



## هوشمند سازی آپارتمان های شهری زیربنای تحقق توسعه پایدار و اقتصاد مقاومتی

مهدی اخوان<sup>۱</sup>، امیرحسین جمالپور<sup>۲</sup>، محمد مهدی گلشاهی<sup>۳\*</sup>، رضا جمالپور<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، [info@mahdiakhavan.ir](mailto:info@mahdiakhavan.ir)

۲. دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج [Jamalpour\\_amir@yahoo.com](mailto:Jamalpour_amir@yahoo.com)

۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، کرج، ایران. [Mgolshahi73@gmail.com](mailto:Mgolshahi73@gmail.com)

۴. عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد کرج، [jamalpour\\_reza@kiau.ac.ir](mailto:jamalpour_reza@kiau.ac.ir)

### خلاصه

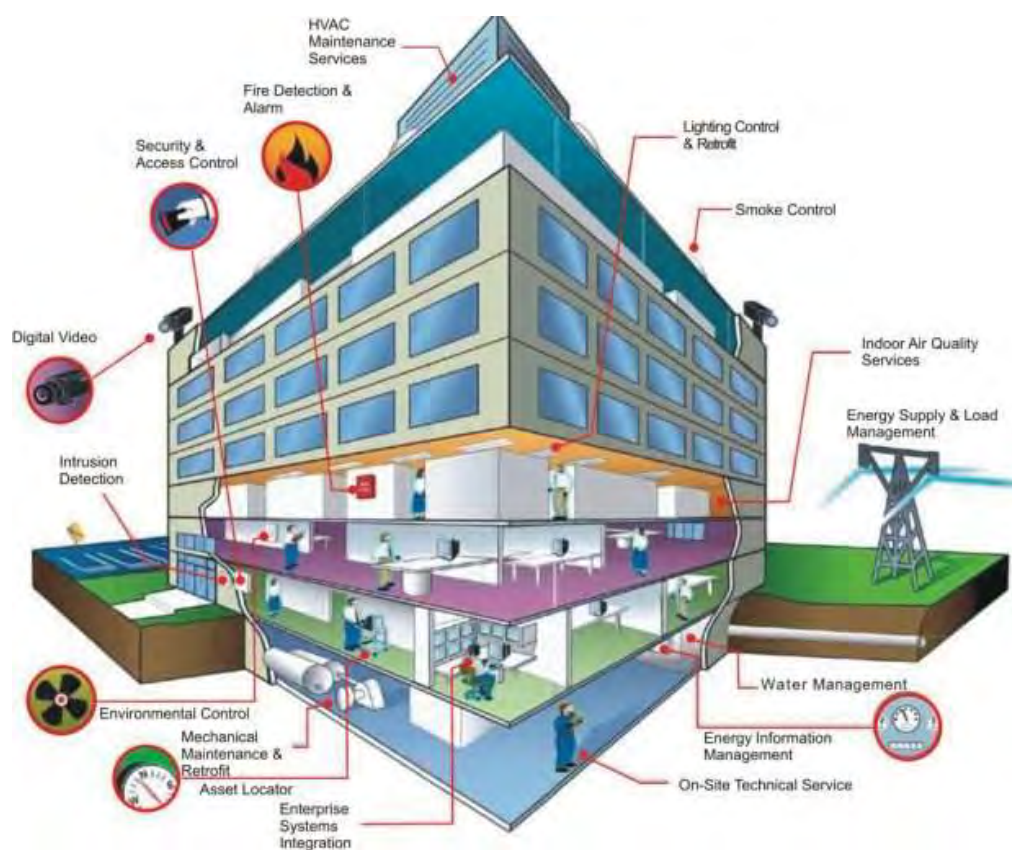
یکی از مهم ترین چالش ها و موضوعات جنجال برانگیز قرن جاری، مسئله استفاده صحیح از انرژی است. به طور کلی روش های گوناگونی برای حفظ منابع انرژی وجود دارد. جدیدترین ایده برای حفظ و مدیریت انرژی استفاده از تجهیزات مربوط به هوشمند سازی ساختمان می باشد. هوشمند سازی ساختمان (BMS) به آن معنا است که اکثر فعالیت های ساختمان به صورت هوشمندانه توسط سیستم مرکزی انجام شده تا از دخالت انسانی جلوگیری کند. بر همین اساس سیستم های هوشمند می توانند در همه قسمت های یک ساختمان مورد استفاده قرار گیرد و فعالیت های مربوط به هر بخش را به یکدیگر مرتبط و از طریق سیستم مرکزی بهترین هدایت و کنترل را اعمال نماید. برای این کار در بخش های مختلف از سنسور های متناسب استفاده می گردد تا اطلاعات مورد نیاز محیطی برای پردازش به سیستم مرکزی ارسال شود و دستورات لازم به بخش های مختلف ارسال شود. علاوه بر هوشمند سازی ساختمان احساس امنیت و آرامش نیز برای ساکنین فراهم می شود. با بررسی تحقیقات انجام گرفته توسط محققان می توان نتیجه گرفت که هزینه های مربوط به هوشمند سازی ساختمان در بازه زمانی ۳ الی ۶ ساله بر خواهد گشت و علاوه بر آن به ارزش ساختمان افزوده می شود. نتایج تحقیقات انجام شده در این مقاله نشان می دهد که با بررسی سناریو های مختلف به کار گرفته شده توسط محققان و تطبیق آن با رفتار های اجتماعی برای هر مشترک برق خانگی تا حدود ۳۰ درصد مصرف انرژی در این حوزه را می توان صرفه جویی کرد که گامی مهم در راستای اهداف توسعه پایدار و اقتصاد مقاومتی برداشته خواهد شد.

