

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



شبکه دانشگاه های مجازی جعبه ان اسلوم

مجموعه دوره های آموزش، تمدید و ارتقاء مایه پروانه نظام مهندسی

نام دوره: ساختمان های هوشمند ۱

دکتر مهدی جوانمرد

سایت: www.tceoexam.ir

تلفن: ۰۹۱۰۶۸۸۳۷۷۸-۲۲۴۵۴۹۹۱

آشنایی با مفهوم ساختمان هوشمند	۱
ساختمان هوشمند چیست؟	۱
امکانات ساختمان هوشمند	۱
آشنایی با BMS	۴
سیستم مدیریت ساختمان چیست؟	۴
ورودی های مهم دستگاه BMS	۴
خروجی های دستگاه BMS	۵
مزایای بهره گیری از BMS	۶
معماری سیستم BMS	۷
وظایف BMS در ساختمان	۸
پروتکل X10 چیست؟	۹
کنترل با پروتکل X10	۱۲
اتوماسیون ساختمان	۱۳
توپولوژی	۱۴
کنترل هوشمند هواسازی حجم ثابت (CAV)	۱۷
کنترل هوشمند هواسازی حجم متغیر (VAV)	۱۷
کنترل هوشمند سیستم های آب سرد (چیلر)	۱۸
کنترل هوشمند سیستم های آب کندانسور	۱۸

۱۸	کنترل هوشمند سیستم آب گرم
۱۸	آلارم های سیستم اتوماسیون ساختمان
۱۹	سیستم دمای ساختمان هوشمند
۱۹	سیستم روشنایی ساختمان هوشمند
۲۰	کنترل نور طبیعی ساختمان هوشمند
۲۰	سیستم های صوتی و تصویری ساختمان هوشمند
۲۱	سیستم های اعلام حریق خانه های هوشمند
۲۲	سیستم های حفاظتی و امنیتی خانه هوشمند
۲۲	آبیاری گیاهان و تغذیه حیوانات خانه هوشمند
۲۳	دسترسی و کنترل از راه دور خانه هوشمند
۲۴	پیوست ۱ - گلخانه هوشمند
۶۳	پیوست ۲ - شهر هوشمند

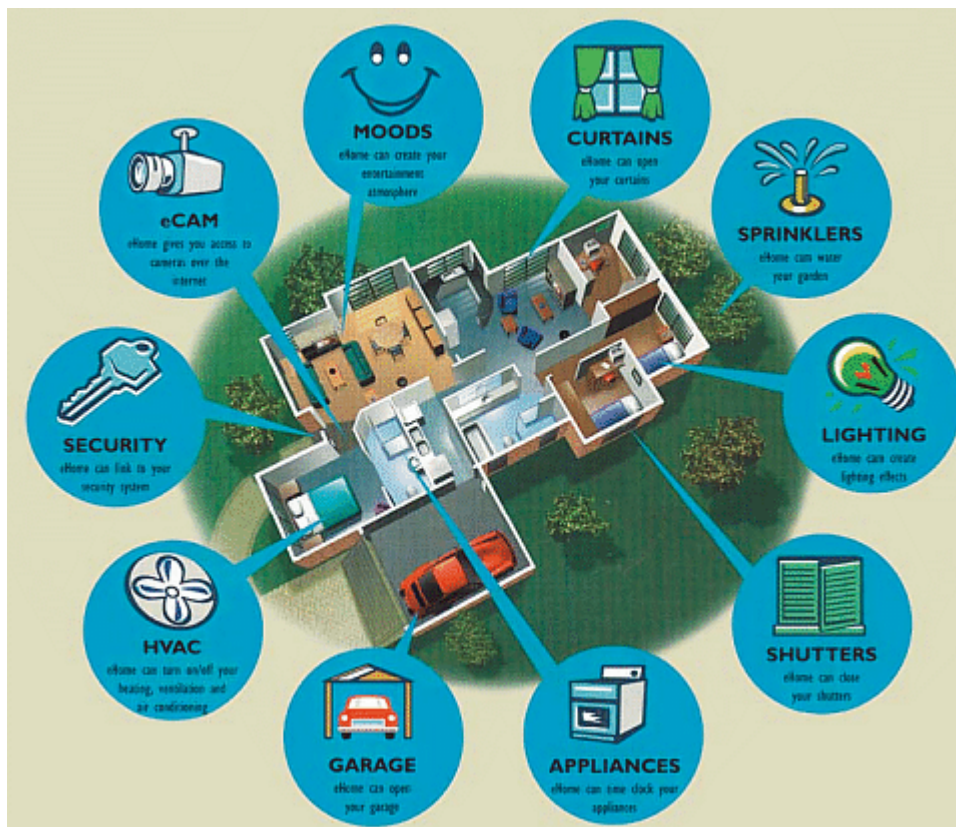
آشنایی با مفهوم ساختمان هوشمند

ساختمان هوشمند چیست؟

ساختمانی که سیستم گرمایش و سرمایش را بر اساس برنامه زمانبندی تعریف شده دلخواه شما تنظیم نموده، روشنایی فضا را با حضور افراد و یا از روی ریموت کنترل کرده، در ساعاتی خاص پرده ها را باز یا بسته کرده، فرامین کنترلی متوالی را با یک دستور انجام داده و..... امکان کلیه کنترل ها را از طریق تلفن و یا اینترنت فراهم می نماید.

امکانات ساختمان هوشمند

دفتر کاری که در آن امکان کنترل چراغ ها، قهوه جوش، سیستم صوتی و تصویری، تهویه مطبوع و سیستم

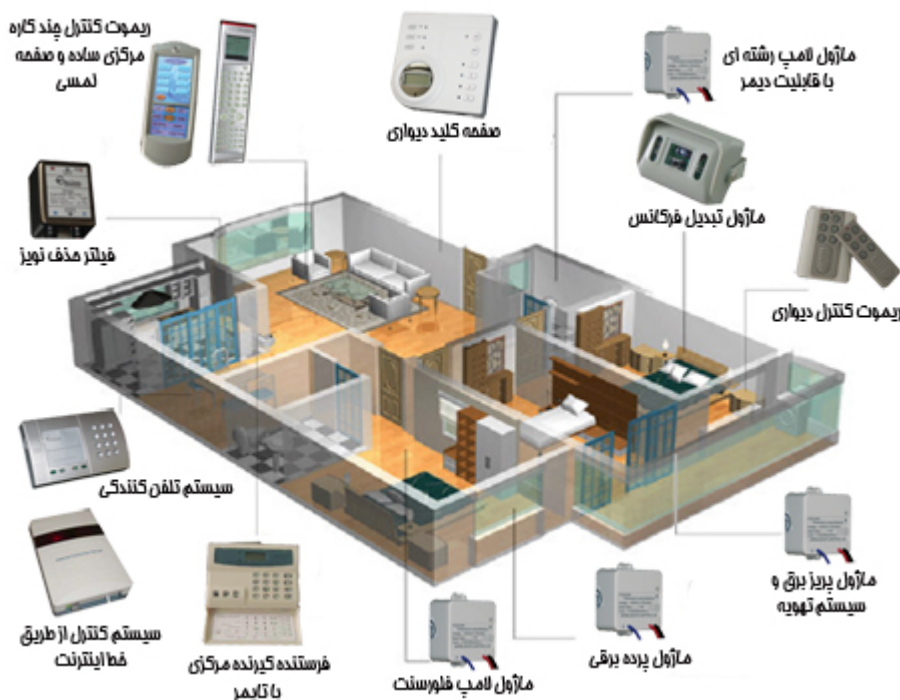


پروجکشن از روی کامپیوتر و یا ریموت کنترل وجود دارد. کلیه تجهیزات بر اساس فناوری ارتباطی x10 دو طرفه طراحی و ساخته شده است که به کاربر علاوه بر امکان صدور فرامین، قدرت بررسی وضعیت را نیز می دهد بدان معنا که کاربر می تواند از

وضعیت روشن و یا خاموش بودن هر یک از لوازم برقی، باز یا بسته بودن پرده برقی و ... از طریق ریموت کنترل، سیستم تلفن و ... آگاه گردد. تجهیزات دارای استاندارد رایج نظیر CE اروپا بوده که با یک سال گارانتی و ۱۰ سال خدمات پس از فروش ارائه می گردند. دستگاه قابل استفاده برای ساختمانهایی که سیم کشی شده یا نشده اند، کنترل به ۴ روش کنترل با ریموت پیشرفته، کنترل با تلفن (ثابت یا همراه) یا صفحه

کیبورد (Key Pad)، کنترل از طریق اینترنت و کنترل به روش سنتی (به اصطلاح روش معمول با استفاده از کلیدهای تک پل و دو پل) می باشد.

اصلاً مهم نیست شما در حال چه کاری هستید؟ در منزل، در محل کار و حتی خارج از کشور، ساختمان



هوشمند یکبار دیگر به شما اطمینان خاطر می دهد که تمام موارد امنیتی و مجوزهای مربوطه طبق درخواست شما رعایت شده است. ساختمان هوشمند دارای تعدادی ویژگی خاص می باشد که فعال کردن آنها باعث افزایش پوشش امنیتی و قدرت مالکیت خانواده شما

خواهد شد. فرض کنید شما دوستان و یا فامیلی دارید که در عین حال که با شما زندگی می کنند مستقل می باشند و در زمان تنهایی آسیب پذیر هستند. لذا شما می خواهید که همواره در دسترس و کنترل شما باشند. در این حالت کافی است فقط یک دکمه را فشار دهند تا با شما در ارتباط مستقیم. در یک وضعیت مشابه زمانی که فرزند شما به دلیلی در منزل مانده و مدرسه



نرفته است در ساختمان هوشمند شما می تواند با اتصال به دوربین مدار بسته (CCTV) از وضعیت فرزندان آگاه شوید. در ساختمان هوشمند می توانید سیستم آبیاری گیاهان منزل در اختیار کنترل دستگاه قرارداد و آسوده محل را ترک نماید مراحل آبیاری بطور خودکار و بر اساس جدول زمانی اجرا می گردد. ساختمان هوشمند علاوه بر مخاطبین معمول خود می تواند در بهبود کیفیت زندگی معلولین و سالمندان نیز کمک شایانی نمایند.

به نظر می رسد ساده ترین تعبیر ساختمان هوشمند همان ساختمان دارای هوش باشد. البته یک هوش مصنوعی که ما به آن BMS می گوئیم. در واقع سیستم BMS مغز یک ساختمان هوشمند است که اطلاعات قسمت های مختلف ساختمان را دریافت و پردازش نموده و سپس عکس العمل مناسب را از خود نشان می دهد. در واقع این هوش مصنوعی یک نوع پردازشگری است که تعدادی ورودی و خروجی دارد، ورودی همان اطلاعات رسیده به دستگاه و خروجی عکس العملی است که دستگاه از خود نشان می دهد. توجه به این نکته لازم است که نحوه پردازش اطلاعات به صورت دیجیتالی و براساس نوع برنامه نویسی و تنظیماتی است که انجام می دهیم.

ساختمان های هوشمند امروزه به عنوان یکی از بخش های مهم سیستم های مدیریت جامع ساختمان یا همان BMS مورد توجه واقع شده اند. ساختمان های هوشمند با هدف ایجاد آسایش و امنیت برای کاربران به سرعت در حال توسعه می باشند. امروزه تکنیک های مختلفی برای اتوماسیون ساختمان های بزرگ بکار گرفته می شود از قبیل کنترل نور، کنترل دما، کنترل درها و پنجره ها و پرده ها و یا سیستم های امنیتی و مدار بسته و غیره. علاوه بر موارد یاد شده، در ساختمان های هوشمند، کاربردهای دیگری نیز از قبیل کنترل Multimedia، آبیاری گیاهان و غذا دادن به حیوانات خانگی نیز قابل تعریف است. در یک ساختمان هوشمند صاحب ساختمان روشهای متعددی برای بهبود سیستم روشنائی ساختمان دارد. بعضی از این روشها باعث می شوند که زندگی در ساختمان برای ساکنین ساختمان مناسب تر و راحت تر گردد. سیستم مدیریت هوشمند ساختمان با بکارگیری از آخرین تکنولوژی ها در صدد آن است که شرایط ایده آل، همراه با مصرف بهینه انرژی در ساختمان ها پدید آورد. این سیستم ها ضمن کنترل بخشهای مختلف ساختمان و ایجاد شرایط محیطی مناسب با ارائه سرویس های همزمان، سبب بهینه سازی مصرف انرژی، سطح کارایی و بهره وری سیستم ها و امکانات موجود در ساختمان می شود. کنترل و دسترسی به سیستم با استفاده از نرم افزارهای مربوطه از هر نقطه در داخل ساختمان و خارج از آن از طریق اینترنت مقدور می باشد. هم اکنون نیمی از ساختمانهای بالای ۱۰۰۰۰ متر مربع در سطح کشور آمریکا که در آنها از انواع سیستمهای BMS استفاده شده است، چیزی بالغ بر ۱۰ درصد کل انرژی مصرفی در ساختمانهای بالای ۱۰۰۰۰ متر مربع را صرفه جویی می کنند. در صورتیکه که استانداردهای بین المللی در کلیه پروسه های

نیازسنجی ، طراحی ، نظارت و اجرای سیستم رعایت شده و در طول بهره برداری از سیستم آموزشهای بومی لازم در اختیار بهره برداران و گروه نت ساختمان قرار گیرد ، می توان به میزان مورد انتظار باعث ایجاد کاهش در مصرف انرژی گردید. ساختمانی که به وسیله ی سیستم اتوماسیون ساختمانی (BAS) کنترل می شود، به اصطلاح ساختمان هوشمند یا خانه ی هوشمند نامیده می شود .

آشنایی با BMS

سیستم مدیریت ساختمان (BMS) چیست؟

BMS (بی ام اس) که مخفف عبارت Building Management System می باشد در اصطلاح به ساختمان هایی اطلاق می شود که کلیه تجهیزات الکتریکی آنها توسط یک سیستم هوشمند مرکزی کنترل می شود. در واقع به مجموعه سخت افزارها و نرم افزارهایی که به منظور مانیتورینگ و کنترل یکپارچه قسمتهای مهم و حیاتی در ساختمان نصب می شوند بی ام اس می گویند. وظیفه این مجموعه، پایش مداوم بخش های مختلف ساختمان و اعمال فرامین به آنها به نحویست که عملکرد اجزاء 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 برگیرنده 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.

ورودی های مهم دستگاه BMS

۱- اطلاعات:

رادار یا چشمی ها که سنسورهای حرکتی هستند و حضور افراد را می سنجد. سنسور اعلام حریق یا سنسور دود است. سنسور نشت گاز است. هم چنین کارتخوان که در ورودی منزل جهت سیستم کنترل تردد تعبیه می شود نیز جز اطلاعات محسوب می شود.

۲- فرمان ها:

ریموت کنترل، مانیتور لمسی، گوشی تلفن داخل منزل و ...

مجموعه ورودی های دستگاه بر واقع به دو دسته کلی اطلاعات و فرمان ها تقسیم بندی می شود.

خروجی های دستگاه BMS

۱- خود دستگاه BMS: بدین مفهوم که در واقع فرمان موردنظر ممکن است فرمان تغییر تنظیمات دستگاه باشد.

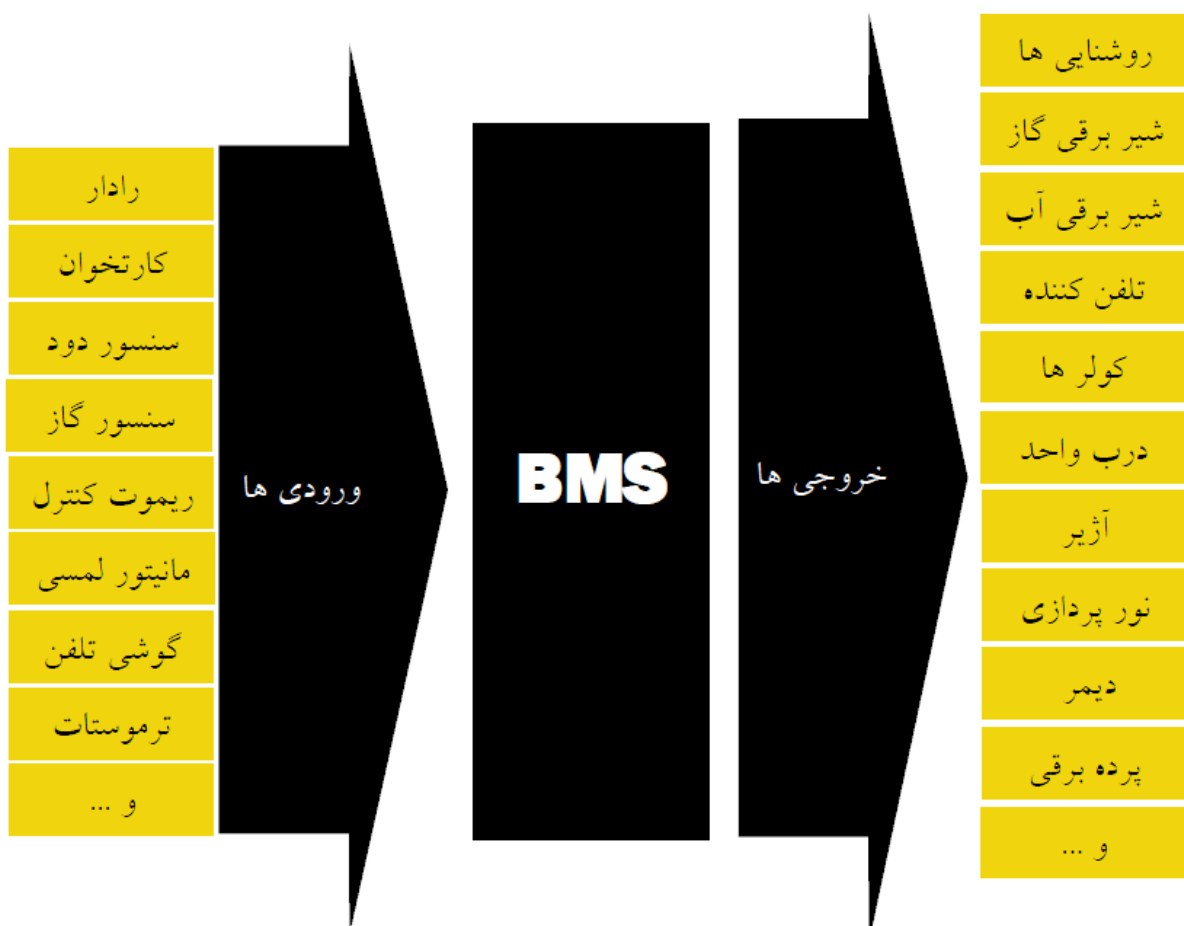
۲- مصرف کننده ها: مانند لامپ، کولر و ...

۳- شیر برقی گاز

۴- درب کنترلی

۵- ...

در تصویر زیر نمونه از ورودی ها و خروجی های BMS مشاهده می شود:



مزایای بهره گیری از BMS

هدف اصلی به کارگیری BMS در ساختمانها بهره گیری از مزایای اقتصادی و کاهش مصرف انرژی و ایجاد فضای امن و آرام در آنهاست. عموم مزایا و نتایج بهره برداری از BMS عبارتند از:

- ۱- ایجاد محیطی مطلوب برای افراد حاضر در ساختمان.
- ۲- استفاده بهینه از تجهیزات و افزایش عمر مفید آنها .
- ۳- ارائه سیستم کنترلی با قابلیت برنامه ریزی زمانی عملکرد.
- ۴- کاهش چشمگیر هزینه های مربوط به نگهداری و تعمیرات.
- ۵- بهینه سازی و صرفه جویی در مصرف انرژی.
- ۶- عدم نیاز به پیمانکار دائمی ساختمان.
- ۷- امکان مانیتورینگ و کنترل تمامی نقاط تحت کنترل از طریق یک PC، موبایل یا اینترنت
- ۸- با توجه به یکپارچه سازی مدیریت تأسیسات و سیستمهای مختلف در ساختمان ، تمام تجهیزات بصورت هماهنگ کارکرده و امکان تداخل و بروز مشکلات ناشی از عدم هماهنگی از بین می رود.
- ۹- امکان گرفتن گزارش های آماری از تمامی تجهیزات و عملکرد آنها به منظور بهینه سازی مصرف و عملکرد.

استراتژی های مناسب سیستم BMS در کاهش مصرف انرژی:

معروفترین روشهای به کار گرفته شده توسط طراحان BMS عبارتند از:

- ۱- خاموش و روشن کردن تجهیزات بر اساس جداول زمانبندی کارکرد،
- ۲- Lock out یا بهره برداری از تجهیزات در صورت نیاز و ضرورت.
- ۳- بهره برداری از مینیمم ظرفیت مجاز در بهره برداری از تجهیزات (Resets).

۴- محدود کردن تقاضا یا Demand Limiting که موجب قطع برق تجهیزات در صورت بارگذاری بیش از حدود تعیین شده، خواهد شد.

۵- مونیتورینگ وضعیت تجهیزات توسط اپراتورهای آموزش دیده و بهره برداری از داده ها در رفع مشکلات تجهیزات و بررسی عملکرد موثر آنها.

معماری سیستم BMS

سیستم معمولاً در سه سطح دسته بندی می شود. در سطح صفر وسائل و تجهیزات، حسگرها و اجزاء نهایی کنترل قرار می گیرند. سیستمهای E&M (ایستگاههای مهندسی و اپراتوری سیستم) در این بخش قرار دارند و از طریق ورودی و خروجی هایی به کنترلرهای یکپارچه منتقل می شوند. این انتقال ممکن است به طور مستقیم و یا از طریق تابلوهای طراحی شده صورت گیرد.

اجزاء پس از خاموش شدن سیستم وجود داشته و شامل سیستمهای I/O، کنترلرها و نرم افزارهای ارتباطی با سطح ۲ می باشد و تمامی الگوریتمهای کنترلی و منطقی در این سطح انجام می شود.

در سطح ۲ یا سطح کنترل نظارتی سطحی است که در آن ابزارهای نظارتی و مدیریت اطلاعات شامل HMI ها، سرورها، تجهیزات ذخیره سازی و ایستگاههای کاری اپراتورها و مهندسان که باید با سیستم BMS در ارتباط باشند، قرار دارد. ارتباط بین سطح یک و دو از طریق پروتکل های استاندارد صنعتی انجام می پذیرد.

