

## ساختمان هوشمند و کاربرد آن در زندگی انسان

**فاطمه سعید زاده**

دانشجوی کارشناسی ارشد معماری-دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام

Fatemeh.saeedzadeh@yahoo.com

**آیدا فرازمند**

دانشجوی کارشناسی ارشد معماری-دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام

Aida.farazmand@yahoo.com

**علیرضا پنجستونی**

دکتری سازه-دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام

Alireza5civil@yahoo.com

### چکیده

جای تردیدی نیست که یکی از مهمترین چالشها و موضوعات جنجال برانگیز قرن جاری در سراسر جهان مسأله انرژی است. به طور کلی روشهای گوناگونی برای حفظ منابع انرژی وجود دارد. معمول ترین روش، صرفه جویی می باشد که از طریق فرهنگ سازی میسر است. جدیدترین ایده برای حفظ انرژی، استفاده از تجهیزات و سیستم های جدید می باشد که به همین منظور در نظر گرفته شده اند. سیستم های مدیریت انرژی ساختمان از این جمله اند. تا با استفاده از روشهای نوین و الکترونیکی باعث آسایش کاربران، پایین آوردن هزینه ها و ذخیره انرژی در جهت بهینه سازی مصرف انرژی و جلوگیری از اتلاف آن پیش رویم. ساختمان هوشمند ساختمانی است که «دربردارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه بوسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستم ها، ساختار سرویس ها و مدیریت و رابطه میان آنها می باشد». یک ساختمان هوشمند این مزایا را از طریق سیستم های کنترلی هوشمند ارائه نماید. در این مقاله ضمن معرفی سیستم های مدیریت انرژی در ساختمان به بررسی انواع آن، روشهای پیاده سازی، موارد کاربرد می پردازیم.

**کلمات کلیدی:** ساختمان هوشمند، BMS، مصالح هوشمند

## مقدمه

انرژی بعنوان یکی از مهمترین عوامل تولید و همچنین به عنوان یکی از کالاها و خدمات مورد نیاز در مصرف نهایی از نظر اقتصادی دارای اثرات مهمی می باشد و در جهان کنونی و با محدودیت شدید سوخت های فسیلی و افزایش جمعیتی که دنیا با آن روبرو می باشد، یکی از اقداماتی که می تواند شرایط را بهبود بخشد، مصرف صحیح در تمام حوزه های انرژی می باشد. در این راستا سیستم ها و تجهیزات و تکنولوژی های گوناگونی به وجود آمده اند که در سالیان زیادی در کشورهای دیگر به آن پرداخته و در زندگی روزمره انسان از آن بهره گرفته شده است. یکی از این اقدامات هوشمندسازی ساختمان هاست که شرایط جلوگیری از حجم زیاد اتلاف انرژی را به خود اختصاص می دهد. سیستم ها و تجهیزاتی که در این حوزه به کار گرفته می شود میزان دخالت دست و فکر انسان را محدود نموده و با به کارگیری هوش انسانی در تجهیزات و با توجه به مدارهای به کاررفته می تواند زمینه کنترل و مدیریت مصرف انرژی را انجام دهد. اقدامات اصلاحی مختلفی ارائه می شود که انسان می تواند با رعایت آنها در مصرف درست برق، آب و گاز و ... کمک کند، اما بی درنگ در تمام شرایط و حالات آن فاکتورها را رعایت نمی نمایند و چندان کمکی به این حوزه نخواهد شد. ساختمانها بخش مهمی از ثروت ملی ما محسوب می شوند. معمار آلمانی آکسل ریتر می گوید: « استفاده از مواد و مصالحی که خصوصیات آنها تحت اثر گرما، نور یا رطوبت تغییر پیدا می کنند موجب انقلابی در معماری خواهند شد. ساختمانهای آینده قادر خواهند بود که رنگ، اندازه و شکل خود را در تبادل با محیط پیرامون تغییر دهند. معماران آینده قادر به طراحی ساختمانهایی خواهند بود که هندسه آنها مطابق با وزن انسان هایی که درون ساختمان هستند تغییر یابند».