**واژه های کلیدی:** هوشمند سازی، آپارتمان شهری، صرفه جویی انرژی، توسعه پایدار، (BMS)، اقتصاد مقاومتی

### ۱. مقدمه

خانه هوشمند به خانه ای گفته می شود که توانایی کنترل از راه دور وسایل و تجهیزات الکترونیکی را در اختیار ساکنین قرار دهد، همچنین در مواقع لازم امکان تصمیم گیری استفاده بهینه از وسایل و ابزار های مرتبط با ساختمان را فراهم آورد. هدف از اجرای پروژه های هوشمند سازی، بهبود و بهینه سازی در مصرف انرژی های تجدیدناپذیر و جایگزین کردن آن با انرژی های پاک می باشد و نیز امکان تبدیل فضای ساختمان به یک فضای متمایز، لوکس و امن با مدیریت هوشمند می باشد. برای هوشمند سازی ساختمان تجهیزات و سنسورهایی از جمله، کنترل دما، کنترل روشنایی، پرده های برقی و سایر تجهیزات موتوری، سیستم مدیریت مصرف انرژی، سیستم امنیتی، سیستم صوتی، سیستم آبیاری،

کنترل تاسیسات استخر سونا جکوزی، کنترل سیستم گرمایشی و سرمایشی و ... بوده [۱] که برخی از آن‌ها در اشکال شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱- جزئیات یک خانه هوشمند به همراه محل قرارگیری سنسورها [۱]



شکل ۲- مازول‌ها و سنسورهای پایه‌ای خانه‌های هوشمند [۱]



در ساختمان های هوشمند بسیاری از اعمالی که ساکنان از روی عادت و بصورت غیر ارادی انجام می دهند توسط سیستم های الکترونیکی و به صورت هوشمند امکان پذیر است که این امر باعث صرفه جویی در زمان، هزینه و نیروی انسانی می شود. علاوه بر کاهش هزینه های مربوط به مصرف انرژی، کاهش خطاپذیری و افزایش اثربخشی سیستم را به دنبال دارد. همه ساله شاهد سرقت و آتش سوزی ساختمان های مسکونی هستیم که این امر ناشی از بی دقتی ها، اشتباهات و خطاهای انسانی می باشد که به کارگیری تجهیزات و هوشمند سازی وسایل، باعث کاهش این خطرات می شود. با به کارگیری حسگرها در داخل و خارج ساختمان و استفاده از یک سیستم واحد می توان به صورت لحظه ای، کنترل تمامی شرایط آسایشی و امنیتی ساختمان را در اختیار داشت و از آن در جهت رسیدن به شرایط ایده آل استفاده کرد.

