النظم والعناصر التكنولوجية المدمجة فى المبانى الإدارية الذكية التفاعلية

The integrated Technological Systems and Elements in The Smart Interactive Office Buildings

أ.د.إيمان عيد عطية م / المعتزبالله محمد البحيرى

قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة المنوفية

***Abstract*:**

The research study deals with how to achieve the mechanisms of integrating the operating systems and the automatic control of the buildings in the process of designing the office buildings in Egypt. This is done by conducting a theoretical inductive study to know the techniques and technological treatments used in intelligent buildings and to study their capabilities, needs and components, and how these technological systems work. With the study of international standards and protocols for the control and automation systems of intelligent buildings.

ملخص البحث

تتناول الدراسة كيفية التوصل الى آليات دمج أنظمة التشغيل والتحكم الألي للمبانى فى عملية تصميم المبانى الإدارية فى مصر. وذلك من خلال إجراء دراسة إستقرائية نظرية لمعرفة التقنيات والمعالجات التكنولوجية المست خدمة فى المبانى الادارية الذكية ودراسة إمكانياتها وإحتياجاتها ومكوناتها وكيفية عمل هذه النظم التكنولوجية، مع دراسة المعايير والبروتوكلات المعمارية الدولية الخاصة بنظم التحكم والتشغيل الألى للمبانى الذكية (BAS) Building Automation System. ثم ينتقل البحث الى الدراسة التحليلية عن طريق إجراء دراسة حالة لنماذج متعددة ورصد وتحليل التقنيات المستخدمة فى هذه النماذج ، وادراجها فى نموذج شامل يتم تقييم المبانى الإدارية الذكية من خلاله، حيث تم اختيار عينات الدراسة من المبانى الإدارية الذكية عالمياً وعربياً ومحلياً، مع دراسة أليات تطبيقها فى المبانى الإدارية فى مصر، ومنها وإستنباط المحددات التصميمية والمتطلبات التكنولوجية التى يجب توافرها فى المبنى وإستخلاص الية وإستراتيجية تصميمية للمبانى الإدارية الذكية فى مصر.

الكلمات المفتاحية : العمارة الذكية – المبانى الإدارية – التحكم والتشغيل الألى – النظم الذكية المتكاملة

1. مقدمة

ظهر تأثير الثورة الرقمية وتكنولوجيا المعلومات فى كل نواحى حياتنا اليوميه، حيث تترك التقنية أثراً عميقاً على نواحى الفكر الإنسانى بما فى ذلك الفكر المعمارى، وكنتيجة لذلك ظهرت إتجاهات العمارة الذكية على قمة منحنى تطور نظريات العمارة، وارتبطت رؤيتها منذ البداية بدعم الأمن والسلامة. كما ارتفع سقف تحقيق مفهوم الأمن والسلامة مع تحمل العمارة الذكية لمسؤليتها البيئية ليشمل التصدى للتداعيات البيئية ودعم تحقيق عدالة الاستهلاك بين الأجيال وتحقيق الأمن الاجتماعى، وبما أن البحث في كيفية توفير الطاقة هو من المواضيع الهامة في عصرنا الحالى، أصبح المفهوم البيئي الذكى للتصميم يسعى إلى المساهمة في الجهد الإقليمي والدولي للحد من التأثيرات السلبية الناتجة عن استخدام موارد الطاقة التقليدية، حيث أن حوالي 80 % [1]من الطاقة التي يستهلكها الإنسان تتم داخل المباني وهذا يوضح كمية الطاقة الهائلة التي يمكن توفيرها إذا ما تم الإعتماد على نظم التحكم الذكية والتشغيل الألى(Automation) المدمجة فى المبنى والتي تساهم في خفض تكاليف التبريد والتكييف والإضاءة في المباني.

كانت بداية ظهور مصطلح المبنى الذكي عام 1980م في الولايات المتحدة الأمريكيّة حيث كانت تشير هذه الفترة الى المباني التي استخدمت أنظمة الاتصال عن بعد وأنظمة ادارة المبنى؛ ومنها بدأ التَطوّر التاريخي للعمارة الذّكية . وفي التَسِعينات أصبحت العمارة الذكيّة عبارة عن حلقة الوصل التي ترّبط بين الجانب المعماري والتّقنيات الذكيّة المستخدمة لتشكل بداية انطلاق لحركة معمارية تربط المبنى بكل اجزاءة عن طريق التكنولوجيا الذكية التى تعتبر الهيكل العصبي للمبنى المسؤل عن الإحساس والإستشعار وإتخاذ رد فعل نتيجة المتغيرات المحيطة به.

تتمثل المشكلة البحثية عدم وجود نموذج محدد وشامل للنظم التكنولوجيه الذكية التى يمكن دمجها فى المبانى الإدارية لتحقيق مبنى ذكى يعتمد على التحكم والتشغيل الألى. كما يتمثل هدف البحث فى توضيح مفهوم المبنى الإداري الذكى المتكامل مع استخلاص نموذج يشمل معظم النظم التكنولوجية الذكية التى يتم دمجها فى المبانى الإدارية ذات التحكم والتشغيل الألى.

2. منهجية البحث:

يعتمد البحث على استخدام المنهج البحثي المعروف بالأسلوب الكيفي Quantitated، هذا المنهج يعتمد على جمع وتحليل وترتيب البيانات النوعية الخاصة بموضوع البحث، على النحو التالي:

المنهج الاستقرائي:

دراسة مفاهيم العمارة الذكية، وبداية ظهورها والأسباب التى أدت إلى انتشارها، ومعرفة الوسائل والمعالجات التكنولوجية التى تستخدمها المبانى الذكية. وتوضيح كيفية عمل النظم التكنولوجية للتحكم والتشغيل الألى فى المبانى.

المنهج التحليلي :

تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي للبيانات والمعلومات، عن طريق تحليل البروتوكولات والمعايير الفنية الدولية الخاصة بالمبانى الذكية ذات التحكم والتشغيل الألى، ودراسة وتحليل التقنيات المستخدمة فى نماذج من المبانى الإدارية الذكية عالمياً ومحلياً، مع دراسة إمكانية تطبيقها والمعوقات التى تعوق عملية تطبيقها.

المنهج الإستنباطى :

تعتمد الدراسة على المنهج الإستنباطى للوصل الى الية تصميمية للمبانى الإدارية الذكية فى مصر عن طريق استخدام نتائج تحليل عينات الدراسة البحثية من خلال الخلفية النظريه للبحث، ومنها استنباط آلية تصميمية تبدأ من مرحلة وضع الفكرة المعمارية للمبنى وتنتهى بالتفاصيل الفنية التنفيذية. حيث يتَّسم المنهج الاستنباطي باستخدام المنطق في الخطوات التي يشملها.

