

# فن آوری اطلاعات

بخش دهم

سیستمهای اطلاعات مدیریتی ساختمان

(مفاهیم و کاربردها)

INFORMATION TECHNOLOGY

PART 10

BUILDING MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS

(BMIS)

(CONCEPTS & APPLICATIONS)

بخش تحقیق و توسعه

تابستان ۱۳۸۳



RAH SHAHR



## فن آوری اطلاعات (Information Technology)

بخش دهم: سیستم‌های اطلاعات مدیریتی ساختمان (مفاهیم و کاربردها)

### Building Management Information Systems (Concepts & Applications)

به کوشش:

آقایان مازیار دباغ، روزبه علی‌بیک، وحید نصیری، مرتضی امیرمیران، آذرخش جلالوند  
و خانمها الهام هراتی، دنواز موبدپور، ساناز سیدموسوی  
(مشاور فن آوری اطلاعات، مدیریت و آموزش ره‌پردها)

حروفچینی کامپیوتری: بخش حروفچینی ره‌شهر

چاپ و صحافی: چاپ ره‌شهر

## پیشگفتار

آیا کسی را می‌شناسید که از صرفه‌جویی در هزینه‌های زندگی و کار استقبال نکند؟ برای مثال مدیر یک شرکت می‌داند که اگر هزینه‌های مصرفی ساختمان شرکت کاهش یابد، می‌تواند این هزینه را در جهت توسعه فعالیت‌های شرکت بکار گیرد؛ و هر کارمندی هم می‌داند که توسعه فعالیت‌های شرکت، به معنای سوددهی بیشتر آن و در نهایت رفاه بیشتر کارکنان می‌باشد. در دنیای امروز که عصر انفجار اطلاعات می‌باشد، مسلماً کسی موفق‌تر است که ضمن دانستن اطلاعات بیشتر امکان پردازش اطلاعات را داشته باشد. فرض کنید مدیر شرکتی از روشهای سنتی مدیریت استفاده می‌کند. اگر او بخواهد اطلاعات دقیقی از وضعیت ساختمان و کارکنان شرکت جمع‌آوری نماید، ملزم به بکارگیری نیروی انسانی می‌باشد تا هم بر کار کارمندان نظارت داشته باشند، و هم در هنگام بروز شرایط بحرانی مثل آتش‌سوزی یا خرابی تجهیزات، تصمیمات مناسبی اخذ نمایند. مشکلات این روش کاملاً مشخص است. برای مثال در یک شرکت بزرگ، تعداد زیادی از این افراد مورد نیاز است که خود هزینه بالایی را بر شرکت تحمیل می‌کند ضمن اینکه اصولاً انسان جایز‌الخطا است و این ناظران هم ممکن است اشتباهات جبران‌ناپذیری داشته باشند البته نباید مزایای این روش را هم فراموش نمود. به نظر می‌رسد که مهمترین حسن استفاده از نیروی انسانی در مدیریت ساختمان، همان قدرت تصمیم‌گیری و خلاقیت انسان می‌باشد.

در مقابل، مزایای استفاده از روشهای نوین مدیریت ساختمان - که اصول آن برپایه مشارکت انسان و ماشین (اتوماسیون) بنا نهاده شده است - نیز غیرقابل انکار می‌باشد. یک ماشین هیچگاه خسته نمی‌شود و در نتیجه امکان اشتباه در اثر خستگی برای آن بی‌معنی است ضمن اینکه دقت ماشین در اندازه‌گیری و تشخیص وضعیت نیز بسیار بالا است. اما در عوض قدرت خلاقیت ندارد که البته این هم با برنامه‌ریزی دقیق آن و توجه به تمام جزئیات قابل حل می‌باشد. بنابراین همانطور که روشهای خودکار ماشینی در بسیاری از عرصه‌های زندگی انسان نفوذ کرده، به نظر می‌رسد نمی‌توان از ورود این روشها در سیستم‌های مدیریتی ساختمان نیز جلوگیری نمود.

عملکرد سیستم‌های مدیریت ساختمان یا BMS (Building Management Systems) در جهت کاهش هزینه‌های بهره‌برداری از ساختمان و استفاده بهینه از تکنولوژی و بکارگیری فن‌آوری ارتباطات و رایانه در

مجموع، صرفه‌جویی انرژی را در بر خواهد داشت بطوریکه صرفه‌جویی‌های ناشی از بکارگیری این سیستم‌ها در مدت زمان کوتاهی موجب جبران هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه می‌شود. سیستم‌های کنترل هوشمند دارای انعطاف بالایی خواهند بود که می‌توان بر راحتی آنها را با نیازهای مختلف منطبق نمود. همچنین در هنگام بهره‌برداری بر راحتی می‌توان عملیات تغییر و بهینه‌سازی برای راهبری بهتر و کاهش هزینه‌های انرژی و کاهش هزینه‌های تعمیراتی را انجام داد.

BMS در ایران نیز مدتی است شناخته شده است و مدیران و مشاوران سازمان‌ها و شرکت‌ها فواید آن را به‌خوبی درک نموده‌اند. به‌همین دلیل و در این راستا به بحث و بررسی مفاهیم و ابعاد مختلف سیستم‌های مدیریت ساختمان BMS می‌پردازیم.

این نشریه در ادامه ۹ نشریه قبلی فن‌آوری اطلاعات - که با موضوعات "مفاهیم کلی فن‌آوری اطلاعات"، "مدیریت فن‌آوری اطلاعات"، "تجارت الکترونیک"، "امنیت در تجارت الکترونیک"، "تجارت بی‌سیم"، "بازاریابی الکترونیک"، "شهرداری الکترونیک"، "آموزش الکترونیک" و "آموزش الکترونیک (بخش دوم)" تهیه شده‌اند، که با همت مهندسين مشاور ره‌پرda که یکی از مشاورین متخصص در زمینه IT از گروه مهندسين مشاور ره‌شهر می‌باشد، با موضوع "سیستم‌های مدیریت ساختمان منتشر می‌گردد. امید است این مجموعه بتواند آشنائی مقدماتی و اطلاعات پایه‌ای در این زمینه در اختیار خوانندگان محترم قرار دهد.

سعید شهیدی

مدیر بخش تحقیق و توسعه

## مقدمه

امروزه بدلیل نیاز روزافزون سازمانها و شرکتهای به فضای کاری، ساختمان‌هایی که برای این منظور ساخته می‌شوند، بسیار بزرگتر و پیچیده‌تر از سالهای قبل می‌باشند. این مساله باعث می‌شود که اولاً سازماندهی و مدیریت ساختمان مشکل‌تر گردد، و ثانیاً به علت بالارفتن حجم فعالیت‌های انجام گرفته در ساختمان، احتمال بروز رخدادهای نامطلوب بیشتر شود.

برای رفع مشکلات مذکور و تسهیل در مدیریت و کنترل ساختمانها، سیستم‌های مدیریت ساختمان (BMS) Building Management System ابداع گردیده‌اند. این سیستم‌ها، ترکیبی از سخت‌افزار و نرم‌افزارهای لازم برای کنترل وضعیت ساختمان و کمک به تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی می‌باشند. بعلاوه این سیستم‌ها، بدلیل بهینه‌سازی مصرف انرژی، در کاهش هزینه‌ها نیز بسیار مؤثر هستند.

برخی از مزایای دیگر BMS عبارتند از:

- عکس‌العمل بهتر و سریعتر در شرایط بحرانی،
  - انعطاف‌پذیری در برنامه‌ریزی برای برطرف کردن نیازهای ساختمان،
  - به دلیل انجام همه اعمال بر اساس توابع برنامه‌ریزی شده کامپیوتری، روال کنترل بر ساختمان ساده و در عین حال بسیار دقیق است،
  - بدلیل نمایش تمامی اطلاعات لازم به صورت گرافیکی بر روی نمایشگرها، مدت زمان لازم برای نظارت بر بخش‌های مختلف کاهش می‌یابد،
  - بدلیل متمرکز بودن مدیریت و برنامه‌ریزی با در نظر گرفتن همه جوانب، مصرف انرژی کاهش می‌یابد،
  - به حداقل رساندن نیروی انسانی جهت کنترل،
  - داشتن یک کنترل ایمنی دائم،
  - برقراری امنیت در ساختمان،
  - تنظیم شرایط محیطی ساختمان با توجه به کاربری‌های آن.
- در این نشریه، زیرساخت‌ها و مسائل تئوریک لازم برای پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعات مدیریت ساختمان مطرح شده و ویژگی‌ها و عملکردهای آنها مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	تعاریف اولیه.....
۲.....	طراحی و پیاده‌سازی سیستم مدیریت ساختمان (BMS).....
۲.....	مدیریت تأسیسات و تجهیزات (Facility Management).....
۳.....	مدیریت خدمات (Service Management).....
۴.....	مدیریت امنیت (Security Management).....
۴.....	اداره ساختمان.....
۵.....	لایه‌های سخت افزاری BMS.....
۶.....	عملکرد سیستم.....
۶.....	عملکرد کنترل‌کننده‌های منطقه‌ای.....
۶.....	عملکرد کنترل‌کننده‌های لایه سیستمی.....
۷.....	عملکرد سطح عملیاتی.....
۹.....	پردازش‌های مواقع بحرانی.....
۱۰.....	ساختمان‌های هوشمند (Intelligent Buildings).....
۱۰.....	تعریف ساختمان هوشمند.....
۱۱.....	مزایای یک ساختمان هوشمند.....
۱۱.....	مدیریت ساختمان هوشمند و بهینه‌سازی مصرف انرژی.....
۱۲.....	نیازهای پروژه.....
۱۳.....	مدیریت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی.....
۱۴.....	سیستم‌های ایمنی.....
۱۵.....	سیستم‌های مخابراتی.....
۱۵.....	اتوماسیون محیط کاری.....
۱۶.....	خدمات جانبی.....
۱۷.....	ویژگی‌های یک شبکه مناسب و سازگار با IB.....
۱۷.....	پروتکل‌های ارتباطی.....
۱۸.....	ساختار شبکه مورد نیاز BMS.....
۲۱.....	خلاصه و نتیجه‌گیری.....
۲۳.....	پيوست: سطوح تمیز و هوشمند.....
۲۹.....	منابع و مأخذ.....

## تعاریف اولیه

حدود نیم قرن است که BMS بعنوان یک دانش مطرح شده است و به طبع هر دانشی اصطلاحات مخصوص به خود را دارد. از آنجا که یکی از بهترین روش‌های آشنایی با هر دانشی، درک مفاهیم و اصطلاحات اولیه آن علم می‌باشد، بجاست که در ابتدا با تعدادی از تعاریف اولیه علم BMS آشنا شویم:

- سیستم کنترل ساختمان (Building Control System) BCS: سیستمی که وظیفه کنترل آسایش و امنیت محیطها و تجهیزات ساختمان را برعهده دارد،
- سیستم کنترل و مدیریت ساختمان (Building & Management Control System) BMCS: تلفیقی از BMS و BCS می‌باشد،
- شبکه کنترل و اتوماسیون ساختمان (Building Automation & Control Network Protocol) BACnet Protocol یک پروتکل ارتباطی برای BMCS که توسط انجمن مهندسين گرمایش، سرمايش و تهویه مطبوع ایالات متحده (ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers) ارائه شده است،
- پروتکل‌های ارتباطی: مجموعه‌ای از قراردادها هستند که فرمت و محتویات پیام‌های (Messages) بین پردازشگرها را تعیین می‌کنند،
- داده‌های نمایشی پویا (Dynamic Display Data): اطلاعاتی مثل دما یا میزان روشنایی محیط‌های مختلف هستند که باید در فواصل زمانی معین، به‌هنگام شده و نمایش داده‌شوند. به‌نگام‌سازی اطلاعات به صورت خودکار یا دستی انجام می‌شود،
- سیستم مدیریت انرژی (Energy Management System) EMS: سیستمی که کارکرد، درجه حرارت و پردازش دستگاه (Heating, Ventilating and Air Conditioning) HVAC در یک ساختمان را بهینه می‌سازد و در نرم‌افزارهای BMS امروزی وجود دارد،
- ساختار سلسله‌مراتبی: سیستمی است که در آن پردازشگرها و کنترل‌کننده‌ها در سطوح یا لایه‌هایی قرار گرفته‌اند که هر لایه محدوده‌ای برای دسترسی و پردازش اطلاعات دارد. یک لایه‌بندی معمول، شامل این موارد

می‌باشد: پردازشگرهای سطح مدیریت، پردازشگرهای سطح عملیات، کنترل‌کننده‌های لایه سیستمی و کنترل‌کننده‌های محلی که در ادامه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### طراحی و پیاده‌سازی سیستم مدیریت ساختمان (BMS)

• مدیریت یک ساختمان شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

• مدیریت تأسیسات و تجهیزات (Facility Management)،

• مدیریت خدمات (Service Management)،

• مدیریت امنیت (Security Management).