## ۲. پیشینه تحقیق

از ورود سیستم هوشمند به بازار نزدیک به ۲۰ سال می گذرد. در حال حاضر سیستم اتوماسیون خانگی در ساختمان های تجاری، دانشگاه ها و هتل ها به امری عادی تبدیل شد ولی استفاده از سیستم های هوشمند هم اکنون در خانه های مسکونی محدود به قشر مرفه جامعه می باشد. مشابه این تکنولوژی ورود تکنولوژی آیفون تصویری به ایران است، ۲۰ سال قبل با ورود تکنولوژی آیفون های صوتی و بعد از آن آیفون های تصویری به ایران استقبال زیادی از این موضوع نشد ولی با گذشت مدت کوتاهی سیر تصاعدی درخواست این سیستم بالا گرفت تا جایی که هم اکنون جزء ضروریات ساختمان محسوب می شود و هر روز با تکنولوژی های مدرن تر بر خیل مشتریان این سیستم اضافه می شود. در زمینه خانه های هوشمند پژوهش های مختلفی انجام گرفته است. هرمن مرز (۱۳۹۲)، اتوماسیون ساختمان را به عنوان جزء لاینفک مهندسی اتوماسیون مطرح نموده [۲]. ساعتچی (۱۳۹۱)، وجود ساختمان های هوشمند در دنیا را اجتناب ناپذیر دانسته و اعلام می کند، داشتن امکان طراحی های انعطاف پذیر و بکارگیری مدیریت هوشمند شرایط زیر را فراهم میکند: ۱. تبادل اطلاعات به طور سریع تر و با اعتماد بیشتر ۲- ایجاد کنترل بر روی محیط کار و خانه ۳. افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها [۳]. جان بزرگی (۱۳۹۱)، عنوان می کند سیستم هوشمند ساختمان علاوه بر نقشی که در بهینه سازی مصرف انرژی دارد، آسایش و رفاه را به ارمغان آورده و می توان امیدوار بود که در زندگی پر مشغله و مدرن امروزی، راه حلی مناسب جهت ایجاد راحتی بیشتر و سرعت بخشیدن به امور روزانه باشد [۴]. فرهانی جم (۱۳۹۱)، در تحقیق خود اعلام کرده، از زمانی که فناوری هوشمند سازی خانه ها در سطح دنیا مورد توجه قرار گرفت، حدود ده سال می گذرد. ساکنان خانه های هوشمند می توانند به راحتی همه سیستم ها و وسایل خانه را از طریق اینترنت یا تلفن همراه کنترل کنند. در حقیقت امکان کنترل خودکار چنین خانه ای از هر جایی امکان پذیر است و این ویژگی آسایش و امنیت ساکنان را تضمین می کند. بطور کلی امکان ارتباط میان ابزار و دسترسی به آن از طریق تلفن و اینترنت، خانه را به محیطی راحت تر مبدل می سازد [۵]. رحیمی (۱۳۹۱)، بر این باور است که سیستم های هوشمند قابل نصب و اجرا در کلیه سیستم های گرمایش-سرمایشی از قبیل: کولر های آبی، اسپلیت، فن کوئل، پکیج ها، شوفاژ و... می باشد. شما میتوانید قبل از ورود به محل مورد نظر، حتی با ارسال sms به دمای دلخواه دست پیدا کنید [۶]. حدادزاده (۱۳۹۰)، بیان می کند که امروزه نیاز به خانه هوشمند، منحصر



به افراد ثروتمند و خانه های لوکس نمی شود، چراکه علاوه بر جلوه های فناوری پیشرفته این سیستم ها، اهمیت آنها در مدیریت مصرف انرژی، کاربران بیشتری را به سمت این تکنولوژی سوق داده و تولید کنندگان این صنعت را مجاب کرده است تا در نسل های جدید تکنولوژی را به نحوی به کار بندند که قیمت نهایی محصول برای طیف وسیعی از خریداران قابل دستیابی باشند [۷]. علی الحلاج و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهشی به بررسی انرژی تجدید پذیر در سیستم های مدیریت هوشمند پرداختند که در نهایت با ادغام منابع انرژی ذخیره شده ی خورشیدی و انرژی تجدید پذیر و برنامه ریزی تنظیم جریان برق در زمان اوج مصرف یک نمونه پیشنهادی برای مدیریت انرژی و راندمان مصرف توسط صاحب خانه فراهم کرده اند [۸]. امجدوخیاط (۱۳۹۰)، در پژوهشی به بررسی مدیریت و بکارگیری سیستم های هوشمند ساختمانی در ایران پرداخته اند. آنان در پژوهش خود استدلال نموده اند که در کشور ما مصرف انرژی در ساختمان ها حدود ۴۰ درصد از کل انرژی مصرفی در کشور را به خود اختصاص می دهد که در مقایسه با سایر بخش های مصرف کننده انرژی سهم قابل ملاحظه ای است. در این میان در بین مولفه های مصرف انرژی در ساختمان، سیستم گرمایشی که عمدتاً از سوخت های فسیلی استفاده می کنند، از جمله مصرف کنندگان عمده انرژی می باشند به طوری که ۷۰ درصد از گاز طبیعی مصرفی، صرف گرمایش و ۴۰ درصد از انرژی الکتریکی صرف ایجاد سرمایش در ساختمان ها می شود. استفاده از BMS و هوشمند سازی ساختمان بیش از ۴۰ درصد مصرف انرژی در ساختمان را کاهش داده و در بالابردن سطح کیفی و اقتصادی زندگی موثر بوده، این سیستم ها در بسیاری از بخش ها تا ۲۰ درصد از هزینه های اجرایی و تاسیسات و تا ۸۰ درصد از هزینه های اجباری ساختمان را تقلیل خواهند داد [۹]. پروف و آشور، با تعریف سناریو های مختلف و بررسی تطبیقی آن ها مدلی را ارائه نموده اند که توسط آن ۳۰ درصد انرژی برق مصرفی در ساختمان کاهش پیدا می نماید [۱۰].

