JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 11, No. 38, January, 2016, 275-286

دراسة بحثية في أنواع النظم الذكية المستخدمة فى المبانى الإدارية الحديثة

خالد مسعد عبد السميع غريب

كليــة الهندســة - جامعــة القاهــرة - جمهورية مصر العربية

ABSTRACT

During the last decade of the twentieth century, the expression of smart architecture has been associated with modern technology in buildings, and spread this expression to describe many buildings that are containing of advanced technology in the building (regardless of having the basic features of the building and smart systems that allow the building as intelligent or not). Many specialists, scientists have worked in the field of buildings to assess the development of specific characteristics of certain systems which must be available, in order to fit the building to call this building is intelligent.

There are many intelligent systems which are applied in modern office buildings, and in order to be explained must be addressed to explain the concept of intelligent system in the administrative building, explain intelligent system components in how the building management, then presents the different system Intelligent classifications within the administrative building, and how to integrate these systems into building.

المقدمة

أرتبط مفهوم العمارة الذكية خلال العقد الأخير من القرن العشرين بالتكنولوجيا الحديثة في المباني. وانتشر مصطلح المبنى الذكي لوصف العديد من المباني التي تتسم بنسب متقدمة من التكنولوجيا المتطورة في المبنى، بغض النظر عن إمتلاك المبنى السمات الأساسية والنظم الذكية التي تسمح بوصف المبنى بالذكاء من عدمه. وقد عمل العديد من العلماء المتخصصين في مجال تقييم المباني على وضع خصائص محددة ونظم معينة يجب أن تتوافر في المبنى لكي يصلح أن يطلق على هذا المبنى أو ذاك بالمبنى الذكي.

وهناك العديد من الأنظمة الذكية والتي يتم تطبيقها في المباني الإدارية الحديثة، ولكي يتم شرحها يجب تناول شرح مفهوم النظام الذكي في المبنى الإداري، وشرح مكونات النظام الذكي في كيفية إدارة المبنى، ثم تناول التصنيفات المختلفة للنظام الذكي داخل المبنى الإداري، وكيفية تكامل هذه النظم داخل المبنى.

١. تعريف النظام الذكي

هناك العديد من المفاهيم التي وضعت من قبل الباحثين لتعريف مصطلح النظام الذكي Intelligent System، فمنها من عرفها من الناحية البيولوجية المستوحاة من الطبيعة، ومنها من عرفها من الناحية التقنية المستوحاة من الذكاء الإصطناعي. فيقول الآن بونيه Alain Bonnet في شرح مفهوم الذكاء الإصطناعي أنه علم يهدف إلى فهم طبيعة الذكاء الطبيعي من خلال عمل برامج للكمبيوتر قادرة على محاكاة السلوك الإنساني المتسم بالذكاء. فمفهوم الذكاء الإصطناعي هو محاكاة القدرة الذهنية البشرية وخاصة القدرة على التعلم والاستنتاج ورد الفعل، ووضعها في الاجسام الغير حية مثل الالات والمعدات ليجعلها قادرة على القيام باعمال ووظائف تشبه في تكوينها الوظائف البشرية بطريقة ذاتية وبدون تدخل مسبق من الإنسان.

٢. مكونات النظام الذكي في المباني الإدارية

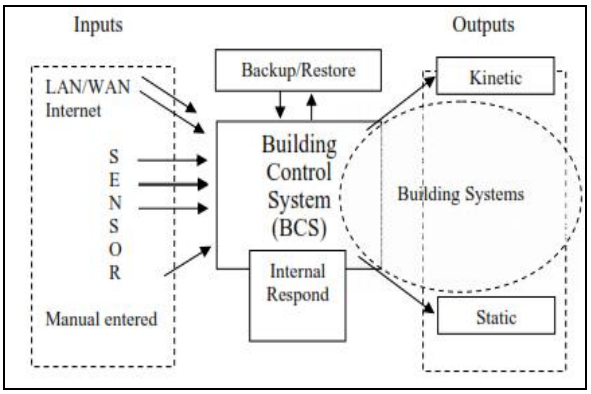
أما عن النظام الذكي داخل المبنى الاداري فيعتمد النظام على وجود كمبيوتر مركزي يتشابه في وظائفه مع المخ البشري، ويسمى هذا النظام بنظام إدارة المبنى Building Management System (BMS) حيث يرتبط بشبكة متكاملة تشبه

الجهاز العصبي لدى الإنسان تسمى "الشبكة الأعصاب الاصطناعية" Artificial Neural Networks (ANN)، وتمتد أفرع هذه الشبكة في كافة أنحاء المبنى حيث توجد حساسات Sensors موزعة في جميع أجزاء المبنى، وترتبط كافة النظم الداخلية للمبنى بتلك الشبكة لتكوين شبكة متكاملة Integrated Network تتحكم من خلالها في جميع أنظمة المبنى مثل نظام التهوية والنظام الأمني ونظام الإنارة ...إلخ.فيقوم نظام إدارة المبنى (BMS) بفهم الإشارات القادمة من مختلف أجهزة الاستشعار الخارجية والمجسات في الغلاف الخارجي ثم عمل تحليل لهذه المعطيات والاحتمالات لاتخاذ القرار الأمثل والمناسب للظروف الخارجية. ومن الضروري ان يكون هذا النظام قوي ومحمي ومصان جيدا في المبنى. وليس على المبنى فقط ليكون ذكياً أن تترابط جميع النظم الموجودة وتتصل بالكمبيوتر، إنما يجب عليها أيضاً أن تتكامل هذه النظم معاً بالإضافة إلى تلبية الاحتياجات المتعددة والخاصة بالمكان.

ويتميز النظام الذكي داخل المبنى بمجموعة من الخصائص الرئيسية وهي:

١. القدرة على التغير
٢. القدرة على التعلم
٣. القابلية لتوفير متطلبات المستخدمين

ويتم تفعيل هذه الخصائص من خلال مجموعة من العوامل الأساسية لأي نظام ذكي وهي تجميع البيانات الداخلية والخارجية الخاصة بالمبنى عن طريق الحساسات وأجهزة الاستشعار؛ والتي تسمى في مجملها (المدخلات)، ثم يتم تحليل هذه البيانات الناتجة عنها من خلال برامج الكمبيوتر الخاصة بالأبنية الذكية؛ والتي يتم إدارتها من خلال برامج BMS، ثم ينتج رد الفعل المناسب بالاستعانة بالأجهزة الذكية القادرة على التنفيذ الذاتي والتي تسمى في مجملها (المخرجات). مع مراعات الوقت والكفائة في إدارة المبنى.



شكل(1): مكونات النظام الذكي

1-2 المدخلات Input

تعرف المدخلات في المباني الذكية على انها مجموعة الأنظمة والأدوات المستخدمة في جمع البيانات والمعلومات عن المبنى من الداخل والخارج بطريقة معينة، وتزويدها لنظام إدارة المبنى BMS لإتخاذ القرار المناسب في أسرع وقت. وهناك عدة طرق مختلفة لتجميع هذه البيانات:

1-1-2 أجهزة الإستشعار (الحساسات) Sensors

أجهزة الإستشعار هي مجسات قادرة على تجميع المعلومات والبيانات المختلفة من البيئة المحيطة بها عن طريق مجموعة من الخصائص الكهربائية ومسعرة باستخدام أجهزة القياس الدولية مثل الحرارة والرطوبة وإستشعار الإضاءة والحركة. وهناك وظائف مختلفة للحساسات تختلف بإختلاف موقعها في المبنى الإداري الذكي وبإختلاف طبيعة الوظيفة الموكلة بها مثل:

الحساسات الداخلية: تتوزع الحساسات الداخلية في معظم فراغات المبنى الإداري بطريقة مدروسة بحسب نوع الحساسات وشكل الفراغ وطبيعة الوظيفة، وتتضمن الحساسات الداخلية عدة أنواع مثل حساسات درجات الحرارة، وحساسات درجات الرطوبة، وحساسات شدة الإضاءة، وحساسات شغل المكان بالمقيمين، وحساسات صيانة الإضاءة ، وحساسات قياس زاوية سقوط الضوء على النوافذ.