نرم افزار کنترلی سیستمهای BMS دارای قابلیت های بسیاری هستند. این نرم افزارها در سطح ۳ قرار گرفته و روی سرورهای مناسب نصب می شوند و معمولاً دارای حداقل شرایط زیر هستند:

۱- دارای محیط گرافیکی مناسب و ساده برای کاربر عادی.

۲- دارای مجموعه (Library) از انواع راه حل ها و برنامه ها جهت آسانی طراحی و توسعه سیستم در آینده.

۳- دارای امکانات PM (سرویس و نگهداری) جهت راهبری سیستم در آینده بدون نیاز به تهیه نرم افزار PM مجزا.

۴- امکان تعریف طول و عرض جغرافیایی جهت تنظیم اتوماتیک شرایط طلوع و غروب خورشید و کنترل مصرف انرژی.

۵- امکان تعریف لایه های امنیتی دسترسی به برنامه توسط کاربران متفاوت.

۶- امکان تعریف لایه های امنیتی برای کاربران زیر سیستم های متفاوت از قبیل Access، HVAC، Lighting و

۷- امکان ذخیره سازی اطلاعات نرم افزار در بانکهای اطلاعاتی SQL قابل کنترل توسط Microsoft Windows.

۸- امکان تهیه، تنظیم و مقایسه نمودارهای مختلف عملیاتی از جمله نمودار مصرف برق و ... در بازه های مختلف زمانی (Trends).

۹- ارتباط ساده نرم افزار گرافیکی و I/O های سیستم.

۱۰- امکان ذخیره سازی اطلاعات مربوط به خطاها و دیگر گزارشات تا مدت ها قبل.

۱۱- امکان ردیابی و پیگیری درخت و توپولوژی شبکه BACnet توسط نرم افزار بطور Online بطوریکه در صورت قطعی عضوی از شبکه، سیستم بطور اتوماتیک آلامر میدهد.

وظایف BMS در ساختمان

هم اکنون سیستمهای یکپارچه BMS در ساختمانها، آسمانخراشها و برجهای تجاری- اداری و مسکونی و یا مجتمع های صنعتی کنترل بخشهای مختلفی را به عهده دارند:

۱- سیستمهای روشنایی.

۲- فن ها و تأسیسات سرمایش و گرمایش.

۳- سیستمهای کنترل تردد.

۴- سیستمهای نظارت تصویری.

۵- تجهیزات اندازه گیری و میترها.

۶- سیستمهای اعلام حریق .

۷- سیستمهای امنیتی و حفاظت پیرامونی .

۸- آسانسورها .

به طور معمول از BMS در اکثر ساختمانها برای کنترل تأسیسات گرمایش و سرمایش، روشنایی و کنترل تردد بهره برداری می شود. اما این سیستمها به دلیل استفاده از پروتکلهای استاندارد و معماری مبتنی بر استانداردهای شناخته شده، امکان لینک شدن با کلیه سیستمهای شمرده شده در بالا و شکل دهی یک مدل کنترل مجتمع برای همه اجزاء قابل کنترل در ساختمان را ایجاد می نماید. اجرای چنین سیستم جامعی در یک ساختمان واقعاً آن را به یک سازه امن و هوشمند تبدیل خواهد کرد. تحقیقات نشان می دهد که به کارگیری BMS در بهترین حالت باعث کاهش ۳۰ درصدی در مصرف انرژی در ساختمانها می شود. اما استفاده از سیستمهای یکپارچه نسبت به سیستمهای مجزا ۱۵ درصد قابلیت بالاتر ایجاد می کند.

پروتکل X10 چیست ؟

از رایج ترین پروتکلها در اتوماسیون خانگی که می توان به آن اشاره کرد ، پروتکل X10 است. این پروتکل به دلیل انتقال اطلاعات از طریق خطوط برق و فاز و نول موجود در سیم کشی ساختمان مورد توجه خاص قرار گرفته است . سیستم هایی که از این نوع پروتکل استفاده می کنند بیشتر در ساختمان ها و خانه های تکمیل شده به کار می روند چرا که نیاز به سیم کشی مجدد نمی باشد و همچنین نیاز به تخریب و کنده کاری ندارند و تغییر در دکوراسیون به وجود نمی آورند . ضمن اینکه قابلیت ارتقاء و جابجایی دارند و نیز از قیمت مناسبی برخوردار هستند . شایان ذکر است نصب این نوع سیستم ها بسیار آسان بوده و در کمترین زمان قابل اجرا می باشد . از همین رو سازندگان ساختمانی ، یک واحد از ساختمان را به عنوان نمونه مجهز به این نوع سیستم ها می نمایند تا در صورت درخواست خریدار کمتر از ۲ روز ، واحد ساختمانی مورد معامله را مجهز نمایند . به این ترتیب نیاز به سرمایه گذاری کلان در طول پروژه نیست و در عین حال ساختمان خود را با عنوان مدرن و هوشمند معرفی نموده و گامی موثر در رقابت و فروش سریعتر برداشته اند .

List of X10 commands

Code	Function	Description	One Way	Two Way
0 0 0 0	All units off	Switch off all devices with the house code indicated in the message	X	
0 0 0 1	All lights on	Switches on all lighting devices (with the ability to control brightness)	X	
0 1 1 0	All lights off	Switches off all lighting devices	X	
0 0 1 0	On	Switches on a device	X	
0 0 1 1	Off	Switches off a device	X	
0 1 0 0	Dim	Reduces the light intensity	X	
0 1 0 1	Bright	Increases the light intensity	X	
0 1 1 1	Extended code	Extension code		X
1 0 0 0	Hail request	Requests a response from the device(s) with the house code indicated in the message		X
1 0 0 1	Hail acknowledge	Response to the previous command		X
1 0 1 0	Pre-set dim	Allows the selection of two predefined levels of light intensity		X
1 1 0 1	Status is on	Response to the Status Request indicating that the device is switched on		X
1 1 1 0	Status is off	Response indicating that the device is switched off		X
1 1 1 1	Status request	Request requiring the status of a device		X

امکانات و ویژگیها:

- بدون نیاز به تغییر در سیم کشی ساختمان

-قابل استفاده در ساختمانهایی که به اتمام رسیده اند

-امکان روشن و خاموش نمودن روشنایی ها و وسایل برقی با استفاده ریموت کنترل ، خط تلفن و ...

-امکان ایجاد سناریوهای (برنامه) متفاوت روشنایی بصورت پیش تنظیم به منظور زیبایی بخشیدن هرچه بیشتر و ارائه نور مناسب جهت زمانهایی خاص همچون زمان مطالعه، صرف غذا و مشاهده تلویزیون

-قابلیت کم نور و پر نور کردن تمامی روشنایی ها با ریموت کنترل

-امکان اتصال به هر نوع کلید و پریز

-کنترل ادواتی چون اسپلیت یونیت ، لوازم صوتی تصویری (ویدیو ، تلویزیون و ...) با ریموت کنترل سیستم هوشمند

-امکان کنترل نمودن کلیه ادوات و تجهیزات از طریق ریموت کنترل و خط تلفن جهت چک کردن روشن و یا خاموش بودن هر یک از آنها

-امکان روشن و خاموش نمودن ادوات و روشنایی ها از راه دور (به وسیله خط تلفن)

-امکان کنترل و باز و بسته نمودن پرده ها با استفاده از ریموت کنترل و کلید



-قابلیت پیاده

سازی زمانبندی

و یا شرایط

خاص جهت

روشن شدن

چراغها و یا باز و

بسته شدن پرده

ها

-وجود تایمر بر

روی سیستم با

قابلیت برنامه

ریزی و زمانبندی هریک از تجهیزات الکتریکی جهت خاموش و روشن کردن آنها

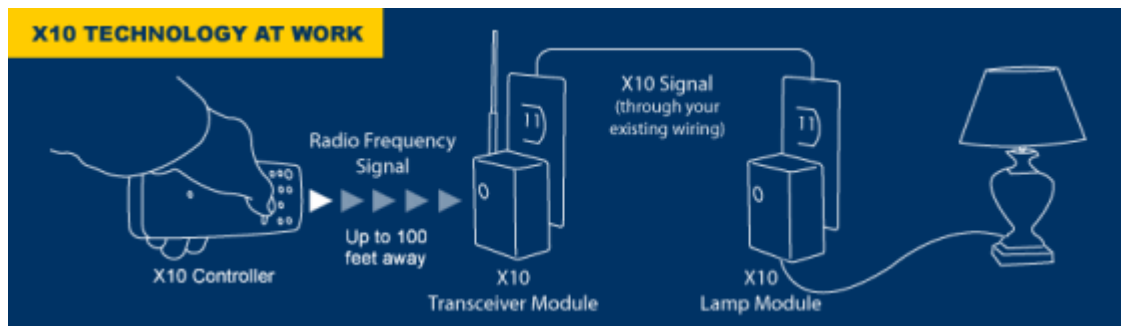
-امکان افزوده شدن تعداد روشناییها و وسایل مورد کنترل بعد از اتمام کار

-امکان ارتباط با آیفون و باز کردن درب منزل از طریق خط تلفن

-امکان کنترل سیستم تهویه همچون فن کوئل ، اسپلیت و کولر آبی

-ریموت کنترل ارائه شده بصورت رادیویی (Wireless) بوده وشعاع بیش از ۵۰ متر در فضای بسته را پوشش می دهد .

کنترل وسایل روشنایی از هر کجای خانه:



بطور مثال اگر در داخل اتاق خواب قرار دارید و فراموش کرده اید که لامپ های پارکینگ را خاموش کنید ، هیچ جای نگرانی نیست و لازم نیست که برای خاموش کردن لامپ ها به پارکینگ بروید . صفحه کلیدی که در داخل اتاق خواب شما نصب گردیده این امکان را به شما میدهد که با وارد کردن کد لامپ های پارکینگ به آنها دسترسی مستقیم پیدا کرده و آنها را خاموش کنید .

کنترل با پروتکل x10

این سیستم دارای یک ریموت کنترل مرکزی (با صفحه ساده و یا لمسی) می باشد که کاربر قادر خواهد تا با استفاده از این ریموت کنترل کلیه لوازم برقی داخل خانه خود را کنترل نماید ، برای این کار کافیت تنها مصرف کننده مورد نظر را بر روی ریموت کنترل انتخاب و سپس فرمان مورد نظر را صادر نماید، از سوی دیگر کاربر قادر است تا فرمان روشن یا خاموش را برای روشنایی های خود از طریق کلیدهای سنتی خود نیز اعمال نماید.

این سیستم قابلیت کنترل کلیه روشنایی ها با قابلیت کنترل میزان شدت روشنایی (Dimmer) ، کلیه پریزها، سیستم های تهویه (کولر ، فن کویل و ...) را دارا می باشد.

مصرف کننده قادر است تا بوسیله ریموت کنترلی که در اختیار دارد کلیه لوازم صوتی تصویری خود را مانند تلویزیون، ضبط و ... کنترل نماید با استفاده از این امکان دیگر نیازی به ریموت کنترل های متنوع وجود نداشته و کلیه لوازم تنها با یک ریموت، کنترل می گردد.

این سیستم دارای سناریو نیز می باشد ، به این معنی که مصرف کننده می تواند چندین کار مختلف را تنها با فشردن یک کلید اجرا نماید، به طور مثال وقتی کاربر قصد خروج از منزل را دارد دیگر نیاز نیست به صورت مجزا کلیه روشنایی ها را خاموش نماید، در ای حالت با فشردن یک کلید، بنا بر تعریف کلیه روشنایی ها، سیستم تهویه و ... به صورت خودکار خاموش و سیستم امنیتی نیز فعال می گردد، این

سناریوها در ۱۶ نوع مختلف (سناریوی تماشای تلویزیون، میهمان، استراحت و ...) وجود داشته که کاربر بنا بر نیاز خود هر یک از آنها را تعریف می نماید.

فرض کنید که از محل کار خود به سمت خانه در حال حرکت هستید و مایلید در زمان وارد شدن به منزل بجای گرما یا سرما از هوای مطبوع بهره مند شوید .

کافیست قبل از رسیدن به خانه شماره تلفن منزل خود را گرفته و پس از ارتباط با سیستم گویای کلمه عبور ۶ رقمی را وارد کرده و سپس کد روشن شدن سیستم تهویه (سرمایشی یا گرمایشی) را وارد کنید ، خواهید دید که پس از ورود به خانه با توجه به روشن شدن سیستم تهویه از هوای مطبوع بهره مند خواهید بود. به همین شکل می توانید دستگاه هایی مانند (پلوپز ، سماور برقی ، تلویزیون ، چراغ ها ، اسپلیت یونیت و ...) را کنترل نمایید .

اگر از خانه خارج شده اید و فراموش کرده اید که تلویزیون ، شیر گاز و یا برخی از لامپ ها را خاموش کنید دیگر مجبور به بازگشت نیستید. با استفاده از سیستم هوشمند و تلفن همراه خود می توانید به روشی که در بالا توضیح داده شد و سایل الکتریکی مورد نظر خود را خاموش کرده و یا شیر گاز را ببندید . دستگاه فرستنده گیرنده مرکزی دارای تایمر می باشد، لذا کاربر می تواند برای مصرف کننده های مورد نظر خود زمان خاموش و یا روشن را تعریف کرده تا در زمان مورد نظر فرمان خاموش و یا روشن اعمال گردد.

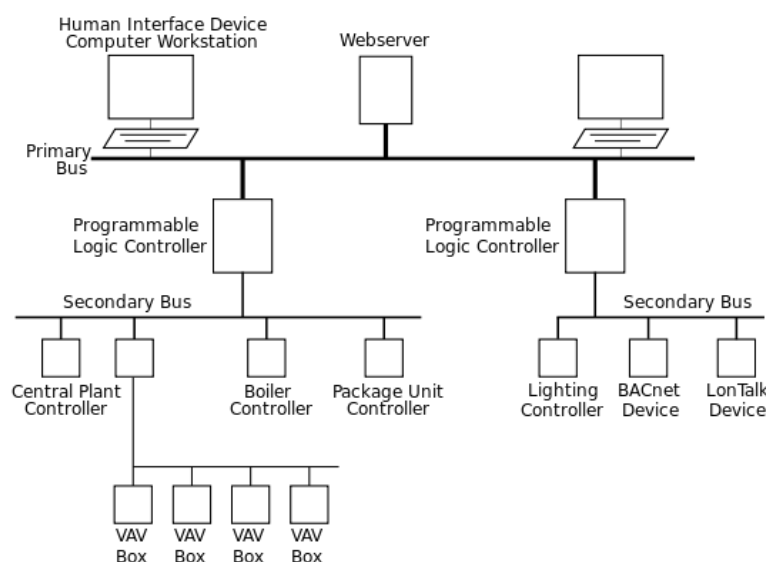
اتوماسیون ساختمان

اتوماسیون ساختمان (سیستم اتوماسیون ساختمان) بیانگر قابلیت پیشرفته ای است که توسط سیستم کنترل ساختمان فراهم می شود. یک سیستم اتوماسیون ساختمانی (BAS) مثالی از سیستم کنترل توزیعی می باشد. سیستم کنترل، یک شبکه ی هوشمند و کامپیوتری از تجهیزات الکتریکی می باشد که برای کنترل و مانیتورینگ سیستم روشنایی و تاسیسات الکتریکی و مکانیکی (و همچنین کنترل تردد و دسترسی ، کنترل سیستم صوتی، کنترل پارکینگ، کنترل انرژی مصرفی، کنترل سیستم نظارت تصویری، کنترل سیستم آسانسورها، کنترل سیستم اعلان و اطفاء حریق) یک ساختمان طراحی شده اند. این سیستم هوای ساختمان را در یک رنج مشخص دمایی نگه میدارد ، روشنایی را بر اساس زمانبندی حضور تامین می کند، عملکرد سیستم و خطای تجهیزات را مانیتور می کند، آلامر خطا را بوسیله ی ایمیل یا پیام کوتاه به مسئول نگهداری اطلاع می دهد. هزینه ی انرژی و نگهداری ساختمان به میزان قابل ملاحظه ای در مقایسه با ساختمانهایی که این تجهیزات در آنها کنترل نمی شود، کاهش می یابد(کنترل هوشمند مصرف انرژی). ساختمانی که به وسیله ی سیستم اتوماسیون ساختمانی (BAS) کنترل می شود، به اصطلاح ساختمان هوشمند یا خانه ی هوشمند نامیده می شود .

توپولوژی:

اکثر شبکه های اتوماسیون ساختمان از دو بخش باس اولیه و ثانویه تشکیل شده است که کنترلرهای سطح بالا (کنترلرهای قابل برنامه ریزی) را به کنترلرهای سطح پایین (ماژول ها و تجهیزات رابط با کاربر) متصل می کنند. باس اولیه و ثانویه می تواند BACnet, Optical Fiber, Ethernet, ARCNET, RS-232, RS-485 یا شبکه ی بی سیم باشد.

هر کمپانی کنترلر مخصوص خودش برای کاربردهای ویژه ای را دارد. بعضی از آنها طوری طراحی شده اند که استفاده ی محدودی دارند و بعضی نیز طراحی منعطفی دارند که با پروتکل های باز نظیر BACnet یا LonTalk کار می کنند. بعضی از اتوماسیون های ساختمانی جدید از استانداردهای باز بی سیم نظیر ZigBee استفاده می کنند که این سیستم ها نیز نظیر پروتکل های باز دیگر، قابلیت تطابق با تجهیزات دیگر کمپانی ها و قابلیت سازگاری با سیستم های کنترلی دیگر کمپانی ها را دارا می باشند.



ورودی ها و خروجی ها در این سیستم ها آنالوگ یا دیجیتال هستند. داده های آنالوگ برای خواندن و یا فرستادن اطلاعات متغیر سنسورهای دما، فشار، رطوبت و ... که می توانند از نوع مقاومت گرمایی $4-20\text{ m}$ یا $0-10\text{ V}$ یا دماسنج مقاومتی

پلاتینی و یا سنسورهای وایرلس باشند، استفاده می شوند. داده های دیجیتال برای خواندن و یا ارسال اطلاعات از نوع صفر و یک که بیانگر روشن / خاموش بودن یا قطع / وصل بودن و ... کاربرد دارند که یک سیگنال از نوع می باشد.

این سیستم مانند سایر سیستم های کنترلی از سه بخش مهم تشکیل شده است:

۱- کنترلرها

کنترلرها کامپیوترهای کوچکی در سازه ها و قابلیت های مختلف هستند که برای هدف خاصی با قابلیت input و output کردن داده ها، ساخته شده اند. اطلاعات ورودی به کنترلرها از طریق Input ها مثل

خواندن دما، رطوبت، فشار، جریان و ... (اطلاعات از نوع آنالوگ) و اطلاعات خروجی از کنترلرها از طریق Output ها شامل فرستادن دستور و سیگنال های کنترلی جهت کنترل سایر تجهیزات می باشد که کنترلرها با پردازش اطلاعات دریافتی بر اساس نرم افزار درونی خود و یا نرم افزار شبکه، اطلاعات خروجی را ارسال می کنند. اطلاعات ورودی و خروجی (input و output) می توانند آنالوگ یا دیجیتال باشند. کنترلرهای مورد استفاده در اتوماسیون ساختمان به سه دسته تقسیم می شوند:

- کنترلرهای منطقی برنامه پذیر (پی ال سی)
- کنترلرهای شبکه/سیستم
- کنترلرهای ترمینال یونیت

پی ال سی ها بیشترین قدرت پردازش و پاسخ دهی را دارند، اما از لحاظ قیمتی دو تا سه برابر قیمت کنترلرهای شبکه/سیستم را دارند. کنترلرهای ترمینال یونیت نسبت به سایر کنترلرها در پایین ترین سطح از لحاظ قیمت و قدرت قرار دارند. پی ال سی ها برای مکان های خاصی مثل اتاق تمیز یا بیمارستان ها که هزینه ی کنترلرها کمتر مورد اهمیت است، مورد استفاده قرار می گیرند. در ساختمان های اداری، سوپرمارکت ها، فروشگاه ها و ساختمان های معمول، کنترلرهای شبکه/سیستم بجای پی ال سی ها مورد استفاده قرار می گیرند. اغلب کنترلرهای سیستم، حلقه ی بازخورد و مدارهای دیجیتال دارند ولی زمان پاسخ پی ال سی ها کمتر از یک هزارم ثانیه است.

کنترلرهای شبکه/سیستم ممکن است برای کنترل یک یا چند سیستم مثل هواساز، دیگ، چیلر و ... یا برای نظارت بر مجموعه ای از کنترلرهای تحت شبکه بکار روند. کنترلرهای ترمینال یونیت معمولاً برای کنترل روشنایی و یا تجهیزات ساده تر مانند پمپ گرمایشی، فن کویل و ... مورد استفاده قرار می گیرند .

۲- حسگرها

حسگرها سنجش پارامترهای محیطی و ارسال این اطلاعات به سیستم را عهده دار هستند. این اطلاعات می تواند از نوع آنالوگ و یا دیجیتال باشد. مانند اطلاعات مربوط به دمای محیط بیرون یا درون، دمای سیال گرم کننده یا خنک کننده، میزان روشنایی محیط، میزان رطوبت، مقدار گازها در هوا، حضور و یا عدم حضور افراد در محل و سایر اطلاعات لازم جهت راهبری سیستم.

۳- عملگرها

اجزائی 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، دمپرها، رله های قطع و وصل جریان الکتریکی و ... باشند.

پروتکل ها و استانداردهای صنعتی مورد استفاده در اتوماسیون ساختمان

سه بخش ذکر شده در بالا توسط یک مکانیزم ارتباطی به هم مرتبط می شوند که این مکانیزم نیز از دو بخش تشکیل شده است:

۱- رسانه (مدیا) ارتباطی مانند: سیم، کابل، فیبرنوری، امواج رادیویی

۲- پروتکل ارتباطی مانند BACnet و ...

