تیرچه بلوک	۲۵	۰/۰۲۵
آجر	۵	۰/۰۴۳
بتن	۵	۰/۰۲۹
ماسه سیمان	۳	۰/۰۲۶
عایق قیرگونی	۲	۰/۰۸۷
موزائیک	۲	۰/۰۱۱
مجموع مقاومت حرارتی با احتساب مقاومت هوای خارج و داخل(m^2kw)		۰/۶۵
ضریب انتقال حرارت با احتساب مقاومت هوای خارج و داخل(w/m^2k)		*۱/۵۲*

جدول شماره ۳: دمای طراحی داخل ساختمان

مورد	دما(سیلیسیوس)
دمای طراحی زمستان	۲۳
دمای طراحی تابستان	۲۳
دمای طراحی سرویس در زمستان	۲۰
دمای طراحی سرویس در تابستان	۲۵

یافته ها

با توجه به مطالب عنوان شده سیستم های مذکور را در حالت شبیه سازی در نرم افزار دیزاین بیلدر[۶]قرار داده وخروجی های مربوط به بحث انرژی مصرفی در هر بخش جداگانه مورد سنجش قرار گرفت و در نرم افزار اکسل به صورت نمودار خروجی گرفته شد (نمودار ۱-۹).

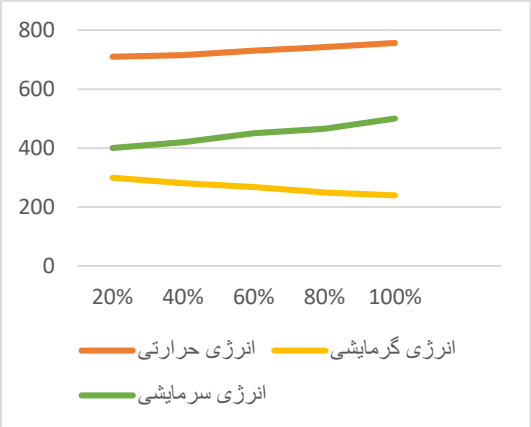


DesignBuilder[۲۶]

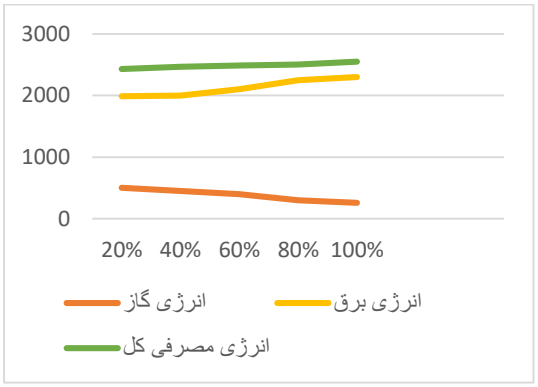
نمودار شماره ۱: میزان مصرف انرژی در طول سال ساختمان مسکونی منبع:نگارنده(نرم افزار دیزاین بیلدر)، ۱۳۹۸

با توجه به نمودار شماره۱ که بیانگر آن است که ساختمان فوق در درجه حرارت۲۲/۵۳ تا۲۸/۶۰ درجه سانتی گراد واقع است. همچنین میزان انرژی گرمایشی ساختمان از حداقل ۰ kWh در ماه های اردیبهشت تا آبان ماه و۳۰۰/۶۷ kWh در ماه دی می باشد. میزان بار سرمایشی نیز بین ۰تا۱۱/ ۴۲۲ است که کمترین مربوط به ماه دی و بیشترین مربوط به تیر ماه است. اما شروع به کار سیستم سرمایشی از فروردین ماه است و تا دی ماه ادامه دارد. با توجه به نمودار فوق میزان روشنایی طبیعی نیز ۲۸/۳۵ و میزان تهویه طبیعی ۲,۹۴ kWh می باشد. که بیشترین میزان تهویه در ماه مرداد و فروردین صورت می گیرد.