أ. ***الحساسات الخارجية:*** تتوزع الحساسات الخارجية على السطح الخاري للمبنى، فيتم وضع حساسات لقياس سرعة الرياح واتجاهها وحساسات قياس زاوية سقوط أشعة الشمس وحساسات درجات الحرارة والرطوبة فوق سطح المبنى.

ب. ***حساسات الأمان:*** مثل حساسات كشف الدخان والحريق، وحساسات كشف الحركة، وحساسات الصدمات والإهتزازات.

ج. ***حساسات جودة الفراغ والطقس:*** مثل حساسات درجة الحرارة والرطوبة في الفراغات الداخلية، ويتم مراعات التغيرات المستمرة في حالة الإشغال في الفراغات والتي تحدد عدد الأفراد كلٌ على حدة، وأنواعهم إن كانوا مقيمين لفترة وجيزة أم إشغال مستمر طوال فترات العمل، وتساعد قراءات الحساسات المنتشرة في فراغات المبنى على حساب جودة الهواء داخل الفراغ ومدى كفايته للشاغلين.

د. ***حساسات جودة النظام:*** وهي الحساسات المسئولة عن مراقبة كفائة النظم الإنشائية والميكانيكية داخل المبنى، مثل حساسات مراقبة نظم التحكم في حركة فتح وغلق الفتحات الخارجية وسلامة كفائة نظم الأمن والأمان، ومدى صلاحية النظم الميكانيكية مثل نظام التدفئة والتهوية والتكييف HVAC.

2-1-2 المعلومات المخزنة (معروفة مسبقاً)

بعض البيانات تستخدم بصورة فورية وبعضها يتم تخزينه لحين إسترجاعه في عمليات لاحقة، واي نظام داخل المبنى الذكي يجب أن يكون لديه القدرة علي إسترجاع Restore الأحداث والمعلومات. فعلى سبيل المثال، غرفة الاجتماعات تحتاج لتكون علي إتصال مباشر Online مع BMS الخاص بالمبنى، وتثبيت تكييف الهواء بها علي درجة 23° في وقت معين. فيجب أن يكون لدي النظام الذكي القدرة علي إستدعاء وتذكر Recall الأوضاع السابقة وإعادة ضبطها Reset. فنظام الاحتياطي الداخلي Internal Backup يعمل كذاكرة في النظام الذكي.

3-1-2 الإتصال بشبكة الإنترنت

إن إتصال الأنظمة بشبكة الإنترنت يعطيهم القدرة علي التحديث والحصول المباشر علي المعلومات من شركات مختلفة. فمعظم أنظمة الكمبيوتر ووسائل الإدارة Drives لديهم شركات تمدهم بالتحديثات المباشرة، لذلك فإن أي نظام حتي يتحدث Update ويعمل بشكل جدي، يجب أن تكون لديه إمكانية الإتصال المباشر بالشركات المختلفة لتحديث وسائل إدارتها Drives.

4-1-2 المدخلات اليدوية

يجب أن تكون لدي المستخدم القدرة علي برمجة النظام الرئيسي طبقا للظروف والأحوال الجديدة. ولذلك يجب أن يكون أي نظام ذكي قابل للبرمجة اليدوية من قبل مستخدميه.

2-2 تحليل ومعالجة البيانات

تحليل ومعالجة المعلومات هي عبارة عن الإجراءات والمعالجات التي تتم علي البيانات. فكل البيانات التي يتم تجميعها من المدخلات Inputs، يتم تسليمها ونقلها إلي نظام معالجة البيانات Central Processing Unit. ومعالجة البيانات تتم في نظام تحكم المبنى Building Control System (BCS). ونظام (BCS) يتحكم في كل الأنظمة كوحدة واحدة ويتحكم في كل نظام علي حدة. وهو المكان الذي يتم فيه تكامل كل الأنظمة، ويسمي بجهاز تكامل أنظمة المبنى Building System Integrator (BSI).

3-2 المخرجات

المخرجات هي ناتج عملية معالجة البيانات، وتسمى معلومات محددة تحقق الأهداف الموضوعة والغرض من وضع النظام موضع التنفيذ. ومخرجات نظام تحكم المبنى (BCS) تأتي كأوامر للأنظمة حسب القرار المتخذ. هذه القرارات ماهي إلا استجابات الأنظمة، وهي نوعان، استجابة داخلية واستجابة خارجية.

1-3-2 الإستجابة الداخلية

هي نوع من الإستجابة التي تغطي كل ردود الأفعال الداخلية، مثل الإنشاء الذكي Intelligent Structure الذي يكون رد فعل أو يستجيب لأحمال الرياح من خلال تغير قوة مقاومته للشد داخلياً.

2-3-2 الإستجابة الخارجية

هي نتيجة للإستجابات الداخلية المتكونة طبقا للمعلومات المعالجة. والإستجابة الخارجية تأخذ شكلين: ساكنة او حركية. فالإستجابة الخارجية الساكنة يمكن أن تكون في شكل درجة حرارة أو تغير في شدة الإضاءة. أما الإستجابة الحركية فتأتي على هيئة حركة، فعندما يقرر النظام فتح أو غلق الباب فهذا يعتبر إستجابة حركية.

4-2 عامل الوقت

الوقت هو عامل مهم وحرج لأي نظام ذكي، حيث أن جميع القرارات والإستجابات يجب أن تحدث في الوقت المطلوب. فعلى سبيل المثال، أجهزة إنذار الحريق يجب أن تبدا في الوقت المحدد، وأنظمة الصيانة يجب أن تعد تقرير عن المشاكل في الوقت المحدد، والمبنى يجب أن يدور rotate للبعد عن الشمس في الوقت المحدد.

في بعض الأحيان، يبخس النظام التقدير أثناء مرحلة التحليل، مما يؤدي إلي أن بعض المعلومات المستقبلة ربما تؤجل عملية الإستجابة. فعل سبيل المثال، دخان الحريق ربما في البداية يحلل كدخان سيجارة، لكن النظام يجب أن يتحقق أنه دخان حريق بعد برهة من الوقت. وعندئذ يجب أن يكون النظام قادر علي ضبط حساسيته وتحليله حتي يتمكن من الإستجابة لدخان الحريق عند حدوثه في وقت آخر، وهذا ما يتم تسميته بالقدرة علي التعلم.

5-2 القدرة على التعلم "مساعدات الإستكشاف" (Learning Ability/ Heuristics)

مساعدات الإستكشاف Heuristics هي مجموعة من القواعد التي تزيد من إحتمالات حل المشكلة بشكل أكثر دقة عن طريق التعلم من الخبرة. فعلي سبيل المثال، في غرفة الإجتماعات يمكن أن يشعر النظام بزيادة عدد الناس، فيقوم بخفض درجة الحرارة من 24°س إلي 18°س ليتغلب علي حرارة 20 شخص. فإذا قام الشخص المسئول عن النظام بخفض درجة الحرارة إلي 15°س، عندئذ يجب أن يدرك النظام أن حساباته لم تكن دقيقة إلي حد ما. فإذا وصل عدد الأشخاص بالغرفة إلي 30 شخص، يجب أن يحسب النظام درجة حرارة كل شخص بناء علي آخر ما توصل له من خبرة. لذلك القدرة علي التعلم هي عملية هامة وحرجة جدا في نظم الحريق والصيانة.