پروتکل ها و استانداردهای بین المللی هوشمندسازی

ASHREA

- BACnet
- S-Bus
- Chartered Institution of Building Services Engineers
- Dynet
- Energy Star
- EnOcean
- KNX
- DALI
- LonTalk
- Midac
- OPC
- Open Therm
- Open Web Net
- VSCP
- ZigBee
- DeviceNet
- SOAP
- XML
- Usp
- Lan
- RS232
-

کنترل هوشمند روشنایی :

روشنایی ساختمان بوسیله ی اتوماسیون ساختمانی یا سیستم کنترل روشنایی، با استفاده از سنسور حضور، فوتو سنسور یا تایمر (زمانبندی)، می تواند روشن، خاموش و یا دیم شود. بعنوان مثال یک فوتو سنسور که در خارج از ساختمان نصب شده است، با تاریک شدن هوا و با توجه به زمان، روشنایی محوطه ی ساختمان و فضای پارکینگ را تنظیم می کند.

کنترل هوشمند هواسازها :

اغلب هواسازها هوای تازه و هوای برگشت را با هم میکس می کنند تا تغییرات دمایی و رطوبتی کمی روی هوای تازه انجام دهند. این کار باعث صرفه جویی در هزینه با کمتر مصرف کردن آب گرم یا آب سرد برای گرم یا سرد کردن هوا در هواسازها می شود. مقداری هوا برای سالم نگهداشتن هوای ساختمان لازم است. برای بهینه سازی مصرف انرژی، زمانی که هواساز هوای داخل ساختمان (IAQ) و یا هوای تهویه مورد تقاضا (DCV) را تامین می کند، با تغییر میزان هوای تازه بر اساس اندازه گیری های انجام شده می توان عمل کرد. سنسورهای دمایی آنالوگ یا دیجیتال در فضای مورد نظر و کانال هوای تازه و کانال هوای برگشت و یا گاهاً در هوای بیرون تعبیه می شوند. محرک ها بر روی شیرهای آب سرد و گرم (روی کویل های سرد و گرم) و دمپرهای هوای تازه و هوای برگشتی قرار می گیرند. فن هوای رفت (و فن هوای برگشت در صورت امکان) بر اساس زمانبندی یا دما و یا فشار فضا و یا ترکیبی از آن ها روشن و خاموش می شوند.

کنترل هوشمند هواسازهای حجم ثابت (CAV) :

کم صرفه ترین نوع هواسازها، هواسازهای حجم ثابت (CAV) می باشد. فن های این نوع هواسازها کنترلی در جهت تغییر سرعت ندارند. در عوض، از دمپرهای باز و بسته شو و شیرهای روی کویل ها جهت تغییر دمای فضای ساختمان استفاده می کنند.

کنترل هوشمند هواسازهای حجم متغیر (VAV) :

با صرفه ترین نوع هواسازها، هواسازهای حجم متغیر (VAV) می باشد. این هواسازها هوای فشرده را در باکس های VAV ذخیره می کنند که معمولاً برای هر فضا یا اتاق یک عدد در نظر گرفته می شود. این هواساز می تواند فشار باکس های هوا را با تغییر سرعت فن یا دمنده از طریق درایوهای فرکانس متغیر کنترل کنند. میزان هوای مورد نیاز بواسطه ی نوع فضایی که بوسیله ی این هواسازها تغذیه می شوند

مشخص می شود. هر باکس هوای مورد نیاز برای یک فضای کوچک را تامین می کند. هر باکس یک دمپر دارد که بسته به نیاز گرمایش یا سرمایش فضا باز یا بسته می شود. هر چقدر تعداد بیشتری باکس باز باشد یعنی هوای بیشتری مورد نیاز است و هواساز هوای بیشتری را تامین می کند. بعضی از باکس ها شیرهای آب گرم یا مبدل حرارتی دارند. شیرهای آب گرم و سرد بسته به نیاز گرمایش و سرمایش هوای فضایی که آن را تامین می کنند باز یا بسته می شوند. جهت اطمینان از تامین تهویه ی مناسب و بالانس مناسب هوا، مینیمم و ماکسیمم هوای مورد نیاز فضا (CFM) باید روی باکس ها تنظیم شوند.

کنترل هوشمند سیستم های آب سرد (چیلر) :

آب چیلد برای سرد کردن هوای ساختمان استفاده می شود. سیستم آب چیلد شامل چیلر و پمپ ها می باشد. سنسورهای دمایی آنالوگ دمای آب رفت و برگشت آب چیلد را می سنجد. چیلرها برای سرد کردن آب، به ترتیب خاموش و روشن می شوند. کنترل قسمت های مختلف یک چیلر و تحلیل داده های جمع آوری شده جهت تامین دمای مناسب هوای فضای مورد نظر ضروری می باشد.

کنترل هوشمند سیستم آب کندانسور :

برج خنک کن و پمپ ها برای تامین آب کندانس سرد برای چیلرها استفاده می شوند. به دلیل اینکه آب کندانس رفت به سمت چیلرها باید ثابت باشد، درایوهای سرعت متغیر روی فن های برج خنک کن برای کنترل دما نصب می شوند. برقراری دمای مناسب برج خنک کن اطمینان لازم از فشار مناسب جهت سرد کردن در چیلر را تامین می کند. سنسورهای دمایی آنالوگ، دمای آب رفت و برگشت کندانسور را اندازه گیری می کنند.

کنترل هوشمند سیستم آب گرم :

سیستم آب گرم، گرمای مورد نیاز هواسازها و یا دستگاه های تامین گرمای ساختمان را تامین می کند (از طریق تامین آب گرم مورد نیاز کویل های آب گرم). این سیستم شامل بویلر و پمپ ها می باشد. سنسورهای دمایی آنالوگ، دمای آب رفت و برگشت را اندازه گیری می کنند. شیرهای مخلوط کننده جهت کنترل دمای آب گرم سیرکوله استفاده می شوند. کنترل فشار و دمای قسمت های مختلف سیستم آب گرم، از طریق سنسورهای دما و فشار امکان پذیر می باشد.

آلارم های سیستم اتوماسیون ساختمان :

بسیاری از سیستم های اتوماسیون ساختمانی قابلیت آلارم دادن دارند. این آلارم ها را می توان طوری برنامه ریزی کرد که به اطلاع شخصی که نگهداری و مونیتورینگ سیستم را بر عهده دارد برسد. این اطلاع رسانی می تواند از طریق پیجر، موبایل، کامپیوتر و یا صدای آلارم از دستگاه باشد. مانند آلارم های مربوط به:

- سنسورهای دما (مثلاً سنسورهای دمای روی بویلرها)
- سوئیچ های اختلاف فشار (بعنوان مثال در فیلترهای هوارسان ها که اگر فیلتر گرفته باشد، آلام می دهد)
- آلام های مربوط به وضعیت دستگاه ها (مثلاً اگر یک پمپ لازم باشد که روشن شود، ولی روشن نشود. گزارش وضعیت این پمپ حاکی از یک مشکل مکانیکی می باشد)
- بعضی از محرک شیرها مبنی بر باز یا بسته بودن شیر مربوطه
- سنسورهای CO و CO₂، که اگر سطح این گازها از حد مشخص بالا باشد، آلام می دهند.
- سنسورهای یخ زدگی که در صورت نشی آلام می دهند.
- سنسورهای جریان در شرایط جریانی پایین به علت لغزش تسمه پروانه یا گرفتگی صافی در پمپ
- سیستم های امنیتی می توانند با سیستم اتوماسیون ساختمانی به صورت یکپارچه در بیاید.
- سنسورهای حضور، در صورت لزوم اعلام آلام می کنند.
- سیستم های اعلان حریق نیز می تواند به سیستم اتوماسیون ساختمانی متصل شود. به عنوان مثال اگر آلام دود فعال شود، تمام دمپره های هوای تازه به منظور جلوگیری از ورود هوای تازه بسته خواهند شد

کنترل دمای ساختمان هوشمند

زمانی که یک فرد در مسافرت به سر می برد با استفاده از تلفن یا موبایل و یا خط اینترنت می تواند سیستم تاسیسات ساختمان را فعال سازد ، دمای دلخواه را تنظیم کند، در ساعت خاصی تاسیسات سرمایش و گرمایش شروع به کار نمایند و درجه حرارت ساختمان را به حد مطلوب برساند .

تنظیم کردن دمای منزل و فعال کردن سیستم سرمایشی و گرمایشی برای رسیدن به آن دما تا علاوه بر ایجاد محیطی مطلوب از اتلاف انرژی جلوگیری می نماید.

کنترل روشنایی ساختمان هوشمند

با توجه به اهمیت هوشمند سازی روشنایی در ساختمانهای مسکونی و اداری راه حلهای متنوعی برای کاربردهای مختلف وجود دارد . کنترل هوشمند سیستم روشنایی نه تنها میزان نور دهی را تحت کنترل می گیرد بلکه در صرفه جویی در مصرف انرژی نیز بسیار مؤثر است. در واقع در این روش هم از نور طبیعی و هم از نور تولیدی منابع نور، میزان نور مطلوب تامین خواهد شد و این فرآیند بطور اتوماتیک انجام می گیرد. بطورکلی این گونه سیستم ها با بهره گیری از سنسورهای تشخیص حرکت و میزان نور محیط و

کلیدهای تعبیه شده در هر فضای داخلی می توانند فرآیند مطلوب را پیاده سازی نمایند . بدیهی است که در حالت اتوماتیک منابع نور با توجه به سنسورهای میزان نور و نقطه مطلوب تعریف شده نوردهی خواهند داشت. بد نیست به این نکته توجه کنیم که علت اصلی اتلاف انرژی در قسمت روشنایی بناها، روشن ماندن بدون دلیل لامپ ها در قسمت های مختلف ساختمان می باشد. بنا به اعلام وزارت نیرو استفاده از سیستم های روشنایی اتوماتیک تا ۵۰ درصد هزینه های برق مصرفی را کاهش می دهد.

حال سوال اینجاست که سیستم هوشمند چگونه متوجه حضور افراد می شود؟ برای کنترل حضور و عدم حضور افراد در هر فضا، لازم است که مناطق مربوط را توسط رادارهای مناسب تحت پوشش قرار دهیم. این رادارها همان سنسورهای حرکتی هستند که بسته به معماری ساختمان در ارتفاع مناسب از دیوارهای جانبی به نحوی جانمایی می شود که تمام قسمت های موردنظر را پوشش دهد.

کنترل نور طبیعی (به کمک باز و بسته کردن خودکار پرده و کرکره ها) ساختمان هوشمند

کنترل پرده ها براساس شدت روشنایی خورشید یا کنترل پرده ها و شیدرها با توجه به موقعیت خورشید برای استفاده از حد اکثر نور انجام محاسبه پارامترهایی که باعث سایه در محیط بیرونی ساختمان می شود و تنظیم برنامه زمانی با امکان باز و بسته کردن پرده ها به صورت برقی براساس سناریوها و همچنین توسط مانیتور، ریموت و یا شدت نور وارد شده به منزل می باشد.

در صورت مجهز بودن پرده ها به موتور برقی قابل کنترل می توان با تعریف هر یک از پرده ها در نرم افزار آنها را تحت کنترل گرفته و با استفاده از سناریوهای مختلف که می تواند با سناریوهای روشنایی تلفیق شود ضمن استفاده حداکثری از نور طبیعی، محیطی جذاب و رویایی را بوجود آورد. بعنوان مثال صبح خود را با کنار رفتن اتوماتیک پرده ها و تابش نور زیبای خورشید به داخل اتاق خواب آغاز نمایید.

سیستم های صوتی و تصویری ساختمان هوشمند

با مجهز کردن ساختمان هوشمند به سیستم های صوتی قابلیت های زیر فعال خواهد شد:

- ✓ رادیو داخلی مستقل با قابلیت ذخیره سازی ایستگاه های موجود برای هر بخش از ساختمان هوشمند.
- ✓ پخش موزیک برای هر بخش از ساختمان هوشمند .
- ✓ امکان دریافت سیگنال صوتی از طریق فیش های صوتی موجود در واحد مرکزی .

✓ امکان ارتباط صوتی و یا صوتی - تصویری دوطرفه (سیستم اینترنتی) در هر بخش از ساختمان هوشمند.

✓ همچنین پخش آلام ها و اخطار های صوتی

سیستم های اعلام حریق ساختمان های هوشمند

از ویژگی های دیگر ساختمان هوشمند سیستم اعلام و اطفای حریق است یعنی سیستمی که هم وجود آتش سوزی را اعلام می کند و هم خود درصدد خاموش کردن آن عمل می کند. امروزه از سیستم های اعلام حریق به طور گسترده در ساختمان های هوشمند و اماکن مسکونی و صنعتی استفاده می شود تا خسارتهای ناشی از حریق را به حداقل برسانند و همچنین برای اطلاع دادن به ساکنین ساختمان در مواقع بروز حریق از این سیستم ها استفاده می شود تا حداقل امکان از تلفات جانی جلوگیری شود. برای تشخیص



حریق از اثرات سه گانه آن یعنی دود و حرارت و شعله استفاده می شود.

به زبان ساده سیستم اعلام حریق به مجموعه ای از قطعات الکترونیکی اطلاق می شود، که وظیفه آشکار سازی حریق را در مکان های مختلف بر عهده دارند. صرف نظر از انواع مختلف سیستم های حریق و فناوری های متنوعی که در این عرصه به بازار ارائه شده ، اجزاء این سیستم ها عموماً مشترک بوده که به برخی از آن ها عبارتند از:

۱- دتکتورهای آشکارساز حریق: که در انواع اپتیکال، حرارتی، یونیزه و ... وجود دارد.

۲- شستی های اعلام حریق (Manual Point)

۳- آژیر اعلام حریق

۴- پنل مرکزی حریق

سیستم های حفاظتی و امنیتی ساختمان هوشمند

اگر تا به حال در ساختمانی دوربین امنیتی را تجربه کرده باشد، اطلاع دارید، از اینکه برای بررسی تصاویر باید به تلویزیون یا مانیتور کامپیوتری که در یکی از اتاقها قرار دارد ، مراجعه کنید. اما با سیستم های اتوماسیون خانگی درحالیکه در منزلتان قدم می زنید و یا در حیاط پیاده روی می کنید بر روی صفحات لمسی بی سیم تصاویر کلیه دوربینهای امنیتی قابل مشاهده خواهند بود. همچنین با استفاده از سنسورهای حرکتی، می توانید سیستم امنیتی منزلتان را تقویت نمایید. یکپارچگی سیستم امنیتی با سایر بخش ها قابلیت های بیشتری به آن خواهد بخشید. برای مثال هنگام تشخیص ورود یک فرد ناشناس از طریق سنسور حرکتی، به جز صدای آژیر رایج، کلیه چراغهای منزل می توانند روشن و خاموش گردند.

آبیاری گیاهان و تغذیه حیوانات ساختمان هوشمند

بسیاری از ما علاقه مند به نگهداری گیاهان و یا حیوانات در ساختمان می باشیم تا به این ترتیب گوشه هایی از طبیعت را در زندگی خود مشاهده نماییم . یکی از نگرانی ها در سفر آبیاری گیاهان خانگی و یا تغذیه حیوانات موجود در ساختمان می باشد . در ساختمان هوشمند شما می توانید در ساعات دلخواهی به گیاهان و حیوانات خانگی خود آب و غذا داده و آسودگی خاطر خود را از بابت آنها فراهم نمایید. ضمناً در صورتیکه شما دارای زمین کشاورزی، باغ ، مزرعه و یا گلساختمان دور از محل زندگی خود باشید ، این سیستم ها شما را قادر خواهد ساخت تا به راحتی آبیاری محصولات خود را در هر زمان که تمایل دارید انجام دهید و از آسیب دیدن گیاهان بر اثر بی آبی یا کم آبی ممانعت به عمل آورید . بدلیل آبیاری منظمی که سیستم در اختیار شما می گذارد با کمترین آب، بیشترین بهره وری را خواهید داشت.

دسترسی و کنترل از راه دور ساختمان هوشمند

ساختمان هوشمند امکان اطلاع یافتن از وضعیت کنونی و کنترل ساختمان را از راه دور محیا می کند. شما
میتوانید با استفاده از SMS، تلفن گویا (Call Center) و یا از طریق اینترنت از این امکان بهره مند
شوید و کلیه موارد بالا را تحت کنترل خود بگیرید.

پوست ۱: کلخانه هوشمند

چکیده

با توجه به اینکه غذا یکی از ضروری‌ترین نیاز بشر می‌باشد، تحقیق پیشرو به یکی از روش‌های مهیا کردن نیازهای غذایی بشر یعنی گلخانه‌های هوشمند می‌پردازد. در گلخانه‌های هوشمند کلیه اقدام‌ها به صورت خودکار و با استفاده از کنترلگر صورت می‌گیرد، اما در بررسی‌هایی که پژوهشگران در زمینه گلخانه‌های هوشمند انجام داده‌اند، عموماً همه یک هدف را دنبال می‌کنند و آن کنترل خودکار گلخانه است و تنها روش‌ها می‌باشد که در طی زمان از شکلی به شکل دیگر تغییر یافته است.

در تحقیق حاضر با الگوبرداری از رفتار انسان، معماری به وسیله سیستم آموزش هوشمند ارائه خواهد شد که با ایجاد عنصری به نام واحد حل مساله و پایگاه دانش، می‌توانیم گلخانه را به گونه‌ای هوشمند کنیم که قابلیت آموزش و اطمینان را در گلخانه بوجود آورد. این معماری به گونه‌ای طراحی شده است که گلخانه با گذشت زمان از بازخوردهای خود تجربه کسب می‌کند و با آموزش از شرایط گذشته می‌تواند آینده را بهتر مدیریت و کنترل کند و در شرایط اضطراری به خوبی تصمیم بگیرد و راه حلی مناسب برای کنترل محیط اتخاذ کند. قابلیت آموزش باعث می‌شود که گلخانه با اطمینان بیشتری محیط را در جهت رسیدن به کیفیت مطلوب محصول یاری کند و همچنین وجود پایگاه‌دانش در این معماری این امکان را به کنترلگر می‌دهد، که سیستم کنترلی گلخانه برای ساعت‌هایی در جهت کاهش انرژی مصرفی به حالت استراحت در آید. در آخر معماری پیشنهادی را با استفاده از روش TAMA ارزیابی می‌کنیم.

واژه‌های کلیدی : ارزیابی ATAM، آموزش، بازخورد، پایگاه دانش، سیستم آموزش هوشمند، حسگر، کنترلگر، گلخانه هوشمند، معماری، واحد حل مساله.

مقدمه

امروزه تصور عام مردم از عنوان گلخانه، همان مکان کوچک یا بزرگ شیشه‌ای است که در جهت رشد و نمو گل‌ها و گیاهان پیاده‌سازی می‌شود. هدف از وجود چنین گلخانه‌ها رسیدن به محصول با کیفیتی در هر زمان و مکانی می‌باشد. مردم عموماً فکر می‌کنند که کنترل گلخانه‌ها به صورت دستی صورت می‌گیرد البته چنین تصویری برای مردم خیلی عجیب و دور از ذهن نیست چرا که در ایران کنترل اکثر گلخانه‌ها به روش دستی صورت می‌گیرد زیرا کمتر جنبه اقتصادی دارد، در حالی که در گلخانه‌های تجاری، کنترل توسط کامپیوتر یا کنترلگر انجام می‌شود چرا که کنترل گلخانه‌های تجاری وسیع توسط انسان، دقت را پایین می‌آورد و درصد آسیب گیاه را بیشتر می‌کند. در چنین گلخانه‌هایی باید کنترل بسیار دقیق و به موقع صورت گیرد و کامپیوتر ثابت کرده است که با برنامه‌ریزی درست و بجا قادر خواهد بود بسیار دقیقتر از انسان کنترل شرایط را در دست بگیرد.

بنابر این چنین گلخانه‌هایی که توسط دستگاه‌های خودکار با حداقل دخالت انسان کنترل و اداره می‌شوند را گلخانه‌های هوشمند می‌نامند. کنترل محرک‌های موجود در گلخانه از جمله دستگاه‌های سرمایشی و گرمایشی، دستگاه مه‌پاش و دیگر محرک‌ها و تغییر وضعیت دادن درست و بجا و همچنین کنترل حسگرها و خواندن به موقع اطلاعات از آنها، در رسیدن به کیفیت ایده‌آل محصول بسیار حیاتی و ضروری می‌باشد. بنابر این ارائه روشی برای کنترل بهتر و بهینه‌تر گلخانه احساس می‌شود. روش‌های کنترل گلخانه‌های هوشمند روز به روز در حال پیشرفت و بهبود هستند واز روشهای متفاوتی برای فرایند کنترل گلخانه تا بحال استفاده شده است.

با توجه به اهمیت گلخانه‌ها در فراهم کردن مواد غذایی بشر، در جامعه پرجمعیت امروزی توسط گلخانه‌ها و نیاز روزافزون آنها، در تحقیق حاضر قصد داریم کنترل محیط گلخانه‌های هوشمند را به نوعی دیگر بیان کنیم.

تاریخچه مختصری درباره گلخانه‌های هوشمند

در گذشته کشت محصول با مشکل‌ها و محدودیت‌های مواجه بوده است. نبود شرایط مناسب آب و هوایی، خاک، دما و رطوبت مناسب و... باعث می‌شد تا انواع محصول‌ها در هر زمان و مکانی در اختیار مصرف کننده‌گان نباشد. از طرفی حوادث طبیعی از جمله سیلاب، سرما و گرمای شدید زمستان و تابستان، حمله ناگهانی حشره‌ها و ... باعث می‌شد که درصد بسیار زیادی از محصول‌ها، با

کیفیت مناسب عرضه نشود و نارضایتی کشاورز و مشتری را به همراه داشته باشد.

اولین گلخانه مصنوعی کشت میوه، ۳۰ سال بعد از میلاد مسیح در کشور روم در درگاه سلطنتی پادشاه آن زمان، تیریوس^۱ ایجاد شد. تیریوس به بیماری دچار می‌شود که پزشکاه سلطنتی برای درمان آن، پادشاه را به خوردن روزانه خیار توصیه می‌کنند و این دلیلی شد که محققان آن دوره تلاش کنند تا راهی برای در اختیار داشتن روزانه خیار برای پادشاه بیابند. آنها با ایجاد گلخانه‌ای پوشیده شده از پلاستیک محیطی مناسب برای کشت خیار را فراهم کردند و از آن به بعد کشت گلخانه‌ای محصول‌های کشاورزی رایج شد (کاستیلا^۲، ۲۰۱۳؛ منوهار و ایگتیناتن^۳، ۲۰۰۷).