[1] خالد."دراسة بحثية في النتائج المترتبة على تطوير المباني الإدارية القائمة من التقليدية إلى الذكاء". ورقة بحثية. مجلة كلية الهندسة جامعة الأزهر. القاهرة، العدد 11، 2016

3. تعريف المبنى الذكي :

المبنى يعرف ما يحدث بداخله وخارجه من خلال أنظمة آليّة تمكن المبنى من الاستجابة للظّروف والمتغيرات الدّاخِلية والخارجية كتغيّر المّناخ أو حدوث حريق فمثلا يقوم المبنى بفتح واغلاق واجهاته وفقاً للظروف المناخية ويتم تخزين المعلومات في الجانب المركزي للمبنى. حيث أن المبنى الذكي يقرر الطريقة الأكثر كفاءة وفاعليّة لتوفير بيئة مناسبة ومريحة للمستخدمين من خلال الأنظمة المؤتمتة وأنظمة إدارة ودعم القرار في المبنى.

4. انترنت الأشياء Internet Of Things (IOT) :

هى حزمة من التكنولوجيا والتطبيقات التى تزود لأجهزة الحاسب الألى والمواقع لتوليد كل انواع المعلومات والبيانات. والتى تقوم بتحليلات وإحصائيات للمعلومات والبيانات التى تربط هذه الأجهزة بالمواقع بطريقة مثالية ولحظية، كما تقوم باتخاذ القرار الذكي فى الوقت المناسب. ومن الناحية النظرية يقوم نظام **(IOT)** بالإيحاء الى الأشياء والعناصر المادية وجعلها قادرة على الاستفادة من العمود الفقري للإنترنت **(شبكة المعلومات الدولية)**، لكى تكون قادرة على الاتصال بالمعلومات والبيانات الخاصة بظروفها وحالتها وموقعها.

1-4 تأثير الإنترنت على العمارة (IOT) :

تؤثر تكنولوجيا الاتصالات والإنترنت (IOT) فى صناعة العقارات التجارية تأثيراً قوياً، حيث تساعد الشركات على الاعتماد على تقليل التكاليف . وتهدف تطبيقات (إنترنت الأشياء) (IOT) إلى زيادة الهوامش الربحية وتمكين ميزات مثل عمليات البناء الأكثر فاعلية بشكل كبير، و تحسين علاقات المستأجرين وفرص توليد الدخل الجديدة. كما أن استخدام تكنولوجيا او نظام (IOT) فى المباني يجعل أنظمة إدارة المباني (BMS) أكثر فعالية[2]، وأيضا يجعل استخدام الحساسات Sensor التى تقوم بتخليق المعلومات والبيانات وجمعها وتعزز من معرفة خصائص المبنى والتعرف علية بسهولة أكثر سهولة ومرونة. وكما تقول التوقعات ان المباني الإدارية والتجارية الذكية ستحتل الاستهلاك الأكبر من تكنولوجيا (IOT) من المباني السكنية الذكية.

2-4 IOT وعلاقته بالمباني الادارية :

يتزايد استخدام بيانات إنترنت الأشياء في مكان العمل ويتوسع طوال ،حيث ان أكثر من 80٪ من هذه الشركات قد نما استخدامهم لإنترنت الأشياء في مؤسساتهم، وأن المؤسسات التي تستخدم إنترنت الأشياء لخفض التكاليف قد حققت تخفيضًا في التكلفة بأكثر من 20٪. كما انه في قطاع الشركات على وجه الخصوص ، من المتوقع أن تقوم الشركات بنشر ما يقرب من 1.3 مليار جهاز استشعار لإنترنت الأشياء بين عامي 2015م و 2020م، مما يمثل معدل نمو سنوي مركب قدره 58.8 ٪[3].
تستخدم المباني الذكية أجهزة إنترنت الأشياء للتحكم في جميع أنواع عمليات المنشأة وجمعها. يمكن لمديري الموارد البشرية و CRE ومديري المنشآت الاستفادة من تقنية إنترنت الأشياء كالأتى :

1. كيف يتحرك الموظفون في المكتب ويتفاعلون مع الآخرين.
2. كيف ومتى يستخدم الموظفون قاعات المؤتمرات ومساحات العمل الأخرى.
3. كيف ومتى يتم استخدام معدات معينة طوال اليوم.
4. مقدار الطاقة (وغيرها من المرافق) المستخدمة
5. كيف يقوم موظفو البناء (الأمن ، الصيانة ، الحراسة) بعملهم اليومي
6. مقاييس السلامة المهمة مثل الكشف عن التسرب ، وخدمة الكشف ، وجودة الهواء
7. كيف تتغير الإنتاجية واستخدام المنشأة على مدار العام
8. عمليات المرافق مثل التدفئة وتكييف الهواء والإضاءة والأمن.

5. أهداف دمج الوسائل التكنولوجية الذكية فى المباني الإدارية:

1-5 الأهداف الاقتصادية:

1-1-5 توفير استهلاك الطاقة الكهربية : تساعد الأنظمة التكنولوجية الذكية في توفير استهلاك الطاقة المستخدمة فى تشغيل المبنى. وذلك لاعتماد النظم الذكية على الطاقات الطبيعية مثل (الطاقة الشمسية – طاقة الرياح – حرارة باطن الارض)، فإن ذلك يوفر من 22-30% من قيمة الكهرباء التى يستهلكها المبنى الإداري.

2-1-5 خفض تكاليف تشغيل المبنى : باستخدام النظام المتكامل الذكي داخل المباني الادارية الذكية ينتج عن ذلك توفير في عملية تشغيل المبنى.

3-1-5 زيادة معدل الإنتاج وزيادة عائد الإستثمار: يعتبر نظام الادارة الذكى للمبنى الاداري في حد ذاته تحسين من العملية الانتاجية داخل المبنى، فقد اثبتت الدراسات النفسية على ان زيادة الراحة الحرارية والصوتية في المبنى الاداري يزيد من تركيز الموظفين داخل المنظومةز

4-1-5 زيادة القيمة العقارية للمبنى: اثبتت الدراسات العلمية في الولايات المتحدة الامريكية انه بتطبيق النظم المستدامة بصفة عامة والنظم الذكية بصفة خاصة في المبانى الادارية يزيد من القيمة العقارية للمبنى، حيث تم رصد زياده ملحوظه في قيمة اعادة بيع وايجار المبانى التي تحتوى على نظم ذكية في تشغيل المبنى، كما يلي:

- زيادة قيمة اعادة البيع من 2 : 15 %
- زيادة اسعار الايجار من 8 : 35%
- ارتفاع معدلات الاشغال من 9: 18 %
- ارتفاع صافي الدخل التشغيلي بنسبة 6 %
- نفقات تشغيل اقل بنسبة 30%
- مكاسب انتاجية اعلى بنسبة 4.8 %

2-5 الأهداف البيئية:

هناك العديد من النتائج الايجابية من الناحية البيئية والتى تتحقق عند دمج النظم التكنولوجية الذكية في المباني الادارية وتحويلها الى مبانى ذكية[4]، مثل:

- تقليل التلوث الناتج عن زيادة معدلات ثاني اكسيد الكربون
- تقليل معدلات استهلاك المياه النظيفة من خلال ترشيد استهلاكها او اللجوء الى نظم المراقبة الذكية في اعادة استخدام المياه بعد معالجتها.