هر کدام از آنها دارای زیر مجموعه‌هایی برای بهینه‌سازی مدیریت ساختمان هستند، که به ترتیب توضیح داده شده‌اند.

### مدیریت تأسیسات و تجهیزات (Facility Management)

این قسمت خود شامل زیرمجموعه‌هایی می‌باشد که به شرح زیر هستند:

• مدیریت قراردادهای و مستندسازی: اگر در ساختمان قراردادی منعقد یا لغو شود، باید زیر نظر این قسمت انجام گیرد. همچنین برای مستندسازی تجهیزات موجود در ساختمان، تأیید این قسمت مورد نیاز می‌باشد،

• انبار و دارایی‌ها: دارایی‌ها و همچنین تجهیزات ساختمان و انبارها زیر نظر این قسمت قرار دارد و هرگونه تغییر در آنها باید تحت نظر این مجموعه انجام گیرد،

• مدیریت فضای داخلی ساختمان: در این مجموعه تعیین می‌شود که هر وسیله‌ای در کجا باید قرار گیرد و هر جابجایی در ساختمان، باید با تأیید این بخش انجام شود،

• مدیریت ارتباط با ارائه‌کنندگان خدمات و پیمانکاران: برقراری ارتباط بین قسمت‌های داخل ساختمان و ارائه‌کنندگان خدمات و پیمانکاران به عهده این بخش می‌باشد،

• سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) GIS: نوع فعالیت برخی سازمان‌ها مانند شرکت‌های عمرانی و اکتشاف و استخراج نفت، به گونه‌ای است که محیط کاری آنها

ممکن است در مناطق دورافتاده قرار گرفته باشند. از سیستم GIS می‌توان برای ردیابی افرادی که در این مناطق فعالیت می‌کنند، استفاده نمود،

- تعمیر و نگهداری ساختمان (تعمیرات، بازدید دوره‌ای و ثبت گزارشها): این قسمت موظف است که در فواصل زمانی خاص، به تمامی قسمتهای ساختمان سرکشی کرده و گزارشی مبنی بر اینکه کدام قسمتها احتیاج به تعمیر، بازسازی و ... دارد و یا برای کدام قسمت باید وسایلی خریداری شود، تهیه نماید تا اقدامات لازم براساس این گزارش انجام گیرد،
- مدیریت نقل و انتقال: هر گونه نقل و انتقال اشیاء در ساختمان، زیر نظر این قسمت انجام می‌شود. مثلاً اگر کالائی بخواهد از انبار ساختمان به خارج از ساختمان منتقل گردد بوسیله این قسمت تأیید شده و انتقال می‌یابد،
- مدیریت آموزش: تمام آموزش‌های مورد نیاز افراد یا گروه‌های ساختمان باید با تایید و تحت نظارت این بخش انجام گیرد،
- مدیریت نظافت: این قسمت ناظر بر نظافت ساختمان است.

### مدیریت خدمات (Service Management)

زیرمجموعه‌های این بخش عبارتند از:

- مدیریت ارتباطات: مسئولیت سازماندهی ارتباطات داخلی و خارجی ساختمان برعهده این بخش می‌باشد،
- ردیابی افراد (کنترل ورود و خروج): از این طریق می‌توان ورود و خروج افراد را به ساختمان کنترل و ردیابی کرد،
- سیستم پرسنلی: اطلاعات مربوط به پرسنل داخل سازمان در این قسمت نگهداری می‌شود و همچنین مسائل مربوط به امور مالی آنها نیز در اینجا کنترل و تایید می‌شود،
- خدمات فنی: کلیه خدمات فنی ساختمان مانند تعمیر و بازسازی تجهیزات برعهده این قسمت می‌باشد.
- ارسال و دریافت مرسولات: برای راحتی کار، افراد داخل ساختمان می‌توانند مرسولات خود را به این قسمت داده و این قسمت آنها را به مقصد مورد نظر ارسال نماید. همچنین تمام مرسولات رسیده از خارج تشکیلات، به این قسمت آورده شده و سپس بین صاحبانشان توزیع می‌گردد،

- مدیریت دسترسی به اینترنت: این قسمت برای کنترل دسترسی افراد به اینترنت (کنترل خطوط شبکه، کاربران، زمان دسترسی و...)، در نظر گرفته شده تا امور بصورت بهینه انجام شوند،
- دسترسی به وب.

### مدیریت امنیت (Security Management)

شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

- کنترل تصویری: برای اعمال چنین کنترلی می‌توان از IP Camera در ساختمان استفاده کرد و تمام ساختمان و افراد آن را زیر نظر داشت که این کار به بالا رفتن امنیت ساختمان کمک می‌کند،
- کنترل ورود و خروج: یکی از راه‌های بالا بردن امنیت ساختمان، کنترل ورود و خروج افراد به ساختمان یا از آن است،
- ثبت ورود و خروج میهمان: جمع‌آوری اطلاعاتی از تعداد میهمانانی که در ساختمان وجود دارند و دعوت کنندگان آنها،
- سیستم اعلام حریق: در تمام ساختمان دستگاه‌هایی کار گذاشته می‌شود که در برابر حرارت و حریق حساس هستند. مثلاً اگر دمای محیط از حد تعیین شده برای دستگاه بالاتر رود، یا اینکه مقدار دود در آن قسمت بیشتر از حد معمول شود، این دستگاه اخطار می‌دهد،
- سیستم هشدار در مورد گاز: این سیستم برای جلوگیری از نشت گاز در ساختمان به کار می‌رود. اگر در جایی از ساختمان گاز نشت کرده باشد، این حسگرها فعال می‌شوند،
- سیستم هشدار آب گرفتگی.

### اداره ساختمان

- کنترل نور: در ساختمان می‌توان وسایل و دستگاه‌هایی قرار داد که با دریافت و پردازش میزان نور ساختمان به صورت خودکار آن را تنظیم نمایند. این دستگاه‌ها در صورت لزوم دریچه‌های نور را بسته یا باز می‌کنند و یا بطور خودکار هنگامی که نور کم باشد منابع نورانی ساختمان را روشن می‌نمایند،
- کنترل آسانسور: نحوه کارکرد آسانسور، مثلاً محل فعلی کابین و باز یا بسته بودن درب‌ها، از جمله مواردی است که تحت کنترل این بخش قرار می‌گیرند،

- کنترل تهویه هوا: برای تهویه هوا نیز مانند نور می‌توان از دستگاه‌های مخصوصی استفاده کرد که در صورت لزوم دریچه‌های مخصوص را بسته یا باز کنند،
- کنترل گرما: مشابه حسگرهای نور و هوا کنترل می‌شود،
- کنترل دود.

### لایه‌های سخت افزاری BMS

#### پردازنده لایه مدیریت (Management-level processor)

معمولاً یک رایانه است که برای جمع‌آوری، ذخیره و پردازش اطلاعات بکار می‌رود. این سیستم می‌تواند به تمام قسمت‌های لایه‌های پایین‌تر دسترسی داشته باشد.

#### پردازنده لایه عملیاتی (Operation-level processor)

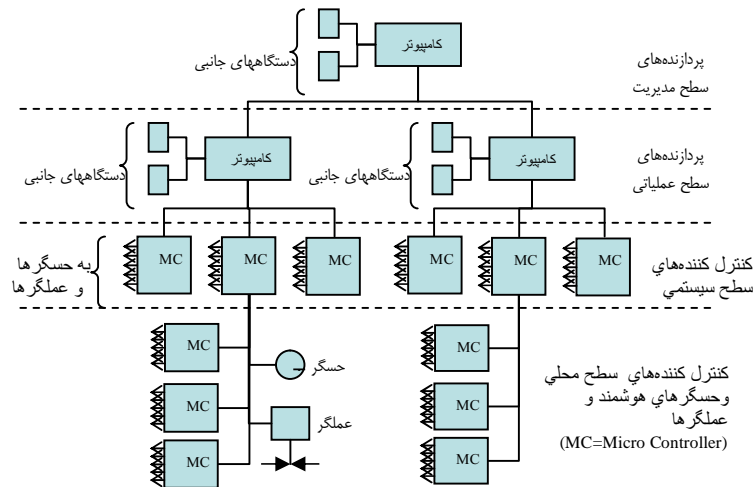
یک رایانه است که با توجه به دستورات لایه بالاتر، لایه پایین‌تر را کنترل می‌کند. در واقع می‌توان گفت که لایه‌های بالاتر تشخیص می‌دهند که چه عملی باید انجام شود و این لایه تعیین می‌کند که برای انجام این عمل، چه دستگاه‌هایی و به چه نحوی باید فعال شوند.

#### کنترل کننده‌های لایه سیستم (System-level controller)

این کنترل کننده‌ها که دارای یک ریزپردازنده هستند، تجهیزات ساختمان را کنترل می‌کنند و معمولاً شامل یک ورودی/خروجی و یک مجموعه از برنامه‌های کنترلی هستند. ممکن است برخی از این کنترل کننده‌ها قابلیت مدیریت بیش از یک دستگاه را داشته باشند. در یک سیستم BMS، کنترل کننده‌ها پردازش‌های اولیه اطلاعات را برای لایه‌های بالاتر انجام می‌دهند.

#### کنترل کننده منطقه‌ای (Zone-level controller)

عموماً حسگری است شامل یک ریزپردازنده که فقط اطلاعات مربوط به یک وسیله یا محیط را دریافت می‌کند و پایین‌ترین لایه کنترل می‌باشد.



سلسله مراتب ساختار کنترل در BMS

### عملکرد سیستم

هریک از سطوح BMCS تا حدی خودمختاری دارد و اطلاعات لازم برای پردازنده های سطح بالاتر را جمع آوری می نماید. این پروسه جمع آوری و پردازش اطلاعات، از پایین ترین لایه (کنترل کننده های منطقه ای) آغاز شده و تا بالاترین سطح ادامه می یابد.

### عملکرد کنترل کننده های منطقه ای

مهمترین وظیفه این سطح، جمع آوری اطلاعات از حسگرها و ارتباط با عملگرها می باشد تا بتواند اطلاعات اولیه را برای پردازنده های بالاتر تهیه نماید.

### عملکرد کنترل کننده های لایه سیستمی

این لایه پردازش های پیشرفته تری نسبت به کنترل کننده های محلی انجام می دهد و در مقایسه با آن، خودمختاری بیشتری هم دارد. لایه سیستمی، مدیریت چندین DDC (Direct Digital Control) را برعهده دارد و با انجام یک سری پردازش های پیچیده، می تواند عملکرد سیستم تهویه مطبوع را کنترل نماید. انواع دیگری از کنترل کننده های لایه سیستمی، قادر به نمایش وضعیت سیستم های اعلام حریق، سیستم های امنیتی، و یا کنترل کننده های نور ساختمان می باشند. این کنترل کننده ها حتی می توانند نحوه ورود و خروج افراد را بوسیله دستگاه های کارت خوان کنترل نمایند.

