نظام التشغيل الآلي لمباني المكاتب في مصر: دراسة مقارنة

Building automation system of office buildings in Egypt: A Comparative Study

منة الله جمال قاسم
معيد بقسم الهندسة المعمارية- جامعة الزقازيق، الشرقية، مصر
، ياسمين صبري حجازى
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية- جامعة الزقازيق، الشرقية، مصر
حسين صبري الشنواني
أستاذ بقسم الهندسة المعمارية- جامعة الزقازيق، الشرقية، مصر

ملخص البحث Abstract:
يعرف نظام التشغيل الآلي للمبنى بأنه تشغيل الأنظمة المختلفة للمبنى (مثل الإضاءة، تكييف الهواء، مكافحة الحريق وغيرها) اليا دون الحاجة إلى تدخل بشري (أو بأدنى قدر من التدخل البشري)، وذلك للتحكم ومراقبة البيئة الداخلية ولضمان تشغيلها ضمن المستوى الامثل. يتميز نظام التشغيل الآلي للبيئة الداخلية بمميزات وظيفية، إدارية، بيئية وغيرها، التي من بينها زيادة راحة المستخدمين وخفض تكاليف التشغيل والصيانة، كما يعمل على تحسين كفاءة أنظمة التحكم وخفض استهلاك الطاقة، بالإضافة إلى رفع إنتاجية المستخدمين. يدرس هذا البحث تأثير نظام التشغيل الآلي على الأداء داخل مباني المكاتب الهندسية في مصر، حيث ظهرت المشكلة من غياب المتابعة والتقييم الدوري للنظم التشغيل يؤدي إلى تدهور مستواه. استهدف البحث تطبيق تقييم ما بعد الاشغال على مباني المكاتب، يعرف تقييم ما بعد الاشغال بأنه التقييم المنهجي للمباني المشيدة حديثًا بعد اشغالها لمدة سنة على الأقل لقياس مدى تحقيق اهداف التصميم. يوفر التقييم طريقة لجمع البيانات حول المبنى، كما يمثل أهمية كبيرة لكل المشاركين في دورة حياة المبنى من المصمم إلى المستخدمين ويتضمن عدة مقاييس مثل: الراحة الحرارية، الاضاءة، الصوتيات، متلازمة المباني المريضة Sick Building Syndrome (SBS) وغيرها. يهدف التقييم إلى رفع جودة التصميم والمبنى والادارة، وبالتالي تعزيز بيئة المبنى. انتهج البحث استراتيجية مشتركة تجمع بين منهج الدراسة الوصفية، بالإضافة إلى دراسة تحليلية مقارنة لتأثير نظام التشغيل الآلي بواسطة تقييم ما بعد الاشغال عن طريق اجراء استبيان 72 لمستخدمي اثنين من مباني المكاتب، تشمل الجوانب المختلفة للتقييم في هذا الاستبيان: جودة البيئة الداخلية، رضا المستخدمين، الإنتاجية في العمل والتصميم المعماري. وخلص البحث إلى أن مستويات الرضا في المباني الغير مشغلة آليا متوسطة، مقارنة بمستويات رضا أعلى في المباني المشغلة اليا. توصل البحث أيضاً إلى أنه يجب عند استخدام نظام التشغيل الآلي بالكامل في المبنى fully automated building يجب مراعاة إمكانية التحكم الشخصي في مختلف مستويات المبنى.

كلمات دالة Keywords:
نظام التشغيل الآلي
Building Automation System
مباني المكاتب
Office Buildings
تقييم ما بعد الاشغال
Post-Occupancy Evaluation
رضا المستخدمين
User Satisfaction
جودة البيئة الداخلية
Indoor Environmental Quality

Paper received 5h May 2018, Accepted 16th June 2018, Published 1st of July 2019

الملخص

مقدمة Introduction:

يشمل نظام التشغيل الآلي للمبنى الربط البيني بين أنظمة المبنى المختلفة كما يوفر لمشغلي المبني واجهة مستخدم مشتركة (تطبيق على شبكة الإنترنت أو سطح المكتب) لجميع الأنظمة المدمجة به، مما يسمح بالتحكم عن بعد ومراقبة عمليات المبنى المختلفة. لكن الاستفادة من مزايا Building Automation (BAS) Systemوتجنب مشكلاته ليست مهمة بسيطة، بل تحتاج إلى متابعة دورية، بالنسبة للعديد من مشاريع التشغيل الآلي الكبرى، لم يتم تنفيذ هذه المهمة بطريقة مرضية، مما يجعل BAS عبء على المبنى. بالتالي يجب وجود تقييم دوري لضمان الحفاظ على النظام ضمن مستوى الكفاءة المطلوب. تتعدد أنواع هذا التقييمات ما بين التقييمات الفنية والتقنية وغيرها. يهتم هذا البحث بتقييم ما بعد الاشغال وهو أحد التقييمات التي تدرس مدى رضا وراحة المستخدمين داخل المبنى. يجب الأخذ في الاعتبار أن رضا المستخدم من حيث الراحة في الأماكن المغلقة هو موضوع ذاتي.، لا توجد بيئة حرارية تجعل جميع المستخدمين راضين. حتى مع استخدام التشغيل الآلي حيث وجدت الدراسات أن بعض الناس أفرطوا في التحكم في الإضاءة الشخصية على الرغم من أنهم لا يشعرون بعدم الارتياح، وكان لدى الناس آراء سلبية بسبب فشل جزئي في النظام. لذا فإن الأنظمة المشغلة آليا بالكامل قد تتعرض لخطر عدم الرضا الشديد لدى المستخدمين مما يرفع من أهمية رأي المستخدم قبل تصميم المبنى واثناء اشغاله.

يجب أن يكون المبنى المكتمل قادراً على أداء وظائفه بالطريقة التي تضمن الرضا لشاغليه، لذا يجب التأكد من مساهمة مرافق المبنى وأنظمته المختلفة في تسهيل العمليات اليومية للمستخدمين، وهو ما يجب أن تضمنه ادارة المرافق. تقييم ما بعد الاشغال (Post Occupancy Evaluation (POEهو تقييم لأداء المباني بعد اشغالها، فهو يعتبر أحد التقنيات المستخدمة لتقييم ما إذا كان المبنى يلبي متطلبات المستخدم. بالإضافة إلى ذلك يوفر POE آلية لفهم عملية التفاعل المتبادل بين المباني واحتياجات المستخدم وتقديم التوصيات لتحسين أداء المبنى ومكان العمل. يمكن تحسين أداء المبنى من خلال تقييم الأداء المنتظم والتوافق مع احتياجات المستخدمين وتطلعاتهم، حيث يهدف التقييم رفع جودة التصميم والمبنى والادارة، وبالتالي تعزيز بيئة المبنى. كما يساعد التقييم في فهم كيفية شعور المستخدمين بمبانيهم، حيث يوفر معلومات أساسية عن احتياجات المستخدم وتفضيلاته ومدى رضاه. يتم الحصول على هذه المعلومات عادة عن طريق الاستبيانات التي تصمم لغرض معين، قد تكون أغراض فنية أو وظيفية أو مالية أو بيئية أو اجتماعية وغيرها. يقوم هذا البحث بدراسة مقارنة بين مبنيين من مباني المكاتب المعمارية أحدهما ذو نظام تشغيل آلي والأخر تقليدي وذلك بواسطة تقييم ما بعد الاشغال.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

أهداف البحث Objectives:

تقييم كفاءة المباني الإدارية المشغلة آليا عبر تقييم ما بعد الاشغال، ودراسة تأثير ذلك على المستخدمين ورضاهم في مصر.

مشكلة البحث Statement of the problem:

ينخفض أداء المباني بعد الاشغال نتيجة لغياب التقييم الدوري (غير الفني) الذي يضمن استمرارية عمل النظام بنفس الكفاءة المرجوة منه (خاصة في مصر).

منهجية البحث Methodology:

انتهج البحث استراتيجية مشتركة تجمع بين المنهج الوصفي، بالإضافة إلى المنهج التحليلي ومقارنة تأثير نظام التشغيل الآلي. مواد البحث هي استبيان لتقييم ما بعد الاشغال لمستخدمي المبنى. تم أجراء الاستبيان الكترونيا وورقيا، يتكون الاستبيان من 70 سؤال معظمها ترتيبية (ليكرت) يختار فيها الشخص من خمس خيارات متدرجة. ينقسم الاستبيان إلى أربعة أجزاء رئيسية: الجزء الأول جودة البيئة الداخلية ويشمل الراحة البصرية، الراحة الحرارية، جودة الهواء الداخلي والصوتيات. الجزء الثاني رضا المستخدمين ويشمل موضوعي التحكم الشخصي والاستجابة للمشاكل. الجزء الثالث الإنتاجية في العمل، أما الجزء الأخير فهو التصميم المعماري ويتضمن أسئلة عن التجديد المعماري، الامن، الوصول والتكنولوجيا المستخدمة.