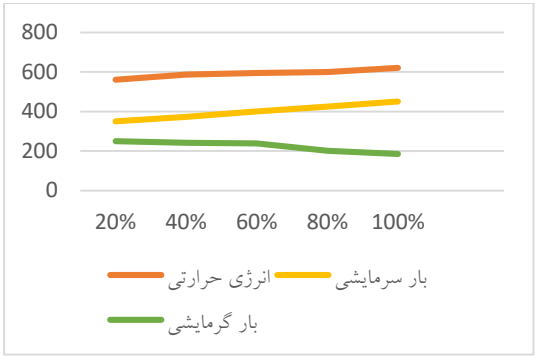
با توجه به ویژگی های ساختمان مورد مطالعه که تنها از جبهه ی جنوبی نور می گیرد؛ ابتدا به تجزیه و تحلیل داده ها در بخش بازشو های این جبهه پرداخته شد که در نمودار های شماره۲و۳ در ذیل نشان داده شده است:



نمودار شماره ۲: انرژی مصرفی گرمایشی، سرمایشی و حرارتی کل در نسبت به بازشو های مختلف جبهه جنوبی



نمودار شماره ۳: انرژی مصرفی برق، گاز و انرژی کل در نسبت به بازشو های مختلف جبهه جنوبی



نمودار شماره ۴: کاهش میزان بار گرمایشی، سرمایشی و حرارت یا لحاظ پرده هوشمند درپنجره های جبهه جنوبی در یک واحد مسکونی

با توجه به نمودار های شماره ۲ و ۳ مشخص می شود که با کاهش درصد میزان بازشوها درجبهه جنوبی، انرژی مصرفی در تمامی بخش ها به استثناء بخش گرمایش و گاز مصرفی کاهش می یابد و این روند کاهشی منجر به صرفه جویی حداکثری ۱۳ درصدی در انرژی کل مصرفی ساختمان می شود. به طوریکه کاهش نسبت بازشو به کاهش انرژی مصرفی حرارتی منجر می شود.همچنین نمودار ها بیانگر آن هستند که در هردو نمودار بیشترین کاهش مصرف در نسبت بازشو ها بین ۲۰٪ تا ۴۰٪ اتفاق می افتد.

بار حرارتی نیز در رابطه مستقیم با تغییرنسبت بازشوها است و تغییر نسبت بازشو ها به میزان ۲۰٪ مجموع بار حرارتی ساختمان را کاهش می دهد. نکته قابل توجه که دربررسی گرمایش و سرمایش ساختمان مشهود است، عملکرد رفتاری متفاوت بارهای گرمایشی وسرمایشی در رابطه با تغییر نسبت بازشو هاست . بطوریکه کاهش نسبت بازشو ها به افزایش بارهای گرمایشی می انجامد در حالی که بار سرمایشی را کاهش می دهد.

پس از مشخص شدن اتفاق های فوق، با کارگذاری پرده هوشمند که در آشپزخانه ونشیمن قرار می گیرد؛ مشخص گردید که همزمان تنظیمات پرده هابه صورت خودکار موجب کاهش حرارت به سمت داخل تا میزان ۱۵٪ و همچنین کاهش بار سرمایی در این دو قسمت به میزان ۲۰ ٪ در ساعات ۹ تا ۱۵ بعد از ظهر می گردد. ضمن اینکه در فصل زمستان با باز نمودن پرده ها به صورت هوشمند و بر اساس بازه ی زمانی میزان بار گرمایشی ۱۸٪کاهش می یابد. (نمودار۴)

همچنین در پنجره های این جبهه از ساختمان بدلیل قرار گیری در اقلیم سرد وخشک شهر تهران می بایست در بیشتر ساعات روز بالاخص در زمستان تنظیمات هوشمند جهت باز و بسته شدن پرده ها به صورتی قرار گیرد تا بیشترین نفوذ گرما و حرارت در فصل زمستان در ساعات ۷صبح تا ۱۵ بعد از ظهر ادامه داشته باشد.