به مرور زمان کشت میوه و گیاهان در گلخانه‌ها پیشرفت کرد به طوری که به صورت یک فعالیت اقتصادی در آمد. با پیشرفت فناوری، محققان درصدد ارائه راهی برای کنترل گلخانه‌ها به صورت خودکار، شدند. کنترل محیط گلخانه به صورت خودکار توسط کامپیوتر به سال‌های اول ۱۹۷۰ بر- می‌گردد که آغازی در پیدایش گلخانه‌های هوشمند شد (نلسون^۴، ۲۰۱۱). از آن روز تاکنون محققان با روش‌های نوین، کنترل گلخانه‌ها را در دست گرفته‌اند و ایده‌های جدیدی را در کنترل گلخانه‌های هوشمند ارائه می‌دهند.

در ابتدا کامپیوتر موجود در گلخانه نقش یک مشاور را برای کشاورز ایفا می‌کرد. به مرور زمان تصمیم گرفته شد که انسان هیچ نقشی در کنترل گلخانه نداشته باشد و کنترل کاملاً توسط یک کامپیوتر صورت گیرد و بعدها محققان تصمیم گرفتند که این دو را با یکدیگر ادغام کنند تا محیط گلخانه توسط انسان نظارت شود و قابلیت اطمینان بالا رود. بدین ترتیب در گلخانه‌های هوشمند کنترل اصلی گلخانه توسط کامپیوتر صورت می‌گیرد که در این گلخانه‌ها نقص‌ها و کمبودهایی دیده می‌شود و محققان به مرور زمان در رفع آنها تلاش می‌کنند تا شرایط مساعدتری را برای رشد گیاه فراهم کنند.

گلخانه‌های مدرن امروزی، دما، رطوبت محیط، شدت و مدت زمان روشنایی، میزان دی-

^۱ Tiberius

^۲ Castilla

^۳ Manohar & igathinathane

^۴ Nelson

اکسیدکربن، دمای خاک و دیگر پارامترهای موثر بر رشد محصول‌های گلخانه را به طور دقیق اندازه‌گیری و کنترل می‌نمایند. این سیستم‌ها با توجه به مقادیر پارامترهای مذکور، از حسگرهای نصب شده در داخل و خارج از گلخانه و بر مبنای الگوریتم‌های پیچیده کنترلی، وضعیت گلخانه را در حالت بهینه تثبیت می‌کنند. (نلسون، ۲۰۱۱)

تعریف مساله و بیان سوال‌های اصلی تحقیق

امروزه گلخانه‌های هوشمند در بسیاری از کشورها به عنوان یک فعالیت اقتصادی مهم شمرده می‌شود چرا که غذا نیاز اولیه بشر است (سیگریمیس و کینگ^۱، ۲۰۰۰). بحث هوشمندی در بسیاری از زمینه‌ها مطرح است. وجود گلخانه‌های کنترل‌شده با کامپیوتر، گلخانه‌های هوشمند را بوجود می‌آورد اما در حقیقت باید هوشمندی را به نحوی تعریف کنیم که سیستم قادر به تفکر باشد و بتواند با اطلاعات و تجربه‌هایی که بدست می‌آورد تصمیمی را بگیرد.

هوشمندی باید به گونه‌ای باشد که سیستم هوشمند برخی قابلیت‌های هوش انسانی را داشته باشد، چرا که انسان یک موجود هوشمند است و اگر بتوانیم گلخانه‌ای را طراحی و پیاده‌سازی کنیم که مانند انسان هوش داشته باشد و بتواند اطلاعات کسب کند، آنگاه می‌توانیم آن را، گلخانه هوشمند بخوانیم. بنابراین هدف اصلی، افزایش هوشمندی به منظور اطمینان بیشتر از عملکرد گلخانه می‌باشد و افزایش هوشمندی منجر به کاهش خطا و اشتباه در گلخانه می‌شود، همچنین می‌توانیم از تغییر وضعیت مدام تجهیزات گلخانه بکاهیم و احتمال بروز خطا بر اثر نواسان‌های تجهیزات در محیط را کاهش دهیم.

یکی دیگر از مشکل‌ها در سیستم کنترل چنین گلخانه‌هایی، دخالت مدام و تکراری مدیر انسانی در برخی شرایط خاص است. بنابراین اگر هوشمندی در گلخانه به نحوی دیگر مطرح شود که بتواند اعتماد مدیر انسانی را در عملکرد گلخانه افزایش دهد، مداخله مدیر کاهش و رضایت او افزایش می‌یابد.

بنابراین مساله‌ی قابل بررسی در گلخانه‌ها، ارائه راه حلی برای بالا بردن هوشمندی در گلخانه‌های هوشمند است. هدف اصلی تحقیق حاضر ایجاد گلخانه‌ی هوشمندی است که بتواند از داده‌های

^۱ Sigrimis & King

گذشته، به استخراج اطلاعات بپردازد و از اطلاعات بدست آمده تجربه کسب کند و سپس از تجربه-های حاصل راهی بهینه را برای کنترل گلخانه ارائه دهد تا در نهایت قابلیت اطمینان افزایش و احتمال خطا کاهش یابد که در این راستا سوال‌های زیر مطرح می‌شود :

- (۱) آیا می‌توان از دیگر قابلیت‌های انسانی در گلخانه هوشمند امروزی استفاده کرد؟
- (۲) آیا گلخانه می‌تواند با کاوش بر روی داده‌های گذشته مانند انسان یک موجود باتجربه شده و همچون مغز انسان هوشمندانه عمل کند؟
- (۳) آیا تکرار وضعیت‌های گذشته‌ی گلخانه، می‌تواند شرایط گلخانه را ثابت و ایده‌آل نگه دارد؟
- (۴) آیا تجربه از گذشته باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی و توان دستگاه‌ها و کنترلگر می‌شود؟

سابقه و ضرورت انجام تحقیق

با تمام تلاش‌هایی که محققان در زمینه کنترل شرایط گلخانه‌های هوشمند کرده‌اند اما هنوز هم کم و کاستی‌هایی به چشم می‌خورد چرا که هوشمندی در این گلخانه‌ها پیشرفت نکرده و تازه در پله‌های اول هوشمندی گام برداشته‌ایم. بنابر این افزایش هوش و قدرت تفکر در گلخانه‌ها بسیار احساس می‌شود.

گلخانه‌های هوشمند کنونی به این دلیل هوشمند هستند که کلیه اقدام‌های آنها توسط کنترلگر انجام می‌گیرد اما در تحقیق حاضر سعی بر آن شده که گلخانه به گونه‌ای با تجربه و قابل آموزش شود که با استفاده از این روش قابلیت هوشمندی افزایش یابد و به دنبال آن به قابلیت اطمینان بیشتری دست یابیم.

ایجاد چنین گلخانه‌های کنترل شده به سال ۱۹۷۰ بر می‌گردد (نلسون، ۲۰۱۱). پس از سال ۱۹۹۰ نیز مطالعه‌هایی در زمینه مدلی‌نگ کامپیوتری شرایط گلخانه انجام گرفت.

سان^۱ (۱۹۹۲) در مورد سیستم‌های کنترل کننده شرایط محیطی گلخانه تحقیق‌هایی را به انجام رساند. او از یک سیستم مبتنی بر میکرو کنترلر برای کنترل و نمایش دمای هوا، دمای خاک و نور درون گلخانه استفاده کرد. او توانست نمایش مستقل چند فاز گلخانه به طور همزمان را فراهم کند.

لیپوف^۱ (۱۹۹۲) یک سیستم کنترل شرایط محیطی گلخانه طراحی کرد. وی پارامترهایی نظیر دما، نور، رطوبت، دی اکسید کربن و همچنین میزان مواد تغذیه‌ای محلول در آب آبیاری را اندازه‌گیری و کنترل کرد.

عم اور و همکاران^۲ (۲۰۰۱) در زمینه نمایش شرایط محیطی گلخانه با استفاده از یک سیستم ریز-کنترلی^۳ تحقیق کردند. این سیستم می‌تواند به تنهایی اطلاعات مربوط به وضعیت یک ماه از سیستم را جمع‌آوری و ذخیره کند. اطلاعات حاصل از حسگرها روزانه در یک حافظه قابل حمل ذخیره می‌شود. از این سیستم برای نمایش شرایط محیطی یک گلخانه پرورش موز در مکانی دوردست در الجزایر استفاده شده است.

مالی‌اپیس و همکاران^۴ (۲۰۰۸) تحقیقی در زمینه مدیریت گلخانه‌های هوشمند بر مبنای وب ارائه دادند. در این تحقیق چندین گلخانه از طریق مرورگر خود می‌توانستند با یکدیگر در ارتباط باشند و به یکدیگر مشاوره بدهند.

جان‌سینگ و هیو‌کینگ^۵ (۲۰۱۱) نیز مطالعه‌هایی در زمینه کنترل گلخانه بر مبنای فناوری سرور وب در گلخانه‌های هوشمند انجام دادند.

از جمله چالش‌های موجود در گلخانه‌های هوشمند امروزی، کنترل مدام شرایط گلخانه توسط کنترلگر می‌باشد. کنترلگر باید طبق زمانبندی که از قبل برای آن برنامه‌ریزی شده، هر چند ثانیه یکبار با استفاده از حسگرهای موجود، از کلیه شرایط گلخانه آگاه شود و هر بار پارامترهای دریافتی از آنها را با مقادیر واقعی مناسب برای رشد گیاه مقایسه کند. در صورتی که شرایط گلخانه برای رشد محصول، مناسب نباشد و نیاز به اعمال تغییرهایی باشد، کنترلگر الگوریتم مناسب را اعمال می‌کند، حتی اگر گلخانه اکنون در شرایطی باشد که با وضعیتی در گذشته‌ی خود تطابق داشته باشد. مساله‌ی اساسی، اعمال الگوریتم تکراری در چنین شرایط تکراری می‌باشد. کنترلگر در چنین وضعیتی

^۱ Lipov

^۲ Ameer et al.

^۳ Microcontroller

^۴ Maliappis et al.

^۵ Junxiang & Haiqing

دوباره کاری می کند و این روش اساساً بهینه نمی باشد چرا که خاموش و روشن شدن مدام تجهیزات علاوه بر کاهش عمر آنها، احتمالاً باعث ایجاد نوسان های زیادی در تجهیزات کنترلی می شود و احتمال خطا در گلخانه افزایش می یابد (شفاهی، ۱۳۸۲). بنابر این باید روشی ارائه داده شود که از انجام تکراری عملیات توسط کنترلگر کاسته شود.

یکی از ساده ترین قابلیت های انسان، قابلیت ثبت اطلاعات و کسب دانش از میان آن اطلاعات می باشد. بنابراین اگر بتوانیم این قابلیت را به نحوی در گلخانه اعمال کنیم، به درصد بالایی از هوشمندی در گلخانه رسیده ایم و می توانیم دوباره کاری ها را کاهش دهیم.

در تحقیق حاضر هوشمندی به گونه ای تعریف شده است که گلخانه برای جلوگیری از اقدام های تکراری در آینده و کاهش انرژی مصرفی بتواند با مرور اتفاق های گذشته، راه حلی را برای کنترل آینده خود بدست آورد و از وضعیت گذشته ی گلخانه، نسخه برداری کرده و در آینده از آنها استفاده کند.

فرضیه ها

- ۱) گلخانه با استفاده از قابلیت یادگیری مغز انسان، هوشمندتر می شود.
- ۲) گلخانه با کاوش بر روی داده های گذشته خود مانند انسان یک موجود باتجربه شده و همچون مغز انسان هوشمندانه عمل کند.
- ۳) تکرار و نسخه برداری از وضعیت های گذشته ی گلخانه، شرایط گلخانه را ثابت و ایده ال نگه می دارد.
- ۴) کسب تجربه از گذشته باعث صرفه جویی در مصرف انرژی و توان دستگاه ها و کنترلگر می شود.

هدف ها

در تحقیق حاضر قصد داریم گلخانه را به نحوی آگاه کنیم که با درک و فهم شرایط قبلی و نتایج حاصل از اقدام ها در آن شرایط، بتواند در جهت پیش بینی شرایط آتی گلخانه گام بردارد و بهترین تصمیم را با حداقل دخالت انسان اتخاذ کند و در صورت بروز مشکل در نتایج قبلی، دیگر اقدام به انجام آن عملیات نکند. هدف اصلی این تحقیق افزایش هوشمندی، قابلیت اطمینان، دقت و انعطاف پذیری عملیات در گلخانه ها می شود می باشد.

از سوی دیگر تلاش بر آن است که با کنترل بیشتر بر روی محرک‌ها و عوامل گلخانه، در جهت کاهش میزان آسیب و مصرف انرژی گام برداریم.

بنابراین با فراهم کردن قابلیت آموزش در گلخانه، می‌توانیم علاوه بر انجام خودکار عملیات گلخانه توسط کنترلر، دقت را افزایش و خطا را کاهش دهیم.

کاربردها

با توجه به اهمیت گلخانه‌های هوشمند در تامین مواد غذایی بشر، می‌توان از ایده مطرح شده در تحقیق، در گلخانه‌های هوشمند استفاده کرد تا در آینده گلخانه‌هایی هوشمند و کنترل شده بدون دخالت و نظارت انسان پیاده‌سازی کرد که قابل اعتمادتر از گذشته عمل کنند و مدیریت گلخانه‌ها بسیار حساستر و دقیقتر از روش‌های قبلی صورت گیرد. همچنین این ایده می‌تواند آغاز نوع دیگری از هوشمندی در دیگر زمینه‌ها باشد.

کشاورزان و گلخانه‌داران می‌توانند با استفاده از این روش رشد محصول با کیفیت‌تری را داشته باشند.

جنبه نوآوری تحقیق

در تلاش‌هایی که در جهت هوشمندی گلخانه‌ها توسط محققان دیگر صورت گرفته است روش‌های مطرح شده عموماً در جهت خودکار کردن محرک‌ها و تجهیزات گلخانه بوده است که کنترل از راه نزدیک و دور به روش‌های مختلف صورت می‌گرفته اما در این تحقیق علاوه بر کنترل خودکار تجهیزات گلخانه و مدیریت دقیق گلخانه بدون دخالت انسان، روشی متفاوت ارائه خواهد شد که گلخانه از کلیه اقدام‌هایی که محققان برای کنترل گلخانه‌های هوشمند به کار برده‌اند استفاده می‌کند و به کسب تجربه از آنها می‌پردازد تا بتواند هوشمندی خود را بالا ببرد و با تفکر در گذشته‌ی خود، آینده را پیش‌بینی و کنترل کند و با نظارت بر عملکرد گذشته، در آینده کمتر دچار چالش شود و تصمیمی مناسب را برای کنترل خود اتخاذ کند.

روش تحقیق

بعد از مشخص شدن مساله، مطالعه بر روی گلخانه‌های سنتی، گلخانه‌های مدرن تمام خودکار، پایان‌نامه‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی و صفحه وب‌های اینترنتی علمی در این زمینه انجام گرفت. با توجه

به اینکه چنین گلخانه‌هایی در ایران رایج نیستند، مطالعه بر روی کتب و مقاله‌های خارجی در زمینه کشت در گلخانه‌های هوشمند انجام گرفت. همچنین هوشمندی در حوزه‌های دیگر مورد بررسی قرار گرفت تا راهی برای ورود فناوری‌های جدید و علوم کامپیوتر در مهندسی کشاورزی یافت شود. از این رو روش‌های کاوش بر روی پایگاه داده و ایجاد پایگاه دانش انتخاب مناسبی در جهت رسیدن به اهداف ذکر شده بود.

به منظور رسیدن به هوشمندی بیشتر در گلخانه‌ها و فراهم کردن قابلیت یادگیری و آموزش در آنها، مطالعه‌ی سیستم‌های آموزش هوشمند ضرورت یافت. بدین منظور معماری و عملکرد آن سیستم‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت با ادغام سیستم آموزش هوشمند^۱ و داده‌کاوی در کشاورزی، توانستیم گامی متفاوت در جهت هوشمندی گلخانه‌ها برداریم.

پس از مطالعه‌های بسیار در زمینه سیستم آموزش هوشمند و سیستم‌های هوشمند گلخانه، به این نتیجه رسیدیم که در گلخانه‌های هوشمند نیاز به سیستمی مبتنی بر دانش^۲ داریم که هدف از آن پشتیبانی از تصمیم است تا در نهایت انرژی مصرفی در گلخانه را کاهش دهد و با استفاده از شرایط محیط گلخانه، روش‌هایی را برای مدیریت و کنترل گلخانه ارائه دهد.

برای طراحی معماری، روش‌های متفاوتی وجود دارد از جمله : طراحی معماری محصول گرا^۳، مورد کاربری گرا^۴، دامنه گرا^۵ و الگو گرا^۶ (رومباق و همکاران^۷، ۱۹۹۹؛ وجیک و همکاران^۸، ۲۰۰۶). روش بکاررفته در این تحقیق ترکیبی از دامنه گرا و الگوگرا می‌باشد چراکه از الگوبرداری معماری-

^۱ Intelligent Tutoring System

^۲ Knowledge Base System

^۳ Artific Driven

^۴ Use Case Driven

^۵ Domain Driven

^۶ Pattern Driven

^۷ Rumbaugh et al.

^۸ Wojcik et al.

های گذشته به معماری جدیدی دست می‌یابیم و از طرفی چون چالش‌های مطرح و روش‌های متداول مورد استفاده در معماری مشخص است بنابراین دامنه طراحی معماری مشخص می‌شود. در نهایت برای اطمینان از طراحی می‌بایست معماری را با روش‌های در دسترس ارزیابی کرد (بابار و همکاران^۱، ۲۰۱۴). روشی که در این تحقیق برای ارزیابی معماری به کار بسته می‌شود، روش مبتنی بر سناریو^۲ می‌باشد و سپس از تکنیک تحلیل معماری با دید تعادلی^۳ (ATAM) برای ارزیابی این معماری استفاده می‌شود. علت استفاده از این روش و تکنیک، بهبود بخشیدن کنترل سیستم گلخانه-های هوشمند کنونی با رعایت تعادل بین قابلیت‌های مورد نیاز در گلخانه است چرا که این روش می‌تواند چندین صفت کیفی را در معماری ارزیابی کند و تعادل را بین چندین صفت کیفی مشخص کند و همچنین ریسک‌ها و نقاط حساس شناسایی می‌شوند (کلمنتس و همکاران^۴، ۲۰۰۲؛ دوبریکا و نیملا^۵، ۲۰۰۲).

مراحل انجام تحقیق

مراحل انجام تحقیق را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود. در بخش اول، به مطالعه جامعی در زمینه کشت در گلخانه‌های هوشمند پرداخته و مطالعه‌های انجام شده تاکنون را مورد بررسی قرار می‌دهیم و پارامترهای مختلف آن و عوامل موثر در شرایط محیط را مشخص می‌کنیم و با بررسی روش‌های کنترل محیط گلخانه به یافتن کاستی‌های روش‌های موجود می‌پردازیم. سپس در بخش دوم، پس از ارائه روش پیشنهادی خود در راستای رفع مشکل‌های روش‌های موجود، معماری ارائه خواهد شد و در نهایت با روش ذکر شده در بخش قبل به ارزیابی معماری پیشنهادی و مقایسه آن با برخی از گلخانه‌های هوشمند دیگر می‌پردازیم.

^۱ Babar et al.

^۲ Use case

^۳ Architecture Trade-off Analysis Method

^۴ Celements et al.

^۵ Dobrica & Nimela

مبانی نظری

و

مروری بر کارهای گذشته

مقدمه

با توجه به اهمیت فراهم شدن مواد غذایی بشر و در دسترس بودن محصول‌های کشاورزی برای آنها، از گذشته تاکنون محققان در تلاش بودند تا به روش‌های مختلف این نیاز را برطرف کنند. محصول‌های گلخانه‌ای به عنوان یک راه سریع و به صرفه برای رسیدن به این هدف بوده است و تاکنون فراهم کردن مواد غذایی بشر در گلخانه‌ها با استفاده از روش‌های مختلفی صورت گرفته است. در این فصل در ابتدا مفاهیم اصلی پژوهش تعریف خواهند شد و محیط گلخانه‌ای هوشمند را شرح خواهیم داد و سپس مروری خواهیم داشت بر اولین گلخانه‌ها و اهمیت موضوع را مشخص می‌کنیم و سپس روند پیشرفت گلخانه‌های سنتی تا گلخانه‌های مدرن تمام خودکار که امروزه با نام گلخانه‌های هوشمند معروف هستند و تحقیق‌ها و پژوهش‌هایی که تاکنون در این زمینه صورت گرفته است به طور مختصر بیان می‌شود.

گلخانه

گلخانه به فضای محبوس و محدودی می‌گویند که قابلیت کنترل شرایط محیطی برای رشد و پرورش گیاه یا محصول مورد نظر را دارد. این اتاق پوشیده شده از پلاستیک یا شیشه می‌باشد که نور را به خوبی از خود عبور می‌دهند. هدف از ایجاد چنین گلخانه‌هایی رسیدن به محصول مورد نظر در هر زمان و مکانی می‌باشد. کنترل گلخانه‌ها به دو صورت دستی و خودکار صورت می‌گیرد. روش دستی همان روش سنتی است که کشاورز خودش کنترل شرایط گلخانه را بر عهده دارد و در روش خودکار، کنترل گلخانه به صورت خودکار توسط تجهیزات الکتریکی صورت می‌گیرد. (نلسون، ۲۰۱۱).