الإطار النظري Theoretical Framework

1- نظام التشغيل الآلي للمباني

يعني التشغيل الآلي بشكل عام استخدام الآلات محل البشر في بعض الوظائف، وقد بدأ تطبيق نظام التشغيل الآلي على الانظمة المنفصلة مثل نظام الإضاءة وتكييف الهواء، ثم تتابع تطورها مواكبة مع تطور تقنيات الحاسب للتحول من مجرد أنظمة منفصلة إلى نظام واحد متكامل. بدأت الفكرة لضمان التشغيل الصحيح للأنظمة مع الاستفادة من نظام التغذية الرجعية Feedback لاتخاذ قرارات دون الحاجة إلى التدخل البشري(Groover, 2018) .

نظام التشغيل الآلي هو وصف لمجموعة الأنظمة المختلفة في المبنى (مثل: الإضاءة تكييف الهواء انذار الحريق التحكم في الكاسرات وغيرها)، وترتبط هذه الأنظمة معا بواسطة مستويات مختلفة من الشبكات المختلفة في التعقيد. على الرغم من أن الفكرة الأساسية للنظام واحدة، الا ان لكل مبنى نظام خاص به مصمم خصيصا له وفقا لمتطلبات المالك وتبعا لوظيفة المبنى وحجمه (Wang, 2010, p. 26).

يوفر BAS للبيئة الداخلية العديد من المميزات، تتراوح هذه المميزات ما بين مميزات وظيفية، إدارية، بيئية وغيرها. تعتبر الميزة الرئيسية للنظام هي زيادة راحة المستخدم وخفض تكاليف التشغيل والصيانة، بالإضافة إلى كونه قادرا على تحسين كفاءة أنظمة التحكم وخفض استهلاك الطاقة. بالإضافة إلى المميزات الرئيسية يوجد مميزات أخرى فرعية غير ملحوظة للنظام، منها رفع إنتاجية المستخدمين سواء الموظفين أو مسئولي الصيانة (Bhatt, 2015, p. 10). يقوم النظام بالعديد من الوظائف التي تسهل وظائف مديري المباني والمسئولين عن تشغيل المبنى، فهو يوسع قدراتهم ويساعدهم على القيام بأعمالهم على أكمل وجه.

تتنوع الوظائف التي يقوم بها من النظام مثل: وظائف إدارة التثبيت والتحكم، وظائف إدارة الطاقة، وظائف إدارة المخاطر، وظائف معالجة المعلومات، وظائف إدارة المرافق، مراقبة الأداء والتشخيص، إدارة الصيانة وغيرها (Wang, 2010, pp. 38-41).

كانت مراقبة المباني هي أول وظيفة ظهرت لنظام التشغيل الآلي وذلك قبل عام 1980، وكانت تتم بواسطة معدات ميكانيكية، بعد تطور نظام التشغيل الآلي للمباني أصبحت تعمل كنظم تحكم أولية، وذلك نتيجة لانتشار تكنولوجيا التحكم الرقمي المباشر Direct Digital Control (DDC)بالإضافة إلى الانظمة القائمة على المعالجات الدقيقة Micro-processor. تطورت نظام التشغيل الآلي تدريجيا مع تطور تقنيات الحاسب الالي، في الستينات تم توصيل حاسب الي مركزي إلى أجهزة التحكم عن بعد ولوحات التحكم، مما سمح لجميع الاجهزة بالتواصل. قدم هذا التواصل للمشغلين العديد من المعلومات المفيدة، وبرمجة مجدولة للأجهزة وتقارير. تميز هذا النظام بالتكلفة المرتفعة وصعوبة الاستخدام، والدقة المنخفضة بالإضافة إلى كم الأسلاك الهائل. تم دمج حزم برامج التطبيقات الجديدة في نظم التشغيل الآلي الأساسية في السبعينات بسبب التطور الكبير في تقنيات الحاسب الالي. تميز النظام في هذه الفترة بواجهة أولية سهلة الاستخدام، امكانية طباعة البيانات والمعلومات، استخدام وحدات جمع البيانات، تخفيض بالإضافة إلى عدد واسع من نقاط المراقبة والتحكم (Wang, 2010, p. 28).

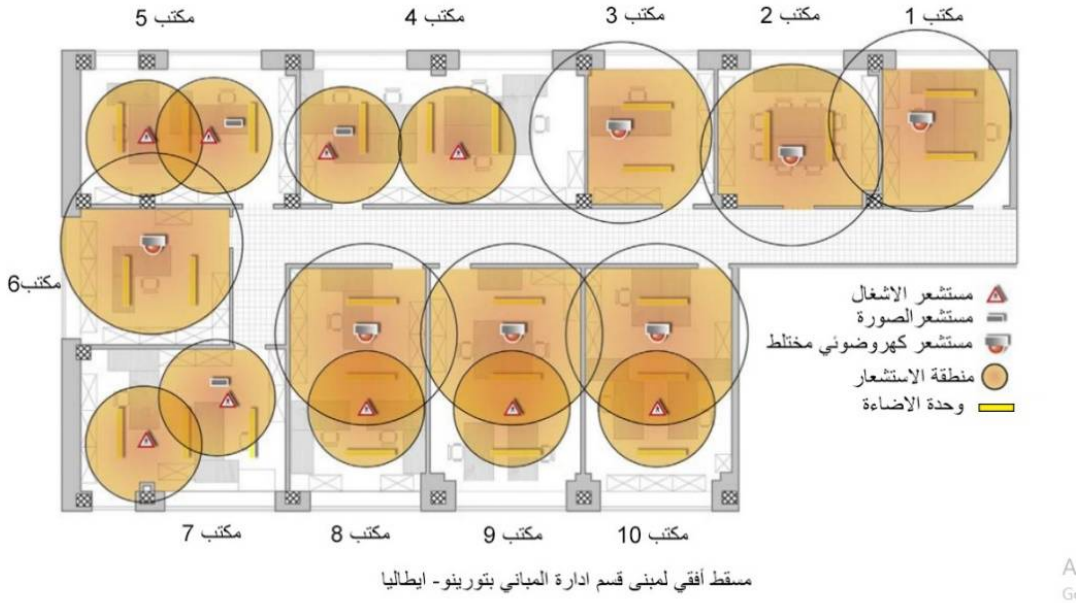
ظهرت البنية النموذجية لنظام التشغيل الآلي التي لا تزال موجودة إلى اليوم في الثمانينات، تميزت هذا الفترة بوجود تكامل بين محطات التحكم والشبكة المحلية Local Area Network (LAN)، بالإضافة إلى امكانية استخدام قرص صلب لتخزين وتحميل التطبيقات. كانت مشكلة هذه الفترة عدم وجود توافق بين مختلف بروتوكولات اتصالات البيانات الخاصة بالمصنعين. تميز جيل التسعينات باستخدام بروتوكولات اتصال مفتوحة ومتصلة مع الانترنت، مما سمح بتكامل انظمة الشركات المصنعة المختلفة وهو ما أصبح يميز النظام اليوم. تواجدت شبكة موحدة لجميع المعلومات في المبنى، وتحقق التكامل وادارة المعلومات عبر البنية التحتية العالمية للإنترنت. وجدت شبكات تنظيمية ذكية تربط مناطق أكبر ومدن كاملة بعد 2000 (Wang, 2010, p. 28).

يوجد العديد من التطبيقات المختلفة لأنظمة أتمتة المباني والتي تعتمد نوع المبنى وحجمه ومتطلبات العميل والنظام. تراعي معظم التطبيقات المحافظة على الكفاءة المثلى للطاقة، يجب دراسة التطبيقات المختلفة جيدا قبل التصميم لتحديد الغايات التي يحتاج النظام ليؤديها. يوجد العديد من التطبيقات التي مكن برمجتها للنظام مثل تطبيق التحكم في الإضاءة، حيث يتيح استخدام أجهزة استشعار الإشغال توفيرًا أكبر وتكلفة أولية أقل مقارنةً بعدم وجودها (انظر شكل 1)، وهي اما تحكم مجدول او تحكم عن طريق أجهزة الاستشعار. عند استخدام النظام المجدول يجب مراعاة الاتي: يجب تقسيم الإضاءة إلى مناطق إضاءة تقل قدرتها عن 1500 واط من طاقة الإضاءة المتصلة في كل منطقة، يجب توفير تجاوز للمستخدمين لاحتياجات الساعات الاضافية، ويجب أن تتم برمجة تجاوز للعودة إلى التحكم في الإضاءة بعد فترة محددة (Kao, 1991, p. 27).