ضمن اینکه در صورت ابری بودن هوا مخصوصا در ماه دی که بحرانی ترین ماه سال است؛ می بایست تنظیمات پرده به گونه ای باشد تا از نفوذ سرما به داخل جلوگیری کند.

در این راستا ابتدا سیستم فوق در تمامی قسمت های ساختمان مسکونی من جمله : ورودی، آشپزخانه، نشیمن، پذیرایی، اتاق خواب ها و سرویس های بهداشتی و مشاعات ساختمان کار در جهت سنجش میزان کاهش انرژی مصرفی

در بخش ورودی شامل: روشنایی

در بخش نشیمن شامل: روشنایی، بار گرمایشی، سرمایشی، تهویه

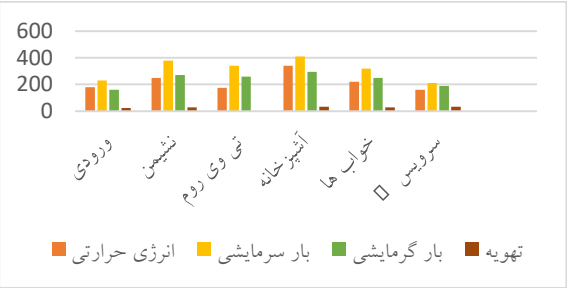
دربخش تیوی روم شامل: روشنایی، گرمایشی و سرمایشی

در بخش آشپزخانه شامل: روشنایی، گرمایش، مصرف گاز، سرمایش، تهویه

در بخش خواب ها شامل: تهویه، روشنایی، سرمایش وگرمایش مصرفی

در بخش سرویس بهداشتی: روشنایی، تهویه وگرمایش

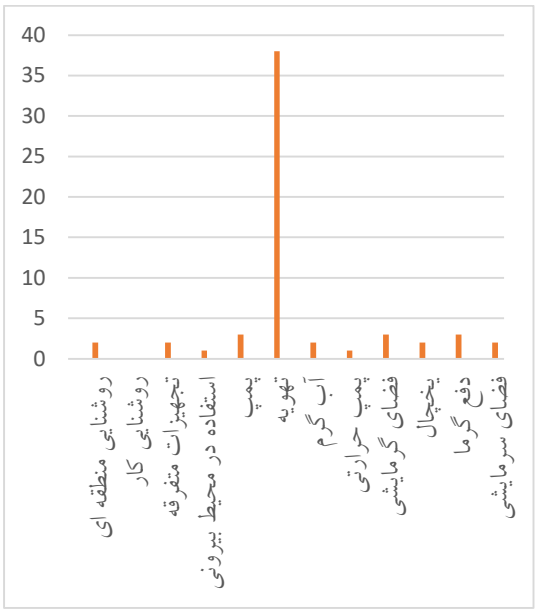
کار گذاشته شد.سپس نتایج به صورت نمودار های ذیل نمایش داده می شوند .(نمودار شماره ۵ و ۶)



نمودار شماره ۵: میزان بار گرمایشی، سرمایشی وحرارتی وتهویه در بخش های مختلف یک واحد ازساختمان مسکونی

نمودار شماره ۶: میزان بار گرمایشی، سرمایشی وحرارتی وتهویه در بخش های مختلف یک واحد ازساختمان مسکونی (با لحاظ نمودن سیستم های هوشمند)