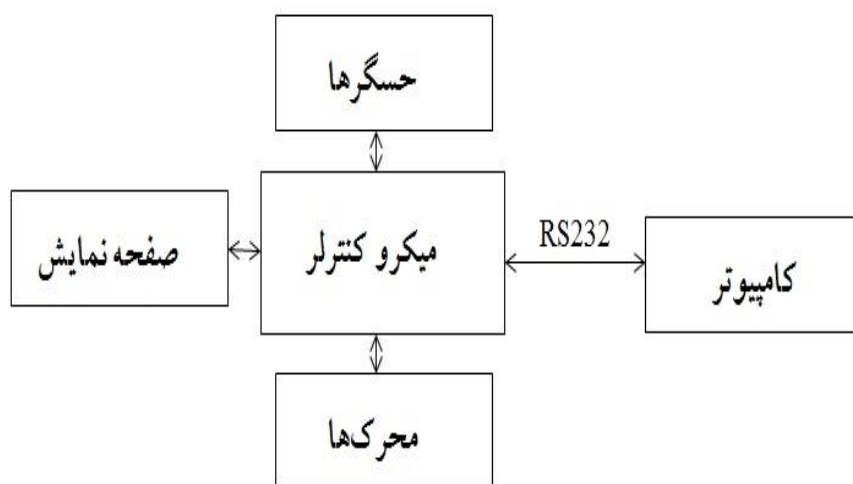
گلخانه‌های مدرن تمام خودکار

با پیشرفت فناوری کنترل شرایط گلخانه به عهده کنترل کننده‌ی کامپیوتری قرار گرفت و استفاده از تجهیزات الکترونیکی و خودکار رایج شد. در چنین گلخانه‌هایی برای اندازه‌گیری شرایط محیط از حسگرها و برای کنترل و بهبود شرایط از کامپیوتر و برای فراهم کردن شرایط مناسب رشد محصول از دستگاه‌های تمام خودکار استفاده می‌شود.

از تجهیزات مورد نیاز در چنین گلخانه‌هایی می‌توان به دستگاه‌های سرمایشی، دستگاه‌های

گرمایشی، دستگاه‌های تولید بخار، دستگاه‌های آبیاری به روش قطره‌ای یا فازی و ...، دستگاه‌های نشان دهنده وضعیت گلخانه مانند حسگرها و کامپیوتر مرکزی اشاره کرد.

شمای کلی سیستم خودکار گلخانه‌ای در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. بخش سخت‌افزاری این سیستم از سه بخش میکرو کنترلر، سیستم کنترلی (محرک‌ها) و حسگرها تشکیل شده است و بخش نرم‌افزاری سیستم، برای اجرای الگوریتم کنترل و نیز نمایش لحظه‌ای اطلاعات بر پایه برنامه کامپیوتری نوشته شده، می‌باشد. حسگرها وظیفه اندازه‌گیری پارامترهای گلخانه را بر عهده دارند. کامپیوتر اطلاعات مربوط به حسگرها را با استفاده از پورت (RS232) از میکروکنترلر دریافت، ذخیره و پردازش می‌کند و داده‌های دریافتی را با داده واقعی مقایسه می‌کند. وضعیت یا داده واقعی بهترین وضعیت و مقداری است که محصول بهترین رشد خود را در آن شرایط خواهد داشت. (مارهاناتو و سینگ^۱، ۲۰۰۲؛ شارما و سالوخ^۲، ۲۰۰۶). سپس نتیجه را به میکرو کنترلر که وظیفه انتقال پارمترها و دریافت فرمان را از کامپیوتر بر عهده دارد، می‌فرستد و در نهایت میکروکنترلر فرمان صادره از کامپیوتر را دریافت و به محرک‌ها انتقال و آنها فرمان را اجرا می‌کنند (آلبرت^۳، ۱۹۹۴، ۱۹۹۶).



شکل ۱-۲- اجزای اصلی سیستم کنترل و نمایش شرایط گلخانه (شفاهی، ۱۳۸۲)

^۱ Marhaenato & Singh

^۲ Sharma & Salokhe

^۳ Albright

اولین گلخانه‌های سنتی

اولین گلخانه مصنوعی کشت میوه، ۳۰ سال بعد از میلاد مسیح در کشور روم در درگاه سلطنتی پادشاه آن زمان، تیبریوس ایجاد شد (کاستیلا، ۲۰۱۳؛ منوهار و ایگتیناتن، ۲۰۰۷). کشورهای مصر، چین، یونان و ایتالیا از جمله کشورهایی بودند که اولین گلخانه را بوجود آوردند (گرس^۱، ۱۹۲۵). به مرور زمان کشت محصول‌های گلخانه‌ای پوشیده شده با پلاستیک به صورت یک فعالیت اقتصادی در آمد. کشاورز، با تجربه ای که از قبل بدست آورده بود می دانست که برای تولید محصول خوب، باید محصول را در شرایط مناسب قرار دهد. بنابر این می بایست مهارت کافی در کشت محصول را داشته تا بتواند اقدام‌های لازم را انجام دهد چرا که کوتاهی و عدم آگاهی او باعث زیان‌های بسیاری می‌شد.

مزایای گلخانه‌های سنتی

کشت در گلخانه باعث می‌شود که بیماری‌های محصولی کاهش پیدا کند چرا که محصول در یک محیط بسته کشت می‌شود و نفوذ حشره و آفت برای آسیب رساندن به گیاه کاهش می‌یابد. کشت گلخانه‌ای باعث فراوانی محصول در همه فصول و با کیفیتی مناسب‌تر می‌شود و می‌توان در طول سال ۴ تا ۵ بار محصول مورد نظر را در شرایط مناسب رشد داد (منوهار و ایگتیناتن، ۲۰۰۷).

کشت و برداشت در گذشته به دلایلی که در بالا ذکر شد، برابر نبوده و محصول در همه فصول در اختیار مشتری نبوده است و همچنین محصول دارای کیفیت ایده‌ال نبوده و به همین دلایل قیمت محصول در بازار بالا رفته و نارضایتی مشتری را به همراه داشته است. اما در گلخانه‌ها، شرایط نامساعد جوی تاثیری بر روی کشت محصول نمی‌گذارد.

از جمله مزایای به کارگیری محصول‌های گلخانه‌ای، تولید مستمر در تمام طول سال بدون تاثیر محدودیت‌های موجود، بهره‌وری صحیح و افزایش بهره‌وری از امکان‌های محدود آب و خاک، بازدهی تثبیت شده با توجه به کنترل عوامل تولید از جمله رطوبت، درجه حرارت، تهویه و نور، کاهش خسارت و تامین امنیت، عدم وابستگی تولید به شرایط محیطی و امکان بازاریابی مناسب و تنظیم برنامه کشت مطابق نیاز بازار می‌باشد.

معایب گلخانه‌های سنتی

در گذشته و هم اکنون در گلخانه‌های سنتی، کشت محصول با نظارت مدیر گلخانه صورت می‌گیرد. انسان ثابت کرده است که در برخی مسایل دچار نقص می‌باشد. نظارت گلخانه توسط انسان به طور کامل و دقیق صورت نمی‌گیرد و برخی مسایل از دید انسان خارج است. از طرفی انسان با حس پنجگانه خود قادر به درک و فهم دقیق شرایط نیست و به ناچار از تجهیزات الکترونیکی برای کنترل شرایط استفاده می‌کند.

حضور انسان در محیط گلخانه باعث انتقال بیماری از انسان به محصول و از محصول به گیاه می‌شود که این موضوع خود آسیب‌هایی به همراه دارد و باعث کاهش کیفیت و کمیت محصول می‌شود. آسیب‌های ناشی از بیماری‌های گیاه و خاک باعث هدر رفتن هزینه مصرفی شده و نارضایتی کشاورز را به همراه دارد و به دنبال آن کیفیت محصول با قیمت بازار تناسب ندارد و نارضایتی مشتری را به همراه دارد.

از طرفی کنترل یک گلخانه با وسعت چند هزار متر توسط انسان بسیار دشوار است و عدم نظارت دقیق بر گلخانه باعث آسیب محصول می‌شود.

تاریخچه گلخانه‌های کنترل‌شده‌ی هوشمند

با ورود فناوری در صنعت کشاورزی، شیوه‌های کنترل محیط گلخانه شکل جدیدی به خود گرفت. به گونه‌ای که اطلاعات شرایط گلخانه از طریق حسگرها دریافت شده و کشاورز به جای خواندن دمای گلخانه بوسیله دماسنج، از حسگرهای دما استفاده می‌کند. سپس کشاورز با توجه به داده‌های دریافتی از آنها و واسط کاربر^۱ که کشاورز را برای کنترل بهتر گلخانه هدایت می‌کند، اقدام‌های لازم را انجام می‌دهد. داده‌ها وارد کامپیوتر می‌شوند و کشاورز محرک‌های گلخانه را طبق پیشنهاد واسط و تجربه خود، دستکاری می‌کند تا شرایط گلخانه را ثابت و مناسب حفظ کند. در حقیقت کامپیوتر مانند یک مشاور است که تا حدودی راه را برای کشاورز روشن می‌کند. با پیشرفت فناوری روش‌های کنترل محیط تغییر کرد و استفاده از روش‌های محاسبات نرم^۲ و هوش محاسباتی^۱

^۱ Interface user

^۲ Soft Computing

و سیستم‌های مبتنی بر دانش^۲ در گلخانه‌ها رایج شد (سیگریمیس و کینگ، ۲۰۰۰).

یک نمونه دیگر از کنترل کامپیوتری گلخانه‌ها، کنترل توسط پیام کوتاه^۳ بود. در چنین مواردی می‌توان با برنامه‌ریزی سیستم و نصب واحد GSM^۴ فضای کنترلی را به وجود آورد که تمامی امور تنها توسط پیام کوتاه از هر فاصله‌ای انجام شود. به طور مثال سیستم به طوری برنامه‌ریزی شود که با ارسال کد ۱۱ سیستم آبیاری فعال شود (پاندیکومار و همکاران^۵، ۲۰۱۳).

ایجاد چنین گلخانه‌های کنترل شده به سال ۱۹۷۰ بر می‌گردد (نلسون، ۲۰۱۱). پس از سال ۱۹۹۰ نیز مطالعه‌هایی در زمینه مدل کردن کامپیوتری شرایط گلخانه انجام گرفت.

جاکبسون و همکاران^۶ (۱۹۸۹) یک سیستم نمایش محیط گلخانه را طراحی و پیاده‌سازی کردند که دمای محیط گلخانه بر روی صفحه‌نمایش به صورت نمودارهای گرافیکی نمایش داده می‌شد. این سیستم دو وظیفه اصلی را بر عهده داشت: اول استخراج و نمایش یافته‌های رشد محصول و دوم انجام عملیات مناسب نسبت به دانش بدست آمده از رشد محصول.

سان^۷ (۱۹۹۲) در مورد سیستم‌های کنترل کننده شرایط محیطی گلخانه تحقیق‌هایی را به انجام رساند. او از یک سیستم مبتنی بر میکرو کنترلر برای کنترل و نمایش دمای هوا، دمای خاک و نور درون گلخانه استفاده کرد. سخت افزار سیستم، از یک واحد اصلی، تعدادی حسگر، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال (ADC)^۸، تسهیم کننده^۹، خروجی‌های کنترلی و نمایشگر تشکیل شده بود. با استفاده از

^۱ Computational Intelligence

^۲ Knowledge Base Systems

^۳ SMS (Short Message Service)

^۴ Global System for Mobile Telecommunications

^۵ Pandikumar et al.

^۶ Jscobson et al.

^۷ Sun

^۸ Analoge to Digital Converter

^۹ Multiplxer

یک واحد وروی/خروجی چندگانه مبتنی بر تسهیم کننده امکان کنترل و نمایش مستقل چند فاز گلخانه به طور همزمان فراهم شد.

لیپوف^۱ (۱۹۹۲) یک سیستم کنترل شرایط محیطی گلخانه طراحی کرد. وی پارامترهایی نظیر دما، نور، رطوبت، دی اکسید کربن و همچنین میزان مواد تغذیه‌ای محلول در آب آبیاری را اندازه‌گیری و کنترل کرد.

هون و همکاران^۲ (۱۹۹۵) روی یک سیستم کنترل خودکار اندازه‌گیری شرایط محیطی گلخانه مطالعاتی انجام دادند. هدف آنها طراحی کنترل کننده‌ای بود که بتواند شرایط محیطی بهینه را برای گلخانه فراهم کنند. این سیستم از سه قسمت اصلی حسگرها، برد میکروکنترلری و کامپیوتر تشکیل شده بود.

چالابی و همکاران^۳ (۱۹۹۵) یک الگوریتم زمان واقعی را برای کنترل بهینه نقطه تنظیم‌های گرمایشی یک گلخانه تجاری کاشت گوجه فرنگی مورد استفاده و آزمایش قرار داد.

سمینار و همکاران^۴ (۱۹۹۸) طرحی را برای کنترل کامپیوتری گلخانه‌های مناطق گرمسیری ارائه دادند. در مناطق گرمسیری به واسطه سطوح بالای تابش خورشید در روز، رطوبت نسبی زیاد، دمای بالا و نیز وجود نوسان‌ها و تغییرهای نامنظم این پارامترها، اجرای سیستم‌های متداول گلخانه‌ای با مشکل‌های خاصی همراه است. این محققان در طرح ارائه شده برای کنترل شرایط محیطی گلخانه از یک سیستم کنترل کامپیوتری حلقه بسته مبتنی بر کنترل کننده (تناسبی - انتگرالی - مشتقی) PID^۵ و کنترلر منطق فازی FLC^۶ استفاده کردند.

واگنر و همکاران^۷ (۱۹۹۹) طرحی را برای تبدیل سیستم‌های نیوماتیکی متداول در گلخانه‌های

^۱ Lipove

^۲ nhoo et al.

^۳ Chalabi et al.

^۴ Seminar et al.

^۵ Proportional- Integral- Derivative

^۶ Fuzzy Logic Control

^۷ Wagner et al.

آمریکا به سیستم‌های کنترل کامپیوتری ارائه کردند. افزایش دقت، دستیابی به صرفه جویی بیشتر در مصرف انرژی و فراهم شدن انعطاف‌پذیری بیشتر برای کاربر سیستم از اهداف عمده این طرح بود. سیستم طراحی شده به راحتی با سیستم‌های حرارتی/برودتی موجود در گلخانه سازگاری داشت و از یک قسمت جمع‌آوری داده، سیستم انتقال اطلاعات چندگانه و یک FLC ساده بهره گرفته بود. گیت و همکاران^۱ (۱۹۹۹) نیز یک سیستم کنترل حلقه بسته مبتنی بر کنترل‌کننده فازی طراحی و نتایج حاصل از شبیه‌سازی در محیط سیمولینک MATLAB را با نتایج به دست آمده از کنترل‌کننده‌های سنتی مقایسه کردند.

کلرک و همکاران^۲ (۱۹۹۹) موفق به طراحی یک سیستم پشتیبان تصمیم^۳ برای مدیریت گلخانه شدند. آنها این سیستم را برای محصول‌هایی از جمله خیار و گوجه طراحی کردند تا بتواند آفت‌ها را شناسایی کند.

تی‌تل^۴ (۲۰۰۰) یک سیستم گرمایی میکروویو را برای گرمایش گیاهان بکار برد. او نتیجه گرفت این سیستم هیچ‌گونه آسیبی به گیاه وارد نمی‌کند و تنها مقدار ۵۵ درصد از گرمای فراهم شده توسط این سیستم مورد نیاز گیاه است.

عم‌اور و همکاران^۵ (۲۰۰۱) در زمینه نمایش شرایط محیطی گلخانه با استفاده از یک سیستم میکروکنترلری تحقیق کردند. در این تحقیق یک سیستم جمع‌آوری داده مبتنی بر میکروکنترلر ۸۰C۳۲ طراحی شد. این سیستم می‌تواند به تنهایی اطلاعات مربوط به وضعیت یک ماه از سیستم را جمع‌آوری و ذخیره کند. اطلاعات حاصل از حسگرها روزانه در یک حافظه قابل حمل ذخیره می‌شود. از این سیستم برای نمایش شرایط محیطی یک گلخانه پرورش موز در مکانی دوردست در الجزایر استفاده شده است. پرورش موز به شرایط محیطی دارای رطوبت نسبی بالا و دمای در حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد نیاز دارد. با استفاده از این سیستم امکان ارزیابی و مدیریت شرایط محیطی گلخانه-

^۱ Gate et al.

^۲ Clarke et al.

^۳ A Decision- Support System

^۴ Titel

^۵ Ameer et al.

های پرورش موز در هر مکان و موقعیت به خوبی فراهم می‌شود.

مارهاناتو و سینگ (۲۰۰۲) طرحی را در زمینه نمایش و کنترل شرایط محیطی گلخانه به انجام رساندند. آنها توانستند با استفاده از کامپیوترهای قدیمی یک سیستم قابل برنامه‌ریزی برای نمایش و کنترل شرایط محیطی گلخانه در محیط DOS طراحی و به اجرا در آورند. این سیستم برای تثبیت سه پارمتر دما، رطوبت نسبی و آبیاری گلخانه در حد مقادیر مطلوب و از پیش تعیین شده، طراحی شده است.

آسلینگ و همکاران^۱ (۲۰۰۵) با استفاده از BipsArch^۲ توانستند واسطی را برای کامپیوتر کنترل محیط و نرم‌افزار کنترل شرایط طراحی کنند که داده‌های دریافتی توسط کامپیوتر کنترل محیط بدون وقفه بر روی هر سیستم نرم‌افزاری کنترل شرایط نمایش داده شود و هر نوع کامپیوتر کنترل محیط بتواند با هر سیستم نرم‌افزاری کنترل شرایط ارتباط برقرار کند. آنها از یک پایگاه‌داده برای ثبت داده‌های محیط استفاده کردند که این پایگاه‌داده اجازه استفاده از هر زبان برنامه‌نویسی برای سیستم را فراهم می‌کرد.

ایریبارن و همکاران^۳ (۲۰۰۷) تصمیم گرفتند یک مدل برای ساختار گلخانه‌های چند تونلی بر اساس استاندارد اروپا طراحی کنند. آنها برای طراحی مدل خود از روش‌های شی‌گرا و استانداردهای طراحی UML و XML استفاده کردند. سیستم طراحی شده قادر بود محرک‌ها، قوانین، عملیات و رفتارها را شناسایی کند. آنها نشان دادند که چگونه روش‌های سنتی مشخص مدل کردن کامپیوتر، می‌توانند در طراحی گلخانه‌های چند تونلی به کار روند.

از سال ۲۰۰۸ به بعد برخی محققان مطالعه‌های خود را در زمینه وب و شبکه حسگر بی‌سیم^۴ در گلخانه‌های هوشمند انجام دادند.

مالیاپیس و همکاران^۵ (۲۰۰۸) تحقیقی در زمینه مدیریت گلخانه‌های هوشمند بر مبنای وب ارائه

^۱ Aaslyng et al.

^۲ Biological Process Control in Greenhouse Architecture

^۳ Iribarne et al.

^۴ Wireless System Network

^۵ Maliappis et al.

دادند. معماری ارائه شده از سه لایه تشکیل شده است : لایه نمایش، لایه میانی و لایه مخزن. در لایه نمایش کاربر از طریق مرورگر وب خود، قادر به کنترل و نظارت محیط گلخانه است. در لایه میانی واحدهای اصلی سیستم و ارتباطها قرار گرفته و کلیه تصمیم‌گیری‌ها در این لایه انجام می‌گیرد. در لایه مخزن یک پایگاه داده برای مدیریت داده‌ها قرار گرفته است. در این تحقیق چندین گلخانه از طریق مرورگر خود می‌توانستند با یکدیگر در ارتباط باشند و به یکدیگر مشاوره بدهند.

اردیس و دبرویکی^۱ (۲۰۱۰) مطالعه‌هایی در زمینه داده‌های پاک یا گم شده در گلخانه‌های هوشمند پرداختند. آنها برای جلوگیری از داده‌های اشتباه بدست آمده بوسیله حسگرها، از جعبه سیاه^۲ استفاده کردند. این جعبه سیاه حاوی داده‌های اخیر گلخانه بود و به داده‌های واقعی بسیار نزدیک بود. در صورتی که داده‌ی اشتباه وارد سیستم می‌شد، با ارزیابی داده‌های گذشته به خطای حال پی می‌برد و با استفاده از روش‌هایی، داده‌ی جدیدی را جایگزین داده‌ی گم شده می‌کرد.

پنگژان و بیفن^۳ (۲۰۱۰) پژوهش‌هایی در زمینه ساختمان سیستم کنترل گلخانه‌هوشمند انجام دادند و بر خلاف دیگر محققان بر این باور بودند که کنترل محیط گلخانه با استفاده از گذرگاه سیمی CAN می‌تواند بسیار ساده، اقتصادی، پایدار، تطبیق‌پذیر و با عملکرد بالا باشد.

چو و همکاران^۴ (۲۰۱۱) نیز مطالعه‌هایی در زمینه شبکه حسگرهای بدون سیم در گلخانه‌های هوشمند انجام دادند. آنها با ارائه راهکاری توانستند تا یک سیستم پیشرفته برای مدیریت کامپیوتری کشت در گلخانه‌هایی با فناوری‌های پایین را ارائه دهند. سیستم طراحی شده مانند سیستم پشتیبان تصمیم، قابلیت مشاوره به کاربران را دارا می‌باشد.

جاناکسیانگ و هایکوینگ^۵ (۲۰۱۱) یک سیستم نظارت بر گلخانه‌های هوشمند بر مبنای فناوری وب سرور پیشرفته ارائه دادند که با مجتمع کردن وب و فناوری‌های پیشرفته، کاربران متعدد بتوانند از طریق اینترنت محیط گلخانه را نظارت کنند. سیستم طراحی شده شامل گره‌های حسگر، گره‌ی سینک

^۱ Eredics & Dobrowieki

^۲ Black-Box

^۳ Pengzhan & Baifen

^۴ Cho et al.

^۵ Junxiang & Haiqing

یا سرور وب و سیستم ارتباط است. در این سیستم ارتباطها بر مبنای فناوری ZigBee که باندی با سرعت بالا می باشد، صورت می گیرد.

هیون پارک و و پارک^۱ (۲۰۱۱) سیستمی را طراحی کردند که برگهای محصولهای گلخانه ای را از شبنم زدگی محافظت می کرد. سیستم طراحی شده بر مبنای شبکه حسگر بی سیم بود. این سیستم از چندین گره از جمله گره حسگرها، گره تنظیم محرکها، گره مدیریت و گره نمایش تشکیل می شد. پاندیکومار و همکاران^۲ (۲۰۱۳) طرحی مبنی بر نمایش محیط گلخانه و دسترسی به تغییرهای آب و هوای گلخانه ارائه دادند. در این معماری برای اندازه گیری پارامترهای گلخانه، از فناوریهای شبکه بدون سیم استفاده کردند. طرح ارائه شده بر مبنای GSM-SMS^۳ بوده است که در کل جهان قابل پیاده سازی می باشد. کلیه پارامترها به صورت هوشمند از طریق یک پیام کوتاه در شبکه بدون سیم GSM منتقل می شود و اقدامها در گلخانه صورت می گیرد.