تشمل تطبيقات النظام أيضاً برامج الصيانة الدورية، حيث يقوم أي نظام تشغيل آلي بتتبع تشغيل وصيانة القطع الرئيسية من المعدات التي تتطلب التنظيف أو الخدمة الدورية. يتم إدراج فترات الخدمة الموصي بها وإجراءات الخدمة العامة واحتياطات الخدمة، بالإضافة إلى وقت تشغيل المعدات وتراكمها تلقائيًا. يتم إصدار رسائل تذكير الخدمة تلقائيًا عند الوصول إلى فترات الخدمة، يجب توفير الصلاحية لأفراد التشغيل لإدخال البيانات على فترات الخدمة الفعلية وملاحظات الخدمة (Kao, 1991, p. 28). كما يقوم النظام أيضاً بإصدار تنبيهات عند حدوث عطل او خلل في أي من الأنظمة وذلك لكي يتدخل طاقم الصيانة بإصلاح الخلل.

مثال اخر على التطبيقات هو تطبيق نظام أمان المبنى، يجب أن يتضمن نظام أمن المبنى جدول إغلاق لأبواب الممرات، ومراقبة وحدات بطاقات الدخول، وأجهزة إنذار الاقتحام في النوافذ. يجب أن يكون التحكم في قفل / فتح باب المدخل مرنًا مع جداول اليوم لكل باب مدخل أو كل مجموعة أبواب قابلة لإعادة التكييف من النظام من قبل أشخاص لديهم سلطة الدخول. يجب أن يسمح نظام بطاقة الدخول بمستويات مختلفة من الدخول على سبيل المثال العمال

الاعتيادين لديهم صلاحية للدخول خلال أيام الأسبوع فقط، اما العاملين الأساسيين والخاصين يسمح لهم بالدخول في غير ساعات العمل. يجب أيضاً إعادة ضبط مستويات الدخول والجدول الزمني من النظام الذي يقوم بمراقبة وطباعة جميع معلومات الإدخال الأساسية مثل وقت الدخول وتحديد هوية الشخص الذي قام بالدخول (Kao, 1991, p. 28).



شكل 1: مسقط أفقي لأحد المكاتب يوضح المكونات المختلفة لنظام الإضاءة
المصدر: (Aghemo, Blaso, & Pellegrino, 2014, p. 13)

2- تقييم ما بعد الاشغال

يعني تقييم ما بعد الاشغال POE أي نشاط يهتم بدراسة أداء المبنى بمجرد إنشائه والتأكد من تحقيقه التوقعات المرجوة منه ورضا مستخدمي المبنى عن بيئتهم. يهدف POE إلى فهم معايير التصميم، والتنبؤ بفعالية التصميمات الجديدة، ومراجعة التصميمات المكتملة، ودعم تنشيط المباني وإدارة المرافق بالإضافة إلى ربط استجابة المستخدم بأداء المباني (Council, 2001, p. 2). إن تقييم ما بعد الانشغال هو عملية مقارنة منهجية لأداء المباني الفعلي مع معايير أداء محددة بوضوح. تشكل المقارنة جوانب التقييم المختلفة الإيجابية والسلبية على حد سواء. ظهر POEفي الستينات استجابةً للمشاكل الكبيرة التي واجهت أداء المباني، مع التركيز بشكل خاص على منظور مستخدمي المبنى. تم ملاحظة هذا لأول مرة في مرافق الرعاية المؤسسية، مثل المستشفيات العقلية ودور رعاية المسنين والمرافق الإصلاحية (Preiser W. F., 1995, p. 19). يجب الحصول على تغذية مرتدة feedback من أداء المبنى، خاصة للمباني التي يستخدم فيها أنظمة جديدة، بطرق جديدة مع نتائج غير معروفة (Riley, Moody, & Pitt, 2009, p. 130).

يعد الهدف الأكثر يقينًا من تطبيق POE هو الوصول إلى اعلى تطابق بين توقعات العملاء والمستخدمين وتوقعات فريق التصميم، يزيد هذا المنهج من مشاركة المصمم قبل وبعد التسليم، مما يجعل جانب التوريد supply side أقرب إلى مستخدمي منتجاته ويشجعهم على المشاركة في تقييم دقيق لأداء المبنى في الاستخدام (Way & Bordass, 2007, p. 354). الفائدة الأكثر أهمية من POE هو تأثيره الإيجابي على توفير بيئات إنسانية مناسبة للمستخدمين من خلال تحسينات في برمجة وتخطيط المباني. POE هو شكل من أشكال أبحاث المنتجات التي تساعد المصممين على تطوير تصميم أفضل من أجل دعم المتطلبات المتغيرة للأفراد والمؤسسات. يوفر POE وسيلة للمراقبة والحفاظ على توافق جيد بين المرافق والمنظمات، والأشخاص والأنشطة التي يدعمونها. يمكن تقسيم فوائد تقييم ما بعد الاشغال المختلفة إلى فوائد قصيرة المدى وفوائد متوسطة المدى ما بين 3-5 سنوات وفوائد طويلة المدى ما بين 10-25 سنة (Council, 2001, p. 13).

تعتمد طبيعة وأهداف POE على المستفيد، حيث يتم النظر إلى هذه الأداة بشكل مختلف من وجهة نظر كل صاحب مصلحة، يجب أن يحصل صاحب المشروع على مصلحة مكتسبة من POE ليقوم باستثمار أمواله فيها. لا يرغب رجال الأعمال دائمًا في تقييم أداء مبانيهم، فهذا يجعلهم حذرين من مسؤوليتهم القانونية عن المباني الغير مناسبة أو الخطيرة (Meir, Yaakov, Jiao, & Cicelsky, 2009, p. 202). تتسبب المباني المعيبة في بعض الحالات في التغيب عن العمل، والدخول إلى المستشفى وقد تخلق مطالبًا بتعويض محتمل عن الأضرار الصحية وغيرها من الأضرار على المدى الطويل. تزيد الحاجة إلى وجود قائمة شاملة يمكن التحكم فيها من مهام الأداء لتصميم أو تقييم المباني بسبب الإخفاقات في بيئات المكاتب. تحتاج الفراغات ذات الأوضاع الخاصة إلى تقييمات مجال خاصة بهم مثل الدراسات الصوتية في المصانع، والإضاءة في المكاتب، وفقدان الحرارة في المباني القديمة (Preiser W. F., 1989, p. 151)

يوجد خياران رئيسيان لاختيار منهج التقييم، الأول هو تطوير منهج خاص بالمشروع باستخدام أحد الطرق الموضوعة مسبقا على سبيل المثال BUS Building Use Studies، PROBE Post-occupancy Review of Buildings and their Engineering و CBE survey Centre for the Built Environment Survey. يتميز اختيار منهج موضوع مسبقا بعدة مميزات منها انه قد اختباره بالفعل، وكونه جاهزا للاستخدام بالإضافة إلى كونه مدعوم بأبحاث صارمة. يعتبر الجانب السلبي لاختيار منهج مسبق تكلفته المرتفعة، كما قد لا يكون مناسبة لحالات محددة، بالإضافة إلى مشكلة ملكية البيانات. الخيار الثاني هو تصميم منهج خاص بالمشروع، يمكن أن يكون هذا مفيدا لحالات معينة عندما يكون القصد من التقييم هو تحليل قضايا محددة. يتميز الحل المخصص بالتركيز على الاحتياجات الخاصة لكل مبنى، بالإضافة إلى كونه تحت سيطرة الباحث/المقيم الخاصة. يعتبر الجانب السلبي لابتكار منهج مخصص هو الحاجة إلى الخبرة لتفسير النتائج المعقدة، كما انها تحتاج إلى وقت أطول لإعدادها، بالإضافة إلى كونها في بعض الاحيان قد تكلف أكثر من الطرق المسبقة (Barlex, 2006, p. 17).