---

[2] Charalampos D., "Building Internet of Things", CreateSpace Independent Publishing Platform, 7290 Investment Drive , BNorth CharlestonSC, United States, 2012

[3] Jim Yong, "BIOT-BUILDING Internet of Things",Realcomm, January 23, 2014; Deloitte Center for Financial Services analysis.

[4] Asadullah, Muhammad. "An Overview of Home Automation Systems". Conference Paper. IEEE. Retrieved 22 Dec 2016.

1-2-5 توفير طاقة نظيفة : في المبانى الإدارية الذكية يتم الاستعانة بمصادر طاقة نظيفة بديلة عن الطاقات الغير متجددة داخل المبنى مثل :

أ. **الطاقة الشمسية** : تعد الطاقة الشمسية واحدة من اهم مصادر الطاقة النظيفة التي يمكن الاستعانة بها في تغذية المبنى بالطاقة اللازمة لتشغيله، حيث يمكن الاستعانة بالخلايا الشمسية في توليد الكهرباء واستغلال الطاقة الشمسية الطبيعية لتغذية المبنى بالكهرباء النظيفة كما هو بالشكل (1) واجهة لمبنى ادارى مدمج بها خلايا شمسية.

شكل (1)- واجهة مبنى ادارى مدمج بها خلايا شمسية

ب. **طاقة الرياح :** من الممكن الاستفادة من طاقة الرياح عن طريق توليد الطاقة الكهربائية.

ج. **طاقة حرارة باطن الارض :** يتوفر هذا المصدر من الطاقة عن طريق الحرارة الجوفية للارض والطاقة الحرارية المختزنة من اشعه الشمس الساقطة على القشرة الارضية منذ ملايين السنين.

2-2-5 تقليل استهلاك المياه : عند الاستعانة بنظام التحكم الذكي في المرافق داخل المبانى الإدارية الذكية. ينتج عن ذلك تقليل استهلاك المياه المخصصة للمبنى، فهناك مساريين اساسيين في توفير المياه داخل المبنى الاداري الذكي هما:

أ. توفير استهلاك المياه النظيفة .

ب. اعادة استخدام المياه المعالجة .

3-2-5 إعادة تدوير المخلفات والنفايات: عند تطبيق نظام التدوير الذكى للنفايات في المبانى الإدارية سيعمل ذلك على خلق بيئة أكثر وعيا ونقا، في هذا النظام يتم فصل الأنواع المختلفة من النفايات الخارجة من المبنى منذ اللحظة الأولى.

3-5 الأهداف الاجتماعية:

يتطور المستوى الاجتماعي في المبني الإداري الذكى كل يوم عن سابقة، وذلك مع زيادة التطور المستمر في تكنولوجيات المبانى الذكية، حيث تزداد وسائل الحفاظ على الصحة العامة وتتطور وتزداد وسائل الامان وتتنوع بزيادة النظم التكنولوجية الذكية في المبني، بالإضافة الى الارتقاء المجتمعي المستمر في المدن الحديثة والجديدة، مع زيادة قيمة ومفهوم المبني الذكي في الاوساط المجتمعية المختلفة على النحو التالي[5] :

1-3-5 الحفاظ على الصحة العامة: عند استخدام التكنولوجيات الذكية في ادارة المبني الإداري كبديل عن الوسائل التقليدية تتحسن الصحة العامة بشكل مجمل لدى العاملين في المبنى، فاستعمال نظام HVAC الذكى والمتكامل فى المبنى يتم تنقية الهواء بشكل مستمر ومنظم مما يخلق حالة من البيئة النظيفة والصحية مما يزيد من العملية الانتاجية للعاملين.

2-3-5 زيادة معدل الأمان : مع تطور مفهوم نظم الامان داخل المبانى من السرقة او الحريق الي مفهوم نظم الامن المتكامل عن طريق تطبيق النظم الذكية المتكاملة، ينتج عن ذلك زيادة ملحوظه في توفير اقصى حماية ممكنة للمبنى والتي تساعد على نشر الاحساس العام بالامان داخل المبنى الادارى الذكي عن مثيله التقليدى.

3-3-5 السرعة فى الأداء والإنتاج : عند استخدام نظم الاتصالات الذكية داخل المبنى الإداري والتي تتمثل في (نظم الاتصالات الصوتية والمرئية ونقل البيانات) يؤدي ذلك الى الزيادة في سرعة نقل البيانات والمعلومات داخل المبني ممايزيد من سرعة العملية الانتاجية داخلة.

4-3-5 الارتقاء المجتمعي : يعتقد الكثيرون ان استخدام النظم المتطورة والتكنولوجية الذكية يقتصر امتيازاته على فئة محددة من الطبقات المجتمعية وخاصة طبقة الاثرياء ورجال الاعمال، حيث القدرة الشرائية على دفع مبالغ اكبر من المعتاد لتوفير واستخدام هذه النظم في المبانى وانتظار العائد منها على المدى الطويل.

6. الأنظمة التكنولوجية المدمجة فى المبنى الإداري الذكى (Smart Systems):

واذا ما وضعت كل الاعتبارات السالفة، فان المعالجة الفاعلة ضمن الابنية الإدارية التي من المكن ان تتصف بالذكية لا يمكن ان تتحقق في غياب منظومات ذات قابلية على تحقيق المتطلبات الادائية والتي تعرف بالأنظمة الذكية (Intelligent Systems) او الانظمة الاوتوماتيكية (Automation Systems)، والتي تكون في ذاتها ذكية على اعتبار انها مبنية على قابلية فائقة في الاتصال لكل جزء من أجزاء المبنى مع المساهمة بشكل أساسي في تطوير اداء المبنى. يقصد بالأنظمة الذكية ذلك الجزء المادي (Hardware) منها، المتمثل بمفاتيح التحكم وقنوات الاتصال والتوصيل مثل (الأسلاك ووسائل الادخال وغيرها) والتي تلعب دوراً مهماً في اقتصاديات المبنى والكيفية التي يتعامل معها. وبموجب هذا فان المتطلبات الحديثة للأنظمة في المباني تستلزم التجهيز بالمتطلبات مثل (التنوع في الخدمات الوظيفية Function Diversity كالإضاءة والتدفئة وغيرها، التشغيل الاقتصادي Economic Operation، الملائمة Convenience، المرونة Flexibility، وكذلك عامل الأمان (Safety).