٣. تصنيف النظم الذكية داخل المبنى الإداري

اختلفت أنظمة المبنى الذكي في تصنيفها فنجد الأكاديمية الدولية للعلوم بواشنطن قسمت أنظمة المبنى الذكي إلي أربع مستويات رئيسية هي :

- أنظمة كفاءة الطاقة Energy Efficiency
- أنظمة الأمان Life Safety Systems
- أنظمة أتمتة مكان العمل Workplace Automation
- أنظمة الإتصال Telecommunications Systems

ومع تطور وتبلور مفهوم المبنى الذكي، بدأت تظهر الدعوة إلي التكامل بين النظم بحيث يتم جمع مجموعة من النظم في نظام واحد متكامل. حتي أن بعض العلماء مثل "Arkin & Paciuk, 1997" رأوا أن ذكاء المبنى لا يقاس فقط بمدى التكنولوجيات الحديثة المستخدمة في أنظمة المبنى المستقلة كنظم الإضاءة والتدفئة والتهوية والتكييف (HVAC) ولكن يقاس من خلال التكامل بين أنظمة المبنى المختلفة. لتصبح أنظمة المبنى الذكي تتكون من مستويين:

- أنظمة الخدمات: وهي (أنظمة كفاءة الطاقة وأنظمة الأمان)
- أنظمة المعلومات ومكان العمل: وهي (أنظمة الإتصالات وأنظمة أتمتة مكان العمل)

شكل(2): الأنظمة المتكاملة في المبنى الإداري الذكي

1-3 أنظمة إدارة المبنى المتكاملة

ما يميز المبنى الذكي عن أي مبني آخر هو قدرة المبنى الذكي علي إدارته الذاتية لنفسه بدون تدخل بشري، وذلك من خلال وجود نظام متكامل يتيح التحكم والمراقبة لكافة أنظمة المبنى، وهو نظام إدارة المبنى (BMS) الذي لا يقل دوره أهمية في المبنى الذكي عن دور المخ في الجسم البشري، حيث يعتبر العقل المتحكم في جميع وظائف المبنى. ويتضمن هذا النظام علي مجموعة من النظم الفرعية التي تشتمل علي مجموعة من الأنظمة المستقلة كما يلي:

1-1-3 أنظمة الأمن والأمان

الهدف الرئيسي من إستخدام أنظمة الأمن والأمان هو كيفية إستعمال التقنية الحديثة للحصول علي أقصى قدرة من الأداء لأنظمة الحريق وأنظمة الأمن في نفس الوقت بأقل تكلفة.

وتشمل أنظمة الأمن والأمان علي نظامين أساسيين هما:

- أنظمة الأمن Security Systems
- أنظمة الوقاية من الحريق Fire Protection Systems

أ. أنظمة الأمن Security Systems:

تطور نظام المبنى الأمني يعتمد بشكل كبير علي نوع المبنى، وميزانيته وتكلفة المبنى. وأرتبطت الأنظمة الأمنية الآلية بتقنيات الأبواب آلية القفل وبطاقة المرور الإلكترونية والتي أصبحت أكثر وأوسع إنتشاراً بين المكاتب الرفيعة المستوي. ومع ظهور ما تم تسميته بالسكن الرقمي أو السكن الذكي، صار بمقدور السكن التعرف علي قاطنيه وزواره عن طريق التعرف علي بصمة الصوت أو ملامح الوجه وغيرها من الوسائل والتقنيات التي ترفع من قدرة المبنى الذكي علي تحديد الهوية. كما أمكن تطوير تقنيات المسكن الذكي للإبلاغ عن أي أعطال أو مخاطر وإرسالها إلي الهواتف النقالة أو المساعدات الشخصية بالمكان.

ومن الوسائل والأنظمة المستخدمة لتحقيق منظومة الأمن ما يلي:

- أنظمة الدوائر التليفزيونية المغلقة Closed Circuit Television Systems (CCTV)

الأنظمة التلفزيونية المغلقة (CCTV) تستخدم للحماية الأمنية منذ سنوات، حيث تسمح بمشاهدة جميع أجزاء المبنى من خلال إستخدام كاميرات مراقبة موزعة داخل وخارج المبنى، حيث تتم المشاهدة لهم جميعا في نفس الوقت أو كل واحدة علي حدى بإستخدام أجهزة المشاهدة المبرمجة مسبقا مثل التلفاز أو جهاز الحاسب الشخصي بعد توصيله بالشبكة أو عن طريق التحكم المركزي عن بعد.

في هذه الأنظمة يوجد إتصال بين الكاميرا وجهاز مراقبة المشاهد. وتقوم المفاتيح الكهربائية بجمع الإشارات من الكاميرات للعرض علي جهاز مراقبة واحد للمراقبة السريعة.

أثناء ساعات العمل تكون هناك متابعة مستمرة من بعض الحراس لأجهزة المراقبة، أما في أوقات الليل، يتم إستخدام كاشفات التحرك Motion Detector، حيث يتم إختيار عدد من النقاط علي الصورة، فلو حدثت أي حركة لأي نقطة من هذه النقاط ستتغير موجة الفيديو Video Waveform عند هذه النقطة فتحدث إنذار. ومن مميزات هذه الأنظمة إستخدام خاصية تحديد أقل حجم للأشياء المتحركة التي يتم حدوث إنذار عند إكتشافها، لذلك يتم تجاهل الحيوانات صغيرة الحجم والطيور.

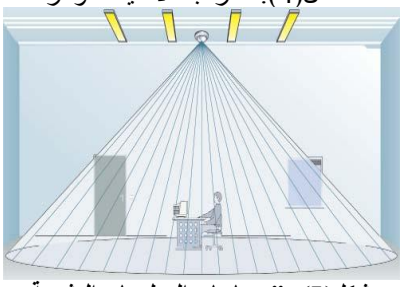
شكل(3): أنواع مختلفة من كاميرات المراقبة وإتصالها بالشاشات الأمنية

شكل(4): المراقبة الأمنية للدوائر

- حساسات التدخل Intrusion Sensors

هناك نوعان من الحساسات في أي نظام أمني: حساسات خارجية وحساسات داخلية. الحساسات الخارجية تستخدم في الأنظمة المتصلة بالسور الخارجي.

وهناك حساسات حماية المحيط الداخلي مثل نظام "حساس المعلومات البشرية دوراني الإتجاه 360" 360 Direction Type Human Information Sensor، حيث يقوم بدوران العدسات الشفافة المثبتة بالسقف حتي 360 درجة لعمل عملية مسح دائري آلي مما يسمح للحساس بإلتقاط لقطة كبيرة المدى حتي قطر 10م، لتحديد كافة أجزاء الغرفة وما بها من أشخاص.