بعد از انقلاب صنعتی که فناوری های نوین به صنایع وارد شدند، این روند به طور مداوم ادامه پیدا کرد، بطوری که تمامی اجزای زندگی امروزی انسانها وابسته به فناوری های نوین و برتر است. ورود فناوری های جدید تنها منابع تولیدی را تحت تأثیر قرار ندادند، بلکه این فناوری های نوین و جدید، صنعت ساختمان را نیز تحت تأثیر خود قرار داده است. به طوری که امروزه در بیشتر ساختمانهای ساخته شده گوشه ای از این فناوری ها را استفاده کرده اند (مانند سیستم های اعلان حریق، سیستم های دزدگیر و ...). این فناوری ها علاوه بر آسایش و امنیت و راحتی که برای ساکنان آن فراهم می کند، از مصرف ناخواسته انرژی در ساختمان جلوگیری می نماید. این فناوری ها را امروزه به نام ساختمان های هوشمند می شناسند و ساختمان هوشمند، ساختمانی است که به ساکنین آن راحتی، امنیت، آسایش را هدیه می دهد و از اتلاف انرژی جلوگیری می کند. هوشمند سازی ساختمان همه بخش های مختلف یک ساختمان را در برمی گیرد: بخش های مکانیکی ساختمانی، کنترل و مدیریت امنیت نور، نگهداری و تعمیرات، شبکه های محلی مدیریت انرژی و ... .

تکنولوژی ساختمان هوشمند امکانات متنوع و گسترده ای در اختیار می گذارد که هر شخص نسبت به علاقه و سلیقه خود می تواند از تمامی یا تنها بخشی از آن بهره مند گردد. با کمک این تکنولوژی تمامی وسایل و تجهیزات داخل ساختمان، بر حسب خصوصیات محل و نیاز استفاده کنندگان، توسط صفحه ای نمایش داده می شوند و از همانجا قابل کنترل و مدیریت هستند و ویژگی منحصر به فرد این تکنولوژی، ایجاد هماهنگی و یکپارچه سازی بین کلیه سیستم هایی است که تا کنون به صورت منفرد استفاده می شده اند و بدین ترتیب در محدوده وسیعی امکان طراحی، نصب و استفاده می دهد. از فواید اصلی این تکنولوژی در کنار ایجاد راحتی و امنیت بیشتر، می توان به صرفه جویی در مصرف انرژی اشاره کرد.

فلسفه اصلی تکنولوژی ساختمان هوشمند بر اساس محوریت بخشیدن به شخص استفاده کننده و نیازهای او پایه ریزی شده، به درخواست های امروز و آینده پاسخی ساده و مناسب می دهد و قابلیت هماهنگ شدن با تکنولوژی بعدی را داراست.

در نهایت هدف از معرفی ساختمان هوشمند افزایش آگاهی انسان برای استفاده از اینگونه ساختمانها و رفاه و آرامش بیشتر وی می باشد. با استفاده از سیستم هوشمند انسان قدر به کنترل ساختمان محل زندگی خود در فواصل دور و نزدیک بوده و

امکان صرفه جویی بیشتر در مصرف انواع انرژی های مورد استفاده انسان مانند گاز، برق و استفاده از سایر انرژی های طبیعی مانند انرژی خورشید را برای وی امکان پذیر می سازد.

### تعریف هوشمندی

کلمات ( Adaptive) سازگار، (Sensitive) حساس، (Smart) باهوش همه برای ساختارها و مصالحی به کار می روند که شامل حسگرها و محرک ها (Actuator)، بوده و توانایی سازگاری اتحریکات محیطی مانند بارها و تحریکات خارجی را دارند. افشاری بصیر، (1390) معماری هوشمند پویا است: پویایی به این معناست که پارامترهای عملکردی اصلی خود را با توجه به تقاضا و نیازهای شرایط متغیر و پویا تغییر می دهد. سامانه هوشمند سامانه ای است که قادر به تجربه اندوزی و استفاده از این تجربیات در شرایط جدید است که با استفاده از این ویژگی پویایی و خودسازماندهی سامانه تضمین می شود. ویژگی های اصلی معماری هوشمند به شرح زیر است:

1. پویایی و فعال بودن
2. انعطاف پذیری و سازگار با محیط
3. واکنش پذیری و پاینده بودن (مفیدی، 1388)

مصالح هوشمند با سیستم هوشمند متفاوت است. مصالح هوشمند اغلب جزئی کوچک اما حیاتی از یک سیستم هوشمند هستند. سیستم هوشمند مجموعه ای از افراد و مصالح هوشمند و عملکردهای چند منظوره آنها است. سازه های هوشمند به سادگی یا از مصالح هوشمند ساخته می شوند یا از مجموعه ای از محرک ها، حسگرها و هوش نرم افزاری ایجاد می شوند.