1-6 مكونات الأنظمة الذكية :

تتكون الأنظمة الذّكيّة من ثلاث عناصر أساسيّة هى كالتالى[6] :

أ. **المدخلات:** يجب أن يحتوي كل مبنى ذكي علي وسائل لإدخال البيانات، حيث يمكن للنظام الحصول على المعلومات من خلال أربع طرق وهي: أجهزة الاستشعار- النُسخ الاحتياطية الدّاخليّة - المعلومات المستعادة - عن طريق الإدخال اليدوي (البرمجة - واعادة البرمجة) من قبل المستخدمين أو من خلال أنظمة الاتصال بالإنترنت.

ب. **تطبيقات معالجة وتحليل البيانات:** تتم معالجة البيانات والمعلومات ضمن نظام مراقبة المبنى(BCS)، حيث يتم التّحكم بالأنظمة والتعامل معها كوحدة واحدة؛ كما يتم التحكم بكل نظام على حدا.

[5] https://www.wrld3d.com/blog/how-smart-offices-use-space-efficiently/

[6] Harrison, A. Loe, E & Read, J." Intelligent building in south east Asia". DX reader version. Retrieved 15 November, 2016

ج. **المخرجات:** عبارة عن أومر وقرارات من نظام مراقبة المبنى تشكل استجابة المبنى المتغيرات، وتكون إما داخليّة في المبنى مثل إنذار الحريق أو خارجيّة، والتي قد تكون ساكنة مثل تَغيّر نفاذية الضوء للفراغ أو متحركة مثل غلق وفتح الأبواب.

2-6 خصائص الانظمة الذكيّة :

- الكفاءة العالية من خلال استخدام مواد عازلة وموصلة ذات صفات عالية جداً.
- امكانية دمج عدة فعاليات في نفس الوقت والتحكم بعدة خدمات مثل: الاضاءة والتّهوية والتكييف والتبريد وغيرها معاً وبكفاءة.
- امكانية استقبال عدة متغيرات من مصادر مختلفة بشكل بالغ التعقيد والصّعوبة كأن يتم اضاءة عدة غرف بدرجات متفاوتة من شدة الإضاءة.
- القدرة على التّعامل وادارة فترات الذّروة من خلال تقليل فعالية الأحمال.
- النهاية المفتوحة حيث تتميّز بقابلية الاتساع والتحديد من خلال اضافة أجهزة تحكم وحساسات تتفاعل مع النظام مباشرة.
- القدرة على رصد وتحليل البيئة الدّاخليّة والخارجية للمبنى وتنفيذ الوظائف التّشغيلية والتحليلية اللازمة دون تدخل العنصر البشري.
- القدرة على التشخيص الذاتي للانحرافات العملية وتصحيحها.
- امكانية الجدولة الزمنية للأنظمة على مدار العام.
- القدرة على التحكم من خلال الانترنت وعن بعد من خلال الأنظمة المعنوية.

3-6 نماذج وتطبيقات على الأنظمة الذكيّة:

تعتبر الأنظمة الذكيّة موفرة للطاقة؛ وتساعد في تشغيل المبنى بسهولة وبكفاءة، ويمكن تقسيمها إلى اربعة أنواع [7]، كما يلي:

أ. **أنظمة وأجهزة التحكم ومراقبة الدخول (Access control system):** تستخدم أنظمة التّحكم ومراقبة الدخول لتحديد الوصول للمبنى والفراغات الداخلية، كما تعطي مرونة وسهولة في إدارة الفراغات من خلال نقاط تحكم الدخول. حيث تستخدم بعض الأنظمة كنوع من التّوثيق التعريفي مثل أنظمة البصمة وشبكة العين أو نمط الوجه. كما أنّه يستخدم في هذه الأنظمة الجدولة الزمنية لاستخدام المرافق. ومن الأمثلة على هذه الأنظمة:

- نظام التحقق من الهوية.
- الدوائر التلفزيونية المغلقة ومراقبة الفيديو (Closed Circuit Television System).
- كاميرا التصوير الحراري (Thermal Imaging Camera).
- نظام التعرف على الصّور (Image Recognition).

ب. **أنظمة وأجهزة التحكم الرقمي المباشر (Digital Direct Control):** يعتبر التّحكم الرقمي المباشر عبارة عن نظام تحكم بخدمات المبنى، حيث يتم التحكم بالأنظمة من خلال وحداث تحكم ومعالجات دقيقة وباستخدام برامج تقوم بالتحليل المنطقي للعمليات. حيث تقوم المستشعرات باستقبال المعلومات وتحليلها منطقياً، وفق رد الفعل المناسب ومن ثم ارسال الرد إلى وحدات التّحكم؛ كما ترتبط ببرامج تعمل على تحليل البيانات وعمل الرّسم البياني ومتابعة عمليات تحكم المستخدمين ومن امثله هذه الأنظمة والأجهزة المستخدمة فيها:-

- أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف (HVAC).
- أنظمة مراقبة كفاءة الطاقة.
- أنظمة العدادات الذّكيّة.
- أنظمة ومستشعرات التحكم بالإنارة (LIGHTENING CONTROL SYSTEM)
- نظام إنذار الحريق (ADDRESSABLE FIRE ALARM SYSTEM).
- أنظمة الاتصال الرأسيّة (VERTICAL COMMUNICATION SYSTEMS).

ج. **أنظمة الاتصالات (Communication System):** تطوّرت أنظمة الاتصالات في المباني فكانت سابقاً عبارة عن شبكة اتصالات تعمل على نقل البيانات والأصوات والصّور وكانت تتكامل مع الأنظمة التي تشابهها، ثم أصبحت تتكامل مع أنظمة المباني المؤتّمتة؛ حيث تقوم بارسال الأوامر للأنظمة من خلال شبكة الاتصالات، ثم ظهر الحاسوب وتداخل مع أنظمة الاتصالات وأنظمة المباني المؤتّمتة. وظهرت شبكة الإنترنت وشبكة الهواتف الخلوية والتي من خلالهما بات التواصل بين أنظمة المبنى وأجهزته سهلاً وذا كفاءة عالية.