شارما و ماکوانا^۴ (۲۰۱۳) نیز در زمینه سیستم مدیریت محصولهای گلخانه ای با فناوری GSM مطالعه هایی انجام داده اند و معماری های متفاوتی برای دریافت داده ها از گلخانه و تغییر وضعیت دادن محرکها با استفاده از ارتباط دو طرفه بین کنترلگر و مودم GSM برای کنترل شرایط گلخانه ارائه دادند.

جیاکوانگ و همکاران^۵ (۲۰۱۳) یک سیستم کنترل گلخانه های هوشمند بر مبنای بلاک حسگر هوشمند ارائه دادند که کامپیوتر کاربر راه دور با کامپیوتر محیط گلخانه از طریق اینترنت ارتباط برقرار می کند و کامپیوتر گلخانه با استفاده از گذرگاه RS۴۸۵ با واحد کنترل که کنترل کننده بلاک حسگرها و بلاک محرکها می باشد اتصال برقرار می کند.

گیو و لیانگ^۶ (۲۰۱۳) پژوهش هایی در زمینه نمایش و کنترل محیط گلخانه انجام دادند و روش -

^۱ Heon park & woo Park

^۲ Pandikumar et al.

^۳ Global System for Mobile Communications- short message service

^۴ Sharma & Makwana

^۵ Jiaqiang et al.

^۶ Guo & Liang

هایی از کنترل محیط گلخانه را معرفی کردند و به تجزیه و تحلیل هر یک پرداختند.

در ایران پژوهشگران دانشگاه تهران برای اولین بار موفق به طراحی یک سیستم کنترل و نمایش کامپیوتری شرایط محیطی گلخانه شدند. این سیستم دارای یک واسط گرافیکی برای نظارت بر کل سیستم می باشد تا از این طریق رفتار حرارتی و رطوبتی درون گلخانه در شرایط مختلف جوی را در درست بگیرد و تجربه و تحلیل بکند. در این سیستم از یک ریزکنترلگر^۱ مدل AVR برای انتقال اطلاعات از پورت سریال کامپیوتر و ارسال فرامین کنترلی استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که سیستم قادر به کنترل دما و رطوبت مناسب گلخانه به صورت خودکار می باشد (شفایی، ۱۳۸۲).

سیستم کنترل اقلیم هوشمند گلخانه بومی کشور، برای اولین بار در ایران توسط یک شرکت داخلی طراحی و ساخته و به طور آزمایشی در گلخانه سبزی و صیفی پارادیس در حومه شهر اصفهان نصب گردید. این سیستم در فاز ۱ این واحد تولیدی مورد آزمایش قرار گرفت و شرایط اقلیمی گلخانه از قبیل درجه حرارت، رطوبت، منوکسید و دی اکسید کربن داخل سالن و همچنین موارد مذکور را در خارج از سالن به همراه شدت نور خورشید، سرعت و جهت وزش باد و ... را تحت کنترل خود قرار داد. این سیستم، کنترل دقیق و هوشمند آبیاری، کنترل نموداری شرایط اقلیمی، سیستم هوشمند هشدار، کنترل رطوبت سالن و مدیریت و نظارت بر گلخانه از هر کجای دنیا را بر عهده دارد (برومند، ۱۳۸۹).

مزایای گلخانه های هوشمند

از مهمترین مزایای گلخانه های مدرن کامپیوتری، می توان به کاهش هزینه های جاری گلخانه، افزایش کیفیت محصول، افزایش بهره وری و رشد بهتر محصول اشاره کرد. در چنین گلخانه هایی کنترل و نظارت توسط کامپیوتر و با استفاده از روش های هوش مصنوعی^۲ بسیار دقیقتر صورت می گیرد و از طرفی این گلخانه ها خود اشتغالی را برای جوانان تحصیل کرده حتی در زمینه های غیرکشاورزی را نیز بوجود آورده است (منوهار و ایگتیناتن، ۲۰۰۷). علت اصلی طراحی و پیاده سازی چنین گلخانه هایی قابلیت اطمینان و دقت بالا، انعطاف پذیری

^۱ Microcontroler

^۲ Artificial Intelligence

عملیات، کاربرپسندی و کاربری آسان آنها است (تی‌تل، ۲۰۰۰).

سیستم کنترل گلخانه‌های هوشمند مورد بررسی

در تحقیق پیشرو تلاش شده است تا مسیری متفاوت در هوشمندی گلخانه‌ها ارائه داده شود که گلخانه علاوه بر کنترل خودکار تجهیزات و محرک‌های خود، قادر باشد به نحوی از دوباره‌کاری‌ها بکاهد و گلخانه با روش داده‌کاوی بر روی داده‌ها گذشته خود، بتواند دانشی برای کنترل بهتر آینده کسب کند. بکارگیری روشی که گلخانه بتواند از داده‌های گذشته درس بگیرد و از آنها بیاموزد، با استفاده از سیستم آموزش هوشمند میسر است.

این سیستم از روش آموزش و هوش مصنوعی استفاده می‌کند تا بتواند با دانش‌آموز ارتباط برقرار کند و دانش‌آموز خود را خوب بشناسد و بتواند رفتار آینده او را تشخیص دهد (نوانا^۱، ۱۹۹۰).

سیستم آموزش هوشمند با مدل کردن رفتار دانش‌آموز و به کارگیری دانش ماهر که از قبل دارد، به دانش‌آموز، آموزش می‌دهد و دانش‌آموز را تا رسیدن به هدف نهایی که ارتقاء سطح علمی او است، هدایت می‌کند. این سیستم با استفاده از بازخوردی^۲ که دریافت می‌کند، می‌تواند فرایند آموزش را توسعه دهد و کیفیت عملیات را تجزیه و تحلیل کند و عملیات صحیح را انجام دهد (آنوهینا^۳، ۲۰۰۷) با گذشت زمان معماری این سیستم بهبود یافت و نواقص و کمبودهای معماری‌های گذشته برطرف شد.

اندرسون و همکاران^۴ (۱۹۸۷) معماری ارائه دادند که یک بخش دیگر به نام کاتالوگ اشکال^۵ به معماری اضافه شد که این بخش یک کتابخانه بزرگ از اشکال بود. وظیفه این بخش شناسایی اشکال-ها و برداشت‌های اشتباه دانش‌آموز در مقابل سیستم بود که با شناسایی آنها می‌توانست دانش‌آموز را بهتر راهنمایی کند.

^۱ Nwana

^۲ Feedback

^۳ Anohina

^۴ Anderson et al.

^۵ Bug Catalogue

پویسن و ریچاردسن^۱ (۱۹۸۸) بخش دیگری به نام محیط حل مساله^۲ را نیز به معماری اضافه کردند تا دانش آموز را در جهت حل مساله یاری کند.

دوهدف اساسی از طراحی این واحد این بود که این واحد مشکل های جهان واقع را تقریب بزند و دوم اینکه فرایند آموزش را تشخیص دهد (کوربت و همکاران^۳، ۱۹۹۷).

جمع بندی

افزایش کشت گلخانه ای به روش هوشمند باعث برآورده شدن مواد غذایی بشر در همه ی مواقع شده است و این پیشرفت آغاز گام های والاتر در صنعت کشاورزی شده است. امید است که در آینده ای نه چندان دور بتوانیم گلخانه هایی طراحی و پیاده سازی کنیم که با کمترین هزینه، بیشترین بازده را داشته باشند. در تحقیق پیشرو انتظار می رود که با ادغام سیستم آموزش هوشمند و سیستم کنترل گلخانه هوشمند به طرح جدیدی از سیستم کنترل گلخانه های هوشمند دست یابیم که احتمال بروز خطا در چنین سیستمی به حداقل برسد و قابلیت اطمینان افزایش یابد.

^۱ Poison & Richardson

^۲ Problem Solving Environment

^۳ Corbett et al.

واژگان

Communication	ارتباطات
Elicitiaion	استخراج
Bug	اشکال
Information	اطلاع
Validation	اعتبارسنجی
Increment	افزایش
Flexibility	انعطاف پذیری
Temperature	ایده آل
Top-down	بالا به پایین
Steam	بخار
Planning	برنامه ریزی
Best	بهینه
Parameter	پارامتر
Refinement	پالایش
Complexity	پیچیدگی
Experience	تجربه

Analysis	تحلیل
Specificaion	تعیین مشخصات
Development	توسعه
Scalability	توسعه پذیری
Framework	چارچوب
Memory	حافظه
Sensor	حسگر
Context	حیطه
Error	خطا
Requirement	خواسته
Automatic	خودکار
Data	داده
Data Mining	داده کاوی
Data Driven	داده محور
Domain	دامنه
Knowledge	دانش
Utility Tree	درخت سودمندی
Concern	دغدغه

Teperture	دما
Stakeholder	ذینفع
Moisture	رطوبت
Risk	ریسک
Construction	ساخت
Structure	ساختار
Scenario	سناریو
Traditional	سنتی
Intelligent Tutoring System	سیستم آموزش هوشمند
Grid	شبکه
Conditions	شرایط
Inception	شروع
Elaboration	شناخت
Object- Oriented	شی گرا
Atribute	صفت
Design	طراحی
Fuzzy	فازی
Process	فرایند

Activity	فعالیت
Capability	قابلیت
Reliability	قابلیت اطمینان
Smart Ability	قابلیت هوش
Agriculture	کشاورزی
Controler	کنترلگر
Quality	کیفیت
Glasshouse	گلخانه
Intelligent Greenhouse	گلخانه هوشمند
Commercial Greenhouse	گلخانه‌های تجاری
Pattern	الگو
Algorithm	الگوریتم
Module	واحد
Data-base	مبتهی بر داده
Server- Base	مبتهی بر سرور
Computing	محاسبات
Stimulant	محرک
Crop	محصول

Greenhouse Model	مدل گلخانه
Modeling	مدلسازی
Managment	مدیریت
Negotiation	مذاکره
Advisor	مشاور
Customer	مشتری
Architecture	معماری
Component	مولفه
Flaw	نقص
Swimlane Diagram	نمودار بخش بندی
Activity Diagram	نمودار فعالیت
Dependencies	وابستگی
Problem Solving Unit	واحد حل مساله
Interface	واسط
Task	وظیفه
Cohesion	یکپارچگی

مفاهیم لغات

جی اس ام : یک شبکه با بافت سلولی که تلفن‌های موبایل بوسیله‌ی جستجوی این سلول‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند (شارما و ماکوانا، ۲۰۱۳)

چارچوب : چارچوب، ریزمعماری با قابلیت استفاده مجدد می‌باشد که به عنوان بستری عمل می‌کند که سایر الگوهای طراحی از آن قابل اعمال خواهند بود (آمبر،^۱ ۱۹۹۸).

درخت سودمندی : یک روش بالا به پایین برای انتقال کارآمد محرک‌های کاری یک سیستم برای تعریف سناریوهای صفت‌های کیفی می‌باشد. خروجی این درخت صفت‌های کیفیتی نیازمند سیستم، اولویت‌بندی آنها و تشخیص ریسک‌ها و نقاط حساس است (کلمنتس و همکاران، ۲۰۰۲).

ذینفع : هر کسی که به طور مستقیم و یا غیرمستقیم از سیستم در حال توسعه بهره‌مند شود (سومرویل و سویر،^۲ ۱۹۹۷).

ریسک : مشکل‌ها و خطاهای به وجود آمده در نرم‌افزار که بر اثر کیفیت ضعیف برخی محصولات مشاهده می‌شود را ریسک گویند (پرسمن، ۱۳۹۱).

زبان مدل‌سازی یکپارچه : زبانی استاندارد برای نوشتن نقشه‌های نرم‌افزار است که برای تجسم بخشیدن، مشخص کردن، ساخت و مستندسازی محصول‌های نرم‌افزاری و غیرنرم‌افزاری استفاده می‌شود (بوچ و همکاران،^۳ ۲۰۰۵).

^۱ Ambler

^۲ Somerville & Sawyer

^۳ Booch et al.

سناریو : قراردادی است که رفتار سیستم را تحت شرایط گوناگون در پاسخ‌گویی به درخواستی از سوی یکی از طرف‌های ذینفع توصیف می‌کند (کوکبرن^۱، ۲۰۰۱).

سیستم آموزش هوشمند : سیستم هوشمند کامپیوتری بر اساس هوش مصنوعی که می‌داند چه چیزی، به چه کسی و چگونه باید آموزش دهد. این سیستم مانند یک آموزگار انسانی، دانش‌آموز را خوب می‌شناسد و در مقابل آن رفتار مناسب انجام می‌دهد و به او علم می‌آموزد (نوانا، ۱۹۹۰).

کنترل فازی : منطق فازی بیان واقعیت‌ها به صورت غیردقیق، ناواضح و مبهم می‌باشد. این منطق فقط بر اساس روشن و خاموش یا بود و نبود نیست بلکه فراتر از این‌ها می‌باشد. این منطق اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط پروفیسور لطفی‌زاده استاد دانشگاه کالیفرنیا در برکلی استدلال شد. او را پدر منطق فازی می‌نامند (نصیری، ۱۳۸۶).

متریک : متریک‌ها، تفسیرهای (مقدارهای) کمی هستند که بر اساس سنجش‌های قابل ملاحظه‌ی خاصی روی معماری واقع شده‌اند (باس و همکاران، ۲۰۱۲).

میکروکنترلر : به آی‌سی‌هایی که قابل برنامه‌ریزی می‌باشد و عملکرد آنها از قبل تعیین شده است، میکروکنترلر گویند. میکروکنترلرها دارای ورودی - خروجی، حافظه‌ی رم، رام و قدرت پردازش می‌باشند.

^۱ Cockburn

فهرست منابع فارسی

اکبرزاده توتونچی، م.، اکرمی زاده، ع. و داوری نژاد، م. (۱۳۸۳). طراحی، شبیه سازی و ساخت گلخانه هوشمند به وسیله ابزار های فازی. ششمین کنفرانس سراسری سیستم های هوشمند، کرمان، دانشگاه شهید باهنر.

امید، م.، جوادی کیا، پ.، طباطبایی فر، ا.، علیمردانی، ر. و ندرلو، ل. (۱۳۸۶، مهر). کنترل هوشمند به کمک منطق فازی برای اتوماسیون سیستم آبیاری گلخانه و ارزیابی آن نسبت به سیستم های متداول، کرج، اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه ای.

بادامی نجات، ح.، سرحدی، پ. و سرحدی، م. (۱۳۹۰، خرداد). کنترل شرایط و تغذیه گیاهان گلخانه ای به صورت هوشمند. همایش ملی مدیریت کشاورزی، جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی جهرم.

بختیاری، م.، رضوی ابراهیمی، ع. (۱۳۹۲، آذر). ارائه چارچوبی برای با تجربه شدن گلخانه های هوشمند، کنفرانس ملی نوآوری در مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، موسسه آموزش عالی غیردولتی غیرانتفاعی شفق، تنکابن.

بختیاری، م.، رضوی ابراهیمی، ع. (۱۳۹۲، بهمن). افزایش یک گام در هوشمندی گلخانه ها با الگوبرداری از قابلیت آموزش در انسان. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، موسسه آموزش عالی مهرانوند، تهران.

بختیاری، م.، رضوی ابراهیمی، ع. (۱۳۹۲، بهمن). کنترل گلخانه ای هوشمند آینده با بکارگیری دانش از داده کاوی در گذشته. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، موسسه آموزش عالی مهرانوند، تهران.

بختیاری، م.، رضوی ابراهیمی، ع. (۱۳۹۲، بهمن). بهینه سازی مصرف انرژی به وسیله کنترل فازی در سیستم های گلخانه های هوشمند. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، موسسه آموزش عالی مهرانوند، تهران.

برومند، م. (۱۳۸۹)، بهمن)، معرفی سیستم کنترل اقلیم هوشمند گلخانه بومی کشور و نقش آن بر افزایش عملکرد تولید با تکیه بر کنترل دقیق عوامل محیطی در کشتهای خاکی و هایدروپونیک، پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی، اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

پرسمن، ر. ج. (۱۳۹۱). مهندسی نرم افزار. ترجمه جعفر نژاد قمی، ع. و عامل محرابی، ا.، جلد اول، تهران : دانش نگار.

خلیلی شورینی، س. (۱۳۹۲). روش های تحقیق در علوم انسانی. تهران، یادواره کتاب.

شفاهی، ا. (۱۳۸۲)، کنترل کامپیوتری شرایط گلخانه - طراحی و ساخت مدل. تهران دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد ماشین های کشاورزی.

ظهوری مهریزی، ن. (۱۳۹۰، اسفند)، هوشمند سازی زنجیره تامین دمای گلخانه های کشاورزی با ساخت دستگاه و نرم افزار هوشمند کننده (مطالعه موردی گلخانه های خیار سبز استان یزد). کنفرانس ملی فناوری اطلاعات و جهاد اقتصادی، کازرون، دانشگاه سلمان فارسی.

فانیان، ف. و ناجی، ح. (۱۳۹۰، بهمن). طراحی و پیاده سازی یک سیستم چند عامله هوشمند برای پرورش گیاهان گلخانه ای. اولین همایش ملی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، کرمان، آموزشکده فنی و حرفه ای سما واحد کرمان.

ناظمی، ا.، ایزدی، ع.، حیدری، س.، قزلباش، ا. و عمادی، پ. (۱۳۸۵، اسفند)، معماری ها و روش های ارزیابی معماری نرم افزار. دوازدهمین کنفرانس بین المللی کامپیوتر ایران، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر.

نصیری، ا. (۱۳۸۶). /ایرانی. برگرفته شده از <http://amdmaster.parsiblog.com/Posts/>

فهرست منابع لاتین

Aaslyng, J.M., Ehlerm, N., & Jakobsen, L. (۲۰۰۵). Climate control software integration with a greenhouse environmental control computer. *Environmental Modeling and Software*, ۲۰, ۵۲۱-۵۲۷.

Albright, L.D. (۱۹۹۴). Fan operating costs for controlled environment agriculture. *۴th Annual CAEP Conference* (pp. ۵۱-۶۰), Ithaca : Cornell University.

Albright, L.D. (۱۹۹۶, August). *The importance of design and control of light in high-productivity controlled environment agriculture (CEA)*. Keynote paper presented at the International Conference on Agricultural and Biological Environment (ICABE), China Agricultural University Press, Beijing, China.

Ambler, S., (۱۹۹۸). *Process patterns : building large- scale system using object technology*. Cambridge University Press/ SIGS Books.

Ameur, S., Iaghruche, M. & Adance, A.(۲۰۰۱). Monitoring a greenhouse using a microcontroller- base meteorological data- acquisition system. *Renewable Energy*, ۲۴, ۱۹-۳۰.

Anderson, J. R. (۱۹۸۷) Production systems, learning and tutoring. *Production System Models of Learning and Development* (pp. ۴۳۷-۴۵۸), London : MIT Press.

Anohina, A. (۲۰۰۷). Advances in intelligent tutoring system : Problem-solving modes and model of hints. *International Journal of Computers Communications and Control*, ۲(۱), ۴۸-۵۵.

Babar, M. A., Zhu, L. & Ross, J. (۲۰۰۴). A framework for classifying and comparing software architecture evaluation methods. *Australian software Engineering Conference* (۲۰۹- ۲۱۸), Melbourne, Australia.

Bakhtiari, M & Razavi Ebrahimi, A. (۲۰۱۴). Taking pattern of the ability of human education in greenhouse. *Journal of Middel East Applied Science and Technology*, ۷ (۴), ۱۸۲-۱۸۵.

Barr, A. & Feigenbaum, E. A. (۱۹۸۲). *The Handbook of Artificial Intelligence*, Los Altos. : Kaufmann.

Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (۲۰۱۲). *Software architecture in practice* (۳th ed.). Boston : Addison-Wesley Professional.

Bonnet. A. (۱۹۸۵). *Artificial Intelligence : Promise and Performance*. London : Prentice Hall.

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobsen, I. (۲۰۰۵). *The unified modeling language user guide* (۲d ed.). Addison- Wesley.

Castilla, N. (۲۰۱۳). *Greenhouse technology and management* (۲nd ed.). Madrid (Spain) and Mexico : Ediciones Mundi-Prensa.

Chalabi, Z. S., Bailey, B. J. & Wilkinson, D. J. (۱۹۹۶). A real-time optimal algorithm for greenhouse heating. *Computers and Electronic in Agriculture*, ۱۵, ۱-۱۳.

Cho, S.E., Cho, K.R., Kang, B.J., Park, D.H., Park, J.W., Shin, CH.S., & Yang, W.M. (۲۰۱۱). A study on greenhouse automatic control system based on wireless sensor network. *Wireless Pers Commun*, ۵۶, ۱۱۷-۱۳۰.

Clarke, N. D., Shipp, J. L., Papadopoulos, A.P., Jarvis, W. R., Khosla, S., Jewett, T.J., & Ferguson, G. (۱۹۹۹). Development of the harrow greenhouse manager : A decision-support system for greenhouse cucumber and tomato. *Computer and Electronics Agriculture*, ۲۴, ۱۹۵-۲۰۴.

Clements, P., Kazman, R. & Klein, M. (۲۰۰۲). *Evaluating software Architectures : Methods and case studies* , Pearson Education.

Cockburn, A. (۲۰۰۱). *Writing effective use-case*. Addison- Wesley.

Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (۱۹۹۷). Intelligent tutoring system. In M. Helander, T. K. Landauer, & P. Prabhu (Eds.). *Handbook of Human-computer interaction* (pp. ۸۴۹- ۸۷۴). North Holland.

Dobrica, L & Niemela, E. (۲۰۰۲). A Survey on software architecture analysis methods. *IEEE Transactions on Software Engineering*, ۲۸(۷), ۶۳۸- ۶۵۳.

Eredice, P. & Dobrowiecki, T.P. (n.d.). *Data cleaning for an intelligent greenhouse*. Budapest University of Technology and Economics, Department of Measurement and Information Systems, Budapest, Hungary.

Gates, R. S., Chao, K. & Sigramis, N. (۲۰۰۰). Fuzzy control simulation of plant and animal environments. *American Society of Agricultural Engineers*, ۴۲(۶), ۱۸۸۵-۱۸۹۴.