### ضرورت معماری هوشمند

امروزه با پیشرفت انسان در زمینه های علم و تکنولوژی های جدید اثر خود را در همه زمینه های زندگی انسان بر جای گذاشته اند. از طرفی به دلیل کمبود منابع و انرژی های مورد نیاز لزوم استفاده بهینه از منابع طبیعی لازم می باشد. معماری هوشمند با مدیریت استفاده بهینه از منابع و تنظیم شرایط محیط زندگی، آسایش محیطی را برای انسان به وجود می آورد.

### ساختمان هوشمند

ساختمانها خود گونه ای از تکنولوژی هستند که خود را با تکنولوژی های جدیدتر وفق می دهند و از آن بهره می گیرند. اگرچه ابداع و نوآوری در ساختمانها است اما به این معنی نیست که لزوماً تبادل اطلاعات در ساختمان موجب می شود آن را هوشمند بنامیم. ساختمان هوشمند باید با محیط سازگاری داشته باشد. ایده اصلی یک ساختمان هوشمند ارتباط و یکپارچگی میان دسترسی ها، نوردهی، امنیت، نظارت، مدیریت و ارتباط از راه دور می باشد. ساختمان هوشمند به عنوان یک رابط بین کاربر و محیط اطراف یا به عبارتی بین خواسته های کاربران و محیط زیست قرار دارد که با رفتار هوشمندانه استفاده بهینه از محیط و منابع را امکان پذیر میکند. در واقع یک بنای هوشمند بنایی است که کارایی و راندمان ساکنانش را افزایش داده و امکان مدیریت موثر را بر اساس مقتضیات خاص و با کمترین هزینه فراهم آورد.

تعریفی که در ایالت متحده آمریکا درباره یک ساختمان هوشمند عنوان می شود این چنین است: " ساختمان هوشمند ساختمانی است که در بر دارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه به وسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستم ها، ساختار، سرویس ها و مدیریت و رابطه میان آنها می باشد. (فیروزی، 1392)

معماری هوشمند نه تنها خود را با شرایط محیطی بیرون و درون ساختمان وفق می دهد بلکه با شرایط اجتماعی، سیاسی، تاریخی نیز همراه می شود.

اغلب ساختمانهای هوشمند سه ویژگی مهم دارند: (www.mibcco.com)

1. کنترل خودکار
2. تلفیق تنظیمات انجام شده و بازخورد آن
3. توانایی یادگیری و تنظیم عملکرد براساس تغییرات محیطی و کسانی که از آن بهره می برند.

### هوشمند سازی ساختمان

سیستم مدیریت هوشمند با استفاده از فناوری های کنترلی و مدیریت منابع، کنترل یک ساختمان را بسته به نوع کاربری آن ( مسکونی ، اداری ، تجاری ، ... ) در دست می گیرد. استفاده از سیستم مدیریت هوشمند باعث می شود تا تاثیر عواملی مانند خطای نیروی انسانی ، میزان پیش آمد های خارج از کنترل و سوانح کاهش پیدا کرده و باعث افزایش اطمینان از عملکرد صحیح تاسیسات و تجهیزات ساختمان و بهبود امنیت ساختمان می شود.

کارکرد سیستم های مختلف جانبی مانند سیستم های خورشیدی، سیستم های تولید برق و ... که دارای سیستم های کنترل جداگانه می باشند از طریق برقراری ارتباط سیستم مورد نظر با سیستم مدیریت مرکزی قابلیت تعریف در سیستم مرکزی و کنترل آنها وجود دارد.

در تعریف کلی هوشمند سازی تاسیسات می توان این چنین شرح نمود که ساختمانی که تمامی تجهیزات و المان های وابسته، دارای قابلیت کنترل و برنامه ریزی بوده و بتوان در تعامل با یکدیگر با منطق تعریف شده به طور یکپارچه از آن بهره برداری نمود. (Goodwin,2010)

### اهداف مدیریت هوشمند

از اهداف سیستم مدیریت هوشمند ساختمان می توان به موارد زیر اشاره کرد : (جوکار،1387)

1. ایجاد محیطی مطلوب برای افراد حاضر در ساختمان
2. استفاده بهینه از تجهیزات و افزایش عمر مفید آنها
3. ارائه سیستم های کنترلی با قابلیت برنامه ریزی زمانی عملکرد
4. کاهش چشم گیر هزینه های مربوط به نگهداری و بهینه سازی و صرفه جویی در مصرف انرژی
5. عدم نیاز به پیمانکاران دائمی ساختمان
6. امکان مانیتورینگ و کنترل تمامی نقاط تحت کنترل از طریق یک PC و یا اینترنت
7. باتوجه به یکپارچه سازی ساختمان تمام تجهیزات به صورت هماهنگ کار کرده و امکان تداخل و بروز مشکلات ناشی از عدم هماهنگی از بین می رود.
8. امکان رفتن گزارش های آماری از تمامی تجهیزات و عملکرد آنها