ومن أهم هذه الأنظمة نظام عنونة أجهزة الاتصالات (IP): حيث أصبحت أنظمة الاتصالات تتحول من الأنظمة التقليديّة الى الأنظمة المعنونة والتي تتميز بمرونتها ويمكن من خلالها بناء نظام اتصالات مرتبط ومتشابك.

د. **نظام التحكم الآلي فى وظائف الواجهة (Façade Automation Sys):** يمكن أن يكون التحكم اليدوي في النوافذ ووسائل التظليل مناسبا للمسكن أو لبعض المكاتب الصغيرة. ولكن المباني الإدارية عموما وخاصة الكبيرة منها والمتوسطة والتي يتحكم فيها آليا باستراتيجيات تصميم تدمج العديد من الخوارزميات. وبها تكامل ضروري مع أنظمة المبني الخدمية الأخرى. حيث يتم دمج متحكمات وظائف الإنارة والتهوية والتظليل لأن تكون جزء من نظام متقدم متحكم فيه آليا[8].

7. انظمه التشغيل والتحكم الألى فى المباني (أتمته المباني) Automated Building:

أتمته المباني هو مصطلح مستحدث يطلق على كل مبنى يعمل ذاتياً، وذلك عن طريق شبكة حاسوب مرتبطة بأجهزة إلكترونية مصممة لتتحكم بأنظمة كل من: الحريق والامان والإنارة (خصوصا أناره الطواري) والتكييف/التدفئة والرطوبة والتهوية.

كما تعد أتمته المباني الإدارية مثالاً على نظام التحكم الموزع الذي يتحكم فى شبكات الكمبيوتر للأجهزة الإلكترونية المصممة لمراقبة السلامة الميكانيكية والأمنية والحرائق والفيضانات والإضاءة (خاصة إضاءة الطوارئ) ونظام HVAC والتحكم في الرطوبة والتهوية في المبنى.

1-7 مفهوم انظمه أتمته المباني Building Automated System (BAS):

[7] Schneider electric. "Integrated building management systems in data center". TAC. Retrieved 22 March, 2017

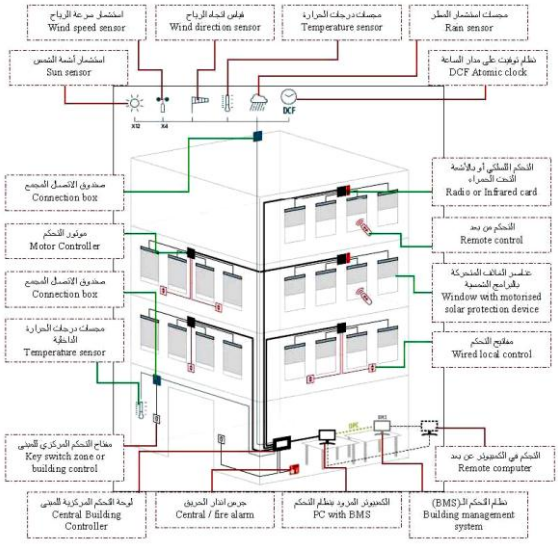
[8] Royal academy of engineering. "smart buildings people and performance". London: Prince Phillip house. Retrieved 11 May, 2017

وهو نظام للتحكم المركزي التلقائي في أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والإضاءة وغيرها من الأنظمة، من خلال نظام إدارة المباني أو نظام أتمته البناء (BAS). كما ان الوظيفة الأساسية لنظام المبنى الإداري الذكي مثل (نظام أتمته المباني)[9] هي كالتالى:-

- التحكم بالمناخ داخل مساحة معينة.
- وتخفيض استهلاك الطاقة وتكاليف التشغيل.
- تشغيل الانارة بناء على إشغال الغرف.
- مراقبة أداء جميع الانظمة داخل المبنى.
- تحسين دورة حياة المرافق.
- إرسال تنبيهات (عادة عن طريق الايميل أو الرسائل النصية) إلى طاقم الصيانة في المبنى.

2-7 الهيكل العام لنظام أتمته المبانى (BAS):

حيث تعمل وظيفة BAS الأساسية على الحفاظ على مناخ المبنى ضمن نطاق محدد، وتوفر ضوء للغرف وفقًا لجدول الإشغال، وترصد حالات فشل أداء الأجهزه في جميع الأنظمة، وتقوم بارسال انذارات الأعطال لموظفي صيانة المباني. كما ان نظام BAS يخفض تكاليف صيانة المباني مقارنةً بالمبنى غير الخاضع للسيطرة. معظم المباني التجارية والمؤسسية والصناعية التي بنيت بعد عام 2000 فى معظم دول العالم المتقدمة تعتمد على نظام BAS فى ادارة مبانيها. كما تم دمج نظام BAS للعديد من المباني القديمة، حيث يتم تمويله عادة من خلال توفير الطاقة والتأمين[10]، وغيرها من المدخرات المرتبطة بالصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال.



شكل (2) .هيكل مصغر لنظام أتمته المبانى (BAS)

حيث يوفر نظام BAS الاتصال الفعلي بين الأجهزة بواسطة الألياف البصرية المخصصة أو الإيثرنت أو ARCNET أو RS-232 أو RS-485 أو شبكة لاسلكية ذات نطاق ترددي منخفض لأغراض خاصة. تعتمد الأنظمة الحديثة على شبكات غير متجانسة متعددة البروتوكولات قائمة على المعايير كتلك المحددة في معيار IEEE 1905.1.

9 KMC Controls. "Understanding Building Automation and Control Systems". Archived from the original on 19 May 2013.(http://www.kmccontrols.com/products. Understanding-Building-Automation-and-Control-Systems.aspx).

10 Intelligence, Critical. "European researchers explore the possibility of BACnet botnets". Retrieved 4 September 2016.

3-7 انواع المدخلات والمخرجات لأنظمة التشغيل والتحكم الألى (BAS):

1-3-7 المدخلات: تستخدم المدخلات التناظرية لقراءة وقياس متغير. ومن الأمثلة على ذلك قياس (درجة الحرارة ، الرطوبة و الضغط)، وذلك عن طريق أجهزة الاستشعار التي يمكن أن تكون الترموميتر أو أجهزة استشعار لاسلكية. كما يشير الإدخال الرقمي إلى ما إذا كان الجهاز قيد التشغيل أم لا. يتم اظهار مراقبة الحركة عن طريق برنامج يعتمد على أجهزة الاستشعار الرقمية والخوارزميات لاكتشاف الأجهزة أو الأحمال الأخرى من الخصائص الكهربائية أو المغناطيسية للدائرة. ومع ذلك يتم الكشف عن الحدث بواسطة وسيلة تمثيلية. وهذه الوسائل فعالة للغاية من حيث التكلفة في العملية ومفيدة ليس فقط لتحديد الهوية ولكن للكشف عن العابرين لبدء التشغيل أو عيوب الخطوط أو المعدات[11].