## عملکرد سطح عملیاتی

این لایه، سومین سطح در ساختار BMCS می‌باشد. برخی فعالیت‌های درون ساختمانی مانند مدیریت پرسنل، یک ارتباط روزانه با این لایه برقرار می‌نمایند. سخت‌افزار و نرم‌افزار مورد نیاز این لایه به‌گونه‌ای است که اصولاً برای برقراری ارتباط با کاربر در نظر گرفته شده است و نه برای ارتباط با دستگاه‌های مکانیکی مانند کنترل‌کننده‌های لایه منطقه‌ای. حال به بررسی این دو بخش کلی سطح عملیاتی (سخت‌افزار و نرم‌افزار) می‌پردازیم:

## سخت‌افزار

پردازشگرهای این لایه، باید ظرفیت و حافظه لازم برای تمامی ارتباطات و نرم‌افزارهای مورد استفاده توسط کاربران را داشته باشد. به همین دلیل معمولاً یک رایانه با مشخصات زیر برای آن در نظر گرفته می‌شود:

- پردازنده‌ای با قدرت بالا،
- کیبورد، ماوس یا ورودی‌های دیگر،
- نمایشگر با وضوح بالا،
- رم (RAM) مناسب،
- هارد دیسک (Hard Disk)،
- فلاپی درایو (Floppy Drive)،
- انواع پورت‌های مورد نیاز،
- بردهای ارتباطی مانند: فکس مودم، شبکه محلی (LAN, fax-modem, ...)،
- چاپگر (حداقل یک عدد).

## نرم‌افزار

همانطور که سخت‌افزار، تعامل کاربر با سیستم را امکان‌پذیر ساخته و خروجی اطلاعات را نمایش می‌دهد، نرم‌افزار مشخص می‌کند که این تعامل به چه صورت انجام شود و فرمت داده‌های خروجی چگونه باشد. برخی از این نرم‌افزارها عبارتند از:

## • نرم افزار ارتباطی

در لایه عملیاتی، نرم افزار با همه پردازشگرهای لایه محلی و سیستمی در ارتباط می باشد. عملکرد ارتباطی شامل این موارد است:

- دریافت هشدار (Alarm) و گزارش های بازگشت به حالت عادی،
- دریافت وضعیت ها و مقادیر در پروسه ها،
- انتقال داده های عمومی و گزارش هشدارها به سایر دستگاهها از طریق شبکه ETHERNET،
- ارسال پیام درخواست برای نمایش داده ها،
- ارسال پیام درخواست برای گزارش داده ها،
- Upload و Download نرم افزارهای کنترلی،
- صدور فرمان های دیجیتال و آنالوگ،
- خواندن و نوشتن اطلاعات مربوط به بانکهای اطلاعاتی کنترل کننده ها با توجه به محدودیتها، زمان و موارد دیگر،
- وارد یا ویرایش نمودن برنامه های پردازشگرهای سطح کنترلی،
- پیکربندی یا ویرایش نمودن برنامه های پردازشگرهای سطح محلی.

## • سرویس دهنده (Server)

وقتی که از سطوح مدیریتی و عملیاتی متفاوتی استفاده می شود، معمولاً یکی از آنها به عنوان بانک اطلاعات سرور در نظر گرفته می شود. تغییراتی که هر پردازشگر روی اطلاعات انجام می دهد در نهایت در این بانک اطلاعاتی ذخیره می گردد. سرور یک سری عملیات نرم افزاری انجام می دهد و معمولاً در یک رایانه متصل به شبکه LAN با قدرت پردازش بالا نصب شده است.

## • سیستم امنیتی

سیستم امنیتی از دسترسی های غیرمجاز جلوگیری می نماید و قادر است محدوده دسترسی کاربران مختلف را کنترل نماید. کاربران سطح بالا، می توانند محدوده دسترسی کاربران سطح پایین تر را کنترل نمایند. اگر در یک فاصله زمانی معین فعالیتی از طرف کاربر مشاهده نشد، سیستم بصورت خودکار او را Signed-off نموده و تمامی ورود و خروجها را ثبت می کند.

## پردازش‌های مواقع بحرانی

هنگامی که هشدار از جانب یکی از کنترل‌کننده‌ها دریافت می‌شود، پردازشگرهای لایه عملیاتی، پردازش‌های اولیه برای شناسایی آن هشدار را به صورت زیر انجام می‌دهند:

- تعیین اینکه آیا محل ارسال هشدار به پردازشگری که آنرا دریافت کرده مربوط می‌باشد یا خیر،
- انتقال هشدار به سرور به منظور انجام عمل بایگانی و به بقیه پردازشگرهای LAN،
- اگر هشدار معتبر بود آنگاه:
  - نمایش فوری آن،
  - چاپ پیغام هشدار بوسیله چاپگر مربوطه،
  - ثبت تاریخ و ساعت،
  - تهیه گزارش از اقدامات انجام گرفته تاکنون،
  - تعیین نوع پیغام صوتی،
    - § بدون صوت،
    - § به صورت ممتد برای یک مدت زمان مشخص،
    - § بیپ منقطع سریع، نرمال یا کند،
  - نمایش گرافیکی اتوماسیون،
  - آماده کردن یک سری کلیدهای عملیاتی در صورت درخواست کاربری که با محیط گرافیکی کار می‌کند،
- تعیین موقعیت خطر روی نقشه گرافیکی در صفحه نمایش.

## گزارش‌ها

نرم‌افزار سیستم مدیریت ساختمان (BMS) باید دارای سیستم گزارش دهی بسیار کامل و متنوعی باشد. برخی از این گزارش‌ها عبارتند از:

- گزارش‌های دوره‌ای از وضعیت دما و رطوبت ساختمان،
- خلاصه گزارش تمامی نقاط تحت کنترل،
- تهیه گزارش از فعالیت‌های یک دستگاه، مستقل از ارتباط آن با دستگاه‌های دیگر،
- خلاصه وضعیت کنترل‌کننده.

با توجه به مطالب مطرح شده، نظر می‌رسد که "سیستم مدیریت ساختمان" را نمی‌توان در یک ساختمان معمولی پیاده‌سازی کرد. به بیان دیگر، ساختمانی که قرار است در آن سیستم مدیریت نوین اعمال شود، نیاز به تجهیزات خاصی دارد و به همین دلیل مبحث "ساختمان هوشمند" مطرح می‌شود. در ادامه چکیده‌ای از مفاهیم و ویژگی‌های "ساختمان‌های هوشمند" مورد بررسی قرار گرفته است.

## ساختمان‌های هوشمند (Intelligent Buildings)

### تعریف ساختمان هوشمند

بطور کلی ساختمان هوشمند (IB)، ساختمانی است مجهز به یک زیر ساختار ارتباطی قوی، که می‌تواند به صورت مستمر نسبت به وضعیت‌های متغیر محیط، عکس‌العمل نشان داده و خود را با آنها وفق دهد و همچنین به ساکنین ساختمان اجازه می‌دهد که از منابع موجود به صورت مؤثرتری استفاده نمایند.

هزینه‌های جاری یک ساختمان معمولاً هزینه‌های سربار زیادی را برای انواع مشاغل و ساکنان ایجاد می‌کند و همین موضوع می‌تواند در سوددهی نقش عمده‌ای را ایفا کند. بعلاوه، بسیاری از سازمان‌ها در دنیا به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هرچه بهتر کردن محیط‌های کاری و زندگی خود روی آورده‌اند. از آنجا که منافع استفاده از مدیریت صحیح ساختمان، کاملاً واضح و قابل لمس می‌باشد، بکارگیری آن حتی در شرکت‌های کوچک نیز رواج یافته است.

مدت زیادی نیست که بحث درباره موضوع ساختمان‌های هوشمند در محافل عمومی مطرح گردیده است. حال ببینیم که یک ساختمان هوشمند، چگونه ساختمانی است؟ تعریفی که در ایالات متحده درباره یک ساختمان هوشمند عنوان می‌شود چنین است: «یک ساختمان هوشمند ساختمانی است با هزینه نگهداری کم و ضریب امنیت بالا که این ویژگی‌ها بوسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستم‌های اطلاعاتی، ساختار فیزیکی و تجهیزات، خدمات و مدیریت ساختمان حاصل می‌گردند.»

یک ساختمان هوشمند این مزایا را از طریق سیستم‌های کنترلی هوشمند ارائه می‌نماید. این سیستم‌ها

عبارتند از:

- سیستم تهویه مطبوع ساختمان (HVAC)،
- اعلام حریق و مقابله با آن (Fire safety)،
- امنیت ساختمان (Security)،

- مدیریت کنترل انرژی و نور (Energy/lighting management).

مجموعه سیستم‌های اطلاع رسانی ساختمان در قالب یک سیستم مدیریت مرکزی ساختمان (BMS) متمرکز گردیده و مدیریت ساختمان را در نگهداری از آن کمک می‌نمایند.

### مزایای یک ساختمان هوشمند

مزایای یک ساختمان هوشمند از طریق خودکار نمودن سیستم‌هایی مانند گرمایش (Heating)، تعویض هوا (Ventilation)، و تهویه مطبوع (AC)، سیستم اعلام حریق و آتش نشانی، سیستم‌های امنیتی و مدیریت انرژی و روشنایی بوجود می‌آید. بطور مثال، در نظر بگیرید که در یک ساختمان آتش‌سوزی رخ دهد. سیستم اعلام حریق بصورت خودکار با سیستم ایمنی ارتباط برقرار می‌کند و در نتیجه قفل کلیه درب‌ها باز شده و مردم می‌توانند به راحتی از محل حریق دور شوند. ضمناً سیستم ایمنی با سیستم تهویه مطبوع نیز ارتباطی خودکار برقرار کرده و از این طریق هوای سالم جایگزین هوای دودآلود می‌شود. علاوه بر این، یک ساختمان هوشمند مزایای زیر را نیز برای صاحبان این نوع ساختمان‌ها به ارمغان می‌آورد:

- پیاده سازی یکپارچه سیستم کابل کشی ساختمان برای نیازهای حال و آینده،
- محیط کابل کشی استاندارد (مثلاً کابل فیبر نوری)،
- مدیریت متمرکز کل سیستم،
- صرفه‌جویی در مصرف تأسیسات حرارت مرکزی،
- صرفه‌جویی در مصرف برق،
- صرفه‌جویی در هزینه کابل کشی‌های آتی و پراکنده،
- بالارفتن کیفیت ارائه خدمات ساختمان،
- ایجاد درآمد برای سرمایه گذاران اصلی ساختمان بصورت شارژ خدماتی.

### مدیریت ساختمان هوشمند و بهینه سازی مصرف انرژی

یکی از اصول ساختمان هوشمند این است که هزینه‌های واقعی یک ساختمان را فقط هزینه‌های ساخت نباید تصور نمود، بلکه باید به آنها هزینه‌های راهبری، تعمیرات و نگهداری را نیز اضافه کرد. ساختمان هوشمند تمامی این هزینه‌ها را بوسیله کنترل اتوماتیک و یکپارچه‌ی مخابرات و سیستم مدیریت کاهش می‌دهد.

## جدول مقایسه اتلاف انرژی

این جدول مقایسه اتلاف انرژی در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰، مربوط به دو ساختمان می‌باشد که هر دو به موازات هم طراحی و ساخته شده‌اند. تفاوت آنها در نحوه مدیریت انرژی و مساحت آنها می‌باشد. به این صورت که ساختمانی که ما آنرا شماره ۱ می‌نامیم، در زمینی به مساحت ۲۴۲۷۵ مترمربع و برپایه روش‌های سنتی ساخته شده و دیگری (شماره ۲) برپایه روش‌های نوین مدیریت انرژی و با مساحتی در حدود ۵۴۹۷۰ مترمربع، طراحی و اجرا شده است.