### وظایف سیستم هوشمند

برخی وظایف سیستم مدیریت هوشمند ساختمان به شرح زیر است:

1. کنترل تاسیسات مکانیکی و الکتریکی
2. کنترل سیستم های روشنایی
3. کنترل تهویه مطبوع

4. سیستم اعلام حریق و کنترل دود
5. کنترل تردد و حفاظت
6. مدیریت آسانسورها در زمانهای خاص

### زیر سیستم های قابل کنترل در ساختمانهای هوشمند

برخی زیر سیستم های کنترلی را که در ساختمان های هوشمند قابل استفاده و کنترل هستند به شرح زیر است :

سیستم توزیع دیتا ، سیستم اطفاء حریق، سیستم کنترل شرایط دمایی ، سیستم کنترل روشنایی ، کنترل دسترسی و امنیت ساختمان ، سیستم توزیع تلفنی ، سیستم آنتن مرکزی و توزیع سیگنال ، سیستم آبیاری خودکار ، کنترل تاسیسات استخر، سونا و جکوزی ، آیفون تصویری ، سیستم خبری خطرات احتمالی ( زمین لرزه) و...

### قابلیت ها و مزایای سیستم های مدیریت هوشمند

1. افزایش رفاه محیطی و لوکس نمودن ساختمان با مکانیزه کردن سامانه های موجود
2. پسته های هوشمند قسمتی از ساختمان های هوشمند را تشکیل می دهند و به عنصر هایی از یک ساختمان اطلاق می شوند که ساختمان را در بر میگیرند . طراحی و اجرای چنین پسته هایی بیشترین پتانسیل های کنترل کننده محیط های داخلی ساختمان را دارا هستند. این کنترل ها در زمینه های نور ، گرمایش ، سرمایش، صدا و تهویه انجام می شوند.( Wigginton,2002 )
3. مواردی که ساختمان های هوشمند توانایی پاسخگویی به آن را دارد شامل موارد زیر است :
  - ا. توانایی ایجاد تغییرات در آب و هوای خارج از ساختمان نظیر تغییر دما، رطوبت ، سطح روشنایی و ...
  - ب. توانایی ایجاد تغییرات در آب و هوای داخل ساختمان نظیر جذب دما در هنگام افزایش ساکنین ، تجهیزات و ...
  - ج. ایجاد تغییرات برحسب موارد مورد نیاز ، تغییر در نوع کاربری ، تغییر برحسب نیاز ساکنین و ... (نجفی،1386)
4. بهینه سازی مصرف انرژی با بهره برداری بهینه از انواع سوخت و جلوگیری از اتلاف منابع تجدید ناپذیر و ارتقاء کارایی مدیریت انرژی
5. کنترل سیستم های روشنایی
6. کنترل تهویه مطبوع و سیستم های گرمایشی و سرمایشی
7. اعمال مدیریت در سیستم های حفاظتی و ایمنی
  - ا. سیستم کنترل گاز و دود
  - ب. سیستم اعلام و اطفاء حریق
8. تسهیل امور نظارتی و سرپرستی در ساختمان مانند کنترل تردد ، دوربین مداربسته ، اطلاع کامل از ساختمان ، کنترل سیستم صوتی و تصویری و آنتن مرکزی و توزیع سیگنال ، آیفون تصویری ، سیستم آبیاری خودکار و ...
9. تبادل اطلاعات و داده ها در سطح ساختمان
10. کاهش هزینه های شارژ و نگهداری
11. کاهش نیروی انسانی درگیر در ساختمان و خطاهای ناشی از عملکرد آنها
12. افزایش عمر مفید تجهیزات به کار رفته در ساختمان از طریق بکار گیری بهینه آنها
13. کنترل در ، پنجره ، پره ، کرکره و سایبان



14. کنترل وسایل الکتریکی ساختمان
15. کنترل از راه دور ساختمان با استفاده از SMS ، تلفن گویا و اینترنت