شكل(5): "حساسات المعلومات البشرية دوراني الإتجاه 360 درجة

- أنظمة الإنذار المركزية Central Alarm Systems

يتكون نظام الإنذار المركزي النموذجي من عدة مكونات رئيسية:

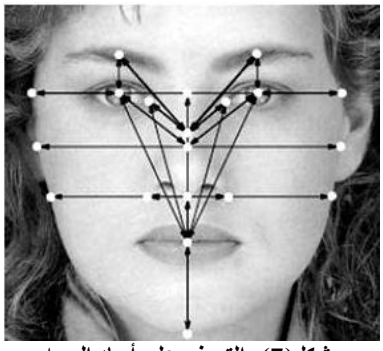
- **معالج الإشارات**
- **مصدر القوة**
- **كشف حالة النظام**
- **إستقبال وإرسال الإنذار**
- **مؤشر حالة المنطقة**

- نظام التحكم بالدخول Access Control

نظام التحكم بالدخول يتم تطبيقه مع إستخدام وحدات قراءة تقاربية، ومفاتيح إلكترونية، وأقفال إلكترونية. وفي هذا النظام يتم تصنيف المستخدمين حسب الفراغات المسموح لهم بالدخول بها طبقا للمناطق الزمنية المبرمجة.

يتصل نظام التحكم بالدخول بنظام تشغيل المبنى Building Operation System (BOS) للتحكم الكامل ورفع التقارير والتكامل داخل وحدة ربط المستخدم التصويري Graphical User Interface (GUI)، وتعتمد هذه الطريقة علي التعرف وتمييز الأشخاص من خلال صورهم.

شكل(6): أجهزة التحكم في الدخول



شكل(7): التعرف على أبعاد الوجه

- أنظمة تحديد الهوية Identification Systems

مع ظهور المباني الذكية وتطور تقنيات تحقيق الأمن والسلامة بها، ظهرت نظم تمكن المبني من التعرف علي قاطنيه وزواره وتحديد هويتهم من خلال التعرف علي بصمة الصوت والتعرف علي ملامح الوجه، ليتم إرسال المعلومات عن الأشخاص غير المسجلين في قاعدة بيانات إلي الجهات الأمنية للتحقق من عدم حدوث إعتداء. وللتغلب علي معوقات تحديد الهوية مثل إرتفاع مستوي الضوضاء الخلفية أو عدم كفاية الإضاءة المحيطة، تم عمل نظام تقني قادر علي تحليل ملامح حركة المستخدم وإستشعار رد فعل الأرضية الذكية Smart Floor لتبلغ دقة النظام في تحديد الهوية حوالي 93%، وهذا رفع من قدرة المبني الذكي علي تحديد الهوية مع إحداث تكامل بين الأنظمة المختلفة.

ب. أنظمة الوقاية من الحريق Fire Protection Systems:

أنظمة الحريق ضمن المباني هي أنظمة أمان حرجة فهي يجب أن تكون قادرة علي العمل أثناء إنقطاع الكهرباء ويمكنها مقاومة الحريق والحرارة العالية. ولذا فمن المهم تكامل أي من مكونات المبنى وأنظمتها مع نظام الحريق كجزء من إستراتيجية مقاومة الحريق المعتبرة.

وأدى إنتشار وتطور مفهوم العمارة الذكية إلي التطور المستمر للتقنيات الداعمة للمفهوم، مثل تطوير نظم الإكتشاف المبكر للحريق داخل الأبنية الذكية ليستهدف ترقية حساسات Sensors لتقوم بأكثر من دور، وإحداث التكامل بين الأنظمة المختلفة التي من شأنها دعم إكتشاف الحريق للتغلب علي مشكلات الإنذارات الخاطئة، وتحديد الأسباب المحتملة للحريق حال وقوعه، ودعم قدرة النظام علي التعلم والتطوير الذاتي.

وتتضمن أنظمة الوقاية من الحريق على ما يلي:

- **نظام الإنذار والإكتشاف الآلي للحريق**
- **رشاشات مقاومة الحريق Sprinklers**
- **بكرات الخراطيم وحنفيات الحريق**
- **النظام الرغوي**
- **أنظمة إنذار الحريق المعتمدة علي جهاز معالجة البيانات**

2-1-3 أنظمة التحكم البيئي Environmental Controls Systems

وتشمل أنظمة التحكم البيئي علي عدد من النظم الفرعية كما يلي:

- أنظمة إدارة الطاقة BEMS
- أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف HVAC Systems

أ. أنظمة إدارة الطاقة Building Energy Management System (BEMS):

أنظمة إدارة الطاقة BEMS هي طريقة مخصصة لخفض إستهلاك المبني للطاقة. حيث تستخدم في التقليل من كمية الطاقة والحد من التكاليف الكهربية بالمبنى، مع المحافظة في نفس الوقت على توفير بيئة مريحة وآمنه لشاغلي المباني. والهدف من هذا النظام هو ضمان الكفاءة القصوي والتشغيل بأقل التكلفة، حيث إن تقليل الكسب الحراري في الصيف والفقد الحراري في الشتاء سيؤدي إلي خفض تكاليف التشغيل.

وتركز نفقات الخدمات الكهربية على عدة عوامل، ولكن العامل الأهم هو إستهلاك الطاقة والطلب عليها. ويتمثل الإستهلاك ببساطة في إجمالي كمية الكهرباء المستخدمة خلال فترة إصدار الفواتير. والطلب هو بوجه عام التكلفة بالكيلووات حسب التوقيت والموسم. ولذلك فإن تقليل الإستهلاك والسيطرة على الطلب هما من الإستراتيجيات الأساسية لبرنامج إدارة الطاقة BEMS. ويعمل أي برنامج لإدارة الطاقة على التنسيق بين نظام الـ HVAC ونظم التحكم في الإضاءة، مع برنامج صيانة تجهيزات المعدات، لتحقيق الإستخدام الأمثل للطاقة.

وقد يكون نظام إدارة الطاقة BEMS وحدة برامج Software Module ضمن نظام أكبر لإدارة التجهيزات Facility Management System، أو تطبيق منفصل ومستقل مثل أن يكون إدارة الطاقة جزءا لا يتجزأ من نظام التحكم في التدفئة والتهوية والتبريد HVAC. وعادة ما يتيح نظام ال BEMS مجموعة من التطبيقات من شأنها تحقيق الوضع الأمثل لإستخدام طاقة الخدمات والتجهيزات Facility's Energy وتكلفتها. وقد يشمل ذلك برامج مثل:

- متابعة فواتير المنافع Utility Bills لمراقبة الإستخدام والتكاليف، وأيضا مقارنة الإستخدام والتكاليف المتوقعة والموضوعة في الميزانية بمثيلاتها الواقعية.
- مقارنة إستخدام الطاقة بمثيلاتها في مباني أخري، وتعرف هذه العملية بإسم "إختبار الآداء" Benchmarking.
- حساب "الراحة الحرارية"، وتكلفة الإستراتيجيات المختلفة للتحكم في الإضاءة، ومعدلات التهوية المناسبة وهكذا.

ب. أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف HVAC Systems

منظومة التدفئة والتهوية والتكييف هي منظومة متكاملة للتحكم ومراقبة المناخ في جميع أجزاء المبنى سواء عن طريق التدفئة أو التهوية أو التكييف. والهدف الرئيسي من التفاعل بين نظام HVAC ومكونات المبنى هو خفض أحمال التدفئة والتبريد ضمن المبنى. والغرض عموما من أجهزة التحكم في التدفئة والتبريد هو محاولة الحفاظ على درجة حرارة فراغ ما حول درجة حرارة معينة Certain Set-Point.