يوجد العديد من الأدوات المستخدمة في المراحل المختلفة لعملية

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

التقييم، يتعمد اختيار الاداة على الأهداف المرجوة من التقييم، في بعض الأحيان يمكن دمج أكثر من طريقة معا. تنقسم هذه الأدوات إلى قسمين هما: طرق ذاتية وتشمل: المسوحات والمقابلات والجولات، وقياسات فيزيائية وتشمل: قياسات جودة البيئة الداخلية والطاقة والمياه ويمكن تلخيص هذه الأدوات فيما يلي:

- مسح المستخدمين Occupant Survey: يتضمن ذلك مسح رضا المستخدم المعياري، ومسح الراحة الحرارية، ومسح الراحة البصرية، يمكن أن تشمل هذه الأسئلة "ما هو شعورك الآن" أو أسئلة عن "الرضا العام".
- المقابلة:Interview يتضمن ذلك المقابلات المنظمة أو شبه المنظمة واجتماعات مجموعات التركيز، عادة مع المستخدمين، وأحيانا مع الخبراء
- الجولات Walkthrough: بما في ذلك جولات الخبراء التي تهدف إلى تحديد المشكلات، عادةً مع تسجيل الصور/ الفيديو، والقوائم المرجعية للتصميم
- قياسات جودة البيئة الداخلية في الموقع IEQ in-situ measurements: الحالة الحرارية (التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء، وأجهزة الاستشعار لدرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وسرعة الهواء وما إلى ذلك). الإضاءة (عدادات الإنارة والإضاءة، كاميرات التصوير ذات المدى العالي). جودة الهواء الداخلي: أجهزة الاستشعار لتركيزات ثاني أكسيد الكربون، المركبات العضوية المتطايرة، والفورمالديهايد، وأول أكسيد الكربون، والجسيمات القابلة للتنفس إلخ. الصوتيات (عدادات مستوى الصوت، اختبار الصدى).
- الطاقة:Energy يتم تقييمها من خلال المراجعة أو أجهزة الاستشعار أو الأمتار أو الفواتير.
- المياه Water: يتم تقييمها عن طريق العدادات أو الفواتير (Li, Froes, & Gail, 2018, pp. 18-19)

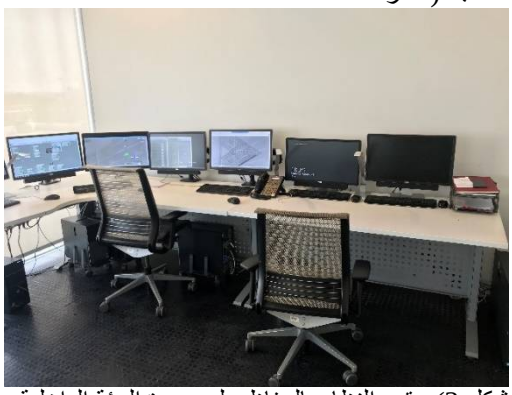
بزيادة نظم التشغيل الآلي في المكاتب، من الأهمية بمكان أن يتم اعتماد نهج كامل لأداء المباني في التقييم، حيث إن التشغيل الآلي للمكاتب يخلق مناطق واسعة ومفتوحة ذات كثافة عالية، حيث إن أدخال معدات الكمبيوتر جعل هذه البيئات لا تطاق للمستخدمين. الجمال بالنسبة إلى شاغلي المبنى هي تجربة حرارية، هوائية، صوتية، بصرية، مكانية. على الرغم من أن تقييم المباني لا يجب أن يركز بشكل متساو على جميع مجالات الأداء، إلا إنه يجب أن يتعامل مع جميع مجالات أداء البناء بطريقة متكاملة (Preiser W. F., 1989, pp. 151-152). يجب أن يشكل تقييم ما بعد الاشغال خطوة أخيرة في دورة حياة المبنى للمساعدة في تحسين المباني القائمة أو المساعدة عند البدء في مشاريع مستقبلية مشابهة. تحمل المعلومات المكتسبة قيمة كبيرة لجميع أصحاب المصلحة المشاركين في دورة حياة المشروع، مع عناصر معينة من المعلومات التي تعود بالفائدة على مختلف أصحاب المصلحة لأسباب مختلفة (Riley, Moody, & Pitt, 2009, p. 134).

3- الحالات الدراسية

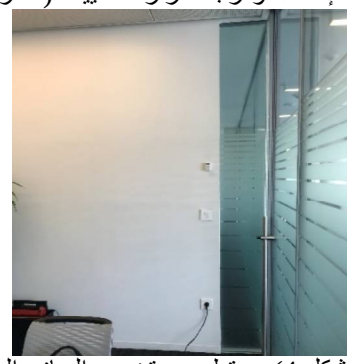
اختيرت حالتين دراسيتين من مباني المكاتب الهندسية، أحدهما ذو تشغيل آلي بالكامل والأخر بدون تشغيل آلي، والمبنيين متقاربين في المساحة وعدد الموظفين. كلا من هذه المكاتب هو مبنى اداري مستقل يخدم شركة/مكتب واحد فقط.

3-1 المبنى الأول- مبنى أ

يقع المبنى في القرية الذكية بمحافظة الجيزة وهو المقر الرئيسي لأحد الشركات الهندسية، أجري فيه 39 استبيان. يتكون المبنى من 6 أدوار ويشغله حوالي 2000 شخص ويوفر لهم بيئة عمل داخلية الية بالكامل، معظم مساحات العمل في المبنى هي مساحات مكتبة مفتوحة open space office plan (انظر شكل 5)، اما المساحات الخاصة بمديري الأقسام فهي مكاتب مغلقة ذات حوائط زجاجية. المبنى حاصل على شهادة LEED، ومعتمد من أخر اصدار للأيزو. يتم التنقل رأسيا في المبنى عن طريق ثمان مصاعد وسلم داخلي، معظم الفراغات تطل خارجيا على المساحات المفتوحة وذلك عبر الواجهة الزجاجية للمبنى (انظر
شكل 2). جميع نوافذ المبنى لا يمكن فتحها وتعتمد تهوية المبنى بالكامل على نظام التكييف.
يقوم المبنى بتوفير الطاقة والموارد، لذا تم توظيف العديد من التقنيات لهذا الغرض مثل استخدام نظام التشغيل الآلي لاستخدام الطاقة على الوجه الاكفأ، بالإضافة إلى تنقية وإعادة استخدام المياه، بالإضافة برمجة جميع الطابعات لتقوم بالطباعة على الوجهين. نظام التشغيل الآلي للمبنى متكامل ويشمل جميع الأنظمة الكهروميكانيكية للمبنى مثل الإضاءة، تكييف الهواء، مكافحة الحريق، نظام الدخول الالي، نظام المراقبة، الطابعات وغيرها. يقوم النظام بالمراقبة والتحكم في جميع الظروف الداخلية للمبنى ويوجد مختصين فنيين متواجدين على مدار الساعة لمراقبه النظام والتدخل عند الحاجة (انظر



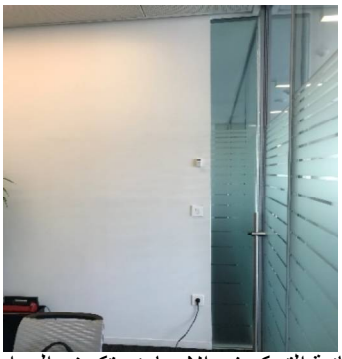
شكل 3). يقوم النظام بالحفاظ على جودة البيئة الداخلية دون الظروف الأمثل على سبيل المثال الحفاظ على درجة الحرارة حوالي 23-24 درجة مئوية، الحفاظ على تركيز ثاني أكسيد الكربون اقل من 1000 جزء في المليون.
مستخدمي المساحات المكتبية المفتوحة لا يمكنهم التحكم في الإضاءة او التكييف بل يتم ذلك عن طريق نظام التشغيل الآلي وذلك عبر نظامين الأول هو الجدولة وهو مصمم بناء على مواعيد العمل الرسمية، اما النظام الاخر فهو نظام الاستشعار فبعض فراغات المبنى تستخدم المستشعرات لتحديد الحاجة الي تشغيل الأنظمة. يستطيع مستخدمي المكاتب المغلقة التحكم في الإضاءة ودرجة حرارة التكييف (انظر



شكل 4). يستطيع مستخدمي المباني المغلقة التحكم في الإضاءة ودرجة حرارة نظام التكييف. يستطيع الفنيين المسئولين عن نظام التشغيل الآلي تخطي جدولة الأنظمة المختلفة ولذلك لتشغيل النظام في حالة عمل بعض الموظفين لوقت متأخر[1].