Gras, N.S.B. (۱۹۲۵). *A history of agriculture. In Europe And America* (۲nd ed.). New York : Sir Isaac Pitman and Sons Limited.

Guo, Y. Q. & Liang, L. Y. (۲۰۱۳). Analysis and research of monitoring and controlling on greenhouse environment in facility agriculture. *۲nd International Symposium on Computer, Communication, Control and Automation* (pp. ۶۷۹-۶۸۱), France : Atlantis Press.

Haiqing, D.U., & Junxiang, G.A.O. (۲۰۱۱). Design of greenhouse surveillance system based on embedded web server technology, *Procedia Engineering*. ۲۳, ۳۷۴-۳۷۹.

Hoon Jae, S., Kyung Man, K. Kwang Huun, K. & Weon Sik, K. (1990). A study on the automatic measurement and control system for greenhouse environment. *RDA L. Agri. Sci*, 33(2), 681-686.

Ioslovich, I., Gutman, P., & I. Seginer, (2006). A nonlinear optimal greenhouse control problem with heating and ventilation. *Optimal Control Applications and Methods*, 17, 105-169.

Iribarne, L., Torres, J. A. & Pena, A. (2007). Using computer modeling techniques to design tunnel greenhouse structures. *Computers in Industry*, 58, 43-50.

Jacopson, B.K., Jones, P.H., Jones, J.W. & Paramore, J.A. (1989). Real-time greenhouse monitoring and control with an expert system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 3(23-28).

Jiaqiang, Y., Yulong, J., & Jian, G. (2013). An Intelligent Greenhouse Control System. *Telkomnika*, 11(8), 4627-4632.

Kazman, R., Abowd, G., Bass, L. & Clements, P. (1996). Scenario-based analysis of software architecture. *IEEE Software*, 13(6), 47-50.

Lassing, N. (2002). *Architecture-level modifiability analysis*. Free University Amsterdam, February.

Lipov, A. Yu. (1992). Intellectual real time control system for technological process in the greenhouse. *Traktory-i-Sel'skokhozyaistvenny- Mashiny*, Russia.

Sharma, J.S. & Makwana, G.D. (2013). Intelligent crop management system for greenhouse environment. *International Journal of Science and Research* 2(2).

Maliappis, M.T., Ferentinos, K.P., Passam, H.C., & Sideridis, A.B. (2008). Gims : A web-based greenhouse intelligent management system. *Word Journal of Agricultural Sciences*, 2(2), 64-67.

Manohar, K. R., & Igathinathan, C. (2007). *Greenhouse technology and management*. Andhra : BS Publications.

Marhaenanto, B. & Singh, G. (2002, march). *Development of a computer-based greenhouse environment controller*. World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources, Iguacu Falls, Brazil.

Nelson, P. V. (2011). *Greenhouse operation and management* (9th ed.). Chapel Hill : North Carolina State University.

Nwana, H.S. (1990). Intelligent tutoring systems : an overview. *Artificial Intelligence Review*, 2(2), 201-222.

Pandikumar, S., Kabilan, S. P. & Ambethkar, S. (२०१३). Architecture of GSM based WSN for greenhouse monitoring system in ambient intelligence environment. *International Journal of Computer Applications*, १२(१).

Papajorgji, P. J. & Pardalos, P. M. (२०००). Software engineering techniques applied to agricultural systems : an object-oriented and UML approach. Florida : University of Florida, Gainesville.

Papajorji, P. J. & Pardalos, P. M. (२००१). *Advance in modeling agricultural systems*. New York : Springer science + Business media.

Park, D. H. & Park, J. W. (२०११). *Wireless sensor network-based greenhouse environment monitoring and automatic control system for dew condensation prevention*. Department of Information and Communication engineering, National University of Sunchon, Korea.

Paul , D .R. & Clarke, R . (२००२). Modelling of modified atmosphere packaging based on designs with a membrane and perforations. *Journal of Membrane Science*, २०८, २११–२२३

Pengzhan, C. & Baifen, L. (२०१०). Construction of intelligent greenhouse control system based on CAN bus. *International Conference on Computer Application and System Modeling* (pp. १३१-१३४).

Poison, M. C. and Richardson, J. J. (१९८८). *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

Pressman, R. S. (२००१). *Software engineering : A practitioner's approach* (१th ed.). New York : McGraw-Hill.

Roos, D. S. (१९९१). *Planning a home greenhouse*. Cooperative Extension Service, University of Maryland System.

Rosa, N. S., Justo, G. R., & Cunha, P. A. (२००१). Framework for Building Non-Functional Software Architectures, *ACM*.

Rumbaugh, J., Booch, G., & Jacobson, I. (१९९९). *The unified software development process*. Boston : Addison-Wesley.

Seminar, K. B., Suhardiyanto, H., Tooy, D., Kozai, T. & Murase, H. (१९९८, April). *Design and implementation of a computer-based control system for greenhouse in tropical regions*. Artificial Intelligence in Agriculture, IFAC-CIGR Workshop, Chiba, Japan,

Sharma, A., & Salokhe, V. (२००१). *Greenhouse technology and applications*. Agrotech Publishing Academy.

Shaw, M. & Garlan, D. (1995). Formulations and Formalisms in Software Architecture. *Computer Science Today : Recent Trends and Developments*, 100, 307-323.

Sigrimis, N., & King, R. E. (2000). Advances in greenhouse environment control. *Computers and Electronics in Agriculture*, 26(3), 217-219.

Somerville, I. & Sawyer, P. (1997). *Requirement engineering*. Wiley.

Sun, X. B. (1992). A study on the greenhouse environment parameter classify control system by microcomputer. *Trans. Chinese Soc. Agriculture*, 4(1), 72-77.

Thayer, R. H. & Dorfman, M. (1997). *Software requirements engineering* (3rd ed.). IEEE Computer Society Press.

Wagner, S. W., Forcella, F. & Voorhees, W. B. (1999, July). *Converting an existing greenhouse control system from pneumatics to PC*. ASAE/CSAE Annual International meeting, Ontario, Canada.

Wojcik, R., Bachmann, F., Bass, L., Clements, P. C., Merson, P., Nord, R. & Wood, W.G. (2006). *Attribute-Driven Design (ADD)*. Software Engineering Institute.

پوست ۲: شهر هوشمند

شهرهای هوشمند و مولفه های آن

زهرا روزگار^۱، مهدی جوانمرد^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بین الملل پیام نور، z.rouzegar@gmail.com

^۲ استادیار دانشگاه پیام نور، javanmard@pnu.ac.ir

چکیده

شهر هوشمند واقعیت یا رویا؟ شهرهای دیجیتالی فردا محصولی از رویاهای امروز هستند. پیدایش شهرهای هوشمند عامل مهم توسعه در آینده میشود و شامل ارتباطات باز و به هم پیوسته و ساختار نرم افزاری میباشد که کاربرد هوشمند میان شهری را پی ریزی میکنند. این کاربردها در حوزه های منافع ملی و نیازهای اجتماعی مانند سلامتی، انرژی هوشمند و آموزش به کار می روند. برای رسیدن به این نقطه، به یک روند میان منطقه ای نیاز است، به همراه مدیریت و رهبری قوی حکومتی. واحد های ساختمانی که شهرهای هوشمند بر روی آنها بنا نهاده میشوند متشکل از انرژی هوشمند و قابل تجدید، نسل بعدی شبکه ها، ساختمانهای هوشمند، حمل و نقل هوشمند و از همه مهمتر حکومت هوشمند میباشد. در عصر حاضر اطلاعات و اطلاع رسانی، مهمترین ابزار استراتژیک برای مدیریت و اداره صحیح همه واحدهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، فنی و مهندسی محسوب می شود. فن آوری اطلاعات در جهان با سرعت چشمگیری در حال توسعه است و تمامی فعالیت های روزمره بشر را تحت تاثیر قرار داده است. لذا ایجاد شهرهای هوشمند می تواند به ارائه الگوی مناسب زندگی با توجه به جمیع جهات جامعه مورد نظر و مناسب برای جامعه اطلاعاتی محسوب شود. مهمترین مزیت شهرهای هوشمند کارایی و اثر بخشی برای اداره امور شهری است. هدف اصلی این مقاله، شناخت شهر هوشمند و شاخصهای آن میباشد و شهری سبزتر، سازگارتر، هوشمندتر، ایمن تر و کارآمدتر ایجاد کنیم.

واژه های کلیدی: شهر هوشمند، شهرسازی الکترونیک، شهر سبز، انرژی های پایدار، شبکه های

هوشمند.

۱- مقدمه

گیری میکنند. مهم ترین این شاخص ها عبارتند از : آلاینده ها (مثل مقدار و شدت انتشار دی اکسید کربن) ، انرژی (میزان مصرف و شدت مصرف) ، ساختمان ها (مصرف انرژی هر ساختمان) ، حمل و نقل (میزان استفاده از حمل و نقل غیراتومبیلی) ، مدیریت زباله (میزان بازیابی زباله ها) ، آب (مصرف آب و نشتی آب) ، کیفیت هوا (غلظت انواع آلاینده ها) . یکی از اهداف شهر هوشمند بهبود شاخص های زیست محیطی از طریق مدیریت صحیح منابع است.

اقتصاد هوشمند. فناوری اطلاعات فرصت خوبی مهیا کرده است تا بسیاری از فعالیت های اقتصادی در بستر نرم افزارها و شبکه اینترنت آسان تر و سریع تر از قبل انجام گیرد. امروزه بسیاری از کشورها برای توسعه اقتصادی خود و حرکت به سمت اقتصاد هوشمند، برنامه هایی تدوین کرده اند که از آن جمله می توان به شهر ولینگتون، پایتخت نیوزیلند اشاره کرد . افزایش تعداد فرصت های شغلی، افزایش صادرات، افزایش تولید و ایجاد منطقه ای برای پرورش ایده های جدید از اهداف هوشمندسازی اقتصادی ولینگتون است. مدیران شهری ولینگتون برای دستیابی به این اهداف، در نظر دارند با به کارگیری فناوری اطلاعات و سایر زیرساخت های شهر هوشمند، شهرشان را به عنوان مرکز ارتباطات کشور مطرح کرده و فرصت هایی را برای جذب سرمایه گذاری های اقتصادی فراهم کنند.

حمل و نقل هوشمند. کلید حمل و نقل هوشمند در سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS) قرار دارد؛ که مفهومی شناخته شده در صنعت حمل و نقل جهان است . سیستم های حمل و نقل هوشمند، شامل مجموعه ای از فناوری ها و تجهیزات مانند حس گرهای پیشرفته و پردازش گرها هستند که امکان تعامل بخش های مختلف مدیریت حمل و نقل را فراهم می کنند. برای تحقق حمل و نقل هوشمند لازم است برخی فناوری و تجهیزات نوین در ناوگان به کار گرفته شوند، مواردی مانند :

سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) ، سیستم ارتباطات کوتاه برد اختصاصی (DSRC) ، شبکه اینترنتی بی سیم، تلفن همراه، امواج رادیویی، دوربین های جاده ای و تجهیزات ردیابی. کاهش در ازدحام خیابان ها، مسافت سفرها، هزینه های انرژی و همچنین بهبود وضع سلامت شهروندان و آرامش و ایمنی آنان از مهم ترین دستاوردهای به کارگیری این سیستم است. مشابه سایر اجزای شهر هوشمند، سیستم حمل و نقل هوشمند نیز نیازمند وجود مرکزی برای جمع آوری داده ها و ارسال آن به بخشهای مورد نیاز است.

شهروند هوشمند. عمده ترین مواردی که در این بعد از شهر هوشمند مدنظر قرار می گیرد، مسائل آموزشی، پرورش روحیه خلاقیت و جلب مشارکت عمومی در انجام امور شهری است . استفاده از بستر فناوری اطلاعات برای راه اندازی آموزش مجازی و یکپارچه سازی مراکز آموزشی، بسیاری از کمبودهای فعلی نظام آموزش را برطرف می سازد. همچنین برای توسعه روحیه نوآوری میان شهروندان، در برخی شهرها سایت هایی برای جذب ایده های نو ایجاد شده است که بستر مناسبی برای دریافت ایده ها را فراهم می کند. درنهایت مشارکت عموم افراد در فعالیت های اجتماعی

نیمی از جمعیت دنیا اکنون ساکن شهرها هستند و تمایل به افزایش شهرنشینی به سرعت در حال شتاب است . آینده اکثریت ساکنین جهان به طور غیر قابل انکار در شهرنشینی - ۷۰ درصد از آنها تا سال ۲۰۵۰ در شهرها زندگی خواهند کرد - میباشد . ارتقای کیفیت زندگی افراد، از مهمترین اهداف پیاده سازی شهرهای هوشمند محسوب می شود. سازمان حمل و نقل کار آمد و قابل پیش بینی ، رانندگی خودکار ماشین ها که خود را پارک میکنند ، ماشین هایی که الکتریکی هستند و با برق شارژ میشوند و یا خورشیدی هستند ، کنفرانس های ویدئویی از راه دور ، ماشین های شدن خانه ها و سلامتی هوشمند و مراقبتهای بهداشتی هوشمند شده ، ساختمانهای خنثی کننده کربن و تمیز کننده به طور خودکار ، منابع انرژی قابل تجدید از مزایای شهرهای هوشمند میباشد [۱] . شهرهای هوشمند ، شهرهایی سبز با ژئوتورهای تعیین مسیر نیرو خواهند بود که در پاسخ به هر نیاز به صورت کارآمد نیرو را ارسال میکنند . کاربردهای بهداشت فردی که به لباس متصل شده یا در زیر پوست افراد قرار میگیرد تا جریان ثابتی از اطلاعات را به مراکز پزشکی ارسال کند و زمان دقیق

اعلام خطر یا تشخیص بیماری ها را فراهم آورد ؛ دستگاههای تشخیص هویت انسانی همیشه به صورت همراه در ارتباط و دسترس شبکه های اجتماعی میباشد . ارتباطات دیجیتالی میان افراد و اشیاء ، آموزش هوشمند ، سرویسهای هوشمند به سالمندان از خدمات شهرهای هوشمند میباشد [۶].

۲- شاخص های شهرهای هوشمند

در مستندات مختلف برای شهر هوشمند، ابعاد مختلفی ترسیم شده است [۴] [۵]. به عنوان مثال، شرکت IBM ، ۹ بعد برای هوشمندسازی شهرها مدنظر قرار داده و این ابعاد را در سه دسته کلی برنامه ریزی و مدیریت، زیرساخت و برنامه های مرتبط با شهروندان طبقه بندی کرده است . اما اتحادیه اروپا برای دسته بندی شهرهای به لحاظ هوشمندی از ۶ بعد استفاده کرده است. مقایسه مستندات مختلف نشان می دهد که تفاوت چندانی در ماهیت ابعاد در نظر گرفته شده وجود ندارد و بررسی و تحلیل یکی از این موارد می تواند هدف اصلی ما را که شناخت شهر هوشمند است، برآورده سازد. در ادامه، ابعاد شهر هوشمند را از دید دسته بندی اتحادیه اروپا بررسی خواهیم کرد. این شش مورد به همراه اهداف نهایی حاصل از پیاده سازی آن ها در شکل ۱ آمده است.

محیط زیست هوشمند. منظور از محیط زیست هوشمند این است که بتوانیم از فناوری های جدید برای حفظ منابع زیست محیطی بهره بگیریم . معمولاً برای سنجش کیفیت محیط زیست در جهان شاخص هایی را اندازه

(مانند انجمنهای حفاظت از محیط زیست یا سایر موارد مشابه) می تواند به تقویت چهره هوشمند شهر کمک نماید.

دولت هوشمند. بستر فناوری اطلاعات در شهر هوشمند کمک می کند تا دولت ها در ارائه خدمات خود بهتر عمل کنند. همچنین با انتشار عمومی اطلاعات مربوط به عملکردشان، می توانند به توسعه دولت شفاف کمک کنند؛ موضوعی که در جهان امروز اهمیت زیادی دارد.

زندگی هوشمند. داشتن امنیت، برخورداری از سلامت و فرهنگ غنی و همچنین توسعه گردشگری از مصادیق زندگی هوشمند به حساب می آید. سیستم های یکپارچه امنیتی (پلیس، آتش نشانی و ...) مستقر در سطح شهر، نقش مهمی در امنیت شهر هوشمند دارند. بهبود ارائه خدمات سلامتی و پزشکی با بهره گیری از فناوری اطلاعات می تواند سطح سلامت اجتماعی را ارتقا دهد.



شکل ۱ - شهرهای هوشمند به تفکیک ۶ بعد سازنده آن

لازم به یادآوری است که این شش بعد، ساختاری مجزا از هم ندارند و در بسیاری موارد پیشرفت در یک بعد نیازمند ارتقای ابعاد دیگر است. بنابراین نباید رویکرد کل نگر را در پیشبرد اهداف طرح فراموش کرد. مدل های مختلفی برای پیاده سازی شهر هوشمند طرح ریزی شده است. یکی از این مدل ها را شرکت هیتاچی معرفی کرده است. هیتاچی سابقه ای طولانی در پیاده سازی و اجرای اجزای این مدل دارد. این شرکت، ساختار شهرهای هوشمند را در قالب چهار دسته زیرساخت تصویر کرده است که عبارتند از:

- زیرساخت های ملی
- زیرساخت های شهری
- زیرساخت های خدمات
- زیرساخت های مدیریت شهری

از آنجایی که فناوری اطلاعات نقش مهمی در اجرایی شدن فعالیت های هوشمندسازی شهری دارد، به عنوان لایه زیرین و بنیادین در این مدل به کار گرفته شده است [۲].

۳ - مولفه های کلیدی شهرهای هوشمند

شهرهای هوشمند شامل انرژی های قابل تجدید، نسل بعدی ارتباطات / شبکه های باند پهن ملی، شبکه های هوشمند، زیرساخت ارتباطات، M2M، big data، FttH.

۱-۳ - انرژی های قابل تجدید

انرژی تجدید پذیر (Renewable energy) انرژی برگشت پذیر، نیز نامیده می شود. به انواعی از انرژی می گویند که بر خلاف انرژی های تجدید ناپذیر قابلیت بازگشت مجدد را به طبیعت دارند [۳].

در سال های اخیر با توجه به این که منابع انرژی تجدید ناپذیر رو به اتمام هستند این منابع مورد توجه قرار گرفته اند. در سال ۲۰۰۶ حدود ۱۸٪ از انرژی مصرفی جهانی از راه انرژی های تجدید پذیر بدست آمد. سهم زیست توده به طور سنتی حدود ۱۳٪، که بیشتر جهت حرارت دهی و ۳٪ انرژی آبی بود. ۴۲٪ باقی مانده شامل نیروگاه های آبی کوچک، زیست توده مدرن، انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی و سوخت های زیستی می باشد که به سرعت در حال گسترش هستند. استفاده از انرژی بادی با رشدی سالانه حدود ۳۰٪ با ظرفیت نصب شده ۱۵۷۹۰۰ مگاوات در سال ۲۰۰۹، به صورت وسیعی در اروپا، آسیا و ایالات متحده به چشم می خورد. در پایان سال ۲۰۰۹ میلادی مجموع انرژی تولیدی به وسیله فتوولتائیک به بیش از ۲۱۰۰۰ مگاوات رسید. ایستگاه های انرژی گرما-خورشیدی در آمریکا و اسپانیا مشغول به کار می باشند که بزرگترین آنها با ظرفیت ۳۵۴ مگاوات در بیابان موهای در حال کار است. بزرگترین نیروگاه زمین گرمایی دنیا در کالیفرنیا با نام نیروگاه گیسرز با ظرفیت ۷۵۰ مگاوات در حال فعالیت می باشد. برزیل یکی از کشورهایی است که پروژه های بزرگی برای استفاده از انرژی های نو (انرژی های تجدید پذیر) انجام می دهد. ۱۸٪ از کل مصرف سوخت اتومبیل های برزیل از طریق سوخت اتانولی که از ساقه نیلوفر بدست می آید تامین می شود. سوخت اتانولی به صورت گسترده در ایالات متحده مورد استفاده قرار می گیرد. بیشترین پروژه ها و محصولات انرژی های نو در مقیاس بزرگ موجود می باشند، ولی انرژی های نو را میتوان در مقیاس های کوچک (نیروگاه کوچک خارج مدار یا نیروگاه کوچک مدار بسته) هم استفاده کرد. در حواشی و در جاهای دور افتاده نقش انرژی های نو به خوبی نمایان می شود. کنیا دارای بالاترین نرخ سالانه فروش سیستم های کوچک خورشیدی (۲۰-۱۰۰ وات) به میزان ۳۰۰۰۰ سیستم در سال می باشد.

نگرانی درباره تغییرات زیست محیطی در کنار افزایش قیمت روزافزون نفت و اوج تولید نفت و حمایت دولتها، باعث رشد روزافزون وضع قوانینی می شود که بهره برداری و تجارتی کردن این منابع سرشار تجدید پذیر را تشویق می کنند.

انواع انرژی های تجدید پذیر [۷] عبارتند از:

انرژی آبی (نیروی برق آبی) - انرژی بادی - انرژی خورشیدی - انرژی زمین گرمایی - انرژی زیست توده (زیست سوخت) - انرژی هیدروژن - انرژی امواج و جزر و مد، انرژی هسته ای، اتانول سلولزی، فتوسنتز مصنوعی [۸].

انرژی آبی یا نیروی برق آبی یا هیدروالکتریسیته اصطلاحی است که به انرژی الکتریکی تولیدی از نیروی آب اطلاق می شود. در حال حاضر

هیدروالکتریسیته چیزی در حدود ۷۱۵۰۰۰ مگاوات یا ۱۹٪ (۱۶٪ در سال ۲۰۰۳) از کل انرژی الکتریکی تولیدی جهان را پوشش می‌دهد. نیروی برق آبی همچنین ۶۳٪ از انرژی الکتریکی تولیدی از منابع تجدیدپذیر را نیز شامل می‌شود.