وإذا كان المبنى يحتوي على نظام تكييف وفتحات نوافذ للتهوية الطبيعية يطلق على المبنى حينئذ المبنى ذو النمط المخطط Mix Mode Building، بمعني آخر أن إستراتيجية تهويته وتبريده خليط من التقنيات الطبيعية والإصطناعية. إن الفكرة وراء المبنى ذات النمط المختلط أن تستعمل التهوية الطبيعية لأغلبية السنة بينما تزود الوقاية بالتكييف الصناعي لأيام

الصيف الحارة. والمشكلة أن أغلبية المباني ذات النمط المختلط لا تؤدي أداءً حسنا عندما يكون التكييف مفتوح والنوافذ مفتوحة في الوقت ذاته. وتبادل الحرارة بين الغرفة والبيئة الخارجية يمكن أن يؤثر كثيرا على كمية الحرارة والطاقة المتطلبة للتدفئة أو كمية البرودة المتطلبة ضمن الغرفة. وهنا يأتي دور التكامل بين النظم الذي يتميز به المبنى الذكي عن غيره من المباني، حيث الربط بين نظام التحكم في فتحات التهوية بنظم التحكم في التدفئة والتبريد هام لمتطلبات الحفاظ على الطاقة حيث تتوقف نظم التدفئة أو التبريد الصناعي عندما يكون النوافذ مفتوحة.

3-1-3 أنظمة إدارة الشبكة الكهربائية Electrical Network management Systems

وتشتمل أنظمة إدارة الشبكة الكهربائية علي:

- نظام إدارة الطاقة الكهربائية Electrical Power Management System
- أنظمة الإضاءة Lighting Systems
- نظام إدارة الكابلات Cable Management System

أ. *نظام إدارة الطاقة الكهربائية Electrical Power Management System*

شكل(8): أحد برامج قياس الطاقة الموفرة للمبنى أثناء التشغيل

يتولي نظام إدارة الطاقة الكهربائية EPMS في أي مبني الرقابة على نظام توزيع الطاقة للإستخدام وكيفية إستخدامها. ويعتبر نظام ال EPMS إلي جانب كل من نظام ال HVAC ونظام التحكم في الإضاءة جزءا لا يتجزأ من العملية الكلية لإدارة الطاقة في المباني الإدارية الذكية، بهدف التحكم في الإستخدام والتكاليف. كما يعتبر نظام الـ EPMS أداة لإدارة وضمان جودة الطاقة، بمعني أنه مصدر للطاقة خالي من الإندفاعات والإنخفاضات والإنقطاعات التي قد تؤثر على جدارة وسلامة المبنى.

وتتلخص وظيفة نظام إدارة الطاقة الكهربائية EPMS في مراقبة نظام التوزيع الكهربي، وتوفير المعلومات الخاصة بالإستهلاك الإجمالي أو بإستهلاك معين للطاقة، وبمدى جودة هذه الطاقة، وحالات الإنذار. وعلى أساس هذه المعلومات، يساعد هذا النظام في تحديد وتشغيل نظم أو برامج خاصة بخفض إستهلاك وتكاليف الطاقة. وتقوم هذه النظم بفصل التيار الكهربائي، وتبدأ العمل عند حدود محددة من قبل، مثل مستويات معينة للطلب على الطاقة، أو وقت معين من اليوم يكون إستهلاك المصدر فيه عالياً. كما أنه يتحكم نظام الـ EPMS في حالات الإنذار، ويحسب إتجاهات الإستخدام، ويتتبع ويبرمج أعمال الصيانة وإكتشاف مواطن الخلل، ويعيد حساب الطاقة المستخدمة التي يتم قياسها لعدد من المستخدمين.

ب. *أنظمة الإضاءة Lighting Systems*

أحد التطورات الهامة لتكنولوجيا أجهزة التحكم الذكية المبنية على معالج بيانات صغير الحجم Microprocessor هي إستخدام أجهزة تحكم ذكية بالإضاءة، حيث تؤدي إلى إدارة أفضل للإضاءة مع قدرة على خلق بيئة مرضية والعمل على إقتصاد الطاقة Saving Energy في نفس الوقت.

ويتم تقليل الطاقة المستهلكة في إضاءة المباني الإدارية الذكية عن طريق التحكم في الإضاءة نهاراً وليلاً، حيث يتم إستهلاك كمية طاقة قدر الحاجة تماماً دون تهدير وذلك حتي على مستوى الفراغ الواحد فيختلف إحتياج الفراغ للإضاءة حسب وظيفته والمستعملين وأعدادهم ووقت الإستعمال.

كما أن وجود إتصال بين أنظمة التظليل الآلية ونظم التحكم في الإضاءة الطبيعية من ناحية، ونظام الإضاءة الصناعية من ناحية أخري هو أمر حيوي للحفاظ على الطاقة. وسواء هذا الإتصال كان من خلال التغذية المرتدة من حساس الضوء متوجه إلى الستائر أو من خلال ربط النظامين معاً بمنطق تحكم يجمعها، فكلا الأمرين جائز، طالما كلاهما يعملان معا بتوافق لزيادة توزيع الإضاءة النهارية في الفراغ وتقليل مساهمة الإضاءة الصناعية.

والفكرة الرئيسية لأنظمة التحكم بالإضاءة تتمثل في تشغيل الإضاءة أوتوماتيكياً حسب وظيفة الفراغ ودرجة الإشغال ومستويات الضوء المحيط Ambient Light Levels. ويمكن أن تكون أجهزة التحكم بالإضاءة Lighting Controls مستقلة Stand Alone أو أنظمة شبكية كبيرة Networked Systems، حيث يتم تثبيت وحدات خفض شدة الإضاءة Dimmer Units في الدولاب الكهربائي Electrical Cupboard وتعمل بواسطة شبكة من الأجهزة الخارجية مثل الحساسات Sensors ولوحات التحكم Control Panels.

أجهزة التحكم الذكية بالإضاءة Intelligent Lighting Controls لديها العديد من المميزات التي تميزها عن الأجهزة اليدوية والتي تشتمل على ما يلي:

- **تحقيق الراحة Convenience**
- **تهيئة الجو Creating Ambience**
- **زيادة مرونة التصميم**
- **الحفاظ على الطاقة Energy Savings**
- **خفض تكاليف إستبدال وحدات الإضاءة**
- **دعم منظومة الأمن Security**

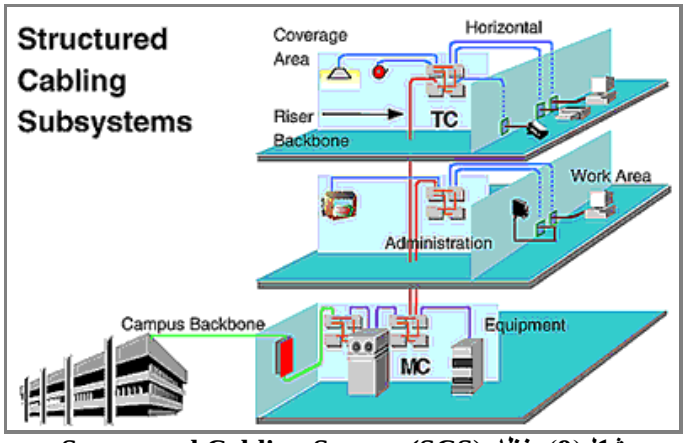
وتشمل أنظمة ترشيد إستهلاك الطاقة من خلال التحكم في الإضاءة على ما يلي:

- *تحكم المستخدم بالإضاءة Occupant Control of Lighting*: تعتبر أساسية في المباني الذكية، وفيها يتحكم كل مستعمل في درجة إضاءته بواسطة كمبيوتر خاص.
- *نظام الجدولة Scheduling*: وفيه يقسم المبنى إلى عدة مناطق، كل منطقة لها القدرة على أن تنخفض فيها شدة الإضاءة في حالة إذا كانت خالية من المستعملين، وتغلق الإضاءة تماما عند الإنتهاء من إستعمال الفراغ تماما.
- *أجهزة التحكم بحساسات الضوء Photo Sensors Controls*: وفيه يتم ضبط حساسات الإضاءة بحيث تعطي كمية الإضاءة المطلوبة للمستعمل.
- *الإقتصاد في الطاقة من خلال إكتشاف الإشغال Occupancy Detection*: حيث يتم تثبيت حساسات في الغرف تعمل على إكتشاف الحركة داخل الفراغ، ثم يتم تغذية هذه المعلومات الراجعة إلى أجهزة التحكم التي تعمل على حساب مدة الوقت الذي لم يتم فيه إكتشاف أي حركة. كل فترة يتم فيها إكتشاف حركة يتم إعادة ضبط، وما إن لا يتم إكتشاف حركة لمدة معينة من فترة سابقة الضبط من وقت الإضاءة في هذه الغرفة، فيتم إما قطع التيار الكهربائي أو خفضه إلى مستوي منخفض الطاقة.