### ۳. ضرورت و اهداف تحقیق

#### ۳.۱. ضرورت تحقیق

به دلیل اهمیت ویژه انرژی و چالش های آن برای بهینه سازی و مدیریت مصرف آن پژوهش های زیادی صورت گرفته است که یکی از نتایج آن هوشمند سازی خانه ها به جهت مدیریت انرژی می باشد. تحقیقات صورت گرفته نشان می دهد که در این خانه ها می توان مقدار قابل توجهی انرژی صرفه جویی کرد که در مدت زمان کوتاهی هزینه های اولیه را جبران می کند. علاوه بر مزایای اقتصادی، سیستم های هوشمند می توانند به حفظ منابع محیط زیست کمک کرده تا ضمن مصرف بهینه انرژی در رسیدن به توسعه پایدار و اهداف اقتصاد مقاومتی کمک نمایند و به همین دلیل هرگونه تحقیق در این زمینه از ضروریات امروزی است.

#### ۳.۲. اهداف تحقیق

اهداف تحقیق برآورده کردن محیطی مطلوب برای افراد حاضر در ساختمان، استفاده بهینه از تجهیزات و افزایش عمر مفید آن ها، ارائه سیستم کنترلی با قابلیت برنامه ریزی زمانی عملکرد، کاهش چشمگیر هزینه های مربوط به نگهداری و



بهینه سازی و صرفه جویی در مصرف انرژی، عدم نیاز به پیمانکار دائمی ساختمان، امکان مانیتورینگ و کنترل تمامی نقاط تحت کنترل از طریق یک PC ویا اینترنت و همچنین امکان گرفتن گزارش های آماری از تمامی تجهیزات و عملکرد آن ها به منظور بهینه سازی مصرف و عملکرد، می باشد [۱۱].

#### **۴.۴ فرآیند تحقیق**

##### **۴.۱.۴ تعاریف**

##### **۴.۱.۱.۴ توسعه پایدار**

توسعه پایدار، یک نوع تلاش برای ترکیب مفاهیم در حال رشد حوزه‌هایی از موضوعات محیطی در کنار موضوعات اجتماعی، اقتصادی می‌باشد. توسعه پایدار یک تغییر مهم در فهم رابطه انسان و طبیعت و انسان‌ها با یکدیگر است. شاخصه های توسعه پایدار را می توان در چهار گروه: اجتماعی، اقتصادی، بنیادی و زیست محیطی مطرح و بررسی نمود. توسعه پایدار فرایندی است که آینده ای مطلوب را برای جوامع بشری متصور می شود که در آن شرایط زندگی و استفاده از منابع، بدون آسیب رساندن به یکپارچگی، زیبایی ثبات نظام های حیاتی، نیاز های انسان را برطرف می سازد. توسعه پایدار راه حل هایی را برای الگوهای ساختاری، اجتماعی و اقتصادی توسعه ارائه می دهد تا بتواند از بروز مسائلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب سامانه های زیستی، آلودگی، تغییرات آب و هوایی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسان های حال و آینده جلوگیری کند [۱۲].

##### **۴.۱.۲.۴ اجزای سیستم های هوشمند سازی**

سیستم های هوشمند سازی از سه بخش تشکیل شده است:

##### **۴.۱.۲.۱.۴ حسگرها**

سنجش پارامترهای محیطی و ارسال این اطلاعات به سیستم را عهده دار هستند. این اطلاعات می توانند دمای محیط بیرون و درون، دمای سیال گرم کننده و یا خنک کننده، میزان روشنایی محیط، میزان رطوبت، مقدار گازها در هوا، حضور و یا عدم حضور افراد در محل و دیگر اطلاعاتی که برای راهبری بهینه سیستم حیاتی می باشد.

##### **۴.۲.۱.۴ کنترلرها**

اجزایی از سیستم هستند که اطلاعات دریافتی از حسگرها را دریافت و بر اساس نرم افزار درونی خود و یا نرم افزار شبکه پردازش و بر حسب نیاز فرامینی را به عملگرها ارسال می کند. به طور کلی دو نوع کنترلر در هوشمند سازی وجود دارد که شامل کنترل مرکزی و کنترل محلی می شود.