2-3-7 المخرجات : تتحكم المخرجات التناظرية في سرعة أو موضع أي جهاز، مثل محرك التردد المتغير أو صمام أو المشغل الميكانيكي. على سبيل المثال: يتم فتح صمام الماء الساخن بنسبة 25٪ للحفاظ على نقطة محددة يتم تحديدها مسبقاً للحفاظ على مورد المياة. مثال آخر هو محرك التردد المتغير الذي يقوم بتصعيد المحرك ببطء عند التشغيل لتجنب بداية تشغيل صعبة ومتعثرة للأجهزة.

4-7 البنية التحتية لأنظمة التشغيل والتحكم الألى (BAS[12]):

1-4-7 اجهزة التحكم : أجهزة التحكم هي في الأساس أجهزة كمبيوتر صغيرة مصممة خصيصًا لها قدرات إدخال وإخراج. تأتي وحدات التحكم هذه في مجموعة من الأحجام والقدرات للتحكم في الأجهزة التي توجد عادة في المباني الادارية، وكما تكون لها القدرة على التحكم في الشبكات الفرعية لوحدات التحكم. تتيح المدخلات لجهاز التحكم قراءة درجة الحرارة والرطوبة والضغط وتدفق التيار وتدفق الهواء وعوامل أساسية أخرى. حيث تسمح المخرجات لوحدة التحكم بإرسال إشارات القيادة والتحكم إلى الأجهزة الاخرى، وإلى أجزاء أخرى من النظام. كما يمكن تجميع وحدات التحكم المستخدمة لأتمتة المباني في ثلاث فئات وهى :

أ. وحدات التحكم المنطقي القابلة للبرمجة (PLCs).
ب. أجهزة التحكم في النظام / الشبكة.
ج. محطات وحدات التحكم.

2-4-7 التشغيل : الإشغال هو أحد اوضاع التشغيل أو أكثر لنظام أتمته البناء. تعد أوضاع الانشغال الشاغرة والإحماء الصباحى والتوقف الليلية هي أوضاع شائعة أخرى. وعادة ما يعتمد التشغيل على جداول مواعيد اليوم في وضع الإشغال.

3-4-7 الإضاءة: يمكن تشغيل الإضاءة أو إيقاف تشغيلها أو تعتيمها باستخدام نظام أتمته المبنى BAS وذلك عن طريق نظام التحكم في الإضاءة استنادًا إلى الوقت من اليوم، المعتمد على مستشعر الإشغال، ومستشعر الضوء، وأجهزة ضبط. ومن الأمثلة النموذجية هو عند تشغيل الأضواء فى المكاتب الخارجية او مواقف السيارات يمكن للخلية الضوئية الموضوعة خارج المبنى أن تشعر بالظلام، والوقت من اليوم، وتعديل مستوى الإضاءة ليتناسب مع معطيات الوضع المحدد.

11 Granzer, Wolfgang; Praus, Fritz; Kastner, Wolfgang. "Security in Building Automation Systems". IEEE Transactions on Industrial Electronics.

12 Intelligence, Critical. "European researchers explore the possibility of BACnet botnets". Retrieved 4 September 2016.

4-4-7 وحدة مناولة الهواء : تقوم وحدات مناولة الهواء بخلط الهواء الراجع مع الخارجي، لذا يلزم تكييف درجة حرارة / رطوبة أقل او اعلى. يمكن أن يوفر هذا المال عن طريق استخدام أقل لمبردات وسخانات المياه. كما ان هناك حاجة إلى بعض الهواء الخارجي للحفاظ على صحة المبنى.

5-4-7 الإنذارات والأمان : جميع أنظمة التشغيل الآلي للمباني الحديثة لديها قدرات الإنذار. حيث انه من الضرورى اكتشاف اى موقف ينطوي على خطورة محتملة حيث يقوم بإخطار أي شخص يمكنه حل المشكلة. يمكن أن يكون الإشعار من خلال جهاز كمبيوتر (بريد إلكتروني أو رسالة نصية) أو جهاز بيجر أو مكالمة صوتية عبر الهاتف الخلوي أو منبه مسموع أو كل ذلك. كما تحتفظ جميع الأنظمة بسجلات عن من تم إخطاره ومتى وكيف وذلك لأغراض التأمين والمسؤولية. قد تخطر الإنذارات شخصًا على الفور فى حالة حدوث انذار جدي.

6-4-7 امن المعلومات: مع تنامي الطاقات والإمكانات وصلتها بالإنترنت، تم الإبلاغ عن تكرار تعرض أنظمة أتمته البناء للاختراق، مما سمح للمتطفلين ومجرمي الإنترنت بمهاجمة مكوناتهم. حيث يمكن أن يستغل المتسللون لهذه الأنظمة قياس أو تغيير بيئتهم: كما تسمح أجهزة الاستشعار بالمراقبة (مثل مراقبة حركات الموظفين أو عادات السكان) بينما يسمح المشغلون بأداء أعمال في المباني (مثل فتح الأبواب أو النوافذ للمتسللين). بدأ العديد من البائعين واللجان في تحسين ميزات الأمان في منتجاتهم ومعاييرهم ، بما في ذلك KNX و ZigBee و BACnet (المعايير الحديثة أو المسودات القياسية). ومع ذلك أبلغ الباحثون عن العديد من المشكلات المفتوحة في بناء نظام أمان أتمته المبانى.

8. النتائج والتوصيات

1-8 النتائج

مما سبق أصبح لزاماً على المنتج المعمارى أن يحتوى على كافة الأنظمة التكنولوجية الممكن تطبيقها لإنجاح أليات عمل المبنى الإدارى. والمعمارى الجيد هو الذى على دراية تامة بأخر ما توصل إليه العلم من تقنيات حديثة تغير من تصميمية كما تؤثر فى التصميم ككل. ويعتبر الفن المعمارى هو فن استخدام جميع الأدوات المتاحة. واختيار التقنيات التكنولوجية هى فى ذات اهمية اختيار مواد البناء المبنى. وذلك لانها تتعامل بشكل دائم مع السلوك الحياتى للمستعمل. حيث توصل البحث الى النتائج التالية :

1-1-8 النموذج المقترح للأنظمة الذكية : تم استخلاص نموذج يجمع معظم الأنظمة التكنولوجية المتطورة التى يتم دمجها فى المبانى الإدارية الذكية. كما يجمع هذا النموذج معظم النظم التكنولوجية وتوصيفها حتى تكون حجر اساس ومرجع يتم الإعتماد علية فى حالة انشاء وتصميم مبنى إدارى ذكى .كما هى بالجدول (1) التالى :