جمع کل اتلاف انرژی (کیلوژول)		گاز طبیعی (کیلوژول)		حرارت (کیلوژول)		انرژی الکتریکی (کیلوژول)		ساختمان / سال
شماره ۱	شماره ۲	شماره ۱	شماره ۲	شماره ۱	شماره ۲	شماره ۱	شماره ۲	
۲۹۵۱۹	۳۱۱۲۳	۱۲۴۰۱	۱۳۰۷۵	محاسبه نشده	محاسبه نشده	۱۷۱۱۷	۱۸۰۴۸	۱۹۹۶
۳۵۷۳۶	۳۷۶۷۹	۱۳۰۰۶	۱۳۲۲۲	۱۱۹۶۹	۱۲۶۱۹	۲۳۷۶۸	۲۵۰۶	۱۹۹۷
۳۲۳۷۱	۳۴۱۳۱	۱۲۷۵۴	۱۳۱۷۱	۸۶۵۰	۹۱۲۰	۲۳۷۲۲	۲۵۰۱۱	۱۹۹۸
۳۶۲۳۶	۳۸۲۰۵	۱۳۲۳۳	۱۳۳۴۰	۱۱۰۰۵	۱۱۶۰۳	۲۵۲۳۱	۲۶۶۰۲	۱۹۹۹
۳۷۱۸۶	۳۹۲۰۷	۱۴۱۴۳	۱۴۶۵۷	۱۱۹۸۶	۱۲۶۳۷	۲۵۲۰۰	۲۶۵۷۰	۲۰۰۰

ملاحظه می‌شود که مصرف انرژی ساختمان شماره ۲ (با مساحتی به اندازه دوبرابر ساختمان قدیمی)، تقریباً

معادل با مصرف انرژی ساختمان شماره ۱ می‌باشد.

## نیازهای پروژه

در ابتدای قرن بیست و یکم که تغییرات فرهنگی و تکنولوژیکی زیادی صورت گرفته و همچنین نحوه نگرش مردم در مورد محیط کاری و زندگی خود، چه در بخش تجاری، صنعتی و حتی مسکونی تغییر کرده است، نیاز به محیطی که حداکثر استفاده با حداقل هزینه را بتوان در آن تجربه کرد، وجود دارد. سیستم‌های مختلفی که در یک ساختمان هوشمند بکار گرفته می‌شوند که برخی از آنها عبارتند از:

- سیستم مدیریت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی،
- سیستم‌های ایمنی (Life safety)،
- سیستم‌های مخابراتی (Communication systems).

- سیستم‌های اتوماسیون محل کار.

### مدیریت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی

مساله انرژی در کشور ما تاکنون مورد توجه بایسته‌ای قرار نگرفته است و یارانه‌های دولتی بدلیل در دسترس بودن منابع انرژی، همواره ما را از توجه به ارزش واقعی انرژی در اشکال مختلف آن باز داشته است. در سالهای اخیر، به دلایل گوناگون، لزوم محاسبه میزان مصرف صرفه‌جویی انرژی بعنوان یک ضرورت قطعی و اجتناب ناپذیر، آشکار گشته است. سرعت رشد مصرف داخلی انرژی به حدی است که با روند موجود توسعه منابع نفتی، دقیقاً مشخص نیست تا چه زمانی قادر به تداوم صادرات باشیم.

بخش ساختمان بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، که به‌نظر می‌رسد ارزش آن به قیمت جهانی سالیانه بالغ بر شش میلیارد دلار می‌گردد در صورتی که می‌توان با اجرای سیستم‌های نوین در ساختمان‌ها، این هزینه را به شکل قابل توجهی کاهش داد و هزینه‌ای که برای پیاده کردن این سیستم اجرا می‌شود را در مدت زمان نه چندان درازی از راه ذخیره منابع تولید انرژی، جبران نمود.

حرکت از شرایط موجود به سوی یک وضع قابل قبول، قطعاً تلاش هماهنگ و عظیمی را از سوی مردم و مسئولین بصورت پیوسته می‌طلبد، که BMS همین هدف را دنبال می‌کند. برای مثال در ساختمان‌هایی که انرژی زیادی از طریق سیستم روشنایی مصرف می‌شود، با هوشمندسازی این سیستم می‌توان تا حد زیادی از اتلاف انرژی جلوگیری کرد. این عمل با ترکیب روشنایی روز و روشنایی مصنوعی به بهترین نحو و روشن و خاموش کردن چراغها در زمان مناسب تحقق پیدا می‌کند.

طرح ساختمان هوشمند باعث شده که در مصرف انرژی به مقدار قابل ملاحظه‌ای صرفه‌جویی شود و همچنین مدیریت آن بسیار آسان گردد. از سیستم‌های کامپیوتری بصورت قابل ملاحظه‌ای در این رابطه استفاده می‌شود. این سیستم‌ها عبارتند از:

- سیستم اتوماسیون ساختمان (Building Automation System)،

- Motion Detection: از لحاظ امنیت و کنترل روشنایی کاربرد دارد،
- Pool Control: کنترل فیلترها و دما و تاثیر اشعه نور خورشید بر استخر،
- Vehicle Detection: در هنگام ورود وسیله نقلیه چراغها را روشن و تصویر دوربین پارکینک

را بر روی تلویزیون نمایش می‌دهد،

- Irrigation : سیستم کنترل اتوماتیک آبیاری، مخصوص فضای سبز ساختمان،
- Security : کنترل هوشمند امنیتی،
- Trend Temperature : نمایشگرهای دما و رطوبت هوای بیرون و داخل ساختمان،
- Multi Room Audio : سیستم‌های صوتی هوشمند،
- Cooling & Heating : سیستم کنترل هوشمند سرمایش و گرمایش،
- Internet & Telephone : سیستم تلفن سانترال و شبکه داخلی،
- Access control : سیستم کنترل ورود و خروج،
- سیستم مدیریت انرژی (Energy Management Systems)،
- سیستم مدیریت و کنترل انرژی (Energy Management & Control)،
- سیستم کنترل و نظارت مرکزی (Central Control Monitoring Management System)،
- سیستم مدیریت تأسیسات و تجهیزات (Facilitation Management System).

البته در مبحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بیشتر نگاهها به سوی BMS ساختمان معطوف می‌گردد زیرا در BMS یا Building Management System مصرف کلیه انرژی‌ها مانند برق و انرژی حرارتی در یک ساختمان مثلاً با ابعاد ساختمان مرکزی بانک تجارت، بسیار بالا می‌باشد. مدیریت و نظارت از راه دور و از طریق شبکه اینترنت، بر روی عملکرد کارکنان و تجهیزات گرمایشی و سرمایشی، بسیار مهم و پرکاربرد می‌باشد.

سیستم‌های مدرن مدیریت ساختمان امروزه بر پایه وب (web based) طراحی می‌شوند که بزرگترین مزیت آن در بکارگیری امتیازات شبکه جهانی اینترنت و کنترل ساختمان از راه دور توسط سیستم‌های ارتباطی متداول در دنیا است به اینصورت که با راه‌اندازی سایت ساختمان موردنظر و با وارد کردن شناسه کاربری و رمز عبور می‌توان از هر مکانی بر ساختمان احاطه داشت .

در اینگونه ساختمان‌ها می‌توان با نصب تابلوهای نمایشگر الکترونیکی در مکان‌های خاص ساختمان و نمایش دادن اطلاعات مختلف از سیستم‌های کنترلی ساختمان، زندگی را برای ساکنین آن لذت بخش کرد.

### سیستم‌های ایمنی

ساختمان‌های هوشمند با استفاده از فن‌آوری روز توانسته‌اند ضریب امنیت جانی در ساختمان را بسیار افزایش دهند و در عین حال هزینه‌های این سیستم‌ها را نیز پایین بیاورند.

عواملی که در تامین ایمنی در یک ساختمان هوشمند دخیل هستند عبارتند از:

- تلویزیون‌های مدار بسته،
- کنترل تردد بوسیله کارت،
- سیستم تشخیص دود،
- کنترل اضطراری آسانسور، دربها و سیستم تهویه مطبوع ساختمان،
- برق اضطراری.

### سیستم‌های مخابراتی

سیستم‌های مخابراتی که در یک مجموعه ساختمان هوشمند می‌توانند بکار گرفته شوند دارای قابلیت‌های بسیار بالا و هزینه‌های پایینی می‌باشند. برخی از امکانات مخابراتی که در یک ساختمان هوشمند بکار برده می‌شوند عبارتند از:

- Video Text،
- Electronic Mail،
- Internet،
- VOIP (Voice Over Internet Protocol).

### اتوماسیون محیط کاری

در زمینه اتوماسیون محیط‌های کاری نیز در ساختمان‌های هوشمند اقداماتی بر اساس فن‌آوری روز انجام می‌گیرد تا بتوان کلیه عملیات یک دفتر را خودکار کرده و از این طریق خدمات شرکت‌ها و موسسات به خوبی انجام پذیرد. این عمل می‌تواند بسیاری از هزینه‌ها را با در اختیار گذاشتن برخی از خدمات پایین آورد. تعدادی از عواملی که در مورد اتوماسیون محیط‌های کاری در ساختمان‌های هوشمند بکار می‌روند عبارتند از:

- پردازش اطلاعات بصورت مرکزی،
- پردازش اطلاعات،
- طراحی به کمک کامپیوتر،
- کلیه سرویس‌های اطلاعاتی.

البته باید توجه داشت که این اتوماسیون همیشه با کمک قطعات الکترونیکی و یا پردازش داده‌ها انجام نمی‌شود بلکه گاهی با الهام گرفتن از روش‌های خودکار طبیعی، طراحی چنین سیستم‌هایی امکان‌پذیر خواهد بود. برای مثال یکی از مشکلات هر ساختمانی، تمیز نگاه داشتن سطح خارجی آن است بویژه در مناطقی مانند تهران که میزان گردوغبار هوا بسیار زیاد است، سطوح ساختمان به سرعت آلوده شده و جلوه خود را از دست می‌دهند. روش معمول برای تمیز نمودن سطوح خارجی ساختمان استفاده از نیروی انسانی به کمک دستگاه‌های بالابر می‌باشد که از معایب آن می‌توان به هزینه نیروی انسانی و خطرات جانی اشاره نمود. محققین، دریافته‌اند که سطوح طبیعی مانند برگ‌ها، به صورت کاملاً خودکار تمیز نگاه داشته می‌شوند، و به این طریق به فکر استفاده از چنین روش‌هایی برای پاکیزگی سطوح ساختمانی افتاده‌اند. به علت جذابیت و اهمیت این موضوع، و همچنین به منظور جلوگیری از گسستگی مطلب، مبانی تئوریک و علمی این تحقیقات، در پیوستی با نام "سطوح تمیز و هوشمند" (صفحه ۲۳) آورده شده است.

### خدمات جانبی

خدمات جانبی که با هوشمند کردن یک ساختمان برای صاحبان آن بوجود می‌آید به دو دسته زیر تقسیم

می‌شوند:

۱- خدماتی که بصورت محلی و برای کارمندان داخل سازمان در اختیار قرار می‌گیرد،

۲- خدماتی که بصورت گسترده به کاربران داخل و خارج از محل ارائه می‌شود.

#### ۱- خدمات محلی (Local Services)

- خدمات داده‌ای مانند شبکه محلی، پست الکترونیکی داخلی، وب سایت، اینترنت داخلی و ...
- خدمات تصویری مانند ویدئو کنفرانس،
- خدمات کنترلی مانند اعلام حریق، کنترل نور، کنترل حرارت و یا هر کنترل دیگری که مد نظر باشد.

#### ۲- خدمات گسترده (Extended Services)

اینگونه خدمات در واقع ارتباط ساختمان را با دنیای خارج برقرار می‌سازند و شامل این موارد می‌باشند:

- تجارت الکترونیک،
- دسترسی به اینترنت،

- شبکه‌های مجازی،
- تلفن از طریق اینترنت (IP Telephony)،
- کنترل ساختمان‌ها و سازمان‌ها از راه دور.