[1] مقابلة الباحثة مع المدير الإداري للفرع بتاريخ 21 يناير 2019

شكل 2: الواجهة الخارجية للمبنى معظمها حوائط ستائرية
المصدر: الباحثة

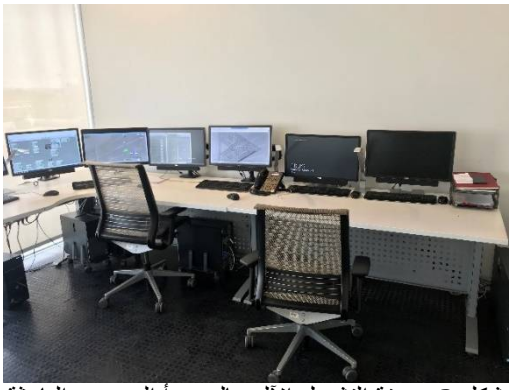


شكل 4: إمكانية التحكم في الإضاءة وتكييف الهواء في المكاتب المغلقة المصدر: الباحثة

2-3 المبنى الثاني- مبنى ب

يقع المبنى في العباسية بمحافظة القاهرة وهو المقر الرئيسي لاحد مكاتب الاستشارات الهندسية (انظر

شكل 8)، أجري فيه 33 استبيان. يتكون المبنى من 6 طوابق يتم التنقل بينهم بواسطة اثنين من المصاعد واثنين من السلالم،



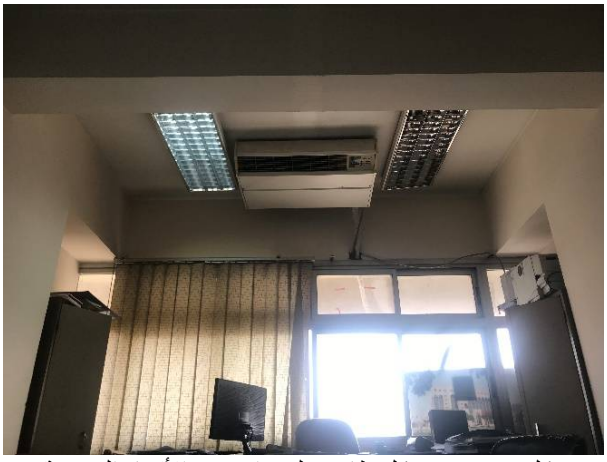
شكل 3: غرفة التشغيل الآلي بالمبنى أ المصدر: الباحثة

شكل 5: معظم فراغات العمل بالشركة هي مساحات مكتبية مفتوحة
المصدر: الباحثة

لا يحتوي المبنى على أي نظام تشغيل آلي (انظر

شكل 8: الواجهة الرئيسية للمبنى من الحوائط الستائرية
المصدر: الباحثة

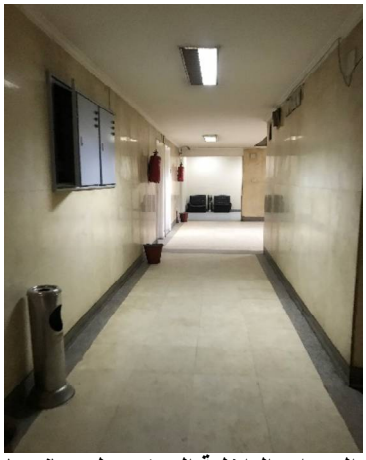
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



شكل 9). يحتوي كل طابق على واحد من الأقسام الهندسية على الأقل. توزع المكاتب يمينا ويسارا على طول الطرقة الممتدة من فراغ المصاعد (انظر شكل 7)، جميع المكاتب في هذا المبنى هي مكاتب مغلقة. يحتوي كل طابق على دورات مياه للجنسين وأوفيس. يتراوح عدد الموظفين في المكاتب من 1 (لمديري الأقسام) إلى 10 موظفين في المكتب الواحد (لكل منهم مكتبه الخاص). معظم الغرف تحتوي على نوافذ كبيرة

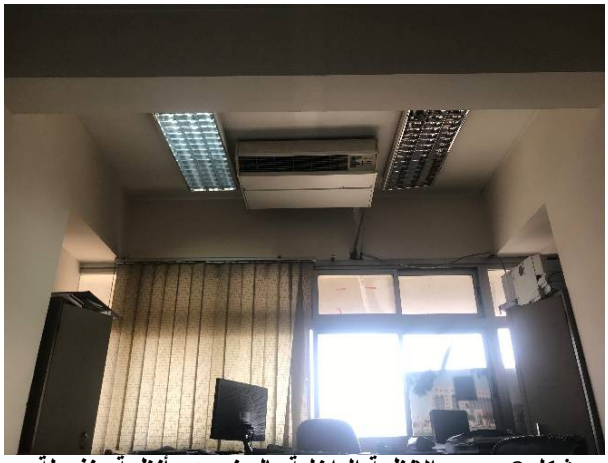
يسهل فتحها (انظر شكل 6)، كما تحتوي جميع الغرف على نظام تكييف منفصل يتم التحكم فيه من مستخدمي الفراغ، كما يتم التحكم في اضاءة الغرف من خلال مستخدمي الفراغ. أسقف جميع المكاتب من البلاطات الجبسية (60*60) اما الطرقات ومساحات التوزيع فهي من الجبس، ارضيات المكاتب من السيراميك اما الطرقات ومساحات التوزيع فهي من الرخام.

شكل 6: جميع المكتب تحتوي على مساحة كبيرة من النوافذ
المصدر: الباحثة



شكل 7: الممرات الداخلية الموزع على جانبيها المكاتب
المصدر: الباحثة

شكل 8: الواجهة الرئيسية للمبنى من الحوائط الستائرية
المصدر: الباحثة

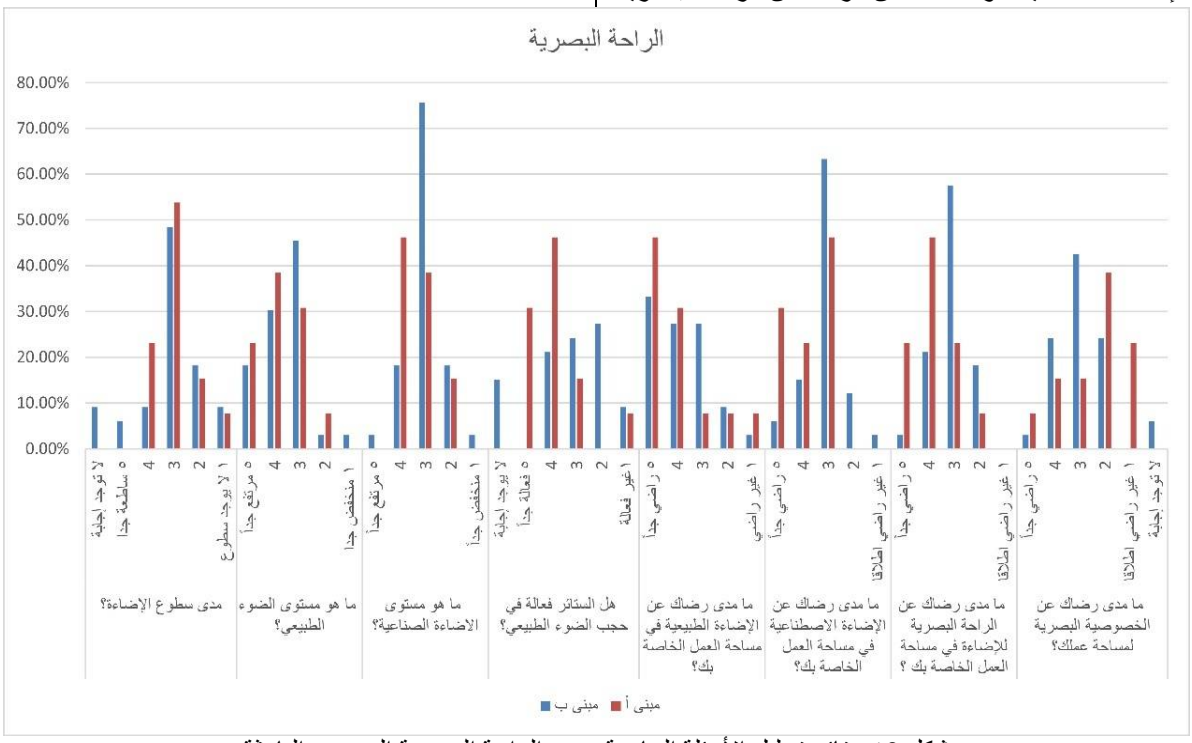


شكل 9: جميع الانظمة الداخلية بالمبنى هي أنظمة منفصلة
المصدر: الباحثة

نتائج البحث Results:

بعد تحليل نتائج الأسئلة الخاصة بجودة البيئة الداخلية جزء الراحة البصرية كانت الإجابات عن سؤال مدى السطوع بأنه متوسط بنسبة 53.8% في المبنى أ و48.5% في المبنى ب. أجاب أقل من 5% من مستخدمي المبنيين بأن مستوى الإضاءة الطبيعية منخفض جدا (0% في المبنى أ و3% في المبنى ب)، اما عن مستوى الإضاءة الصناعية فأجاب 75.6% من مستخدمي المبنى ب بأنها متوسطة، وأجاب أكثر من 46.2% من مستخدمي المبنى أ بأنها مرتفعة. أجاب 46.2% من مستخدمي المبنى أ و21.2% من

مستخدمي المبنى ب بأن الستائر فعالة في حجب الضوء الطبيعي. الجزء الخاص بالأسئلة المتعلقة بالرضا أجاب 46.2% من مستخدمي المبنى أ و33% من مستخدمي المبنى ب أنها راضيين جدا عن الإضاءة الطبيعية في مساحة العمل، أجاب 63.3% من مستخدمي المبنى ب و46.2% من مستخدمي المبنى أ بأن رضاهم عن الإضاءة الصناعية متوسط. أما عن الرضا عن الراحة البصرية فأجاب أكثر من 57.6% من مستخدمي المبنى ب بأنه متوسط، و46.2% من مستخدمي المبنى أ بأنهم راضيين. أجاب 38.5% من مستخدمي المبنى أ بأنهم غير راضيين عن الخصوصية البصرية، اما المبنى ب فأجاب 42.5% منهم بأنه متوسط (انظر شكل 10).