ج. *نظام إدارة الكابلات* Cable Management System

الكابل هو أحد أشكال الإتصال السلكي، ويعد أحد الوسائط التي تستخدم فى عملية نقل الرسائل والمعلومات الصوتية والمرئية والنصوص إما بالإسلوب التماثلي Analog أو بالإسلوب الرقمي Digital. وتعتمد عملية نقل الرسائل عن بعد على كهرومغناطيسية الطيف Electromagnetic Spectrum كما هو الحال فى إرسال الراديو والتليفزيون، أو على الإتصال السلكي.

والنظام المستخدم في المباني الإدارية الذكية هو Structured Cabling System (SCS) ويتمثل دوره فى عمل تكامل بين أنظمة الصوت، المعلومات، الحريق، الأمن والطاقة فى نفس البنية التحتية بحيث يكون كابل واحد رئيسي لخدمة كافة أنظمة المبنى يسمي "كابل محوري" Backbone. وهذا بالطبع يكون تنفيذه عن طريق فريق عمل من المتخصصين فى شتي الأنظمة المستخدمة.



شكل(9): نظام Structured Cabling System (SCS)

2-3 أنظمة الإتصالات المتكاملة Integrated Communication Systems

تتواجد نظم الإتصالات سواء كانت سلكية أو لاسلكية فى العديد من المباني، لكن من خلال شبكات منفصلة، أما ما يتميز به المبنى الذكي هو تكامل هذه النظم مع بعضها البعض، أي دمج إرسال الصوت والصورة والبيانات والرسوم فى شبكة واحدة متكاملة نسمي "شبكة الإتصالات المتكاملة" Building Communication System التي تتكامل بدورها مع أنظمة إدارة المبنى. مما ينتج عنه مبنى ذكي قادر على التحكم الذاتي ببيئته وتلبية إحتياجات مستعمليه. فعلى سبيل الثال، نظام الدوائر التليفزيونية المغلقة CCTV هو أحد أنظمة الإتصالات المرئية، إلا إنه يستخدم للحماية الأمنية ضمن أنظمة الأمن والأمان من خلال وجود إتصال بين الكاميرا وأجهزة المراقبة.

وتنقسم أنظمة الإتصالات إلي ثلاثة مجموعات رئيسية هي:

١) نظم الإتصالات الصوتية Voice Communication Systems
٢) نظم الإتصالات المرئية Image Communication Systems
٣) نظم نقل البيانات Data Communication Systems

ويندرج تحت كل مجموعة من هذه النظم مجموعة من الأنظمة الفرعية، لكن توجد بعض الأنظمة المتداخلة التي يصعب تصنيفها وتحديد نوعها (صوتية أو مرئية أو بيانات). مثل نظام الفيديو فهو من وسائل الإتصال المرئية والصوتية فى ذات الوقت، كذلك الفيديوتكست والتليتكست فهما من وسائل نقل البيانات المرئية، لذلك يصعب تحديد إذا كانا من نظم نقل البيانات أم من نظم الإتصالات المرئية. أما البريد الإلكتروني فيمكن إدراجه تحت الثلاث مجموعات، حيث يمكن من خلاله نقل البيانات فى شكل نصوص Text، أو صوت Voice، أو رسوم Graphics.

وبناءاً على ذلك سيتم إستعراض جميع هذه النظم الفرعية مباشرة كما يلي:

- نظام الإتصال الهاتفي
- نظام التلكس والتليتكس
- نظام الفيديو (المرئيات)
- نظام التليتكست
- نظام الفيديوتكست (إرسال النصوص المرئية)
- البريد الإلكتروني

٤. التكامل بين الأنظمة الذكية في المباني الإدارية الحديثة

ن ذكاء مجموعة إجتماعية يختلف عن ذكاء أعضائها كأفراد، حيث أن أي مجموعة يكون لها القدرة على حل المشاكل وبالتالي على آداء سلوك ذكي أكبر كثيراً من قدرة الفرد المتوسط الموجود فى هذه الجماعة. فكما أن المجتمعات البشرية المتقدمة وصلت لدرجة تقدمها لما كان عندها من ذكاء جماعي راق، فبالمثل المبنى الذكي لا يمكن أن يكون ذكياً إلا عند حدوث تكامل بين أنظمته المختلفة. وبما أن مرتبة الذكاء الجماعي أعلي من مرتبة الذكاء الفردي، فبالمثل يعد التكامل بين النظم الذكية أعلي من الأنظمة الذكية المستقلة.

يجب أن يكون فيه مجموعة من الأنظمة الذكية المتطورة وتكون هذه الأنظمة متكاملة فيما بينها بحيث يسمح بتبادل المعلومات بينها.فنظام التحكم فى الإضاءة، ونظام HVAC، ونظام إدارة الطاقة، ونظم الأمن والأمان ... إلخ، جميع هذه النظم يطلق عليها "نظام آلي مستقل" Stand-Alone Automated System، وعندما يرتبط عدد من هذه الأنظمة معا وتراقب بواسطة متحكم ذو مستوي أعلى Higher-Level Controller يشار إلي كل واحد من تلك النظم بأنه نظام فرعي، والنظام العام الذي يجمعهم جميعاً يشار إليه أنه "نظام التحكم المتكامل" Integrated Control System. مثل هذا النظام المتكامل، عندما يتم تطبيقه ليكون النظام الفردي الوحيد فى المبنى، يمكن أن يوصف المبنى حينئذ بالمبني الذكي ويشار بالتالي إلى نظام التحكم بنظام التحكم الآلي فى المبنى BAS.

4-1 مفهوم تكامل النظم فى المباني الذكية

إن أكبر التحديات الهامة والخطيرة فى تصميم وتشغيل تكنولوجيات المبنى الإداري الذكي هو تحقيق التكامل الفعال والتشغيل المتبادل Interoperation لتكنولوجيات إدارة المبنى المختلفة والتكنولوجيات الأخري. فقيمة تكنولوجيات المبنى الإداري الذكي تزداد بوضوح مع زيادة الأنظمة المتكاملة ذات التشغيل المتبادل.ومن هنا يتضح أن تكامل الأنظمة System Integration هو "إعداد أو تهيئة الأنظمة المختلفة للتعاون والتوجه نحو كفاءة بيئة العمل". أو بمعني آخر التكامل هو "مشاركة المعلومات بين عناصر وأنظمة المشروع المختلفة التي تؤدي إلى رفع كفاءة المبني".