## ویژگی‌های یک شبکه مناسب و سازگار با IB

### پروتکل‌های ارتباطی

پروتکل‌های ارتباطی به عنوان شریان حیاتی ساختار BMS، نقش نقل و انتقال داده‌ها را بر عهده دارند. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که بدانیم در سیستم‌های پردازشی توزیع‌شده (Distributed Systems) معمولاً خروجی‌های یک پردازنده، ورودی پردازنده یا پردازنده‌های دیگری می‌باشد. حال اگر به هر علتی داده‌ها به صورت مطمئن جابجا نشوند، دیگر به تصمیمات سیستم‌های مدیریتی نمی‌توان اعتماد نمود و به عبارت دیگر کل ساختار، زیر سؤال می‌رود. حلقه‌های ارتباطی، یا Busها، عموماً از هر دو پروتکل poll/response (در این روش، هر دستگاه برای دستیابی به خطوط انتقال و ارسال داده‌های خود، دائماً bus را چک می‌کند و زمانی که bus آزاد بود، یعنی توسط دستگاه دیگری اشغال نشده بود، داده‌های خود را ارسال می‌نماید.) و peer (در این روش، به هر دستگاه، مدت زمانی اختصاص داده می‌شود و هر دستگاه برای ارسال داده‌های خود، باید صبر کند تا نوبتش برسد) استفاده می‌کنند. البته از اواسط دهه ۱۹۹۰، استفاده از پروتکل peer بیشتر مورد توجه قرار گرفته است.

### پروتکل ارتباطی peer:

در این پروتکل، به هر دستگاه یک برش زمانی (time slice) اختصاص می‌یابد و هر دستگاه فقط در این زمان می‌تواند از bus استفاده نماید. از آنجا که این time slice از یک دستگاه شروع شده و پس از گذر از بقیه دستگاه‌ها، دوباره به همان دستگاه بر می‌گردد، معمولاً آنرا شبیه یک حلقه تصور می‌کنند. البته ابداً لزومی ندارد که اتصال فیزیکی این دستگاه‌ها هم واقعاً به صورت حلقه یا مدار بسته باشد بلکه ترتیب دستگاه‌ها برای استفاده از bus به صورت منطقی تعیین می‌شود.

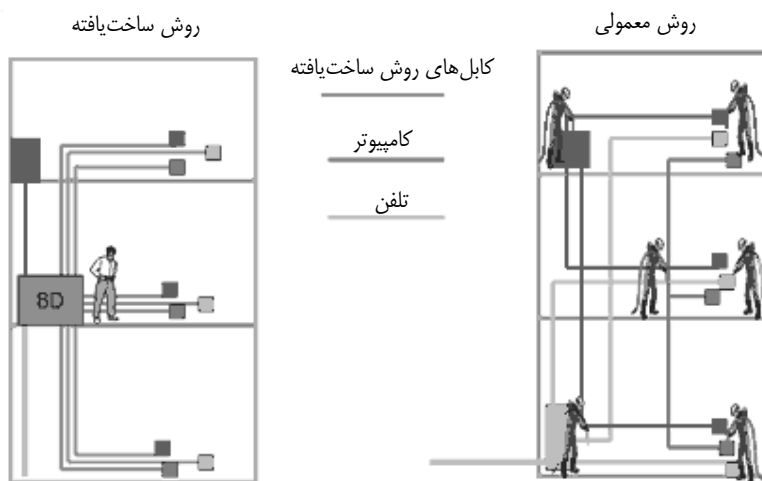
این پروتکل نسبت به poll/response مزایایی دارد که برخی از آنها عبارتند از:

- برقراری ارتباط بین دستگاه‌ها، نیازمند کنترل مستقیم یک دستگاه به عنوان server نمی‌باشد،

- ارتباط مستقیم بین دستگاه‌هایی که بوسیله bus به هم متصل شده‌اند، بدون نیاز به پردازشگر BMS مرکزی انجام می‌شود،
- ارسال پیام‌های عمومی به همه دستگاه‌هایی که با bus به هم متصل شده اند امکان‌پذیر است.

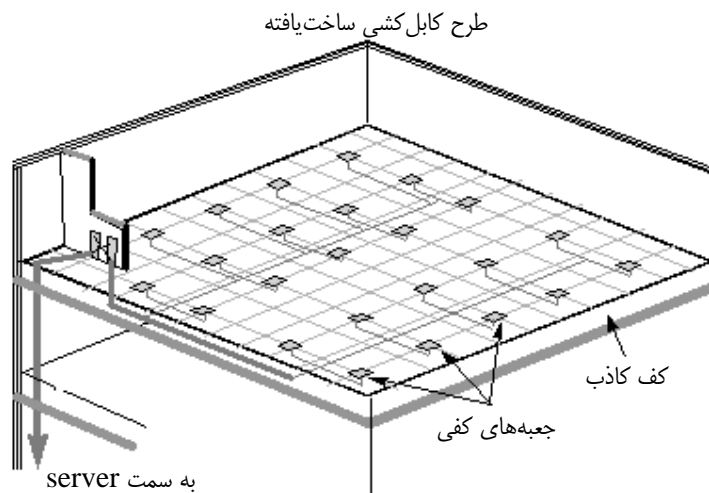
### ساختار شبکه مورد نیاز BMS

لازمه یک ساختمان هوشمند، داشتن سیستم Structure Cabling است تا با استفاده از آن بتوان به تمامی اجزاء ساختمان بدرستی احاطه داشت. کابل کشی ساختار یافته همان چیزی است که برای پاسخ گفتن به نیازهای ارتباطی حال و آینده و انتقال داده‌ها لازم است و باید اجرا شود. این سیستم روش بسیار "ساخت یافته‌ای" را برای بخش ارتباطی BMS (شامل یک شبکه محلی مختلط و معمولی که کل عبور و انتقال اطلاعات مانند صدا، اطلاعات، ویدئو و حتی سیستم‌های مدیریت ساختمان پیچیده و بزرگ برعهده دارد)، به وجود می‌آورد. بطور خلاصه می‌توان گفت که این سیستم مجموعه‌ای از نتایج انتقال را در بر می‌گیرد که در مقررات طرح مهندسی قابل اجرا هستند و این امکان را به کاربر می‌دهد که از صوت، اطلاعات و سیگنال‌ها بگونه‌ای استفاده کند که سرعت داده‌ها به حداکثر برسند. به کمک کابل‌کشی ساخت یافته، کل زیربنا به دسته‌های قابل کنترل تقسیم می‌گردد که با ترکیب آنها، شبکه‌ایی با کارایی بالا و قابل اطمینان ایجاد می‌شود و این برای مسئولان ساختمان به معنی حفظ سرمایه است.



کابل کشی ساخت یافته علاوه بر مزایای فوق، قابلیت‌های اجرایی و مدیریتی را نیز افزایش می‌دهد. همه کابل‌هایی که از نقاط کاری متفاوت شروع شده‌اند، به یک اتصال ضربدری متمرکز در اتاق شبکه منتهی می‌گردند. برای شناسایی آسان و سریع خروجی‌های کار، از مکانیزم‌های ساده رنگ‌آمیزی و برچسب‌زنی استفاده

می‌شود بنابراین برای همه نیازهای اجرایی و مدیریتی، یک نقطه در نظر گرفته شده است. فاکتور زیر بنایی دیگر، مدیریت تغییرات است. باید در نظر داشته باشیم که با تحول و تکامل سیستم، معماری آن نیز تغییر می‌کند در نتیجه باید بتوان معماری کابل‌کشی را با ایجاد کمترین مشکلی تغییر داد. پیش‌بینی یک صفحه کلید مرکزی، انعطاف‌پذیری لازم را برای تغییر در سیستم ایجاد می‌کند. بعلاوه، کابل‌کشی ساخت‌یافته مستقل از فن آوری می‌باشد. در ساختمان‌های امروزی پیشنهاد بر این است که هر پنج مترمربع، دارای امکانات برق نرمال و اضطراری و تلفن باشد که این با استفاده از جعبه‌های کفی (Floor Boxes) میسر می‌گردد.



در یک ساختمان هوشمند شبکه‌های ارتباطی همچون سیستم اعصاب انسان عمل می‌کنند به این صورت که با جابجایی اطلاعات و انتقال آنها به مقاصد خواسته شده، امکان کنترل را برای مرکز تصمیم‌گیری به وجود می‌آورد و لازمه این کار، داشتن یک پروتکل شبکه قوی است که در برگیرنده نقاط کنترلی زیاد با سرعت انتقال اطلاعات بالا و قابلیت انعطاف و همخوانی با پروتکل‌های دیگر باشد. پروتکلی که بیشتر از بقیه مورد توجه کارشناسان قرار گرفته، BACnet است که شامل زیر شبکه‌هایی با سرعتها و قابلیت‌های متفاوت می‌باشد.

در گذشته بزرگترین مشکل در سیستم مدیریت هوشمند ساختمان، تفاوت پروتکل‌های اجرایی کنترل در ساختمان و نبود یک پروتکل شبکه رابط بین سیستم‌های متفاوت بود، تا اینکه در سال ۱۹۸۷، پروتکل BACnet بوجود آمد و بعد از آزمایشات مختلف در سال ۱۹۹۵ در استاندارد ANSI/ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning Engineers) به ثبت رسید.

این پروتکل قادر است بستری مناسب برای ارتباط کلیه سیستم‌ها بوجود آورد و داده‌های ورودی به کنترل‌کننده‌ها و داده‌های خروجی بصورت دیجیتال و یا آنالوگ را با سرعتی مناسب منتقل سازد و می‌تواند به

کمک سیستم TCP/IP با آدرس دهی به تمام نقاط کنترلی آنها را قابل کنترل نموده و برای مرکز کنترل آشکار سازد و نقاطی را بصورت گیرنده و فرستنده علائم دیجیتال و آنالوگ برای کنترل سیستم‌های ساختمان بوجود آورد.

در جدول زیر، اطلاعات مربوط به پروتکل BACnet آمده است:

شبکه	هزینه هر گره	سرعت	مزایا	معایب
Ethernet	بالا	1 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مطابقت با استاندارد بین المللی،</li> <li>• در بسیاری از ساختمان‌ها موجود است،</li> <li>• تنوع در رسانه‌های انتقال (UTP, Coaxial, Fiber optic)</li> <li>• سرعت بالا،</li> <li>• ارتباط آسان با رایانه‌ها،</li> <li>• عدم نیاز به امکانات خاص.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• هزینه بالا،</li> <li>• محدودیت فاصله</li> </ul>
MS/TP	پایین	9.6-76 Kbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مطابقت با استاندارد ANSI،</li> <li>• هزینه پایین،</li> <li>• قابل پیاده‌سازی در یک تراشه ریزپردازنده.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سرعت محدود.</li> </ul>
P2P (Point-to-Point)	پایین	9.6-56 Kbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>• قابل اجرا توسط سیستم‌های dial-up،</li> <li>• بطور خاص برای کاربردهای نقطه‌به‌نقطه طراحی شده است،</li> <li>• سازگار با جدیدترین استانداردهای مودم (V.32bit, V.42).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عملکرد آن به سیستم‌های نقطه‌به‌نقطه محدود می‌شود،</li> <li>• سرعت آنها چندان قابل تغییر نمی‌باشد.</li> </ul>

## خلاصه و نتیجه گیری

با توجه به اینکه فعالیت سازمان‌های امروزی از لحاظ گستردگی قابل مقایسه با گذشته نیست، ساختمان محل استقرار این سازمان‌ها هم دارای امکانات و ویژگی‌های خاصی می‌باشند و به همین نسبت میزان مصرف انرژی این سازمان‌ها نیز به نحو سرسام‌آوری افزایش می‌یابد. حال اگر به همه اینها، افزایش جمعیت جهان و به تبع آن کاهش میزان انرژی موجود را نیز اضافه کنیم، بی‌اغراق در می‌یابیم که هرگونه سهل‌انگاری یا بی‌توجهی در مدیریت انرژی ساختمان‌های جدید می‌تواند عواقب نگران‌کننده‌ای برای نسل‌های امروز و فردا داشته باشد. حتی اگر به فکر اتلاف انرژی و اثرات آن برای آیندگان هم نباشیم، حداقل به خاطر کاهش میزان هزینه‌های سازمان هم که شده، نمی‌توان از کنار مبحث مدیریت اصولی و علمی ساختمان به راحتی گذشت. به همین دلایل و دلایل متعدد دیگر، از حدود ۵۰ سال پیش در کشورهای توسعه یافته مبحث سیستم مدیریت ساختمان (BMS) مطرح شده و پیشرفت‌های بسیاری نیز نموده است.