با توجه به نمودار های ۵ و ۶ مشخص می شود که با لحاظ نمودن سیستم های هوشمند در یک واحد مسکونی در بخش های مختلف میزان ۳۰ تا۴۰ در صد در هر بخش کاهش مصرف انرژی را شاهد هستیم . به گونه ای که با کاهش مصرف انرژی در این بخش ها می توان به بهینه سازی مصرف انرژی دست یافت. به گونه ای که در بخش سرمایشی در خواب ها ۴۵ ٪، در سرویس بهداشتی ۲۰٪ و درآشپزخانه ۶۵٪ ، در قسمت تی وی روم ۳۸ ٪، نشیمن ۳۵ ٪ و در بخش ورودی به میزان ۱۰ ٪ شاهد کاهش مصرف انرژی سرمایشی هستیم. در رابطه با مصرف انرژی در بخش گرمایشی در خواب ها۳۰ ٪، در سرویس بهداشتی ۲۰٪ و درآشپزخانه ۴۰٪ ، در تی وی روم ۳۰٪، نشیمن ۳۰٪ و در بخش ورودی به میزان۳۵٪ شاهد کاهش مصرف انرژی گرمایشی هستیم. همچنین در رابطه بامیزان انرژی حرارتی نیز در خواب ها۳۰ ٪، در سرویس بهداشتی ۳۵٪ و درآشپزخانه ۳۰٪ ، درتی وی روم ۳۵ ٪، نشیمن ۳۲ ٪ و در بخش ورودی به میزان۲۰ ٪ و در بخش تهویه نیز در تمامی بخش ها میزان ۵٪ کاهش مصرف انرژی صورت گرفته است. با توجه به بررسی های فوق، به مقایسه میزان مصرف انرژی با این سیستم در رابطه با تجهیزات داخل ساختمان می پردازیم(نمودار ۷)

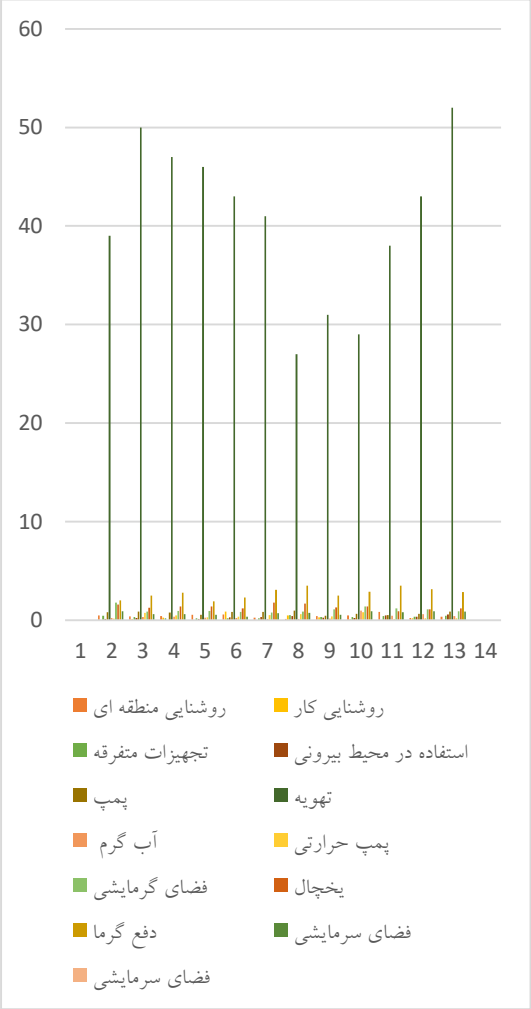


نمودار شماره ۷: خروجی نرم افزاردر خصوص میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف ساختمان با استفاده از سیستم هوشمند

براساس نمودار شماره ۷ ، مشخص می گردد که میزان مصرف انرژی در روشنایی منطقه با کارگذاری سیستم هوشمند تا۴۰٪ کاهش یافته است ضمن اینکه میزان انرژی مصرفی در قسمت تجهیزات متفرقه و در محیط بیرونی نیز تا۵۰ درصد، پمپ و آب گرم مصرفی وپمپ حرارتی به میزان ۳۵درصد تا۴۰ درصد و برق مصرفی در یخچال، دفع گرما و حرارت از دستگاه ها وفضای سرمایشی به میزان ۴۵ درصد کاهش مصرف انرژی را دارا هستند. بنابر این با کارگذاری سیستم مدیریت هوشمند شاهد کاهش مصرف انرژی از ۳۰ تا۴۵