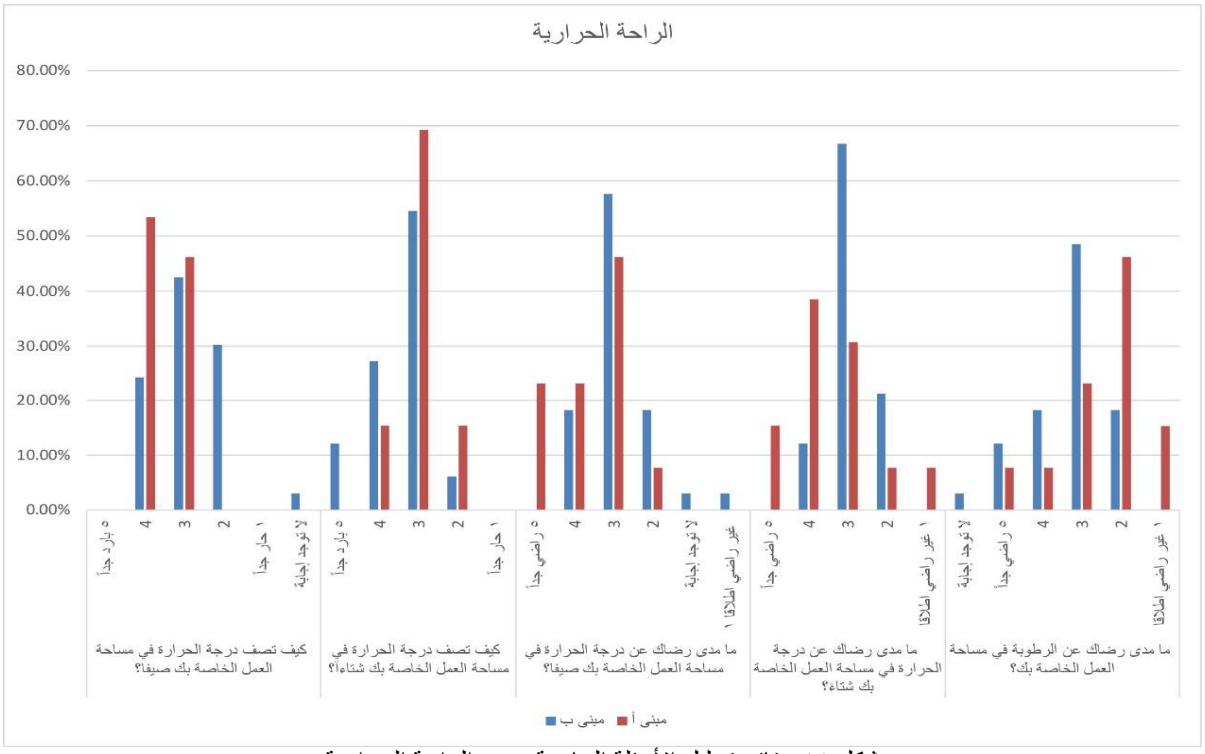
شكل 10: نتائج تحليل الأسئلة الخاصة بجزء الراحة البصرية المصدر: الباحثة

أوضح تحليل نتائج الأسئلة الخاصة بجودة البيئة الداخلية جزء الراحة الحرارية أن درجة الحرارة باردة صيفا في المبنى أ حسب إجابة 53% من المستخدمين، في حين كانت إجابة 42.5% من مستخدمي المبنى ب بأنها متوسطة. درجة الحرارة شتاء وصفها 69.2% من مستخدمي المبنى أ و54.5% من مستخدمي المبنى ب بأنها متوسطة. أجاب 57.6% من مستخدمي المبنى ب و46.2% من مستخدمي المبنى أ بأن رضاهم عن الحرارة صيفا متوسط. أظهر 66.7% من مستخدمي المبنى ب بأن رضاهم عن الحرارة شتاء متوسط، في حين أجاب 38.5% من المبنى أ بأنهم راضيين عن الحرارة شتاء. عبّر 48.5% من المبنى ب بأن رضاهم متوسط عن الرطوبة، في حين أوضح 46.2% من المبنى أ بأنهم غير راضين (انظر شكل 11).

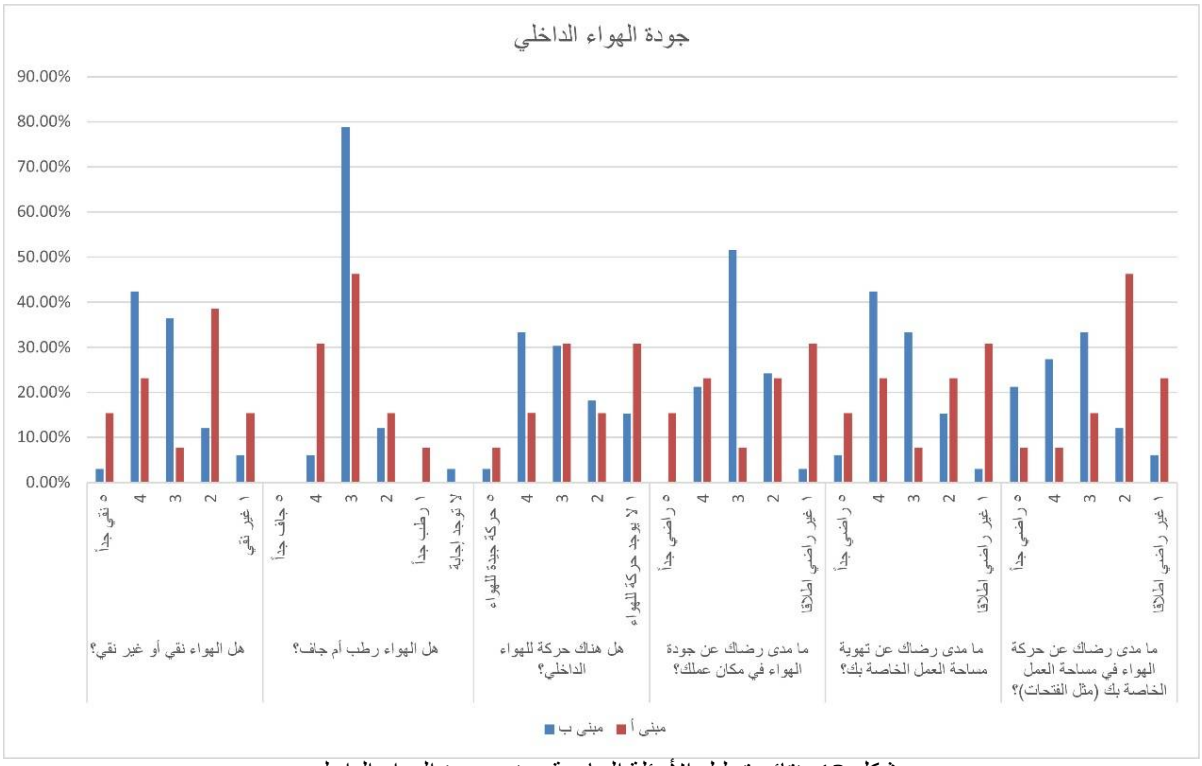
بعد تحليل نتائج الأسئلة الخاصة بجودة البيئة الداخلية جزء جودة الهواء الداخلي وجد أن جودة الهواء الداخلي متوسطة في المبنى ب نسبة ل 45.5% من مستخدمي المبنى، في حين أنها كانت ضعيفة في المبنى أ نسبة ل 38.5% من مستخدمي المبنى. أوضح أكثر من 42.2% من مستخدمي المبنى ب بأن الهواء الداخلي نقي، بينما أجاب 38.5% من مستخدمي المبنى أ بأن الهواء غير نقي.