علاوه بر بعد صرفه‌جویی در انرژی، BMS در زمینه امنیت ساختمان هم بسیار قابل اعتماد عمل می‌کند چراکه سیستم‌های امنیتی BMS بر پایه کنترل هوشمند طراحی می‌شود و دستگاه‌های هوشمند اگر به درستی برنامه‌ریزی شده باشند، بسیار دقیق‌تر از انسان عمل می‌کنند.

از دیگر خصوصیات مهم و غیر قابل انکار BMS می‌توان به برقراری ارتباط سریع میان دستگاه‌ها برای تبادل اطلاعات اشاره نمود که این ویژگی از نتایج کابل‌کشی مناسب و بهینه و مطابق استانداردهای BMS می‌باشد.

اما با همه این تفاسیل، متأسفانه این موضوع در ایران تا به حال جدی گرفته نشده و به تبع آن ضررهای بسیاری متوجه کشور گشته است. اما بهتر است به جای حسرت گذشته به فکر آینده بود و این حرکت نوینی را که در جهت بهبود سیستم‌های مدیریتی و در نتیجه بهینه‌سازی مصرف انرژی شروع شده است، به فال نیک گرفت.

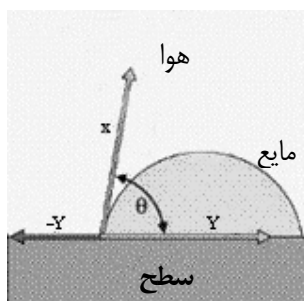
البته استفاده از BMS ممکن است در نگاه اول بسیار پرهزینه به نظر برسد، اما تجربه شرکت‌های معتبر و سازمان‌های اداری در کشورهای توسعه یافته مؤید این مطلب است که مخارج اولیه برای استقرار BMS در مدت زمانی بسیار کوتاه از طریق صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش نیروی انسانی جبران خواهد شد. بنابراین بی‌تردید می‌توان گفت که استفاده از BMS برای رسیدن به حد مطلوب مصرف انرژی و تداوم پیشرفت کشور امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

در این راستا و با هدف گشایش راهی برای آشنایی هرچه بیشتر مدیران و مسئولان مربوطه با BMS، بخش IT "گروه مهندسين مشاور ره‌شهر" تحقیقات و مطالعات وسیعی در این زمینه انجام داده است. به امید روزی که با استفاده از روش‌های نوین مدیریت ساختمان، شاهد استفاده درست و بهینه از انرژی و در نتیجه پیشرفت و توسعه هرچه بیشتر ایران باشیم.

## پیوست: سطوح تمیز و هوشمند

با شنیدن نام ساختمان هوشمند، در ذهن اکثر ما یک ساختمان فوق مدرن با تجهیزات بسیار پیچیده تداعی می‌شود که البته چندان هم غیر عادی نیست. اما همانطور که قبلاً اشاره شد، یکی از مهمترین اهداف طراحی ساختمان هوشمند، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و افزایش ضریب ایمنی افراد می‌باشد. برای نیل به این مقصود لازم است که از تمام امکانات موجود بصورت بهینه استفاده شود. یکی از این امکانات که طبیعت میلیون‌ها سال است از آن استفاده می‌کند، خاصیت ابرآبدوستی (hyper hydrophilic) و ابرآبگریزی (hyper hydrophobic) در برخی از مواد است. برای مثال سطوحی مانند برگ گیاهان باید به اندازه‌ای تمیز باشند که بتوانند گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را با هوا مبادله کنند. به همین دلیل برگ بسیاری از گیاهان دارای مواد شیمیایی است که در صورت برخورد قطرات آب با آن گرد و خاک به همراه قطره آب از سطح برگ زدوده می‌شود. در این بخش قصد داریم سطوحی (مانند شیشه) را که با الهام از طبیعت، هیچگونه گرد و غباری روی خود نگه نمی‌دارند، معرفی نموده و ساختار آنها را بررسی نماییم.

دو ویژگی مهم مواد موسوم به خودپاک‌کن عبارتند از: ابرآبدوستی و یا ابرآبگریزی. سرنوشت آب موجود بر روی سطوح با معادله یانگ توصیف می‌شود. این رابطه، کشش سطحی بین سطح جامد، قطرات مایع و هوای پیرامون را به زاویه تماس بین فصل مشترک مایع - هوا و مایع - جامد مربوط می‌سازد (شکل ۱). با توجه به اندازه زاویه تشکیل شده، قطرات موجود بر روی لایه جامد، شکل یک عرقچین (نیمکره) به خود می‌گیرند. هرچه زاویه تماس کوچک‌تر باشد، قطرات مسطح‌تر و سطح خیس‌تر می‌شود. با فرض مشابهی، زاویه تماس بزرگ به معنای مساحت کمتر فصل مشترک مایع - جامد و خیس شدن اندک زیرلایه است.



شکل ۱

مواد خودپاک‌کن از این دو ویژگی که شامل زاویه تماس نزدیک به صفر (وضعیت ابرآبدوستی) یا نزدیک به  $180^\circ$  (وضعیت ابرآب‌گریزی) می‌شود، استفاده می‌نمایند. آب در برخورد با سطوح آبدوست، به صورت لایه نازکی پخش می‌شود. حال آن که سطوح ابرآب‌گریز با کمینه‌کردن سطح تماس جامد - مایع، قطراتی کروی به وجود می‌آورند. در حالت اول، جریان آب غبارهای سرگردان را از روی سطح برمی‌دارد و در مورد دوم، قطرات کروی با غلتیدن بر سطح، ذرات غبار را از روی آن برمی‌دارند.

نتیجه این دو عمل به ظاهر متفاوت، یکسان است. یعنی در هر دو حالت گردوغبار از سطح پاک می‌شود. حال اگر این قطرات، قطرات حاصل از باران باشد، دیگر به هیچ واسطه دیگری برای تمیز نگهداشتن سطح از گرد و غبار احتیاجی نیست و لذا «خودپاک‌کن» نامیده می‌شوند.

مفاهیم بنیادی هر دو روش خودپاک‌کنی به نظر ساده می‌رسند، اما برای خلق یک ماده که قادر به دفع غبار باشد، دانش مفصل‌تری از خصوصیات و رفتار سطوح مورد نیاز می‌باشد. آب باران ممکن است از یک سطح ابرآب‌گریز دفع شود، اما اگر قطرات بلغزند یا بچسبند چه رخ خواهد داد؟ اگر باران کمی‌بارد و آب به جای شستشوی سراسری تبخیر شود، وضع گرد و غبار چگونه خواهد بود؟ آیا آب به تنهایی برای جابجایی مواد آلی نامطلوب و آلودگی‌های روغنی کافی خواهد بود؟

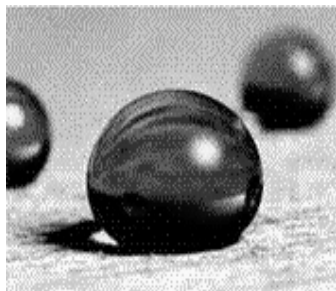
مبدعین راهکار قطرات غلتان، مدیون دو گیاه‌شناس هستند که مبانی پایه ابرآب‌گریزی و خودپاک‌کنی این سطوح را کشف کردند. ویلهلم بارتلوت (W. Barthelout) و کریستف ناینه‌یوس (Ch. Ninehouse) از دانشگاه بن (Bonn)، چگونگی حفاظت گونه‌ای از برگها نسبت به آلودگی‌های خارجی را بیان کردند. این مطلب بطور خاص برای گیاه نیلوفر آبی صادق است، که از گیاهان بومی آسیا و محیط‌های مرطوب و سمبل خلوص و پاکی می‌باشد.

بارتلوت و ناینه‌یوس ساختار برگ نیلوفر آبی را آزمایش کرده و رابطه‌ای را بین ظاهر سطح و کارکرد خودپاک‌کنی آن استنتاج کردند. آنها این پدیده را «اثر نیلوفر آبی» لقب داده و این اصطلاح را برای بهره‌برداری‌های آتی به عنوان یک نام تجاری ثبت نمودند. با این که برگ نیلوفر آبی تنها سطح طبیعی دارای این خصوصیت نیست، هم‌اکنون این عبارت با پدیده خودپاک‌کنی ابرآب‌گریز مترادف گشته است. از «اثر نی»، «اثر گل لاله» یا «اثر سنجاقک» نیز می‌توان نام برد، که مطالعات بارتلوت و ناینه‌یوس آنها را با گیاه نیلوفر آبی مرتبط نکرده‌اند.

مشاهده اصلی گیاه‌شناسان فوق‌الذکر این بود که برگ‌های به ظاهر صاف نیلوفر آبی، در واقع زبر هستند. سطح برگ‌ها از برآمدگی‌های کوچکی به ارتفاع ۱۰-۵ میکرون و فاصله ۱۵-۱۰ میکرون پوشیده شده است. این سطح ناهموار نیز از کریستال‌های آب‌گریز مومی‌شکلی به اندازه تقریبی یک نانومتر پوشیده شده است. به گفته بارتلوت، این کشف در آن زمان شگفتی زیادی آفرید: "ما اولین کسانی بودیم که به دانشمندان و مهندسیین صنعت روکش کمک کردیم تا از این ذهنیت خارج شوند که سطوح صاف، همان سطوح تمیزند."

بنابر گفته دیوید کوثر (D. Coher)، فیزیکدان آزمایشگاه فیزیک مواد چگال کالج فرانسه و مشاور علمی شرکت شیشه فرانسوی "One" در سنت‌گوبین، زبری دوگانه سطح برگ از اهمیت ویژه‌ای در خواص خودپاک‌کنی آن برخوردار است. قطرات آب در برخورد با یک ماده ابرآب‌گریز، به نحو مؤثری روی نقاط بلند یک سطح زبر می‌ایستند، تا با کم‌کردن سطح تماس خود با جامد، قطراتی کروی را تشکیل دهند. کوثر توضیح می‌دهد: "در این حالت زیر قطره به دام می‌افتد؛ بنابراین قطره روی لایه‌ای از هوا و جامد قرار می‌گیرد." دو بخش تشکیل‌دهنده برگ نیلوفر آبی، زبری کلی سطح و در نتیجه ابرآب‌گریزی آن را افزایش می‌دهند. آب واقع بر این سطح «مسدود شده» بیش از تبخیر یا چسبیدن، مایل به لغزیدن بر آن است. حال اگر قطره چسبناک باشد، حرکت نکرده و غباری را برطرف نخواهد کرد. با تبخیر قطره، مقدار غبار در نزدیکی خط تماس تغلیظ شده و آلودگی سطح، بیشتر از قبل خواهد شد.

### نمای واضح



کوثر معتقد است آن دسته از مواد امواد ابرخشک (Hyper-Dry) که دارای خواص نجسب می‌باشند را نمی‌توان «خودپاک‌کن» نامید. وی می‌گوید: "این سطوح واقعاً خود را تمیز نمی‌کنند، بلکه صرفاً از حرکت قطرات سست بهره می‌برند. مواد واقعاً خودپاک‌کن از نظر کوثر آنهایی هستند، که از روکش‌هایی با خواص فتوکاتالیستی و ابرآبدوستی برای تمیزسازی کامل سطح استفاده می‌کنند."

روکش‌های حاوی نیمه‌رسانای  $TiO_2$ ، تطابق خود را با این خواسته نشان داده‌اند. نور ماوراءبنفش جذب‌شده توسط  $TiO_2$  با اکسیژن و رطوبت هوا واکنش داده، اکسیژن فعال تولید می‌کند. این ماده باعث اکسید شدن و تجزیه گازها و مواد آلی زاید و کشته‌شدن باکتری‌ها می‌شود. قطرات فرودآمده بر سطوح فعال به صورت لایه یکپارچه‌ای پخش می‌شوند و بقایای غبارهای آزاد را می‌شویند. تیم کامیت (T. Comitt)، عضو گروه فن‌آوری مواد شرکت نیوزلندی Industrial Research Limited توضیح می‌دهد: "این خواص امکان تمیزسازی و رفع آلودگی پیوسته سطح را در حضور باران یا آفتاب (یا نور مصنوعی) فراهم می‌آورد."