#### نحوه عملکرد سیستم های هوشمند

1. ورودی سیستم که وظیفه دریافت اطلاعات رابه وسیله ابزارهای دریافت کننده برعهده دارد. سیستم های ورودی شامل:
  - ا. حسگرها
  - ii. بایگانی اطلاعات و رجوع مجدد
  - iii. برنامه ریزی دستی
  - iv. اینترنت
2. پردازش و تحلیل داده های اطلاعاتی
3. خروجی سیستم در مواجهه با اطلاعات دریافت شده توسط ورودی، پس از پردازش آنها تصمیمات لازم را اتخاذ می کند.
4. ملاحظات زمانی موجب می شوند تصمیمات اتخاذ شده در زمان مقرر رخ دهند. (تخمه فروش دیبازر، 1392)

#### چگونگی دسترسی و کنترل امکانات در ساختمانهای هوشمند به قرار زیر است:

1. صفحه کنترل مرکزی
2. کنترل با استفاده از امواج رادیویی
3. کنترل از راه دور
4. سناریو
5. اتوماسیون
6. سیستم مدیریت یکپارچه اطلاعات (MIS)
7. سیستم شبکه گسترده اطلاعات (WAN)
8. سیستم توزیع برق اضطراری (UPS, GPS)
9. سیستم های اخباری خطرات احتمالی (سیستم لرزه )
10. یکپارچه سازی زیر سیستم های کنترلی

#### BMS چیست؟

سامانه مدیریت یکپارچه و هوشمند ساختمان (BMS = Building Management Syetem)، به مجموعه سخت افزار و نرم افزارهایی اطلاق می شود که به منظور پایش و کنترل یکپارچه قسمت های مهم و حیاتی ساختمان نصب می شود. وظیفه این مجموعه، پایش مداوم بخش های مختلف ساختمان و اعمال فرامین به آنها به نحوی است که عملکرد اجزای مختلف ساختمان متعادل با یکدیگر و در شرایط بهینه و با هدف کاهش مصارف ناخواسته و تخصیص منابع انرژی فقط به فضاهای در حین بهره برداری باشد.

BMS می تواند در بر گیرنده تمام سرویس های الکتریکی ، مکانیکی و حفاظتی ساختمان باشد. این سرویس ها شامل گرمایش ، سرمایش ، تهویه مطبوع ، آسانسور ، نیروگاه برق اضطراری ، پله برقی ، کنترل روشنایی ، دوربین مدار بسته ، اعلام و اطفای حریق ، کنترل تردد و ... هستند.(www.aepdco.ir)

### زیر سامانه های به کار رفته در BMS

این زیر سامانه ها عبارتند از: (نخچی،1394)

1. سامانه کنترل روشنایی (Lighting Control)
2. سامانه کنترل دسترسی (Access Control)
3. سامانه درب های کنترلی (Key Less)
4. سامانه کنترل تردد
5. سامانه کنترل دما (HVAC)
6. سامانه تلویزیون مدار بسته (CC TV)
7. سامانه اعلام حریق آدرس پذیر (FAS)
8. سامانه اطفاء حریق
9. سامانه توزیع تلفنی (TEL)
10. سامانه آنتن مرکزی و توزیع سیگنال IF ، RF (SMATV)
11. سامانه توزیع برق اضطراری (GPS , UPS)
12. سامانه اعلام خطرات احتمالی ( سامانه لرزه)
13. سامانه کنترل مرکزی

### مصالح و فراورده های نوین

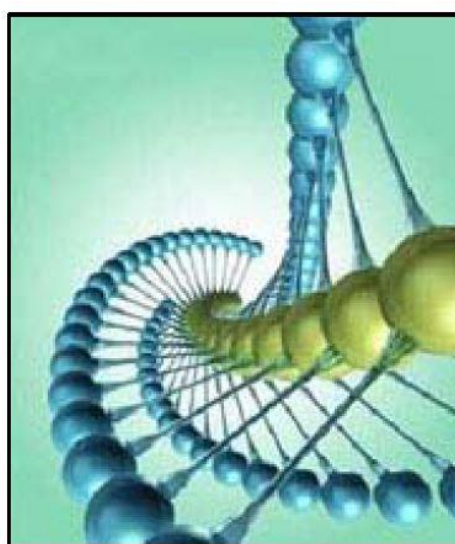
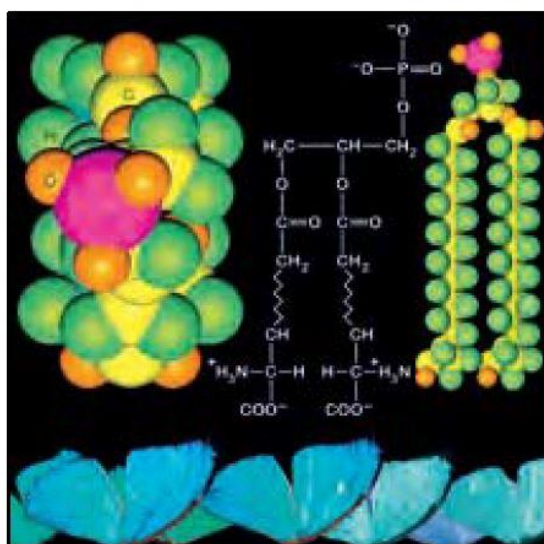
مصالحی که در ذیل به توضیح آنها می پردازیم ؛ مصالح و مواد خامی هستند که دارای پتانسیل های خاص و کاربردی در زمینه معماری و ساخت و ساز می باشند. این فهرست با توجه به ویژگی ها ، ساختار و خصوصیات درونی این مواد تهیه شده است . (Ritter,2007)