### ۳،۲،۱،۴ عملگرها

اجزایی از سیستم هستند که فرامین ارسالی از کنترلرها را دریافت و بر اساس آن واکنش نشان می دهند. این عملگرها می توانند شیرهای برقی سیالات، دریچه های قابل تنظیم عبور هوا، رله های قطع و وصل جریان الکتریکی و ... باشند.

### ۴،۲،۱،۴ مکانیزم اتصال ارتباطی

موارد ذکر شده در بالا توسط یک مکانیزم ارتباطی با هم مرتبط می شوند که از دو قسمت مهم تشکیل شده است:

الف - رسانه (مدیای) ارتباط مانند سیم، فیبر نوری، امواج رادیویی

ب - پروتکل ارتباطی و یا زبان محاوره اجزاء. در حقیقت حسگرها، کنترلرها و عملگرها از طریق رسانای ارتباطی، بر اساس زبان محاوره ای و یا پروتکل ارتباطی با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند.

### ۳،۱،۴ سیستم کنترل مرکزی

این بخش مهمترین و بزرگترین جزء یک سیستم (BMS) بوده و هسته مرکزی آن می باشد. گاهی اوقات از یک کامپیوتر نیز به جای این سیستم استفاده می گردد ولی در اغلب موارد این بخش مستقل بوده و فقط از طریق کامپیوتر برنامه ریزی و کنترل می گردد. این بخش شامل واحد پردازنده، کنترلرهای اصلی سیستم و کنترکتورها و رله هایی که با کلیه اجزاء در ارتباط اند می باشد. همچنین در این بخش کلیدهایی وجود دارند که بطور دستی قابل تغییر هستند و با تغییر آن ها می توان برنامه سیستم را تغییر داد. روش های ارتباطی کنترل مرکزی با اجزا مختلف می تواند از طریق خطوط برق، سیم های باس و یا خط تلفن باشد.



شکل ۳: سیستم کنترل مرکزی [۱]



#### ۴.۱.۴. پروتکل های اتصال

دو روش برای اتصال لوازم هوشمند به یکدیگر و به سیستم کنترل مرکزی در بازار موجود هست  
الف- روش هایی که در آنها نیازی به کابل کشی مجزا برای کنترل ادوات مختلف وجود ندارد. در این روش ها سیگنال های تولید شده توسط وسایل کنترل کننده، از طریق شبکه برق موجود در این ساختمان ها و یا با کمک سیگنال های (RF) منتقل شده و در مقصد، دستگاه مورد نظر را کنترل می نماید.  
ب- روش هایی که در آن ها برای کنترل وسایل و ادوات مختلف علاوه بر سیم کشی برق ساختمان نیاز به برپایی یک شبکه کابلی مجزای دیگر به جهت انتقال سیگنال های تولید شده توسط وسایل کنترل کننده داریم [۱۲].

#### ۱.۵. تعریف سناریو

هر خانواده در منزل دارای رفتار خاص خود بوده که متأثر از فرهنگ غالب، سطح درآمد، هزینه های انرژی، ارتباطات اجتماعی و ... بوده که بر نحوه مصرف انرژی تاثیر گذار می باشد. در این مقاله رفتار یک خانواده متوسط به عنوان سناریو در نظر گرفته شده و کلیه اعمال اعم از ساعات ورود و خروج، مدت زمان استفاده از وسایل الکتریکی، ساعات خواب و بیداری، روشنایی، گرمایش و سرمایش و ... به عنوان سناریو های مختلف و تلفیق آن ها با یکدیگر مورد انتخاب قرار گرفته است.

#### ۲.۵. انتخاب مدل

سناریو های انتخابی با روش تحقیق پروف و همکاران رضایت بخش بوده [۱۰] لذا نتایج تحقیق ایشان ملاک عملی برای ارزیابی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل تعریف شده، یک خانه متوسط شهری برای یک روز معمولی می باشد. تحقیق انجام گرفته توسط پروف و همکاران، استفاده از تعریف سناریو می باشد که میزان مصرف برق و شبیه سازی آن توسط نرم افزار DIALUX انجام شده است. و در کار پژوهشی آن ها با تعریف ۳ فرضیه برای ۱۶ مرحله انجام شده است.