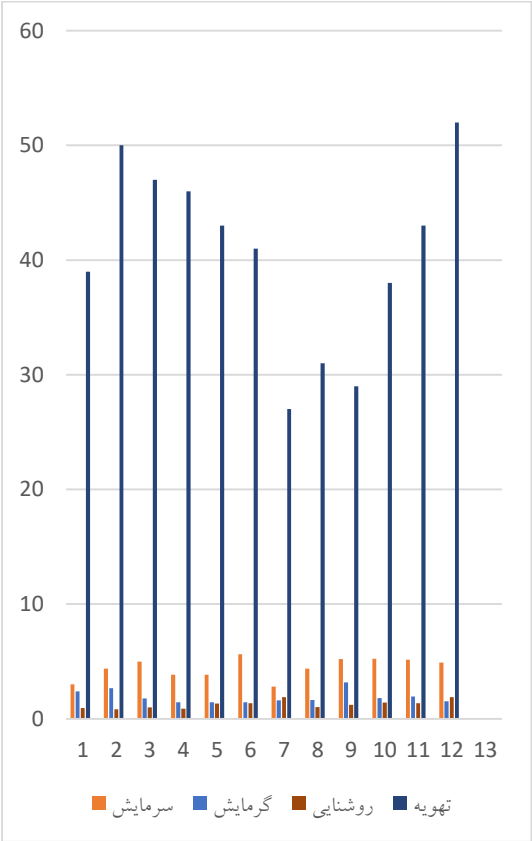
درصد می باشیم.

تاثیر سیستم های هوشمند برکل انرژی مصرفی ساختمان مورد نظر در بخش های روشنایی، تهویه، سرمایش وگرمایش



نمودار شماره ۸: میزان مصرف کل انرژی مصرفی ساختمان مورد نظردرتجهیزات بخش های روشنایی، تهویه، سرمایش و گرمایش با لحاظ نمودن سیستم مدیریت هوشمند

با توجه به نمودار شماره ۸ مشخص می گردد که تمامی تجهیزات بکار رفته در ساختمان از تجهیزات متفرقه گرفته تا پمپ های حرارتی وسیستم های الکتریکی و فضاهای گرمایشی و سرمایشی دارای ۳۰ تا۴۵ درصد کاهش میزان مصرف انرژی هستند که در ۴ بخش روشنایی، تهویه، سرمایش وگرمایش، در مقایسه بایکدیگر درمی یابیم که بیشترین کاهش مصرف انرژی به ترتیب دربخش روشنایی، سرمایش، گرمایش و تهویه می باشد.(نمودار ۹)



نمودار شماره ۹: مقایسه تاثیر سیستم مدیریت هوشمند بر مصرف انرژی در بخش های مختلف ساختمان مسکونی