جدول (1)
نموذج للأنظمة التكنولوجية المدمجة فى المبانى الإدارية الذكية

م	الأنظمة التكنولوجية الذكية	العناصر الفرعية المكونة للنظام
1	أنظمة الأمن والسلامة	أنظمة الدخول الذكي (التعرف على الهوية)
		أنظمة انذار الحريق المبكر
		أنظمة اطفاء الحريق الأوتوماتيكي
		أنظمة حساسات الأبخرة والدخان
		كاميرات المراقبة التقليدية
		شبكات كاميرات المراقبة الذكية
		أنظمة الإنذار
		حساسات كاشفة الحركة وحرارة الأجسام
		انظمة التحكم عن بعد لتحقيق الأمان
2	أنظمة ادارة الطاقة	أنظمة مراقبة استهلاك الطاقة وإدارتها
		توفر تجهيزات لتأمين الاستهلاك المثالي للطاقة بأجزاء المبنى
		أنظمة استغلال الطاقة المتجددة
		الاكتفاء الذاتي من الطاقة
		دعم المستخدمين نحو الاستهلاك الأمثل للطاقة
3	أنظمة التحكم فى المناخ	انظمة استشعار اشعة الشمس وشدتها
		أنظمة قياس الرطوبة
		أنظمة قياس درجات الحرارة
		أنظمة كاسرات الشمس الأوتوماتيك
		أنظمة تظليل أوتوماتيكية لغلاف المبنى
		أنظمة التحكم فى الفتحات والستائر الداخلية
4	أنظمة إدارة المبنى (BMS)	أنظمة التحكم فى التكييف والتهوية: أنظمة التحكم فى التدفئة والتبريد
		أنظمة التحكم فى التهوية
		أنظمة حساسات الكثافة فى الفراغ
		أنظمة أتمته وإدارة ومراقبة التكييف
		أنظمة التحكم فى الإضاءة: أنظمة لإدارة الإنارة والوقت
		أنظمة مراقبة الإضاءة
		أنظمة الإضاءة المؤقتة
		أنظمة حساسات الإضاءة
		أنظمة التحكم فى استخدام المياه: مخارج المياه بحساسات تحكم أوتوماتيكيا
		أنظمة حساسات فى الحائط والأسقف للكشف عن اى تسريب او تجميع للمياه
		أنظمة إعادة تدوير مياه الصرف لتستخدم في رى المسطحات الخضراء
5	أنظمة الصوت	أنظمة صوتية خاصة بالمستخدم عن طريق بصمة الصوت للإدارة والتحكم المركزى
6	أنظمة الفيديو	التحكم عن بعد بوظائف عناصر المبنى
		تحقيق المتابعة بين افراد الأمن
		تحقيق احتياجات المستخدمين وادارة المبنى بمساعدة هذه النظم
		توفر منظومة جمع البيانات وتحليلها للاستفادة منها فى تطوير اداء المبنى
5	أنظمة دعم وتسهيل حركة العمل داخل المبنى	أنظمة الاتصال الداخلي المرئي: أنظمة التحكم بالصوت والصورة فى الابنية عبر شبكات التوزيع الفائق Audio &Video Matrix
		اتاحة المشاهدة التفاعلية بين المستخدمين وعناصر المبنى
		وجود شبكة LAN فى المبنى للربط بين هاتف البوابة وهواتف المستخدمين
		وجود شاشات تحكم فى الأنظمة عن بعد باستخدام انظمة الاتصال الداخلي المرئي
		أنظمة شبكات: الاتصال بأجهزة استقبال منفصلة تعمل على الأقمار الصناعية

		الدش المركزي	الاتصال بإشارات النظام – VHF TV UHF بجودة عالية من خلال شبكة ذكية
			ووجود تلفزيون مركزى بتقنية IP TV
			وجود تقنية Smart Widget لتوفير خدمات تفاعلية ما بين الإدارة والمستخدمين وإنشاء وتحرير القوائم بسهولة وسرعة
8	أنظمة ميكنة المبنى إداريا		وجود طابعات متصلة بالشبكة المركزية الداخلية
			وجود اجهزة مسح ضوئي
			وجود اجهزة تسجيل وتوثيق للمستندات الكترونيا
			وجود اجهزة للإدارة تعمل ببصمة الاصبع
			إمكانية التحكم الكامل في أجهزة العمل ومتابعتها عم بعد
9	أنظمة متابعة وادارة للصيانة		وجود أنظمة مراقبة ومتابعة للأعطال فى الأنظمة التكنولوجية المدمجة فى المبنى
			وجود أنظمة متابعة أعمال الصيانة داخل المبنى

8-1-2 الألية المقترحة لدمج الأنظمة الذكية فى تصميم المبانى الإدارية فى مصر وهى مقسمه لمرحلتين كالتالى:

- **المرحلة الأولى (جمع البيانات وتحديد الهدف):** يجب على المصمم المعمارى عند التعامل مع مشروع انشاء مبنى إدارى ذكي متكامل جمع كافة المعلومات التالية :

1. تحديد وظيفة المبنى المراد تصميمة من خلال دراسة التنظيم الإدارى والهيكل التنظيمي الوظيفي للمبنى، وتحديد خدماته التى يقدمها.
2. المعايير والمحددات التصميمية الخاصة بالمبانى الإدارية، مع الإعتماد على فكرة التصميم المفتوح الذى يوفر مساحات عمل مفتوحة مما يساعد فى التحكم والمراقبة والتنوع.
3. دراسة البيئة الخارجية للمبنى، مع تحديد وتعظيم الإستفادة من مميزات الموقع الخارجى للمبنى وتلافى المخاطر الخرجية.
4. يجب على المصمم ان يكون على دراية كاملة بالأنظمة والوسائل التكنولوجية السابق ذكرها بالباب الثانى، والتى تساعد على تحقق وظيفة المبنى مع تحقيق الإستغلال الأمثل للموارد المتاحة وتوفير اكبر قدر من الطاقة.

- **المرحلة الثانية (الفكرة التصميمية)** : فى مرحلة وضع الفكرة التصميمية للمبنى يجب تحقيق المعايير التالية :

1. تطبيق أفضل نظام أمن ومراقبة للمبنى فى اطار الأداء الأمثل، وتقليل تكلفة التشغيل والصيانة على مدى عمر المبنى، وذلك عن طريق تحقيق العناصر التالية :

أ. اعتماد بوابات دخول الكترونية تحدد الهوية ID وتقوم بتسجيل بينات الدخول وربطها بنظام التحكم فى المبنى.