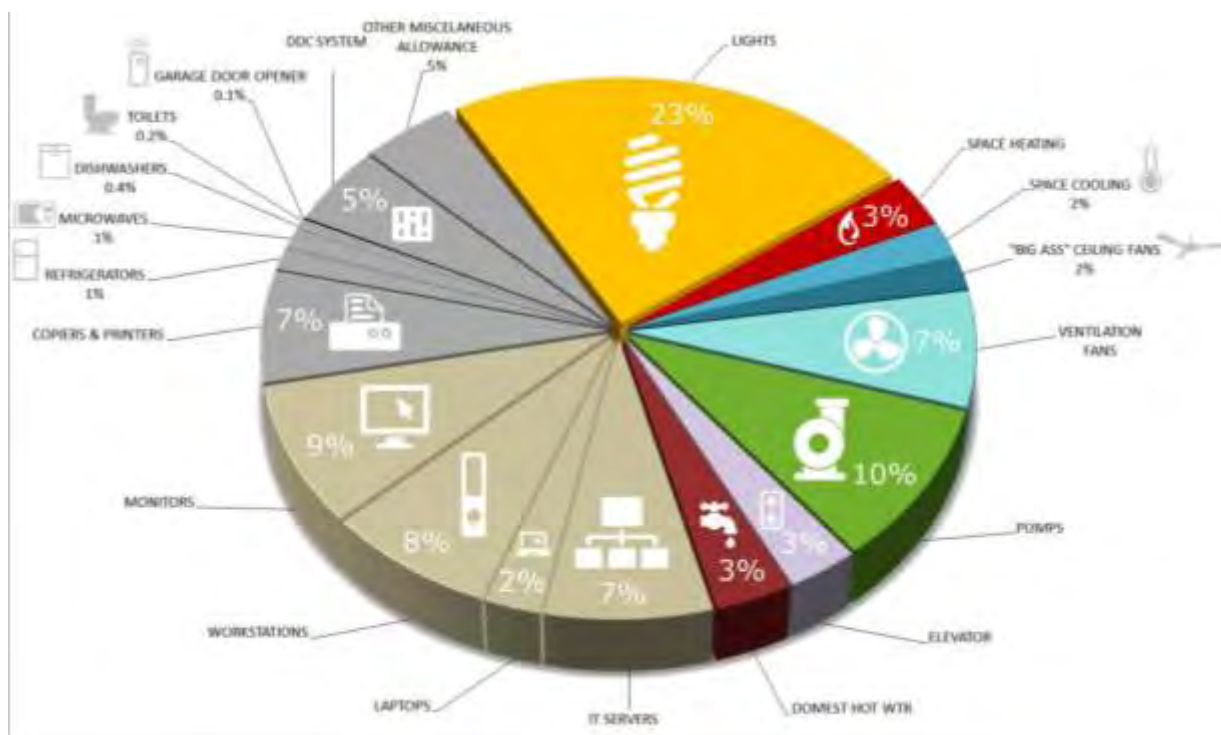
#### ۶. مطالعه موردی

نتایج مطالعات پروف و همکاران در سناریو های مختلف در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. میزان کاهش مصرف انرژی برق در فرضیه های اول، دوم و سوم به ترتیب ۲۳،۹۶٪، ۲۰،۴۲٪ و ۳۸،۵۸٪ به دست آمده است با محاسبه میانگین سه فرضیه میزان صرفه جویی به طور متوسط برابر ۲۷،۶۵٪ به دست می آید. با توجه به بررسی ها و آمار های موجود، بیشترین تلفات انرژی برق در ایران مربوط به بخش روشنایی و سیستم تهویه هوا و یخچال و فریزر می باشد. نمودار شماره (۱) میزان مصرف برق در بخش های مختلف ساختمان را نشان می دهد [۱۴].



جدول ۱- نتایج حاصل از تحقیق صورت گرفته [۱۰]

فرضیه سوم	فرضیه دوم	فرضیه اول	
۱۵۴۹,۰۸	۱۸۵۸,۲۳	۹۳۵,۳۱	میزان کل مصرف برق کیلو وات ساعت در هر ماه KWH/month
۶۱۹,۲	۳۷۹,۴۷	۲۲۴,۱۳	میزان صرفه جویی مصرف برق کیلووات ساعت در هر ماه KWH/month
%۳۸,۵۸	%۲۰,۴۲	%۲۳,۹۶	میزان صرفه جویی در هر ماه



شکل ۵- جزئیات مصرف انرژی در خانه های مسکونی معمولی [۱۳].

مصرف یک خانه مسکونی به مترهاژ ۱۳۰ متر مربع با توجه به جدول شماره (۲) ماهانه ۴۵۰ تا ۵۵۰ کیلو وات ساعت خواهد بود، که البته این رقم بدون احتساب سیستم سرمایشی می باشد و با احتساب از سیستم های سرمایشی (کولر گازی کم مصرف [A] برای ۱۰ ساعت در روز) این مقدار حدود ۱۳۰۰ کیلو وات ساعت نیز خواهد بود.