هم‌اکنون محصولات تجاری بهره‌مند از رفتار ترشوندگی و تمیزسازی دوگانه روکش‌های مبتنی بر  $TiO_2$  در بازار وجود دارند و شرکتی بنام Pilkington فروش تدریجی شیشه خودپاک‌کن خود را از دو سال پیش آغاز

نموده است. این محصول فتوکاتالیستی ابرآبدوست با نام تجاری Active™ هم‌اکنون در ایالات متحده و بسیاری از کشورهای اروپایی بعنوان یک گزینه رایج عرضه می‌شود.

روکش شفاف Active™ فقط ۴۰ نانومتر ضخامت دارد و با فرآیند رسوب‌دهی شیمیایی بخار در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد روی شیشه تعبیه می‌شود. به گفته کریس گیل (C. Geil) مدیر روابط بازاریابی شرکت Pilkington، این روال سبب دوام طولانی‌مدت کارکرد خودپاک‌کنی می‌گردد.

گیل قبول دارد که خاصیت خودپاک‌کنی تنها برای سطح خارجی پنجره قابل استفاده است و هنوز خانه‌داران برای تمیز کردن شیشه‌های داخل ساختمان به اسفنج و آب صابون نیازمندند. در مواقعی که بارندگی کم باشد، یا شیشه در حفاظ توری فلزی باشد، شیشه‌ها را می‌توان با پاشش (Spray) آب یا شلنگ معمولی شست. با این حال گفته برخی صاحب‌نظران را مبنی بر اینکه رفتار آبدوست پنجره‌ها تأثیری مخرب بر خواص نوری آنها داشته و باعث می‌شود استفاده کنندگان از میان صفحه‌ای از آب بیرون را مشاهده کنند، نمی‌پذیرد. او می‌گوید: "این پوشش بر روی شیشه، جلوه‌ای کاملاً متفاوت به آن می‌دهد، اما هنگام بارندگی نمای مشاهده‌شده در شیشه بسیار بهتر است".

محققین مختلف در حال بررسی مصارف hyper-wet (سطوحی که قطرات آب کاملاً روی آنها پخش می‌شود) در داخل خانه می‌باشند. سطوح پوشیده شده با یک ماده ابرآبدوست، علیرغم پخش‌نمودن سریع آب، بطور طبیعی خیلی سریع نیز خشک می‌شوند. این امر سبب می‌شود پنجره‌ها، آینه‌های حمام یا حتی لنزها در تماس با بخار یا چگالش، دچار مه‌زدگی نشوند. مصارف پیشنهادی دیگر عبارتند از: علائم رانندگی و محصولات خانگی آسان‌پاک‌شو، وسایل تهویه هوای ضدچگالش و رنگ‌های ضدآلودگی. بعنوان مثال شرکت ژاپنی TOTO ۳۵۰ اختراع ثبت‌شده در این زمینه دارد.

به گفته کامیت که گروهش بیشترین ثبت اختراع در این زمینه را دارا می‌باشد، تولید سطوح خودپاک‌کن و به سرعت خشک‌شونده نسبتاً راحت و ساده است.

روش‌های نوین تولید سطوح خودپاک‌کن که در واقع اصلاح شده روش‌های قدیمی می‌باشد، معمولاً به صرفه و کاربردی هستند. او می‌گوید: "حتی می‌توان روکش‌های تمیز و سختی را روی شیشه، پلاستیک‌ها، سطوح رنگ‌شده، فلزات و سرامیک‌ها اضافه کنیم، بنابراین هر سطحی را می‌توان به یک سطح «خودپاک‌کن» تبدیل کرد".

## سطوح بادوام

رالف بلوسی (R. Bluese) مدیر تحقیقاتی گروه نانوسیستم‌های زیستی در مؤسسه تحقیقات میان‌رشته‌ای (تحقیقاتی که تماماً مربوط به چند رشته علمی مختلف می‌شود) فرانسه می‌گوید: "طول عمر، شاخصی کلیدی برای شرکت‌های توسعه‌دهنده مواد خودپاک‌کن از نوع ابرآب‌گریز است. مطابق تعریف، مواد ابرخشک، سطوحی با زبری میکروسکوپی دارند. این زبری، سطح در معرض تمیزسازی و پیچیدگی دفع غبار را افزایش می‌دهد. تجمع تدریجی ضایعات به‌دام‌افتاده نه‌تنها باعث تضعیف خواص نجسب‌ی ماده، بلکه سبب تمیزسازی سخت‌تر سطح نسبت به حالت اولیه آن می‌شود. بلوسی می‌گوید: "هرچه مساحت سطح بیشتر شود، امکان چسبیدن ماده بیشتر می‌شود. مخصوصاً اگر چیزی وارد این چین‌خوردگی‌ها شود، خارج کردن آن بسیار مشکل است."

اکسل ابنو (A. Abnoe)، مدیر پروژه تجارت آینده شرکت آلمانی BASF بر مشکلات بالقوه تولید یک ماده مصنوعی بادوام دارای طبیعت نجسب و ابرآب‌گریز تاکید می‌کند. BASF یکی از چندین تشکیلاتی است که در حال حاضر با گیاه‌شناسان دانشگاه بن کار می‌کند تا ماده‌ای با «اثر نیلوفر آبی» پدید آورد. این شرکت سال گذشته، پیش‌نمونه‌ای موسوم به اسپری نیلوفر آبی را عرضه کرد که حاوی پلیمرهای آب‌گریز و یک گاز پیشران بود. این اسپری ۲۰ برابر یک روکش مومی هموار، خاصیت آب‌گریزی داشت اما کارایی آن نصف کارایی برگ‌های نیلوفر آبی بود. البته سطوح پوشیده شده با این محصول، پس از مدتی درخشندگی خود را از دست می‌دادند و پوشش به راحتی جدا می‌شد.

محققین BASF هم‌اکنون در حال استفاده از فن‌آوری اسپری برای توسعه یک فرمولاسیون مایع مناسب‌تر برای پوشاندن سطوح خارجی ساختمان‌ها همچون چوب و سنگ یا منسوجات می‌باشند. ابنو می‌گوید: "ما از شیمیدانان شنیده‌ایم که سطوح آب‌گریز آنقدر پایدار نیستند." وی می‌افزاید: "در حال حاضر ما در حال انجام آزمایش‌های بلندمدت هستیم و آنچه یافته‌ایم این است که سطوح بیرونی ساختمان‌هایی که با محصول ما پوشیده شده‌اند، از بقیه تمیزترند."

درس دیگری که از طبیعت می‌توان آموخت، نحوه ترمیم اعضا (خودترمیمی) در موجودات می‌باشد. برای مثال درک اینکه چگونه گیاه نیلوفر آبی سطح برگ‌های خود را ترمیم می‌کند، می‌تواند ما را در ساخت سطوحی که نیاز به مرمت و بازسازی نداشته باشند کمک می‌نماید. کارکرد خودترمیمی در سطوح را می‌توان بصورت یک مخزن پلیمر آب‌گریز به سیستم وارد کرد. در نتیجه یک ماده مصنوعی خودپاک‌کن می‌تواند با رهاکردن یک

روکش پلیمری اضافی پاسخ مناسبی به سایش سطحی دهد. بلوسی می‌گوید: "هم‌اکنون افراد درگیر تحقیقات کاربردی می‌خواهند سطوحی واقعاً هوشمند- با تقلید از طبیعت- بسازند و این لذت‌بخش‌ترین مسیر در این رشته است." وی می‌افزاید: "مکانیسم خودپاک‌کنی ابرآب‌گریز، تنها از این جهت به طبیعت نزدیکتر است که سطوحی قابل تجدید می‌باشند."

### خلاصه و نتیجه‌گیری:

سطوح هوشمند و تمیز در واقع ایده‌ای برگرفته از این اصل ساده طبیعی می‌باشد: "برای اینکه عمل فتوسنتز گیاهان به خوبی انجام شود، لازم است که سطح برگ گیاه از وجود گرد و غبار که باعث مسدود شدن منافذ می‌گردد پاک شود." البته این عمل در گیاهان مختلف به روش‌های مختلف انجام می‌شود. برای مثال برگ برخی از گیاهان با دارا بودن خاصیت ابرآب‌گریزی، باعث می‌شوند که قطرات آب روی آنها سرخورده و در حین سر خوردن، ذرات گرد و غبار را نیز با خود ببرند. بنابراین می‌توان گفت سطوح تمیز و هوشمند همان سطوح معمولی مانند شیشه می‌باشند که روی آن با لایه‌ای از مواد ابرآب‌گریز پوشانیده شده است.

استفاده از چنین سطوحی همانند دیگر اجزاء ساختمان‌های هوشمند، در نگاه اول پرهزینه به نظر می‌آید اما باز هم همانند دیگر اجزاء ساختمان‌های هوشمند، هزینه‌های آن در مدت زمان اندکی جبران می‌گردد چراکه دیگر نیازی به نیروی انسانی برای تمیز کردن سطح شیشه، که بویژه در ساختمان‌های نماشیشه‌ای بسیار پرهزینه است، نخواهد بود. درضمن این سطوح هیچگاه آلوده نمی‌شود و اطمینان محققان به این امر تا حدی است که آنرا برای استفاده در لنز دوربین‌های حرفه‌ای نیز پیشنهاد نموده‌اند.

با توجه به موارد مطرح شده، پیش‌بینی می‌شود که با پیشرفت فن‌آوری و ابداع روش‌های جدید در تولید مواد مورد استفاده در سطوح تمیز و هوشمند که کاهش قیمت این محصولات را در پی خواهد داشت، استقبال طراحان و سازندگان ساختمان‌های مدرن از این نوع محصولات افزایش یابد.

## منابع و مأخذ

- ۱- ماهنامه ساختمان و کامپیوتر، سال لول، شماره اول و دوم، آبان و آذر ۱۳۸۲
- ۲- نشریه تکفا - سال دوم، شماره دوم، فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۳
- ۳- "اتوماسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی"، نشریه شماره ۱۵، گروه مهندسی مشاور ره‌شهر
- ۴- "تنظیم شرایط محیطی - بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی - جلد اول: محیط روشنایی"، نشریه شماره ۵۱، گروه مهندسی مشاور ره‌شهر

- 5- [www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)
- 6- [www.materialstoday.com](http://www.materialstoday.com)
- 7- [www.automatedbuildings.com](http://www.automatedbuildings.com)
- 8- [www.moxa.com/solutions/success\\_stories\\_Building\\_Management\\_System.htm](http://www.moxa.com/solutions/success_stories_Building_Management_System.htm)
- 9- [www.mkelectricindia.com/pdf/trend.htm](http://www.mkelectricindia.com/pdf/trend.htm)
- 10- [www.stee.st.com.sg/cn/Catalogue/LSG/IBMS\\_Jinmao.pdf](http://www.stee.st.com.sg/cn/Catalogue/LSG/IBMS_Jinmao.pdf)
- 11- [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)
- 12- [www.addenbrookes.org.uk/resources/pdf/facilities/fa005\\_stand\\_build\\_manage\\_syst.pdf](http://www.addenbrookes.org.uk/resources/pdf/facilities/fa005_stand_build_manage_syst.pdf)
- 13- [www.hfc.org.uk/seminar2000/bmshfc2000.pdf](http://www.hfc.org.uk/seminar2000/bmshfc2000.pdf)
- 14- [www.bms-ir.com](http://www.bms-ir.com)
- 15- [www.irannano.org](http://www.irannano.org)
- 16- [www.keystone.ru/eng/projs25.htm](http://www.keystone.ru/eng/projs25.htm)
- 17- [www.engineeringtalk.com/news](http://www.engineeringtalk.com/news)
- 18- [www.ga-sa.co.fr](http://www.ga-sa.co.fr)
- 19- [www.builder.com](http://www.builder.com)
- 20- [www.e-cube.com/company/services/bas.htm](http://www.e-cube.com/company/services/bas.htm)
- 21- [www.hfc.org.uk/seminar2000/bmsnotes.pdf](http://www.hfc.org.uk/seminar2000/bmsnotes.pdf)
- 22- [www.aes-control-systems.co.uk/case-studies03.htm](http://www.aes-control-systems.co.uk/case-studies03.htm)
- 23- [www.pivod.com/Products/%5CProducts%5Cbrochures\\_usletter%5Cus\\_brms.pdf](http://www.pivod.com/Products/%5CProducts%5Cbrochures_usletter%5Cus_brms.pdf)
- 24- [www.imfa.org](http://www.imfa.org)
- 25- [www.technews.co.za](http://www.technews.co.za)
- 26- [www.mkelectricindia.com/pdf/trend.htm](http://www.mkelectricindia.com/pdf/trend.htm)
- 27- [www.johnsoncontrols.com](http://www.johnsoncontrols.com)