1. **مصالح بازیافتی** : این مصالح اساسا از مواد دست دوم و زباله های تمیز، تهیه می شوند . برای تهیه مصالح بازیافتی، قسمت های ارزشمند مصالح دست دوم مورد استفاده قرار می گیرد ولی به هر حال فرآورده حاصله معمولا کیفیت پایین تری نسبت به مصالح اصلی دارد . امروزه استفاده از مصالح بازیافتی با توجه به اصول معماری پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تصاویر 1و2 نمونه های استفاده از این مصالح را در یک پروژه مسکونی در کشور ژاپن نشان میدهد .



تصاویر 1و2: کاشی های بازیافت شده از شیشه و متریال های زائد (Roaf,2007)  
مجموعه مسکونی میساوا، ژاپن - نخستین نمونه جهانی ساختمانهای صفر -انرژی

2. مصالح تجزیه پذیر زیستی : ترکیبات تشکیل دهنده این مصالح به گونه ای است که پس از پایان عمر و مدفون شدن در زیر خاک به طور کلی توسط جانوران میکروسکوپی موجود در خاک تجزیه می شوند. بنابراین تهدیدی برای آلودگی محیط زیست محسوب نمیشوند.
3. زیست مواد : شامل پلاستیک ها و مصالح دیگری است که از منابع تجدیدپذیر ساخته می شوند . تحقیقی که در حال حاضر بر روی این مواد بسیار مورد توجه است، استفاده از باکتری خاصی است که مصرف می کند و قادر به متلاشی نمودن گاز CO<sub>2</sub> این پلاستیک هاست.
4. مصالح تغییر ناپذیر : مصالحی هستند که تاثیرات فیزیکی و شیمیایی بر آنها اثر ندارد . مثالی از این نوع مصالح، آلیاژ فولاد می باشد
5. مصالح هوشمند : این مصالح که بحث اصلی مقاله پیش رو هستند، مواد و فرآورده هایی هستند که خاصیت تغییرپذیری دارند و قادرند مشخصه های ظاهری و یا درونی خود را در پاسخ به تاثیرات فیزیکی و شیمیایی به صورت برگشت پذیر تغییر دهند.
6. مصالح هیبرید یا پیوندی : این مصالح با تلفیق حداقل دو ترکیب متفاوت ساخته می شوند .مثل تلفیق ترکیبات طبیعی و مصنوعی.
7. مصالح با ساختار فسیل وارہ : نوعی مصالح مرکب با لایه های ملحق شده تدریجی می باشند. این مصالح نتیجه یک تغییر پیوسته در ویژگی های مصالح است . مثالی از این نوع مصالح نفت خام می باشد که از قرار گرفتن لایه های متعدد در طول سالیان متمادی ایجاد میشود.
8. نانو متریال (مصالح نانو): مصالحی هستند که از موادی با مقیاس نانو (یک میلیاردم ) ساخته می شوند ونقاط اشتراک زیادی با مصالح هوشمند دارند . مواد با ساختار نانو به عنوان پوشش نهایی در ساخت فرآورده ها به کار میروند. به عنوان مثال درپوششهای هوشمند ضد خوردگی، تصفیه کننده هوا، تمیز کننده سطوح و پوشش های زیست فعال کاربرد دارند(تصاویر 3 و 4). (تورانی، 1387)



تصاویر 3 و 4: مصالح نانو مقیاس یک میلیاردم (10<sup>-9</sup>) (www.architectmagazine.com)