جدول ۲- میزان مصرف برق لوازم خانگی مشترکان در ۳۱ روز معادل ۳۵۰ تا ۴۰۰ کیلووات [۱۴]

ردیف	نام وسلیه خانگی	متوسط میزان مصرف روزانه ساعت/دقیقه	میزان مصرف ماهانه (۳۱ روز) کیلو وات	توضیحات
۱	تلویزیون	ساعت ۱۰	۵۰ تا ۴۵	-----
۲	لباسشویی	دقیقه ۱۰	۱۰ تا ۷	-----
۳	جاروبرقی	دقیقه ۱۰	۸ تا ۷	-----
۴	کامپیوتر	ساعت ۳	۲۲ تا ۱۸	-----
۵	سشوار	دقیقه ۱۰	۵ تا ۳,۵	-----
۶	یخچال و فریزر معمولی	ساعت ۲۴	۱۵۰ تا ۱۴۰	-----
۷	ماکریویو	دقیقه ۲۰	۱۲ تا ۹	-----
۸	لامپ کم مصرف	ساعت ۸	۳۵ تا ۳۰	۵ رشته ۲۰ وات
۹	سایر لوازم خانگی	-----	۱۸۰ تا ۱۰۰	-----

با توجه به مطابقت مطالعه با نتایج بدست آمده از تحقیق پروف و همکاران و میانگین صرفه جویی به دست آمده در تحقیق ایشان به میزان ۳۰ درصد و اعمال آن در میزان مصرف انرژی خانه های مسکونی می توان انتظار داشت، در ماه های گرم تابستان ماهانه به طور متوسط ۴۰۰ کیلو وات ساعت صرفه جویی خواهد شد و در ماه های دیگر سال ۱۶۰ کیلو وات ساعت صرفه جویی خواهد شد. جدول شماره ۳ هزینه های برق هر مشترک به ازای هر کیلو وات ساعت را نشان می دهد.

جدول ۳- هزینه برق هر مشترک به ازای هر کیلو وات ساعت در سال ۱۳۹۳ [۱۴]

ردیف	متوسط انرژی مصرفی ماهانه (کیلووات ساعت در ماه)	قیمت پایه سال ۱۳۹۳ به ازای هر کیلووات ساعت (ریال)
۱	۱۰۰ تا ۰	۳۷۲
۲	۲۰۰ تا ۱۰۰	۴۳۴
۳	۳۰۰ تا ۲۰۰	۹۳۰
۴	۴۰۰ تا ۳۰۰	۱۶۷۴
۵	۵۰۰ تا ۴۰۰	۱۹۲۲
۶	۶۰۰ تا ۵۰۰	۲۴۱۸



۲۶۶۶	مزداد بر ۶۰۰	۷
------	--------------	---

باتوجه به جدول (۳) میزان صرفه جویی در هر ماه گرم تابستان به مقدار ۱,۱۰۰,۰۰۰ ریال و در ماه های دیگر ۴۰۰,۰۰۰ ریال به ازای هر مشترک خانگی خواهد بود ، که در مجموع این مقدار در سال ۷,۰۰۰,۰۰۰ ریال صرفه جویی اقتصادی برای هر مشترک خانگی به همراه دارد.

### ۹. بحث و بررسی

بر اساس روش های اقتصادی مهندسی مدت زمان و نحوه برگشت سرمایه حاصل از به کاگیری سیستم های مختلف در بخش هایی همانند بهینه سازی مصرف انرژی، کاهش نیروی انسانی، کاهش نرخ خرابی و ... محاسبه می گردد. قیمت استعلام هوشمند سازی خانه های معمولی در ایران با امکانات گفته شده در تحقیقات آتی پروف و همکاران هزینه هر متر مربع ساختمان به طور متوسط ۲۵۰,۰۰۰ ریال برآورد شده است که هزینه اجرای این طرح ۳۲,۵۰۰,۰۰۰ ریال خواهد بود. که با توجه به میزان صرفه جویی سالانه ۷,۰۰۰,۰۰۰ ریالی ، هزینه هوشمند سازی این طرح حدودا ۵ ساله قابل بازگشت است [۱]. در این طرح پیش بینی می شود که در صورت بهینه شدن و شخصی سازی سناریو ها برای هر مشترک خانگی می تواند این مقدار صرفه جویی را ۵ تا ۱۰ درصد دیگر افزایش دهد که روند برگشت سرمایه سرعت بیشتری خواهد گرفت.