أوضحت إجابات مستخدمي المبنى ب بأن رطوبة الهواء داخل المبنى متوسطة بنسبة 78.8%، في المقابل أجاب فقط 46.2% هذه الإجابة في المبنى أ. تساوت إجابات كلا من مستخدمي المبنيين أن حركة الهواء الداخلي متوسطة بنسبة 30%. أما الرضا عن جودة الهواء الداخلي فقد أجاب 51.6% من مستخدمي المبنى ب بأنه متوسط، في حين أجاب 30.8% من مستخدمي المبنى أ بأنهم غير راضين على الاطلاق. أشارت نتائج مستخدمي مبنى ب بأنهم راضيين عن تهوية مساحة العمل الخاصة بهم بنسبة 42.4%، في حين أجاب 30.8% من مستخدمي المبنى أ بأنهم غير راضيين على الاطلاق. كانت إجابات 33.3% من مستخدمي المبنى ب بأن رضاهم متوسط عن حركة الهواء في مساحة العمل الخاصة بهم، بينما أجاب 46.2% من أ بأنهم غير راضيين (انظر شكل 12)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

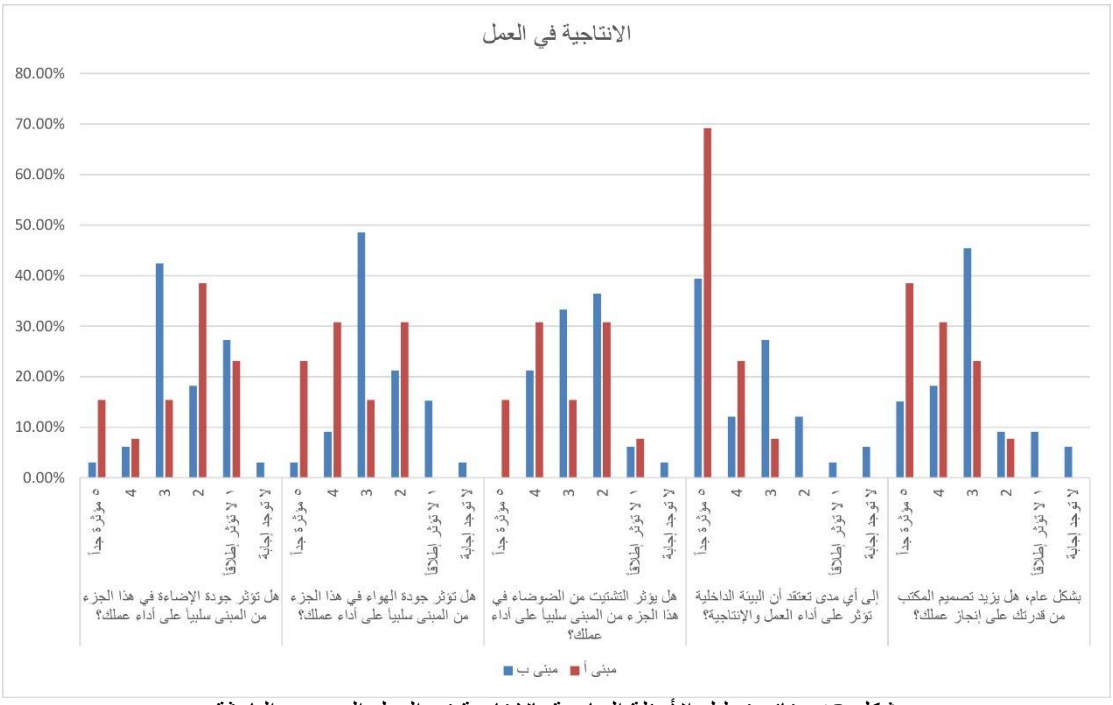


شكل 11: نتائج تحليل الأسئلة الخاصة بجزء الراحة الحرارية
المصدر: الباحثة

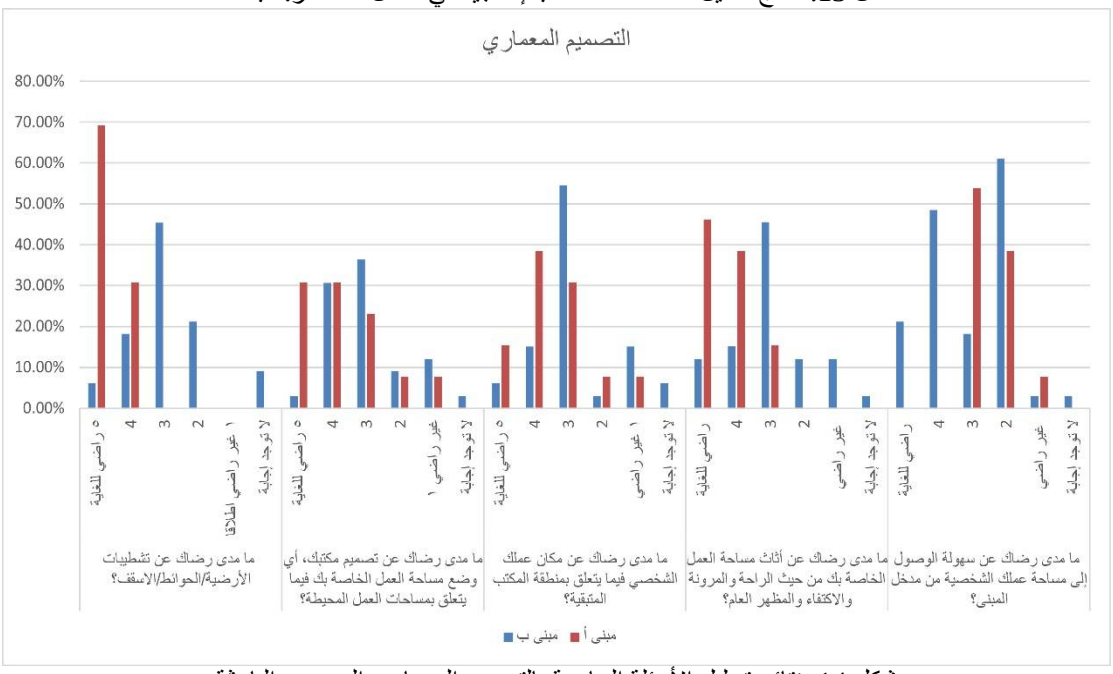


شكل 12: نتائج تحليل الأسئلة الخاصة بجزء جودة الهواء الداخلي
المصدر: الباحثة

أظهر تحليل الأسئلة الخاصة بالإنتاجية في العمل أجاب 42.4% من مستخدمي المبنى ب بأن تأثير جودة الإضاءة سلبيا على أداء العمل متوسط، بينما أجاب 38.5% من مستخدمي أ بأنها لا تؤثر. أجاب 48.5% من مستخدمي المبنى ب بأن التأثير السلبي لجودة الهواء على أداء العمل متوسط، وكانت إجابات الاختيارين لا تؤثر ومؤثرة جداً متساوية بنسبة 30.8% من مستخدمي أ. وأوضح مستخدمي المبنى ب بأن التأثير السلبي للتشتيت من الضوضاء مؤثر على أداء العمل بنسبة 36.4%، وتساوت إجابات مستخدمي أ في اختياري لا تؤثر ومؤثرة بنسبة 30.8%. اعتقد 39.4% من مستخدمي المبنى ب و69.2% من مستخدمي أ بأن البيئة الداخلية مؤثرة جدا على أداء العمل والإنتاجية. عّبر 38.5% من مستخدمي المبنى أ أن تصميم المكتب يساعدهم للغاية في أداء عملهم، ويرى 45.4% من مستخدمي المبنى ب أن تأثير ذلك متوسط (انظر شكل 13).



شكل 13: نتائج تحليل الأسئلة الخاصة بالإنتاجية في العمل المصدر: الباحثة



شكل 14: نتائج تحليل الأسئلة الخاصة بالتصميم المعماري المصدر: الباحثة

بتحليل نتائج الجزء الخاص بالتصميم المعماري وجد أن 69.2% من مستخدمي المبنى أ راضيين للغاية عن التشطيبات الداخلية للمبنى، بينما 45.4% من مستخدمي المبنى ب رضاهم متوسط عن ذلك. أشارت نتائج السؤال المتعلق بالرضا عن تصميم المكتب بأن نسبة الرضا للغاية والرضا هي 30.8% لكل على حدة في المبنى أ، بينما 36.4% من مستخدمي المبنى ب رضاهم متوسط عن ذلك. أوضحت النتائج الخاصة بسؤال الرضا عن مكان العمل فيما يتعلق بمنطقة المكتب المحيطة أن 38.5% من مستخدمي المبنى أ راضيين، بينما 54.6% من مستخدمي المبنى ب رضاهم متوسط عن ذلك. أجاب 46.2% من مستخدمي المبنى أ راضيين للغاية عن أثاث مساحة العمل، بينما 45.5% من مستخدمي المبنى ب رضاهم متوسط عن ذلك. كانت نسبة 48.5% من مستخدمي المبنى ب راضيين عن سهولة الوصول إلى مساحة العمل الشخصية من مدخل المبنى، بينما 53.8% من مستخدمي المبنى أ رضاهم متوسط عن ذلك (انظر شكل 14).