فحساسات درجات الحرارة التي يتم تركيبها كجزء من نظام التدفئة يمكن أن يستفاد منها فى فتحات التهوية، وحساسات الضوء التي يتم تركيبها كجزء من نظام الإضاءة الإصطناعية يمكن أن تستعمل للتحكم فى الستائر ووسائل التظليل. هذا الإشتراك فى المعلومات بين الأنظمة سيجعل آلية المبانى أرخص وأكثر كفاءة. وهذه التقنية أيضاً تجعل تجريب الأدوات الآلية أسهل من خلال إستعمال تقنية "التوصيل والتشغيل" Plug and Play التي تسمح لكل الأنظمة لكي تتكامل معاً.

وإنطلاقاً مما سبق يتضح لماذا يطلق على المباني الذكية أحياناً "المباني المتكاملة الأنظمة". فالمبنى الذكي ليس هو المبنى الذي يحتوي على أجهزة متقدمة، ولكنه ذلك المبنى الذي يتم التحكم فى كل وظائفه الحيوية بواسطة نظام تحكم آلي واحد أو أكثر إعتماداً على مدى تكامله الذي يدل على مقدار ذكائه.

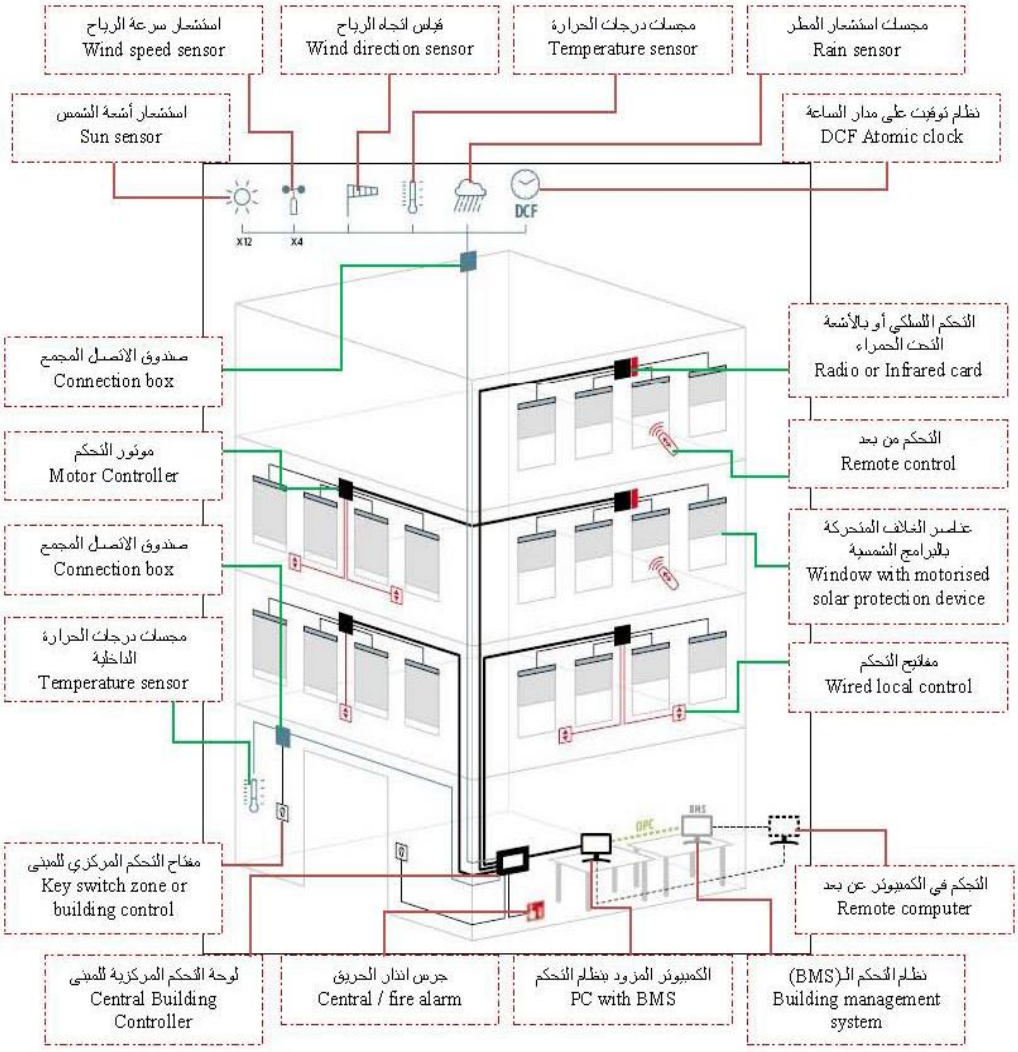
والتكامل ليس سمة من سمات المبنى الإداري الذكي والتي من الممكن أن تتواجد فى مبنى ولا تتواجد فى مبنى آخر أقل ذكاءً. ولكنها عنصر أساسي فى أي مبنى ذكي. فالعلاقة بين التكامل ودرجة ذكاء المبنى علاقة طردية حيث كلما زاد التكامل بين أنظمة المبني المختلفة كلما زادت درجة ذكائه، فالمبنى الذي لا يوجد تكامل بين أنظمته لا يطلق عليه مبنى ذكي.

4-2 أمثلة على التكامل بين الأنظمة الذكية

هناك عدة طرق للدمج والتكامل بين الأنظمة المختلفة في المبنى الذكي فمثلا:

- أنظمة الأمن والأمان Fire Life and Safety (FL & S) يمكن أن تتكامل مع أنظمة التهوية بحيث أن تتم غلق أنظمة التهوية فى حالة وجود حريق وذلك للتقليل من حجم الخسائر فى المبنى.
- أنظمة الأمن يمكن أن تتكامل مع ال HVAC والإضاءة وأنظمة المصاعد لضمان أعلي درجة أمان لجميع المستعملين بحيث يتم موازيا مع عملية ترشيد الطاقة تحقيق أكبر قدر من الراحة. حيث على أساس المعلومات المحددة عن موقع الشخص داخل الغرفة والتي يتم الحصول عليها من أنظمة الأمن والأمان يمكن لأجهزة التدفئة والتبريد وكذلك الإضاءة ضبط مستوي تشغيلها حسب هذه المعلومات. فمثلا عندما يستعمل الشخص تحقيق الشخصية أو الـ Security Card عند دخول المبنى الإداري يتم وصول المصعد له وإضاءة غرفته وتهويتها تلقائياً بالتكييف.

- تكامل نظام الـ HVAC مع نظم الوقاية من الحريق، حيث عندما يحدث إنذار بالحريق، يتوقف نظام الـ HVAC كما يتم فتح أبواب الأمن Security Doors.
- تكامل نظام الـ HVAC مع نظام التحكم في الواجهات الخارجية، حيث يتفاعل الغلاف الخارجي مع البيئة الخارجية للمبنى من خلال الحساسات الخارجية ومقاييس الحرارة المتصلة بنظام الـ BMS والتي تحدد إمكانية الإستعانة بالهواء الخارجي في التهوية الطبيعية للمبنى، فيتم غلق نظام الـ HVAC وفتح النوافذ الخارجية.