## مصالح هوشمند

مصالح هوشمند اصطلاحی جدید برای مصالح و فرآورده هایی است که به شرایط و رویداد های محیطی واکنش نشان می دهند. به عبارت دیگر این مصالح قابلیت تغییر پذیری داشته و قادرند شکل، فرم ، رنگ و انرژی درونی خود را به طرز برگشت پذیر پاسخ به تاثیرات فیزیکی یا شیمیایی محیط اطراف تغییر دهند. اگر مصالح را به سه گروه مصالح غیر هوشمند ، نیمه هوشمند و هوشمند طبقه بندی کنیم ، گروه اول یعنی مصالح غیر هوشمند ویژگی خاص بالا را ندارند . نیمه هوشمند ها تنها قادرند در پاسخ به تاثیرات محیط شکل و فرم خود را برای یک بار یا مدت زمان اندکی تغییر دهند اما در مصالح هوشمند این تغییرات تکرار پذیر و قابل برگشت خواهد بود. (Ritter,2007)

مصالح هوشمند تحت عنوان مصالح " انعطاف پذیر " و " تطبیق پذیر " نیز شناخته می شوند و این به دلیل ویژگی خاص آنها در تنظیم نمودن خود با شرایط می باشد. ( Addington, D. Michelle,2005)

متغیرهای تاثیر گذار شیمیایی و فیزیکی که در زیر معرفی شده اند ، محرک هایی هستند که مصالح هوشمند در برابر آنها از خود عکس العمل نشان می دهند: (Ritter,2007)

1. نور اشعه UV: بخش فرابنفش و مرئی اشعه الکترو مغناطیسی
2. دما : تغییرات دمایی که یک سیستم فیزیکی مثل بدن انسان ایجاد می نماید
3. فشار : اختلاف فشار ایجاد شده در یک ناحیه
4. میدان الکتریکی : میدان ایجاد شده پیرامون یک بار الکتریکی
5. میدان مغناطیسی : میدان ایجاد شده پیرامون یک آهنربا یا یک بار الکتریکی متحرک
6. محیط شیمیایی : حضور یک عنصر یا ترکیب شیمیایی خاص مثل آب

## طبقه بندی مصالح هوشمند

به طور کلی مصالح ساختمانی موجود اعم از سنتی ، طبیعی و مصنوعی با توجه به خصوصیات آنها از جمله نمود ظاهری ، بافت ، ترکیب شیمیایی ، خواص مکانیکی و فیزیکی ، اثر محیطی و ... طبقه بندی می شوند. اما در طبقه بندی مصالح هوشمند علاوه بر در نظر داشتن مشخصه های فوق خواص دیگری که به طور ویژه به تمیز دادن مصالح هوشمند از مصالح سنتی مربوط می شوند نیز لحاظ شده است. در واقع طبقه بندی پیشنهادی مصالح هوشمند بر پایه سه خاصیت زیر ارائه شده اند. (Ritter,2007)

1. مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر خواص درونی :
  - ا. مصالح هوشمند تغییر شکل دهنده
  - ا. مصالح هوشمند تغییر رنگ دهنده
  - ا. مصالح هوشمند تغییر پیوند دهنده
2. مصالح هوشمند دارای قابلیت مبادله انرژی :
  - ا. مصالح هوشمند ساطع کننده نور
  - ا. مصالح هوشمند تولید کننده الکتریسیته
  - ا. مصالح هوشمند ذخیره کننده انرژی
3. مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر و مبادله مواد درونی

اما آنچه که در سیستم طبقه بندی مصالح هوشمند اهمیت دارد این است که با توجه به مباحث مطرح در زمینه توسعه پایدار که دغدغه اصلی قرن پیش رو است ، هریک از این مصالح چه عملکردهایی از لحاظ تعامل با محیط زیست ، دوام و پایداری ، امکان بازیافت مجدد ، زیبایی و مطلوبیت و ... دارد. (Atkins,2004)