المناقشة Discussion:

بتحليل نتائج الاستبيان ومراجعة تعليقات المستخدمين نجد أنه فيما يتعلق بجودة البيئة الداخلية كان مستخدمي المبنى أ أكثر رضا وراحة من مستخدمي المبنى ب، يستثنى من ذلك جودة الهواء الداخلي حيث وجد أن مستويات الرضا في المبنى ب أعلى، يرجع ذلك إلى عدم وجود نظام لإدخال الهواء النقي في منظومة تكييف الهواء الداخلي للمبنى وهو ما دعمه تعليقات المستخدمين في الاستبيان. يستثنى من ذلك أيضاً الرضا عن الخصوصية البصرية والصوتية، حيث إن مستويات الرضا في المبنى أ الخاصة بهذين الجزءين منخفضة جدا ويرجع هذا إلى ان تصميم مساحات العمل هو التصميم المفتوح. وجد أن مستويات الرضا متقاربة ومرتفعة فيما يتعلق بالضوء الطبيعي لمستخدمي المبنيين، وذلك يرجع لأن معظم واجهات المبنى أ من الحوائط الستائرية، ومعظم مكاتب المبنى ب تحتوي على نوافذ ذات مساحات واسعة، الا ان مستخدمي المبنى ب قد علقوا على صعوبة التحكم في الإضاءة والتهوية

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

الصادرة من النوافذ الكبيرة وذلك لعدم وجود ستائر/ حواجز مناسبة. علق مستخدمو المبنى ب أيضاً على عدم كفاءة أجهزة التكييف صيفا وعدم إمكانية استخدامها للتدفئة شتاءا، يرجع هذا إلى عدم وجود نظام مركزي للتكييف بل يتم الاعتماد على الوحدات المنفصلة. لاحظنا أن مستخدمي المبنى أ صيفا أكثر شعورا بالبرد، يرجع هذا إلى عدم وجود تحكم شخصي للمساحات المكتبية المفتوحة، حيث يتم اعتماد درجة حرارة واحدة لكامل المبنى بغض النظر عن موقع المستخدم في المبنى وقربه/ بعده عن الحائط الخارجي.

أوضح تحليل الجزء الخاص بالإنتاجية في العمل رأي مستخدمي المبنى أ أن جودة الهواء الداخلي تؤثر سلبا على أداء العمل، لكن لاحظنا أن الضوضاء الخارجية لا تسبب لهم أي تشتيت يرجع هذا إلى العزل الجيد في المواد المستخدمة في المبنى خارجيا. فيما يتعلق بالصيانة في المبنى وجد أن مستخدمي المبنى أ لديهم القدرة على الوصول إلى مختصي الصيانة بسهولة وذلك لوجود أفراد الصيانة بشكل دائم لمتابعة نظام التشغيل الآلي في حين لا يتوافر هذا في المبنى ب. وأما عن التصميم الداخلي فلقد ارتفعت مستويات الرضا في المبنى أ عنها في المبنى ب، وفي الجزء المتعلق بالأمن وسهولة الوصول وجد أيضاً أن مستخدمي المبنى أ أكثر شعورا بالأمن وأكثر قدرة على الوصول (الوصول الافقي والرأسي داخل المبنى). لاحظنا أن معظم إجابات مستخدمي المبنى ب هي "متوسط" سواء فيما يتعلق بالرضا، بالإضافة إلى امتناع عدد من المستخدمين إلى الإجابة عن بعض الأسئلة ويرجع هذا إلى أن الاستبيان في هذا المبنى تم ورقيا فقط.

الخلاصة Conclusion :

بمراجعة النتائج نجد أن نظام التشغيل الالي قد نجح في رفع رضا المستخدمين وراحتهم مقارنة مع غيره من المباني التقليدية، كما ساعد على خلق بيئة داخلية ترفع من أداء المستخدمين مقارنة مع مبنى آخر لا يعتمد على النظام. تعتبر المشكلة الأكبر التي واجهت النظام في حالة الدراسة هي عدم ادخال الهواء النقي في منظومة تكييف الهواء بالإضافة الى ضعف التحكم الشخصي الأمر الذي أدى الى نسبة من عدم الرضا. يوصي البحث بتطبيق نظام التشغيل الالي في مباني المكاتب الهندسية مع وجود مستوى أعلى من التحكم الشخصي للمستخدمين مقارنة مع غيره من المباني التي قد لا تحتاج الى هذا، حيث إن الغرض الرئيسي من مكان العمل هو توفير بيئة مناسبة ترفع من مستوى أداء الموظفين مما يزيد من إنتاجية الشركة/ المكتب. يوصي البحث أيضا بضرورة استخدام تقييم ما بعد الاشغال بشكل دوري، وذلك للوقوف على المشاكل التي تواجه المبنى ومستخدميه ومحاولة الوصول الى الحلول الأكفأ.

المراجع References :

1. Adam Kučera. Petr Glos, T. P. (2013). Fault Detection in Building management system networks. Velke Karlovice: IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded.
2. Aghemo, C., Blaso, L., & Pellegrino, A. (2014). Building automation and control systems: A case study to evaluate the energy and environmental performances of a lighting control system in offices. *Automation in Construction, 43*, 10-22.
3. Arianna Barmbilla, H. A. (2017). "Our inherent desire for control": a case study of automation's impact on the perception of comfort. *Energy Procedia, 122*, 925-930.
4. Barlex, M. J. (2006). *Guide to Post Occupancy Evaluation.* University of Westminster.
5. Bhatt, J. (2015). Design and Development ofWired Building Automation Systems. *Energy and buildings.*
6. Council, F. F. (2001). *LEARNING FROM OUR BUILDINGS.* Washington, D.C.: NATIONAL ACADEMY PRESS.
7. Domingues, P., Carreira, P., Vieira, R., & Kastner, W. (2016). Building automation systems: Concepts and technology review. *Computer Standards & Interfaces, 45*, 1-12.
8. Gopikrishnan, S., & Topkar, V. M. (2017). Attributes and descriptors for building performance evaluation. *Housing and Building National Research Center, 13*, 291-296.
9. Groover, M. P. (2018). *Automation*. Retrieved april 2018, from https://www.britannica.com/technology/automation
10. Kao, J. Y. (1991). *Direct Digital Control Based Building Automation System Design Criteria.* U.S. Department of Commerce.
11. Khalil, N., Husin, H. N., Adnan, H., & Nawawi, A. H. (2009). Correlation Analysis of Building Performance and Occupant's Satisfaction via Post Occupancy Evaluation for Malaysia's Public Buildings. Istanbul: Fifth International Conference on Construction in the 21st Century.
12. Kwon, M., Remøy, H., Dobbelsteen, A. v., & Knaack, U. (2019). Personal control and environmental user satisfaction in office buildings: Results of case studies in the Netherlands. *Building and Environment, 149*, 428-435.
13. Li, P., Froes, T. M., & G. B. (2018). Post-occupancy evaluation: State-of-the-art analysis and state-of-the-practice review. *Building and Environment*.
14. Meir, I. A., Y. G., Jiao, D., & Cicelsky, A. (2009). Post-Occupancy Evaluation: An Inevitable Step Toward Sustainability. *Advances in Building Energy Research, 3*, 189-219.
15. Pedro Domingues, P. C. (2016). Building automation systems: Concepts and technology review. *Computer Standards & Interfaces, 45*, 1-12.
16. Preiser, W. F. (1989). *BUILDING EVALUATION.* New York: Springer Science+Business Media.
17. Preiser, W. F. (1995). Post-occupancy evaluation: how to make buildings work better. *Facilities, 27*, 21-33.
18. Riley, M., Moody, C., & Pitt, M. (2009). A REVIEW OF THE EVOLUTION OF POST-

OCCUPANCY EVALUATION AS A VIABLE PERFORMANCE MEASUREMENT TOOL. Liverpool: Liverpool Conference on the Built Environment and Natural Environment.

19. Wang, S. (2010). *Intelligent Buildings and Building Automation.* London: Spoon Press.
20. Way, M., & Bordass, B. (2007). Making feedback and post-occupancy evaluation routine 2: Soft landings – involving design and building teams in improving performance. *Building Research & Information, 33*(4), 353-360.
21. Zhang, G., Yang, J., & Sidwell, A. C. (2002). RAISED FLOOR SYSTEM: A PARADIGM OF FUTURE OFFICE BUILDING FITOUT? *Advances in Building Technology, 2*, 1577-1584.
22. Zimmerman, A., & Martin, M. (2010). Post-occupancy evaluation: benefits and barriers. *Building Research & Information, 26*(2), 168-174.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License