بحث و نتیجه‌گیری

یک ساختمان هوشمند، ساختمانی است که دربردارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه به وسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستم ها، ساختار، سرویس ها، مدیریت و نیز رابطه میان آنها در هنگام اضطرار می باشد. همچنین تاب آوری به عنوان ظرفیت یک نظام یا سیستم، جامعه یا اجتماعات را به طور بالقوه در مواجه با خطرها برای سازگاری از طریق «مقاومت، ایستادگی و یا ایجاد تغییرات به منظور تداوم و نیل به سطحی قابل قبول از عملکرد و ساختار» می داند واین نکته از طریق میزان و درجه ای از نظام اجتماعی که قادر به خود ساماندهی برای افزایش ظرفیت به منظور فراگیری از بحران های گذشته برای حفاظت بهتر در آینده و بهبود تدابیر کاهش خطرپذیری می باشد، سنجیده وشناخته می‌شود. در این راستا ساختمان مسکونی پنج طبقه درشهرتهران به عنوان نمونه موردی انتخاب گشت و از لحاظ مصالح(سنگ نما، ملات ماسه سیمان، بلوک لیکا، ملات گچ و خاک و نرمه گچ که مقاومت حرارتی ۲/۶ و میزان ظرفیت حرارتی این مصالح ۰,۳۸ را دارند) ، پنجره ها و میزان مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفت ومشخص گردید که بیشترین میزان مصرف انرژی در ساختمان مذکور در بخش روشنایی اتفاق می افتد. لذا با قراردادن سیستم مدیریت هوشمند در بخش های مختلف ساختمان؛ میزان کاهش مصرف انرژی در بخش های ورودی، نشیمن، خواب ها و سرویس بهداشتی وتی وی روم، مورد اندازه گیری واقع شد و مشخص گردید که؛ کارگذاری این سیستم در ساختمان های مسکونی علاوه برایجاد امنیت، سبب بهینه سازی مصرف انرژی می‌گردد؛ به گونه ای که بیشترین کاهش مصرف انرژی در ساختمان مسکونی، در بخش روشنایی است وبا این حساب؛ سیستم مدیریت هوشمند تا میزان ۴۰٪ در کاهش مصرف انرژی ساختمان های مسکونی کارآیی دارد. ضمن اینکه با تجهیزات این سیستم می توان امنیت و ایمنی (را همراه با سیستم هشدار در برابر عوامل طبیعی و غیر طبیعی) تامین نمود و با قرار دادن سیستم مدیریت هوشمند در ساختمان مسکونی با توجه به دستگاه های کنترل امنیت و سیستم های اخباری خطرات احتمالی (سیستم کنترل لرزه)، سیستم کنترل تصاویر ، سیستم اعلام حریق آدرس پذیر وسیستم اطفای حریق می‌توان میزان تاب آوری ساختمان را در مقابله با خطرات اجمالی بهبود بخشید. در پایان لازم است مروری کوتاه بر سوالات اصلی و فرعی داشته باشیم و با نگاهی کلی به آنچه در این مقاله تبیین شد، به دنبال پاسخ‌گویی به آن‌ها باشیم.

سوال ۱- چگونه می توان تاثیر تاب آوری را با توجه به مدیریت انرژی در ساختمان های هوشمند ارزیابی کرد؟

با توجه به عنوان این رساله که طراحی ساختمان هوشمند با حداکثر تاب آوری با توجه به مدیریت انرژی می‌باشد، لذا تاب آوری ظرفیت جذب آثار مخاطرات، بازگشت از حوادث سانحه و سازگاری با شرایط درحال تغییر است و افزایش یا بهبود توان ظرفیتی یک سیستم برای ایستادگی و بازیابی در برابرمخاطرات مهم است؛ پس می‌توان با استفاده از سیستم های مدیریت انرژی هوشمند در ساختمان ها که موجب می شود؛ ساختمان تا ۴۰ درصد در میزان مصرف

انرژی صرفه جویی داشته باشد، وایمنی وامنیت در ساختمان برقرار باشد، ضمن اینکه

میزان توان ظرفیتی ساختمان دربرابر مخاطرات و بحران ها با استفاده از این نوع سیستم در ساختمان افزایش می‌یابد. به صورتیکه ساختمان بتواند از تمامی لحاظ من جمله امنیت وایمنی در شرایط بحران ، توان کافی جهت مقاومت را داشته باشد. پس می توان میزان تاب آوری را در ساختمان های هوشمند با استفاده از سیستم های مدیریت هوشمند، افزایش داد.