### نتیجه گیری:

۱. نتیجه نشان می دهد که برای رسیدن به توسعه پایدار رعایت صرفه جویی، با اعمال هوشمند سازی در آپارتمان های معمولی یکی از ضروریات انکار ناپذیر است.
۲. تحقیق نشان می دهد که می توان، با استفاده از وسایل و تجهیزات در جهت هوشمند سازی ساختمان های مسکونی نتیجه گرفت که این کار یکی از راه های رسیدن به تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی می باشد.
۳. نتیجه نشان میدهد که اضافه هزینه مربوط به تجهیز ساختمان معمولی علاوه بر ایجاد ارزش افزوده بر روی ملک در مدت ۳ سال الی ۶ سال با صرفه جویی انرژی جایگزین می شود.
۴. نتایج نشان می دهد که، در هوشمند سازی ساختمان های مسکونی ، به طور میانگین در بحث ذخیره سازی انرژی ، انتظار صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریسته را ۲۰ الی ۳۵ درصد کاهش دهد.
۵. نتایج حاصل از تحقیق نشان می دهد که ، بهبود عملکرد و مختصر نمودن تجهیزات کاربردی ، جلوگیری از پیشامد شرایط بحرانی ، افزایش عمر مفید لوازم مصرفی در ساختمان، کاهش خطای انسانی و مدیریت هوشمند توسط سیستم مرکزی ساختمان در پی دارد و همچنین ایجاد آسایش و رفاه برای افراد ساکن در ساختمان را فراهم می کند.



## منابع:

- [۱]. گروه فنی و مهندسی ام اند اچ [www.mhbms.com](http://www.mhbms.com)
- [۲]. مرز، هرمن وهانسمن، توماس و بقیه، (۱۳۹۲)، سیستم های مدیریت ساختمان، اتوماسیون ساختمان با سیستم های ارتباطی، انتشارات یزدا، تهران، چاپ اول، ویرایش دوم
- [۳]. ساعتچی اصل، مهندس وقزاویس، ارسلان، (۱۳۹۱)، پایداری محیطی در ساختمان های هوشمند، ماه نامه بین المللی آموزشی و پژوهشی شهر و منظر، سال سوم، شهریور، شماره ۲۵۰، ص ۳۱
- [۴]. جان بزرگی، قناد، (۱۳۹۱)، سیستم هوشمند ساختمان، فصل نامه علمی-نظریکیسون، شماره ۴۳، زمستان، ص ۱-۴
- [۵]. فراهانی جم، فرانک، (۱۳۹۱)، خانه هوشمند، گروه دانش، شماره خبر: ۱۰۰۷۷۰۷۵۲۹۶۸، بهمن
- [۶]. رحیمی غفور، (۱۳۹۱)، با سیستم (bms) آسایش و امنیت را به شما هدیه می کنیم، روزنامه طلوع، سال هجدهم، شماره ۱۳۰۲، دی، ص ۱۶
- [۷]. حدادزادع، عباس، (۱۳۹۰)، با استفاده از نسل جدید سامانه های خانه هوشمند، روزنامه جام جم، شماره خبر: ۱۰۰۸۴۴۵۴۱۳۵۸، خرداد
- [۸]. کامرنقر، پیام، (۱۳۸۵)، طراحی ساختمان های هوشمند، روزنامه دنیای اقتصاد-شماره ۱۰۵۳، شهریور
- [۹]. الحاج، یوسف علی، (۱۳۹۰)، انرژی تجدید پذیر در سیستم های مدیریت هوشمند، شانگهای چین
- [10]. Eng. Inji Ibrahim Attia Prof. Dr. Hamdy Ashour, Electrical Department and Computer Engineering, Arab Academy for Sciences and Technologies, Alexandria, *OJPEE Journal* Egypt, No. (3)
- [۱۱]. هدایتیان مهرداد، ۱۳۹۵، مدیریت هوشمند ساختمان؛ گامیدر جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار، کنفرانس بین المللی نوآوری های اخیر در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی
- [۱۲]. ولی بریم نژاد، مسعود شریفیات، (۱۳۹۱)، اصول و شاخص های توسعه پایدار، نشر پلک
- [۱۳]. نشریه پیشگامان ساختمان (۱۳۹۵)، مصرف بهینه انرژی روشنایی در ساختمان ها [www.buildmagazine.ir](http://www.buildmagazine.ir)
- [۱۴]. شرکت توانیر [amar.tavanir.org.ir](http://amar.tavanir.org.ir)