شكل(10): التكامل بين نظام الغلاف الخارجي ونظام الـHVAC في المباني الإدارية الذكية

3-4 مزايا التصميم المتكامل لأنظمة المبنى

هناك العديد من المزايا عند وضع تصميم متكامل للأنظمة المختلفة في المبنى الذكي فمثلاً:

١. تكلفة أقل بسبب الحاجة لتقليل توزيع الأسلاك (أرخص حوالي 50%).
٢. السيطرة الكاملة فى الإدارة والصيانة، حيث مشغل واحد يمكنه أن يراقب العديد من الأنظمة.
٣. إمكانية الحصول على المزيد من المعلومات، حيث شفافية بيانات الشبكة تسمح لمستويات المعلومات الجديدة أن يتم الحصول عليها في نفس الوقت.
٤. أفضل في تشخيص الأخطاء، حيث يعني المنهج المعياري بتمييز العيوب بسرعة وتعقبها إلى موضعها الفعلي.
٥. أكثر مرونة وتكيف، فالأنظمة المفتوحة تدعوا المصنعين إلى عدم قصر منتجاتهم على التوافق مع شبكة معينة.
إضافة إلى أن منطقية وسائل إتصال النظام System logical Connections يمكن أن تتغير فى أي وقت بدون أي تغييرات مادية فى الأسلاك.
٦. مشاركة البيانات بين نظم التكييف والإضاءة والحريق والأمن لتتيح فوائد الأمان المحتملة.

4-4 المعوقات أمام التكامل بين الأنظمة الذكية

وهناك بعض المعوقات التي تواجه النظم الذكية عند تكاملها مع بعض في المباني الذكية فمثلاً:

- التكامل بين الأنظمة يحتاج إلى مجموعة مهندسين على مستوي عالي وعلى إلمام بجميع الأنظمة الذكية نتعاون من أجل تحويل المبنى إلى مبنى ذكي.
- وسيلة نقل المعلومات بين الأنظمة الذكية يوجد بها صعوبة نظراً لإختلاف اللغة المستعملة لكل نظام على حدة.

٥. التوصيات

استخلص البحث مجموعة من التوصيات التي يوصى بالأخذ بها عند وضع تصميم لأحد المباني الإدارية الذكية وهي:

- يجب توافر الأنظمة المتكاملة في المبنى الإداري حتى يطلق عليه مبنى ذكي، فليس أحتواء المبنى على مجموعة من الأنظمة المتطورة في إدارة المبنى يصبح تلقائياً بالمبنى الذكي، وانما يجب الإخذ في الإعتبار التكامل بين هذه النظم واتصالها ببعضها للحصول على نتائج سليمة اثناء عملية التشغيل.
- يجب الأخذ في الإعتبار إحتياجات المبنى الإداري عند اختيار نوعيات أجهزة الإستشعار المختلفة في المبنى، مثل الحساسات الداخلية والخارجية وحساسات الأمان والكشف عن الحريق، .. الخ، وذلك بناءً على حجم المبنى، ومدى احتياجه لكميات ونوعيات الحساسات المختلفة في كل فراغ على حده، وفي احتياجات المبنى ككل، مما يسمح بتوافر المعلومات الضرورية لعملية التشغيل والوصول للقرارات المناسبة لإدارة المبنى.
- على الرغم من ضرورة توافر النظم الذكية في المبنى الإداري الذكي كأحد أولويات وسائل إدارة المبنى، إلا أن توافر السبل المختلفة التي تسمح بالتدخل اليدوي من قبل المشغلين يعد أحد الشروط الرئيسية في عملية التشغيل. وذلك حتى لا يصبح المبنى رهن لعملية ديناميكية محدودة غير قابلة للتعديل. إلا أن هذه الخصائص يجب أن تكون في صورة محددة ومقننة حتى لا تسمح لمن ليس له صلة بعملية الإدارة أو التشغيل في التدخل في العملية الإدارية للمبنى.

٦. الخلاصة

هناك العديد من النظم الذكية والتي يتم توافرها داخل المبنى الإداري الذكي، والتي تختلف باختلاف الوظيفة الموكلة إليها في منظومة الإدارة الذكية للمبنى. فهي إما أن تندرج تحت مرحلة المدخلات، أو في مرحلة تحليل ومعالجة البيانات، أو في مرحلة المخرجات النهائية للنظام.

وتصنف النظم الذكية داخل المبنى الإداري إلى قسمين رئيسيين:

- **أنظمة إدارة المبنى المتكاملة (أنظمة الخدمات) مثل:**

– أنظمة الأمن والأمان – أنظمة التحكم البيئي – أنظمة إدارة الشبكة الكهربائية

- **أنظمة الإتصالات المتكاملة (أنظمة المعلومات) مثل:**

– أنظمة الإتصالات الصوتية – أنظمة الإتصالات المرئية – أنظمة نقل البيانات

ومن الخصائص الرئيسية للنظم الذكية في المباني الإدارية هو التكامل بين هذه النظم، فالتكامل ليس سمة من سمات المبنى الإداري الذكي والتي من الممكن أن تتواجد فى مبنى ولا تتواجد فى مبنى آخر أقل ذكاءً. ولكنها عنصر أساسي فى أي مبنى ذكي. فالعلاقة بين التكامل ودرجة ذكاء المبنى علاقة طردية حيث كلما زاد التكامل بين أنظمة المبني المختلفة كلما زادت درجة ذكائه، فالمبنى الذي لا يوجد تكامل بين أنظمته لا يطلق عليه مبنى ذكي مهما بلغت درجة التكنولوجيات داخله.

المراجـــــع

المراجع العربية:

- بونيه الان،(1986)، "الذكاء الاصطناعي: واقعه ومستقبله"، ترجمة فرغلي، علي صبري، (1993)، عالم المعرفة، المجلس القومي للثقافة والفنون والاداب، الكويت
- عبد الهادي، زين الدين محمد، (2001)، "الأنظمة الآلية في المكتبات"، مركز الأهرام للترجمة والنشر، مؤسسة الأهرام، القاهرة، جمهورية مصر العربية
- علي، خالد علي يوسف، (2006)، "العمارة الذكية - صياغة معاصرة للعمارة المحلية"، رسالة دكتوراة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، أسيوط، جمهورية مصر العربية
- دنيا، شريف السيد السعيد، (2007)، "المنزل الذكي بين النظرية والتطبيق"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، الجيزة، جمهورية مصر العربية
- إبراهيم، ماجدة بدر أحمد، (2010)، "العمارة الذكية كمدخل لتطبيق التطور التكنولوجي في التحكم البيئي وترشيد إستهلاك الطاقة بالمباني- دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني الذكية"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، الجيزة، جمهورية مصر العربية
- غريب، خالد مسعد عبد السميع، (2011)، "الغلاف الخارجي للمنزل الذكي - نحو دليل عملي لتقييم مستوى ذكاء الغلاف الخارجي للمنزل الذكي"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، الجيزة، جمهورية مصر العربية

المراجع الأجنبية:

- So, A. T. & Chan, W. L., (1999), Intelligent Building Systems, Kluwer Academic, London
- Wigginton, M. & Harris, J., (2002), "Intelligent Skins", Butterworth-Heinemann, Tunbridge Wells, Kent
- Sherbini, K & Krawczyk, R, (2004), "Overview of Intelligent Architecture",1st ASCAAD International Conference, e-Design in Architecture KFUPM, Dhahran, Saudi Arabia
- Sinopoli. J, (2006), "Smart Buildings - Handbook for the design and operation of building Technology Systems", Spicewood
- ABBI-bus, KNX, Application manual, Heating/Ventilation/Air Conditioning

المواقع الإلكترونية:

- http://www.nec.com/en/global/environment/energy/building.html
- http://www.securitylockandalarm.net/cctv.html
- http://www.crimecontrol.ie/index.php/cctv/
- http://www.nec.com/en/global/solutions/security/technologies/face_recognition.html
- http://www.topnews.in/novel-face-recognition-technology-improve-security-2234736
- http://lgote.com/energy-management.html
- http://hyperlinesystems.com/info/scs/index.php?id=3
- http://hyperlinesystems.com/info/scs/index.php?id=3
- http://www.somfyarchitecture.co.uk/