سوال۲- چگونه می توان در ساختمان های هوشمند به حداکثر تاب آوری دست یافت ؟

همانطور که در پاسخ به سوال اصلی نیز اشاره شد، جهت دستیابی به حداکثر تاب آوری که همان مقاومت در شرایط اضطرار و بحران می‌باشد، در ساختمان های هوشمند که ازسیستم های مدیریت هوشمند شامل: سیستم با برنامه زمان بندی، بهینه سازی دما و کنترل خواستاری (که درحقیقت مشابه سیستم بهینه سازی زمان- دما می باشد. با این تفاوت که با اتصال ساعت های کنترلی به سیستم مصرف جریان برق را نیز کنترل می‌نماید) در آن ها استفاده شده است، با استفاده همزمان سه زیر سیستم نام برده می توان به حداکثر تاب آوری دست یافت. ضمن اینکه در کنار بکارگیری این سیستم ها می بایست اصول بکارگیری و استفاده آن ها نیز مشخص و در اختیار کاربر قرار گیرد.

پیشنهادات

این مقاله به عنوان یکی ازاقدامات در عرصه طراحی ساختمان هوشمند با حداکثر تاب آوری با توجه به مدیریت انرژی؛ سعی کرد نمایی کلی از آنچه در بحث مدیریت انرژی و متناسب با آن ضرورت مدیریت انرژی و سیستم های هوشمند برای پدافند غیر عامل مطرح است را بیان کند. طبیعی است که این گام می‌تواند گام‌هایی بهتر و بلندتر در زمینه پژوهش‌های بعدی برای پدافند غیر عامل در زمان بحران به همراه داشته باشد. اما آنچه در راستای تکمیل فرایند این مطالعات پیشنهاد می‌شود آن است که :

- استفاده ازسیستم های هوشمند در تمامی ساختمان های مسکونی
- فرهنگ سازی استفاده از سیستم های هوشمند
- تدوین معیار واصول برای استفاده از سیستم های مدیریت هوشمند در خانه های مسکونی.
- چگونگی فرهنگ سازی استفاده سیستم های هوشمند رد ساختمان های مسکونی
- تدوین معیار واصول استفاده از سیستم های هوشمند در ساختمان های مسکونی

سپاس‌گزاری

بدین وسیله نویسنده از تمامی اساتید که در انجام این پروژه یاری رساندند، تشکر و قدر دانی می نماید.

مراجع

۱. بیات، علی، (۱۳۹۳)، کتاب سیستم مدیریت ساختمان BMS، انتشارات نیاز، تهران

۲. خیرآبادی، فرشته، طالبیان، سید رضا، (۱۳۹۶)، پروتکل های ارتباطی مناسب در سیستم مدیریت ساختمان، نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی، سال ششم، شماره یک، صفحه ، ۲۴ – ۳۵

۳. زرنگار، محمد، (۱۳۹۵)، بررسی تاثیر برنامه های راهبردی درمدیریت مصرف انرژی در ایران، مجله مدیریت توسعه وتحول، شماره ۲۵

۴. کردستانی، محمدرضا، (۲۰۱۵)، سیستم مدیریت ساختمان BMS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی ، یزد

۵. محرابی جهانگیر، کاظمیان فرهاد، (۱۳۹۵)، عوامل موثردرکاهش مصرف انرژی درمجتمع های تجاری – تفریحی درراستای معماری پایدار (مطاله موردی : شهر محمودآباد)، دومین کنفرانس ملی یافته های نوع پژوهشی در عمران، معماری وشهرسازی ، گرگان،

۶. محمدپور، علی، ضرغامی، سعید، ضرغامی، امیرحمزه، (۱۳۹۶)، بررسی وارزیابی پهنه هاوعناصرآسیب پذیرشهراز دیدگاه پدافند غیرعامل مطالعه موردی: شهر سنندج، فصلنامه علمی - پژوهشی اطالعات جغرافیایی ، دوره ی۲۶ ، شماره ۱۰۲