## مهندسين مشاور ره شهر تاكون منتشر كرده است:

- ۱- کاربرد جديد شيشه در نماي ساختمان (تابستان ۱۳۷۱)
- ۲- پارکينگ مراکز تجاري (پائيز ۱۳۷۱)
- ۳- محافظت در مقابل زلزله (زمستان ۱۳۷۱)
- ۴- جمع آوري و دفع زباله و مسائل ناشي از آن (زمستان ۱۳۷۱)
- ۵- طرح اسكان سريع (زمستان ۱۳۷۱)
- ۶- مجموعه مقالات راجع به ژئوسنتز (بهار ۱۳۷۲)
- ۷- مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
- ۸- تحول سبز در معماري (بهار ۱۳۷۲)
- ۹- رونديابي و مديريت سيلاب (بهار ۱۳۷۲)
- ۱۰- مطالعات اقتصادي جهت احداث مراکز خريد (تابستان ۱۳۷۲)
- ۱۱- نگاهی کوتاه بر طراحي فضاي سبز - «تجربيات کشورهای مختلف» (تابستان ۱۳۷۲)
- ۱۲- بازياقت آب در صنايع شن و ماسه شوئي (پائيز ۱۳۷۲)
- ۱۳- بناهای چوبي (کنده‌ای) در ايران و تجربيات کشورهای ديگر (پائيز ۱۳۷۲)
- ۱۴- نکاتي در مورد طراحي ساختمان‌های بتني پيش ساخته پيش تنيده در مناطق زلزله خيز (پائيز ۱۳۷۲)
- ۱۵- اتوماسيون و بهينه‌سازي در سيستم‌های توزيع الكتريكي (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۶- انرژی درياها (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۷- پارکينگ‌های مکانیکی اتوماتیک و نيمه اتوماتیک (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۸- انرژی باد (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۹- اصول طراحي ساختمان‌های اداري و بانک‌ها (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۰- انرژی خورشیدی (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۱- طراحي مرکز خريد - جلد اول: مطالعات مقدماتي جهت طراحي مراکز خريد (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۲- شهر سالم با آمورتون (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۳- شهر سالم - کاربرد سيستم‌های فتوولتائیک از ميلي‌وات تا مگاوات (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۴- شهر سالم - اصول طراحي برای افراد داراي كهولت، ناتواني، اختلال و معلوليت (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۵- نسل چهارم نيروگاه‌ها (پائيز ۱۳۷۳)
- ۲۶- بازياقت آب در صنايع نساجي (پائيز ۱۳۷۳)

- ۲۷- مراکز درمانی و بیمارستانهای آینده (پائیز ۱۳۷۳)
- ۲۸- شهر سالم - انبوه سازی (انبوه سازان اسکان) (زمستان ۱۳۷۳)
- ۲۹- سیستم‌های مدیریت بار و مدیریت انرژی در شبکه‌های انرژی الکتریکی (زمستان ۱۳۷۳)
- ۳۰- بازیافت آب - «تصفیه پساب صنایع لبنی» (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۱- شهر سالم - صنعت چوب و کاغذ و نقش آن در فرهنگ، اقتصاد و سیاست (در ایران و جهان) (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۲- صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌های مسکونی (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۳- شهر سالم - معماری و پرورش فکری کودکان و نوجوانان (تابستان ۱۳۷۴)
- ۳۴- شهر سالم - بازیافت زباله و مصالح ساختمانی و نقش آن در حفظ خاک و پاکسازی محیط (پائیز ۱۳۷۴)
- ۳۵- شهر ما کجاست (زمستان ۱۳۷۴)
- ۳۶- حفاظت سواحل دریا و رودخانه‌ها - معرفی روشهای سنتی و پیشرفته (زمستان ۱۳۷۵)
- ۳۷- بهینه‌سازی آموزش عالی - نگاهی کوتاه بر کارکرد نظام آموزشی ایران و جهان (زمستان ۱۳۷۵)
- ۳۸- استفاده از ژئوگرید در راهها و باند فرودگاهها (بهار ۱۳۷۶)
- ۳۹- اقتصاد گردشگری (جلد اول) (زمستان ۱۳۷۶)
- ۴۰- نگرش‌هایی نوین به طراحی فضای باز اداری (تابستان ۱۳۷۷)
- ۴۱- اقتصاد گردشگری جلد دوم (فصول سوم و چهارم) (زمستان ۱۳۷۷)
- ۴۲- فهرست مطابقه‌ای عملیات اجرایی جهت تسهیل در امر نظارت (پائیز ۱۳۷۸)
- ۴۳- دانسته‌هایی در مورد مناطق آزاد و ویژه اقتصادی در جهان (پائیز ۱۳۷۸)
- ۴۴- هدایت منابع مالی و فنی غیردولتی جهت اجرای طرح‌های عمرانی (زمستان ۱۳۷۸)
- ۴۵- پژوهش در تاریخچه، مفهوم و سیر تحول شهرسازی و شهر سالم در فرهنگ ایران و اسلام (زمستان ۱۳۷۸)
- ۴۶- پارک انرژی‌های نو (تابستان ۱۳۷۹)
- ۴۷- فضای باز اداری - مدیریت تجهیزات و طراحی داخلی (پائیز ۱۳۷۹)
- ۴۸- شهرک ترافیکی کودکان (زمستان ۱۳۷۹)
- ۴۹- فضای باز اداری - استانداردهای طراحی فضاهای اداری جداکننده‌ها، قطعات و اتصالات (زمستان ۱۳۷۹)
- ۵۰- فضای سبز - مناطق صنعتی - پارک‌های صنعتی (تابستان ۱۳۸۰)
- ۵۱- تنظیم شرایط محیطی - بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی - جلد اول: محیط روشنایی (پاییز ۱۳۸۰)
- ۵۲- تنظیم شرایط محیطی - بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی - محیط‌های صوتی و حرارتی (پاییز ۱۳۸۰)
- ۵۳- منظرسازی - جلد اول: طراحی کاشت (زمستان ۱۳۸۰)

- ۵۴- منظرسازی - جلد دوم: آبیاری و نگهداری منظر (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۵- تنظیم شرایط محیطی - بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط - جلد اول: تولید و کنترل نور و صدا (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۶- تنظیم شرایط محیطی - بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط - جلد دوم: تولید و کنترل حرارت (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۷- منظرسازی - جلد سوم: راهبردهای تکمیلی آراستن مناظر (بهار ۱۳۸۱)
- ۵۸- تنظیم شرایط محیطی - بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط - جلد سوم: سیستم جامع محیطی (تابستان ۱۳۸۱)
- ۵۹- شهر سالم - توسعه (کلان شهر تهران) (تابستان ۱۳۸۱)
- ۶۰- فن آوری اطلاعات - بخش اول: مفاهیم کلی (پاییز ۱۳۸۱)
- ۶۱- منظرسازی - جلد چهارم: چمن (روش‌های تکثیر و کاشت و نگهداری) (زمستان ۱۳۸۱)
- ۶۲- فن آوری اطلاعات - بخش دوم: مدیریت فن آوری اطلاعات (زمستان ۱۳۸۱)
- ۶۳- فن آوری اطلاعات - بخش سوم: تجارت الکترونیک (بهار ۱۳۸۲)
- ۶۴- فن آوری اطلاعات - بخش چهارم: تجارت الکترونیک «امنیت و تجارت بی‌سیم» (تابستان ۱۳۸۲)
- ۶۵- ساختمان‌های سبز و پایدار «شناخت و لزوم ساختمان‌های سبز و پایدار» (تابستان ۱۳۸۲)
- ۶۶- فن آوری اطلاعات - بخش پنجم: دولت الکترونیکی (تابستان ۱۳۸۲)
- ۶۷- منظرسازی - جنگل‌های مانگرو (حرا): بخش اول - کلیات (پاییز ۱۳۸۲)
- ۶۸- فن آوری اطلاعات - بخش ششم: بازاریابی الکترونیکی (پاییز ۱۳۸۲)
- ۶۹- فن آوری اطلاعات - بخش هفتم: شهرداری الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۲)
- ۷۰- فن آوری اطلاعات - بخش هشتم: آموزش الکترونیکی (بهار ۱۳۸۳)
- ۷۱- فن آوری اطلاعات - بخش نهم: آموزش الکترونیکی (جلد دوم) (تابستان ۱۳۸۳)

همچنین نشریات تخصصی ذیل نیز منتشر گردیده‌اند:

- حقایق در مورد شرکت‌های بزرگ (بخش تحقیق و توسعه) (زمستان ۱۳۷۲)
- انتخاب محل و نوع سد براساس شرایط ژئومورفولوژی و ژئولوژی (بخش عمران آب) (زمستان ۱۳۷۲)
- تحلیل منطقه‌ای سیلاب در حوضه‌های شمالی تهران (بخش عمران آب) (بهار ۱۳۷۳)
- اصول طراحی مراکز دیسپاچینگ (بخش انرژی) (زمستان ۱۳۷۲)
- پارک پویس: اندیشه‌سالم / بدن سالم در شهرک فاطمیه منطقه ۲۰ شهرداری تهران (بخش شهر سالم) - (پائیز ۱۳۷۲)

- شهرک ترافیکی کودکان (بخش شهر سالم) (پائیز ۱۳۷۲)
- سازماندهی کارکردهای بهینه‌نمایشگرهای دیجیتالی (بخش شهر سالم) (زمستان ۱۳۷۲)
- استفاده از مولتی‌ویژن در مراکز پرتردد شهری (بخش شهر سالم) (بهار ۱۳۷۳)
- پارک انرژی‌های نو (بخش شهر سالم) (تابستان ۱۳۷۳)
- بهینه‌سازی خدمات پرواز (بخش شهر سالم) (زمستان ۱۳۷۳)
- بازارچه صنایع دستی در کوهپایه‌های شمال تهران (بخش شهر سالم) (تابستان ۱۳۷۴)

ضمناً کتب زیر منتشر گردیده‌اند:

- ۱- سازه پارکینگ‌های طبقاتی (PARKING STRUCTURES) (۱۳۷۲)
- ۲- سازه‌های آبی (HYDRAULIC STRUCTURES) (۱۳۷۳)
- ۳- خودآموز اتوکد ۱۲ (AUTO CAD. V.12 USER'S GUIDE) (۱۳۷۳)
- ۴- برنامه‌ریزی و طراحی هتل (دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۷۵)
- ۵- بیست‌وپنج جلد استانداردهای صنعت آب کشور
- (دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۷۵)
- ۶- راهنمای برنامه نویسی OpenGL (۱۳۸۲)

کتب زیر بزودی منتشر می‌شوند:

- ۱- منظرسازی (طراحی، اجراء) LANDSCAPING PRINCIPLES & PRACTICES (مترجم: ره شهر)
- ۲- اصول زمین‌کردن الکتریکی (اتصال به زمین) ELECTRICAL GROUNDING (مترجم: ره شهر)