ب. الإعتماد على انظمة المراقبة المتطورة CCTV الموزعة فى جميع انحاء المبنى والمترابطة مع باقى انظمة المبنى.

ج. ترابط انظمة الفتح والغلق للمداخل والمخارج الكترونياً بأنظمة ادارة المبنى وانظمة الحريق.

2. تحقيق اقصى استفادة فى استخدام مصادر الطاقة المختلفة والإعتماد على الحل التكنولوجى الذكى، من خلال تقليص دور العامل الإنسانى فى أدارة ومتابعة اداء المبنى. وذلك يتحقق بتوفير التالى :

أ. استخدام نظم تحكم مركزية متطورة مثل :

- Building Automation System (BAS).
- Central Control and Management System.
- Facility Management System.

مع توفير فراغ مناسب يسمى (غرفة تحكم رئيسية) حيث يتم تجميع جميع وحدات التحكم للأنظمة الفرعية بها.

ب. توفير وسائل اتصال سلكية ولا سلكية بين العاملين والمستخدمين للمبنى مع ضرورة ربط جميع الأنظمة الذكية الفرعية ببعضها

ج. اعتماد التصميم على استغلال الإضاءة الطبيعية قدر الإمكان.

د. استخدام لمبات موفرة للطاقة LED.

هـ. استخدام نظام ذكى يعتمد على حساسات Sensors الإضاءة والتحكم بها لتوفير مستوى الإضاءة المطلوب اوتوماتيكياً مع ربطة بنظام التحكم بالمبنى BMS.

3. توفير اماكن مولدات الطوارىء بالمبنى لتوفير الكهرباء لبعض الأنظمة الحرجة مثل (المصاعد الكهربية – نظام اطفاء الحريق – إضاءة الطوارء ... الخ) وذلك عند انقطاع الكهرباء او فى حالات الطوارء.

4. استغلال الطاقة الشمسية المتجددة فى التصميم، للحصول على اكبر قدر من توفير طاقة الإضاءة والكهرباء والطاقة الحرارية.

5. تطبيق استراتيجية اعادة تدوير المياه وترشيد استخدامها، حيث توفر هذه الأنظمة 50 % من استهلاك المياة، وذلك من خلال :

أ. تطبيق نظام استخدام مياه الأمطار واستغلالها فى المناطق الخضراء بالمبنى او الموقع العام.

ب. استخدام الأنظمة الموفرة للمياة فى الأحواض والمراحيض واستخدام خلاطات مياه تعمل بنظام الحساسات.

6. تحديد مسارات الحركة الوظيفية داخل المبنى مع فصل المسارات الداخلية والخدمات للموظفين عن خدمات الجمهور ان وجدت. حيث يؤدى الى التتابع الفراغي الحركى الوظيفي لمسارات الحركة، وايضاً لتحقيق افضل تحكم وسيطرة ومراقبة وظيفة وخدمات المبنى.

7. الإعتماد على التصميم المفتوح للفراغات المكتبية وفقاً للإحتياجات الإدارية والوظيفية للمبنى، لتحقيق نشوء علاقات ادارية ايجابية مع

مستعملين الفراغ مع خفض القواطع الداخلية، وايضا تتيح امكانية تنوع الفراغات وسهوله اعادة تقسيمها طبقا للإحتياجات.

8. امكانية التعامل والإتصال بين العاملين عن بعد، وتبادل المعلومات مهما كان حجمها.
9. استخدام برامج الحاسب الألى فى محاكاة التصميم والبدائل التصميمية للوصول لأفضل الحلول التصميمية .

8-2 التوصيات

من خلال النتائج السابقة توصل الباحث الى التوصيات التالية :

1. ادراج تقنيات البناء التكنولوجية وأنظمة التحكم والإدارة الذكية فى المناهج الدراسية لقسم الهندسة المعمارية، نظرا لتأثير التكنولوجيا والنظم الذكية على تصميم وشكل المبنى. حتى يتكون لدى المعمارى خلفية مسبقة واساس يرتكز علية عند التعامل مع تصميم المبانى الذكية المتطورة.
2. انشاء قسم علوم وتكنولوجيا تخصصي فى المراحل الدراسية النهائية فى قسم الهندسة المعمارية، على ان تقوم باعداد مهندس معمارى قادر على التعامل مع الوسائل التكنولوجية الذكية و يكون على درايه بكيفية عملها وانواعها وبتفاصيلها التنفيذية المعمارية.
3. زيادة التوعية والإعلان عن الوسائل والنظم التكنولوجية على مستوى الدولة من خلال قنواتها الإعلامية والمعارض الدولية التخصصية والندوات والمؤتمرات العلمية. حتى تساهم فى تحقيق استراتيجيتها المتبعة 2030.
4. يوصي البحث بعمل كود مصرى كود مصرى للمبانى الإدارية الذكية ذات التحكم والتشغيل الالى. وذلك لتفعيل استراتيجية الدولة 2030 المتبعة فى التحول الرقمى IOT للخدمات والمرافق.
5. أن يحقق المبنى الإدارى أقصي مرونة تصميمية ممكنه، مع الإعتماد على مبدأ العمارة المستدامة كإطار عام للفكرة التصميمية للمبنى، وذلك لتحقيق الهدف الرئيسي لإستخدام النظم التكنولوجية الذكية فى المبانى.

المراجع والمصادر

1. Harrison, A. Loe, E & Read, J." Intelligent building in south east Asia". DX reader version. Retrieved 15 November, 2016
2. Schneider electric. "Integrated building management systems in data center". TAC. Retrieved 22 March, 2015
3. Royal academy of engineering. "smart buildings people and performance". London: Prince Phillip house. Retrieved 11 May, 2015
4. KMC Controls. "Understanding Building Automation and Control Systems". Archived from the original on 19 May 2013.(http://www.kmccontrols.com/products. Understanding-Building-Automation-and-Control-Systems.aspx.(
5. Asadullah, Muhammad. "An Overview of Home Automation Systems". Conference Paper. IEEE. Retrieved 22 Dec 2016.
6. Intelligence, Critical. "European researchers explore the possibility of BACnet botnets". Retrieved 4 September 2016.
7. Granzer, Wolfgang; Praus, Fritz; Kastner, Wolfgang. "Security in Building Automation Systems". IEEE Transactions on Industrial Electronics
8. Jim Yong, "BIOT-BUILDING Internet of Things",Realcomm, January 23, 2014; Deloitte Center for Financial Services analysis.
9. Charalampos D., "Building Internet of Things", CreateSpace Independent Publishing Platform, 5290 Investment Drive , BNorth CharlestonSC, United States, 2012