Refrences

1. *Aslam, Sheraz, Iqbal , Zafar , Javaid, Nadeem Ali Khan, Zahoor, Aurangzeb, Khursheed, Haider, Syed Irtaza,(2017), Towards Efficient Energy Management of Smart Buildings Exploiting Heuristic Optimization with Real Time and Critical Peak Pricing Schemes,energies, November2017*

2. *Chun-sheng, Zhao; Shu-wen, Niu and Xin, Zhang ,(2012), "Effects of household energy consumption on environment and its influence factors in rural and urban areas," Energy Procedia 14: 805- 811*

3. *DEXCell,(2018), Energy Manager, Available online: http://www.Dexmatech. com /about-dexma/ (accessed on 12 January 2018).*

4. *EcoStruxure™ Power Monitoring Expert,(2018), Available online: http:// www. schneider electric.com /b2b/en/ solutions/enterprise-solutions/enterprise-software-suites/index.jsp (accessed on 11 January 2018).*

5. *EcoStruxure™ Power Monitoring Expert,(2018), Available online: http:// www. schneider electric.com /b2b/en/ solutions/enterprise-solutions/enterprise-software-suites/index.jsp (accessed on 11 January 2018).*

6. *Fotopoulou, E, Zafeiropoulos, A, Terroso-Sáenz, F, ¸Sim¸sek, U, González-Vidal, A, Tsiolis, G,Gouvas, P,Liapis, P, Fensel, A,Skarmeta, A,(2017), Providing Personalized Energy Management and Awareness Services for Energy Efficiency in Smart Buildings, Sensors 2017, 17,*

2054. [CrossRef] [PubMed]

; Alamri, A.; Niaz, I.A,(2017),A hybrid emand side management in smart grid, Energies 2017, 10, 319

8. *JAVAID, NADEEM, ULLAH, IHSAN, AKBAR, MARIAM IQBAL, ZAFAR, ALI KHAN, FARMAN, ALRAJEH, NABIL SOUHEIL ALABED, MOHAMAD ,(2017), An Intelligent Load Management System With Renewable Energy Integration for Smart Homes, ieee access,Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2017.2715225*

9. *Lee, J. W, Jung, H. J, Park, J. Y, Lee, J. B. and Yoon, Y, (2013), "Optimization of building window system in Asian regions by analyzing solar heat gain and daylighting elements," Renewable Energy 50: 522- 531*

10. *Marinakis,Vangelis, Doukas, Haris,(2018), An Advanced IoT-based System for Intelligent EnergyManagement in Buildings, Sensors2018,18, 610; doi:10.3390/ s 18020610,pp1-16*

11. *Martin,Vacas,(2016),ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY ON BUILDING THROUGH "INTELLIGENT" PROCCESSES, Proceedings of the II International and IV Nat ional Congress on Sustainable Const ruction and Eco-Ef ficient Solutions, Chapter II I – Energy Efficiency*

12. *Papantoniou, Sotiris, Mangili, Stefano. Mangialenti,Ivan,(2017),Usingintelligent Building Energy Management System for the integration of several systems to one over all monitoring and management system, 8th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, SEB-16, 11-13 September2016, Turin, ITALY, Energy Procedia 111 (2017) 639 – 647*

13. *Shimoda, Yoshiyuki, Yukio Yamaguchi, Tomo Okamura, Ayako Taniguchi, and Yohei Yamaguchi ,(2010), "Prediction of greenhouse gas reduction potential in Japanese residential sector by residential energy end-use model," Applied Energy 87, No. 6: 1944- 1952*

14. *Tsikaloudaki, K., K. Laskos, Th Theodosiou, and D. Bikas ,(2012) , "Assessing cooling energy performance of windows for office buildings in the Mediterranean zone," Energy and Buildings 59: 192- 199*

15. *Yıldız,Yusuf, and Zeynep Durmuş* Arsan, (2011), "Identification of the building parameters that influence heating and cooling energy loads for apartment

16. buildings in hot-humid climates," Energy 36, No. 7: 4287- 4296