انرژی باد تبدیل انرژی باد به نوعی مفید از انرژی مانند انرژی الکتریکی (با استفاده از توربین‌های بادی)، انرژی مکانیکی (مثلاً در آسیاب‌های بادی یا پمپ‌های بادی) و یا پیش‌رانش قایق‌ها و کشتی‌ها (مثلاً در قایق‌های بادبانی) است. در آسیاب‌های بادی از انرژی باد مستقیماً برای خرد کردن دانه‌ها و یا پمپ کردن آب استفاده می‌شود. در انتهای سال ۲۰۱۰، میزان ظرفیت نامی تولید برق بادی در سراسر جهان برابر ۱۹۷ گیگاوات بود. امروزه توان بادی در دنیا ظرفیت تولید سالانه ۴۳۰ تراوات ساعت انرژی الکتریکی را دارد که این میزان، ۲۰۵٪ مصرف برق دنیاست. در ۵ سال گذشته، رشد متوسط سالانه در توان بادی دنیا ۲۷٫۶٪ بوده و انتظار می‌رود که سهم باد در تولید انرژی الکتریکی دنیا تا سال ۲۰۱۳ به ۳۰٫۳۵٪ و تا سال ۲۰۱۸ به ۸٪ برسد.

انرژی ستاره خورشید یکی از منابع عمده انرژی در منظومه شمسی می‌باشد. طبق آخرین برآوردهای رسمی اعلام شده عمر این انرژی بیش از ۱۴ میلیارد سال می‌باشد. در هر ثانیه ۴/۲ میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می‌شود. با توجه به وزن خورشید که حدود ۳۳۳ هزار برابر وزن زمین است. این کره نورانی را می‌توان به‌عنوان منبع عظیم انرژی تا ۵ میلیارد سال آینده به حساب آورد.

انرژی زمین گرمایی به گرمایی گفته می‌شود که به صورت طبیعی در زیر زمین وجود دارد و می‌توان آنرا به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. نیروی الکتریسیته‌ای که از این راه به دست می‌آید انرژی گرمایی زمین گفته می‌شود.

انرژی زیست توده عبارت است از اجزا قابل تجزیه زیستی از محصولات، پسماندها و زائدات کشاورزی (شامل مواد گیاهی و دامی)، جنگلها و صنایع وابسته و همچنین زائدات صنعتی و شهری قابل تجزیه.

انرژی هیدروژن ۷۵٪ جرم مواد و بیش از ۹۰٪ اتم‌های تشکیل دهنده طبیعت هیدروژن است. این عنصر در تولید آمونیاک به عنوان یک گاز بالا برنده، یک سوخت جایگزین و اخیراً به عنوان منبع انرژی مورد استفاده پیل‌های سوختی قرار می‌گیرد. در آزمایشگاه از واکنش اسیدها بر فلزهایی مثل روی به دست می‌آید. برای تولید در حجم زیاد از الکترولیز آب که معمولی‌ترین روش است استفاده می‌شود. اکنون دانشمندان سعی دارند تا روش جدیدی را برای به وجود آوردن هیدروژن از جلبکهای سبز اختراع کنند.

انرژی امواج و جزر و مد امواج در اقیانوس باز بر اثر عمل باد روی سطح اقیانوس تولید می‌شوند. کل انرژی موج توزیع شده در زمین در حدود 2.5×10^6 MW تخمین زده می‌شود که در حدود انرژی کلی توزیعی جزر و مد است. انرژی موج منبع تجدید شونده است (انرژی برگشت پذیر) و معمولاً نسبت به انرژی باد بیشتر قابل تولید است. انرژی

که از امواج استخراج می‌شود، دوباره به سرعت توسط برهم کنش با دو سطح اقیانوس پر می‌شود.

انرژی هسته ای در سال ۱۸۹۶ انرژی هسته‌ای توسط دانشمندی به نام هنری بکرل کشف شد. در حال حاضر حدود ۴۲۰ نیروگاه هسته ای وجود دارد که یک چهارم آن در آمریکا واقع شده‌است. در این نیروگاه از گرمای سوخت هسته‌ای الکتریسیته تولید می‌کنند. تنها تفاوت نیروگاه هسته‌ای نوع سوخت و نحوه گرمایی آن است. سوخت‌هایی مانند سوخت فسیلی باید سوزانده شوند تا انرژی ذخیره شده خود را آزاد کنند. ولی در نیروگاه‌های هسته‌ای بدون آنکه سوزانده شوند انرژی تولید می‌کنند. راکتورهای هسته‌ای دو نوع هستند که راکتور حرارتی و راکتورهای خود سوخت زا. بیشتر نیروگاه‌ها از نوع راکتور حرارتی هستند قدرتمند ترین مولدها توربینی قادر هستند که برق مورد نیاز ۷۵۰۰۰۰ خانه را تامین کنند. هسته یا مغز یک راکتور هسته‌ای را می‌توان پوشش از اورانیوم ۱۳۸ پوشاند. وقتی اورانیوم ۲۳۸ به وسیله نوترون‌ها بمباران شود، تدریجاً به پلوتونیوم تبدیل می‌شود. راکتورهای خود سوخت زا به راکتورهای سریع پرور هم مشهوراند. این راکتورها از این جهت به این نام معروف شده‌اند که عملاً در آنها سوخت تازه‌ای به نام پلوتونیوم به دست می‌آید و سوخت تولید شده در این راکتور از مقدار سوختی که درست می‌شود از سوخت مصرفی است.

اتانول سلولزی نسل دوم اتانول می باشد که از زائدات کشاورزی و با فرآیند پیچیده تری (هیدرولیز سلولز) نسبت به نسل اول اتانول تولید می شود. پیش بینی می شود که حجم سرمایه گذاری در تولید اتانول سلولزی در جهان و تا سال ۲۰۲۰ به محدوده ۷۵ الی ۱۴۰ میلیارد دلار برسد و در حال حاضر ایالات متحده آمریکا، اروپا، چین و برزیل کارخانجات تولیدی متعددی جهت بهره برداری با ظرفیت کامل تا سال ۲۰۱۳ در دست اجراء دارند.

فتوسنتز مصنوعی که در آن از مواد غیر بیولوژیکی برای تولید سوخت به صورت مستقیم از نور خورشید استفاده می شود. یک سیستم فتوسنتز مصنوعی به کاتالیزورهایی برای تسهیل تولید کارآمد سوخت های شیمیایی نیازمند است. این کاتالیزورها باید بسیار فعال، پایدار و در مقیاس جهانی قابل دسترس بوده و از عناصری با فراوانی بالا مانند آهن، نیکل و یا کبالت و نه فلزهای کمیابی مانند روتنیم و یا ایریدیوم که اکنون مورد استفاده قرار می گیرند، تولید شوند. یک سیستم فتوسنتز مصنوعی با قابلیت تولید انبوه باید از معماری، فرآیندهای تولید و شیوه های نصب و راه اندازی مقرون به صرفه برخوردار باشد.

۲-۳ - نسل بعدی ارتباطات / شبکه های باند پهن ملی

مفهوم یک شبکه مجتمع باند وسیع در طول سالهای اخیر بسط و گسترش یافته و تحت عنوان شبکه‌های نسل آینده، NGN، نامگذاری شده است. در این راستا، ITU-T فعالیت‌های مربوط به استانداردسازی را با همکاری گروه‌ها و مؤسسات محلی دیگری رهبری نموده است. با در نظر

گرفتن طبیعت و ماهیت فراگیر اینترنت و زیرساختهای مرتبط با آن و نیز کاربردهای مختلف آن نظیر Email، انتقال فایل و همچنین وب، می توان سیستمهای مبتنی بر IP را به عنوان اساس و پایه NGN در نظر گرفت. لذا NGN در واقع یک شبکه مبتنی بر IP تعمیم و بهبود یافته خواهد بود. به طور کلی می توان پذیرفت که تفاوت اصلی بین سرویس های مرسوم مخابراتی کنونی و NGN، گذر از شبکه های مجزا و کاربرد محور به یک شبکه واحد با قابلیت انجام تمامی سرویس ها است. در سرویسهای تلفنی، این انتقال شامل گذر از یک شبکه Circuit-Switched به یک شبکه Packet-Switched می باشد. تمرکز و هدف نهایی فعالیتهای در حال انجام و نیز انجام شده در زمینه NGN نوعی اطمینان حاصل کردن از تواناییای شبکه های مبتنی بر IP نسل آینده در رسیدن به استانداردهای سرویسهای موجود شبکه های مخابراتی نه تنها برای سرویس های تلفنی بلکه برای مجموعه وسیعی از کاربردهای چند رسانه ای کنونی و آینده می باشد [۶].

۳-۳- شبکه های هوشمند

شبکه هوشمند از یک سیستم یکپارچه برای ارائه سرویس های مخابراتی تشکیل شده و قادر است انواع مختلفی از سرویس های جدید را در حداقل زمان به مشتریان ارائه کند. این مسئله امروزه یکی از اهداف شبکه های مخابراتی است. شبکه هوشمند از چند عنصر فیزیکی مثل مرکز کنترل سرویس (SCP)، مرکز سوئیچینگ سرویس (SSP)، نقطه ایجاد سرویس (SCEP)، مرکز مدیریت سرویس (SMP) تشکیل یافته که تجهیزات هر کدام در داخل سایت های شبکه نصب می شوند [۹].

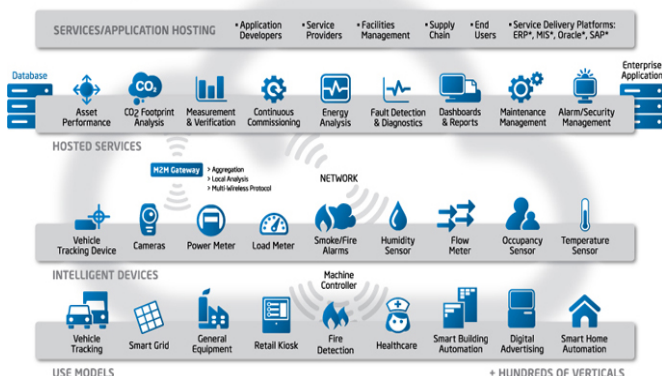
۳-۴- ارتباطات زیر ساخت

شبکه ارتباطات زیرساخت عبارتست از مجموعه سیستمهای شبکه زیرساخت مخابرات کشور از جمله مراکز میکروویو بین شهری و بین المللی، شبکه اصلی فیبرنوری، ایستگاههای زمینی ماهواره مخابراتی مرتبط با زیرساخت، مراکز ترانزیت راه دور (PC، SC و STP) و بین المللی (ISC و Core) شبکه دیتا که تأمین ظرفیت انتقال و راهیابی ترافیکی بین شهری و بین المللی مورد نیاز تمامی ارگانها، سازمانها و اپراتورها را برعهده دارد.

۳-۵- ماشین با ماشین M2M

یک اصطلاح کلی است برای توصیف هر فناوری ای که امکان ارتباط باسیم یا بی سیمی بین ابزارهای مکانیکی و الکترونیکی را فراهم می آورد. M2M به تجهیزات موجود در هر شبکه این امکان را می دهد تا با یکدیگر تبادل اطلاعات کنند و بدون کمک دستی از سوی انسان کار خود را انجام دهند. ارتباط M2M اغلب برای نظارت از راه دور استفاده می شود (شکل ۲). برای مثال یک ماشین فروش خودکار می تواند با مشاهده اتمام یک کالای خاص در خود به توزیع کننده پیام دهد که موجودی را مجدداً پر کند. ارتباط M2M یک جزء بسیار مهم در دورسنگی، انبارگردانی، کنترل از راه دور، کنترل ترافیک و روباتیک، سرویس های پشتیبانی، مدیریت زنجیره عرضه، مدیریت ناوبری و حتی پزشکی از راه دور محسوب می شود. اجزای اصلی یک سیستم M2M عبارتند از حسگرها، RFID، یک وای فای یا اتصال تلفن موبایل به همراه یک نرم افزار که از آنها برای بررسی داده ها و تصمیم گیری استفاده می شود.

M2M Ecosystem of Smart Services



شکل ۲- سرویسهای هوشمند M2M

۳-۶- Big Data

Big data، ترکیبی از حجم داده ها، سرعت، و تنوع است. اصل و بنیاد تعریف بیگ دیتا، تعریفی اقتصادی است. الفبای بیگ دیتا متشکل از آنالیز بزرگ داده (Big Data - analytics)، ترافیک پهنای باند (bandwidth) و محتوا (content) است (شکل ۳). بیگ دیتا از نظر لغوی به معنای «داده بزرگ» است و با تجزیه و تحلیل آن می توان، «الگوهای پنهان»، «همبستگی های ناشناخته» و سایر اطلاعات مفید را استخراج کرد. در بیگ دیتا عموماً با داده هایی سر و کار داریم که حجم آنها بیشتر از ظرفیت نرم افزارهای عادی است و بنابراین، فرآیند تحلیل، فرآیندی مشکل است. بنابراین در این پروسه، حجم عظیمی از اطلاعات تفکیک نشده و ساختار نیافته در اختیار قرار می گیرد که ساختار بندی و کشف الگوها از دل آنها کاری دشوار محسوب می شود.

کارکردن با یکدیگر ، اشتراک زیر ساخت و فراهم نمودن یک سرویس یکپارچه برای ارائه به مصرف کنندگان را هدایت کند . این امر متضمن موارد زیر است : مردم و اشیاء .

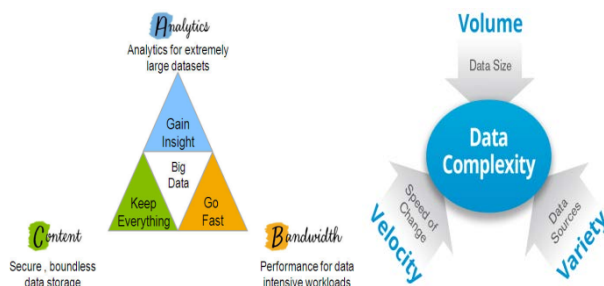
۴-۱ - جوامع سبز (Greenfield) :

اوج تفکر میان منطقه ای ، تکامل تدریجی جوامع بهم پیوسته هوشمند میباشد . بر طبق شکل گیری جامعه ای بر مبنای شبکه های FttH ، تعدادی از تکنولوژی ها و خدمات رامیتوان ترکیب کرد تا یک فرصت با ارزش بالا برای ساکنین این جوامع بوجود آورد . منازل هوشمند که به این شبکه ها متصل هستند می توانند دامنه ای از تکنولوژی ها را مورد استفاده قرار دهند که عبارتند از :

- شبکه های هوشمند که قادر به مدیریت انرژی قابل تجدید میباشند و شامل ماشین های الکتریکی میشوند .
 - وسائل سنجش هوشمند که به شبکه های هوشمند متصل هستند که اطلاعات هوشمند در خصوص مصرف و کاربرد انرژی و نیرو را مخابره میکنند .
 - وسائل مونیتور محلی (نظارت) که جمع آوری به موقع اطلاعات را از طریق یک صفحه نمایش در منزل امکانپذیر می سازد تا مصرف آب آشامیدنی ، نیرو ، گاز و فاضلاب را نشان دهد .
 - پرتال های جامعه که یک مدخل و دروازه را برای اطلاعات مربوط به جامعه ، خدمات حکومتی ، خدمات بهداشتی ، خدمات آموزشی و ... را فراهم میسازد .
 - تکنولوژی ماشینی کردن منزل که امکان کنترل انرژی و وسائل صرفه جویی در منابع مانند سلولهای نوری - ولتی ، سایه زنی پنجره ها ، روشنایی ، سرد کردن ، گرم کردن ، آبیاری باغچه یا باغ ، نظارت مونیتوری امنیت و ... را بوجود می آورد .
 - سیستم های سرگرمی خانگی ، که از سیستم های متصل به اینترنت برای صدا و تصویر استفاده میکند .
 - قابلیت پهنای باند با سرعت بالا که از سیستم کنترل از راه دور حمایت میکند که به کارکنان اجازه میدهد با استفاده از کنفرانس های ویدئویی ، اطلاعاتی و صدا ، از داخل منزل کار کنند . این امر به طور عمده انتشار کربن را به طور معمول در زمان رفتن به سر کار تولید میشود را کاهش میدهد .
- ساده ترین مسیر برای پیوند دادن این مفاهیم و اعمال آنها در یک جامعه هوشمند در توسعه جوامع مسکونی سبز میباشد .

۵ - نتیجه گیری و پیشنهادات

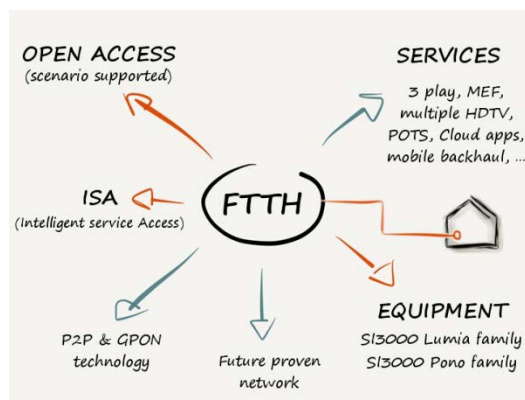
برای رسیدن به شهر هوشمند و تبدیل زندگی به یک قطب عالی ، خدماتی در خور و مناسب شهروندان ، افزایش بهره وری و صرفه جویی در انرژی و توسعه اقتصادی به سیاستهای حکومتی هوشمند بر پایه راه



شکل ۳ - مولفه های Big Data

۳-۷ - FttH

فیبر به خانه (Fibre to the home) نسل بعدی سرویس شبکه راه دور است. شبکه فیبر نوری قابلیت ارائه خدمات متعدد برای تحویل صدا، داده ها و ویدئو بر روی فیبر تک مستقیم به هر خانه میباشد (شکل ۴). شبکه فیبر واقعی با سرعت بالا ، ارائه خدمات باند پهن را شامل میشود . سرعت شبکه ۱۰۰ Mbps است و سرعت های بالاتر در آینده نزدیک ارائه خواهد شد.



شکل ۴ - خدمات FttH

۴ - استراتژی هایی برای جوامع هوشمند

مفهوم منازل ،جوامع و شهرهای هوشمند در بردارنده دامنه ای از سیاستها و استراتژیهایی است که باید موازی با یکدیگر توسعه یابند . زیر ساخت هوشمند برای ارتباطات ، انرژی ، حمل و نقل و ... مورد نیاز میباشد . عنصر کلیدی در " هوشمندی " توانایی آن در جمع کردن اطلاعات ، آنالیز کردن آن و تهیه یک فیدبک هوشمند می باشد . این پیشرفت ها به عنوان اینترنت اشیاء یا چیزها (Internet of Things) یا (IoT) نامیده میشود [۵]و شامل عناصر از پردازش ماشین با ماشین (M2M) میباشد . یعنی مدیریت اطلاعات در زمان واقعی و مدیریت Big Data . ارتباطات یک عنصر اساسی در تمام فعالیتهای هوشمند میباشد . اطلاعات شهر هوشمند از اینترنت اشیاء ، اینترنت خدمات (IoS) و اینترنت مردم (IoP) حاصل میشود . بدون وجود سیاستهای حکومتی محکم و پایدار برای هدایت بخشهای مختلف بصورت واقعی بمنظور به اشتراک گذاشتن زیر ساخت بر مبنای تسهیلات ، هیچ عمل هوشمندانه ای در آینده نزدیک رخ نخواهد داد . به یک مدیریت و رهبری از بالا نیاز است تا بخشها را برای

حلهایی یکپارچه است که فراتر از مرزهای منطقه ای باشد نیاز است . هر چقدر هم که ما در مورد شهرهای هوشمند ، حمل و نقل هوشمند ، شبکه های هوشمند ، ساختمانهای هوشمند و یا بهداشت و سلامتی هوشمند سخن بگوییم – اما آنچه مورد نیاز است اطلاعات مفیدی هستند که در زمان واقعی آنالیز شوند تا مردم یا ماشین ها بتوانند تصمیمات لحظه ای را در خصوص بازدهی انرژی ، شرایط رفت و آمد ، اوضاع جوی و مسائل مربوط به مراقبتهای بهداشت فردی را اتخاذ نمایند .اساس پیشرفت های هوشمند IoT و M2M است .

۶- سپاسگزاری

و شمع را طریقتی است که تا پایان راه یاریگرش خواهد بود و پروانه را معرفتی است که تا پایان راه کسب خواهد کرد و شمع سان خواهد سوخت و حکایت شمع حکایت دستان «استاد» بود که بی صدا می سوخت . استاد گرامی جناب آقای مهدی جوانمرد دلسوزی ، تلاش و کوشش حضرتعالی در تعلیم و تربیت و انتقال معلومات و تجربیات ارزشمند در کنار برقراری رابطه صمیمی و دوستانه با دانشجویان و ایجاد فضائی دلنشین برای کسب علم و دانش و درک شرایط دانشجویان حقیقتاً قابل ستایش است . اینجانب بر خود وظیفه می دانم در کسوت شاگردی از زحمات و خدمات ارزشمند شما استاد گرانقدر تقدیر و تشکر نمایم.

مراجع

- [۱] جدید شهرام ، علیرضا ذکریا زاده، شبکه های هوشمند، چاپ اول، سال ۱۳۹۱.
- [۲] ویسی، اکبر، قیسوندی، آرمان، شهر هوشمند تکوین انقلاب شهری نوین شهر الکترونیک واقعیت شهرهای فردا، نشریه اطلاع رسانی و کتابداری ، کتاب ماه هنر، مرداد ۱۳۹۰، شماره ۱۵۵
- [3] Stamatina Th. Rassia, Panos M. Pardalos, " Cities for Smart Environmental and Energy Futures ", Energy Systems 2014, pp 9-20.
- [4] H. Schaffers, N. Komninos, and M. Pallot, "Smart Cities as Innovation Ecosystems Sustained by the Future Internet", FIREBALL, Technical Report, 2012
- [5] O. Haubensak, " Smart Cities and Internet of Things, Business Aspects of the Internet of Things", Seminar of Advanced Topics, ETH Zurich, 2011, pp. 33-39.
- [6] Christine Hertzog, " 5 smart grid and smart city predictions for 2020 " , Published January 08, 2014.
- [7] Jeff Siegel, "Investing in Renewable Energy Wiley"; 1 edition, October 6, 2008
- [8] Brad Linscott, "Renewable Energy", published by Tate Publishers, 2011.
- [9] Kithsiri Liyanage, Jianzhong Wu, Nick Jenkins, Akihiko Yokoyama, " Smart Grid: Technology and Applications " ، 2012.04.09 .