### نتیجه گیری

باتوجه به افزایش روزافزون جمعیت و به تبع آن استفاده بی رویه از منابع انرژی تجدید ناپذیر، لزوم صرفه جویی در مصرف انرژی ، نقش سیستم های مدیریت هوشمند (BMS) را در زندگی امروزه و آینده انسان بسیار پررنگ کرده است. از طرفی تکنولوژی با این فلسفه گسترش یافته تا زندگی راحتی را با کمترین هزینه برای انسان فراهم کند . ساختمان هوشمند نیز در همین راستا سعی در ایجاد محیطی امن و راحت برای انسانها دارد تا بتوانند در خانه خود به راحتی و بدون نگرانی احساس آرامش داشته باشند. ساختمان هوشمند بنای است که کارایی و راندمان ساکنانش را افزایش داده و امکان مدیریت موثر و خودکار ساختمان را براساس مقتضیات خاص و با صرفه اقتصادی فراهم کند. با استفاده صحیح از یک سیستم هوشمند بهره وری از ساختمان افزایش یافته و هزینه ها کاهش می یابد و در مصرف انرژی تا 40 درصد صرفه جویی خواهد شد به گونه ای که با صرفه جویی ناشی از به کار گیری این سیستم ها در مدت زمان کوتاهی و در حد کلان هدر رفت انرژی بسیار کاهش خواهد یافت. ساختمان های هوشمند تلفیقی از اجزا و مصالح هوشمند و عملکرد چند منظوره آنها هستند. استفاده از مصالح هوشمند عمر ساختمان را از 50 به 100 سال افزایش داده و سبب صرفه جویی در هزینه های نگهداری آن می شود. مصالح هوشمند قادرند تحولی مثبت در معماری ، ساخت و ساز و روش زندگی ایجاد کنند : مثل دیواری که در هنگام نشت گاز یا اتصال الکتریکی در خانه ، هشدار می دهد . این مصالح طبق دستورات برنامه ریزی شده برای آنها می توانند تغییر رنگ دهند ، الکتریسیته تولید کنند همچنین مصالح هوشمند به طور مستقیم یا غیر مستقیم انرژی مورد نیاز خود را از محیط پیرامون میگیرند. در پایان لازم به ذکر است که این تکنولوژی در ایران هنوز نتوانسته به طور موثر نقش ایفا کند، که دلیل آن عدم آگاهی مردم و قیمت بالای نصب و اجرای سیستم های هوشمند می باشد . امید است این تکنولوژی جدید بتواند به عنوان یک فناوری قوی و پویا در زندگی انسانها نقش خود را به بهترین شکل ایفا کند.

### منابع

1. افشاری بصیر، نفیسه، افشاری بصیر، محمدرضا، "ساختمان های هوشمند گامی به سوی فناوری های نوین در ساخت"، دومین کنفرانس بین المللی معماری و سازه، دانشگاه تهران، 1390
2. مفیدی، مجید، روشن ضمیر، شیماء، (1388) "پوسته های هوشمند"، آبادی ، شماره 63، ص 128، تهران 1388
3. فیروزی، بهاره؛ پژمان تورتیز و مرضیه نهاوندی، ۱۳۹۲، آرمانشهر پایدار خانه های هوشمند و صفر نیرویی، گامی نو در راستای توسعه پایدار، اولین کنفرانس معماری و فضاهاى شهری پایدار، مشهد، گروه پژوهش های کاربردی پرمان
4. جوکار، علی، " ساختمان هوشمند و سیستم مدیریت ساختمان"، فصلنامه گزارش سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس، شماره 58، ص 70، پاییز 1387
5. نجفی ، مطیعی، منصور، " ساختمان های هوشمند ". مجله آبادی دوره 13 ، شماره 3، تهران 1386.
6. تخمه فروش دیبازر، فرناز، ۱۳۹۲، تحلیل و بررسی مفاهیم به کاررفته در معماری ساختمانهای هوشمند، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار، تهران، انجمن محیط زیست کومش، دانشگاه صنعت هوایی
7. نخچی، محمدحسین، "مدیریت هوشمند ساختمان"، صنعت هوشمند، سال یازدهم، 1394
8. تورانی، احمدرضا، آینده فن آوری ذرات بنیادین در معماری و ساختمان ، شماره 16، تابستان 1387
9. Smart Home Automation Whit linux / Steven Goodwin / 2010/ 16 pg
10. Wigginton, Michael and Harris Jude. Intelligent Skin, A Division of reed educational and professional Publishing, 2002
11. Ritter, Axel, (2007). "Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design", Birkhauser, Switzerland.

12. Addington, D. Michelle; Schodek, Daniel L. (2005). "Smart Materials and Technologies for the Architecture and Design Professions", Architectural Press/Elsevier: Oxford.
13. Atkins, Ronald L. and Partners,(2004). "Advanced Energetic Materials",The National Academics Press,Washington, DC.
14. Sue, Roaf, (2007). "Ecohouse",Architectural Press.
15. [www.mibcco.com](http://www.mibcco.com)
16. [www.aepdco.ir](http://www.aepdco.ir)
17. [www.architectmagazine.com](http://www.architectmagazine.com)