

Changing the strategies of the first design stages after Corona and their impact on energy efficiency indicators in classrooms

Dr. Gamaleldin A. Nasa

Teacher of Architecture

October high institute for engineering and technology

Abdelrahman Marouf El-sayed

PhD Researcher, Department of Architecture, Faculty of
Engineering, Cairo University.

Assistant Lecturer – October High Institute for Engineering and
Technology – 6 October

Abstract:

The Corona global pandemic, which emerged in the last quarter of 2019, has affected the global economy, resulting in many sectors such as energy, buildings, and industries being seriously affected by the epidemic. Studies of COVID- 19 transmission have indicated a direct relationship between the number of occupants and the risk of infection. The aim of this study is to focus on the work density strategy as one of the main overlooked factors affecting energy consumption, the risk of transmission of viruses within buildings, and to determine optimal works density to reduce energy consumption in buildings, especially educational buildings.

To this end, the application approach has been used by using the COVE-TOOL and COVID-OCCUPANCY projects to apply the proposed occupant density after new design considerations to one of the classrooms and to evaluate their stays to reduce the spread of epidemics and rationalize their energy.

Keywords: Design Standards, Occupant Density, Retrofitting Buildings, Energy consumption, COVID-19, COVE.TOOL.

الملخص

اثرت الجائحة العالمية كورونا التي ظهرت في الربع الاخير من 2019 على الاقتصاد العالمي مما أدى الى تعرض العديد من القطاعات مثل الطاقة والمباني والصناعات لتأثيرات خطيرة من الوباء، فلم تعد الأعتبارات التصميمية الاعتيادية للمباني تتماشى مع استراتيجيات استهلاك الطاقة وتقليل انتشار الأوبئة داخلها. أشارت الدراسات التي أجريت على انتقال فيروس COVID-19 إلى وجود علاقة مباشرة بين عدد الشاغلين وخطر الإصابة بالعدوى. تهدف هذه الدراسة الى التركيز على استراتيجية كثافة الاشغال باعتبارها أحد العوامل الرئيسية التي تم التغاضي عنها والتي تؤثر على استهلاك الطاقة وخطر انتقال الفيروسات داخل المباني وتحديد كثافة الاشغال المثلى لتقليل استهلاك الطاقة في المباني خاصة المباني التعليمية. لتحقيق هذه الغاية، تم استخدام المنهج التطبيقي عن طريق استخدام برنامجي التحليل والتقييم COVE.TOOL و COVID Occupancy Score tool لتطبيق كثافة الاشغال المقترحة بعد الاعتبارات التصميمية الجديدة على احدى الفصول التعليمية وتقييم كفاءتها لتقليل انتشار الأوبئة وترشيد الطاقة بها.

الكلمات المفتاحية: الاعتبارات التصميمية، كثافة الاشغال، تحديث المباني، استهلاك الطاقة، كوفيد - 19، أداة COVE.TOOL

1- المقدمة

اثرت الجائحة العالمية كورونا التي ظهرت في الربع الأول من 2020 على الاقتصاد العالمي مما أدى الى تعرض العديد من القطاعات مثل الطاقة والمباني والصناعات لتأثيرات خطيرة من الوباء (Qarnain, Muthuvel and Bathrinath, 2020)، وطبقا لما ذكرته الهيئة العامة للإحصاء السعودي بلوغ الانخفاض في معدل نمو القطاع الخاص 10.1% كما ان إجراءات العزل العام المرتبطة بمكافحة تفشي فيروس كورونا أضرت الاقتصاد السعودي بشدة في الربع الثاني، وكان القطاع غير النفطي الأكثر تضررا، حيث انكمش 8.2% (Barbuscia, 2021).

كشفت مصادر مسؤولة في وزارة الكهرباء والطاقة عن تراجع استهلاك القطاعين الصناعي والتجاري من الطاقة الكهربائية خلال شهر مارس الماضي مقارنة مع شهر فبراير، وأوضحت أن استهلاك القطاع التجاري تراجع بنحو 5.7% ليسجل خلال مارس نحو 492 مليون كيلووات ساعة، مقارنة مع شهر فبراير الذي سجل نحو 522 مليون كيلو وات ساعة (Salem, 2021). كل هذه التغييرات التي طرأت على العالم وغيرت مساري الاقتصاد والطاقة جعلت إدارة الطاقة أكثر أهمية من ذي قبل. ونظرا لأن المباني تمثل من 30% إلى 40% من طلب المجتمع على الطاقة، فإن لديها القدرة على التخفيف من المشكلات المتعلقة بالطاقة (Fesanghary, Asadi and Geem, 2012).

وفقًا لوكالة معلومات الطاقة الأمريكية EIA، فإن أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) مسؤولة عن حوالي 42% من استهلاك الكهرباء في المباني التعليمية. كما انه حدثت تطورات في مؤشرات ترشيد استهلاك الطاقة وخصوصا بعد فترة الجائحة كورونا ومن اهم تلك المؤشرات هو نسبة الاشغال ويعد وجود شاغلين في المباني أحد أهم المعايير في المباني التي تؤثر على استهلاك الطاقة لأنظمة التكييف. ومع ذلك، هناك مؤشرات سائدة أخرى لاستهلاك الطاقة لأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، ولكن تظهر الدراسات أن التحكم في كثافة الاشغال يمكن أن يكون فعالاً في إدارة استهلاك الطاقة في المبنى (Wang et al., 2020)، وخصوصا خلال فترات الأوبئة مما قد يساهم أيضا في مواجهتها.

1.1 المشكلة البحثية:

مع انتشار جائحة كورونا وتأثيرها السلبي على الطاقة في المباني فلم تعد مؤشرات استهلاك الطاقة التقليدية تتماشى مع طريقة التصميم الاعتيادية لتلك المباني واهم تلك الاعتبارات التي تركز عليها هذه الدراسة هي كثافة الاشغال ودورها في ترشيد استهلاك الطاقة وتقليل انتشار الأوبئة داخل الفراغات التعليمية.

1.2 اهمية الدراسة:

تساهم الدراسة بتقليل معدل انتشار الأوبئة داخل الفراغات التعليمية وتطوير مؤشرات استهلاك الطاقة داخلها، كما تقدم مقترحا لتقييم كفاءة تلك المباني لمواجهة الأوبئة عن طريق برامج المحاكاة البيئية والتصميم البارامتري.

1.3 هدف الدراسة:

التأكد من كفاءة كثافة الاشغال والمساحة الاحترافية للزمة لكل شخص والموصي بها من مركز السيطرة على الامراض من جهة وترشيد استهلاك الطاقة داخل تلك المباني من جهة أخرى.

1.4 منهجية الدراسة:

يتكون البحث من منهجين رئيسيين تسلسلا لتحقيق هدفه. بحيثُ خصص المحور الأول من البحث المنهج النظري للتعريف بالمشكلة البحثية وطرح إطار نظري لها ومناقشة محدداتها واستقراء ما تناولته الأبحاث العلمية السابقة في نطاق هذه المشكلة واستخراج مجموعة من الاستراتيجيات التي سوف يتم استخدام جزء منها في المحور الثاني وهو المنهج التطبيقي لبيان مدى تأثير هذه الاستراتيجيات في حل المشكلة البحثية.

2. تغيير استراتيجيات التصميم لمواجهة انتشار الأوبئة وتأثيرها على الطاقة

عمل COVID-19 على تغيير طريقة تصميم المباني، فالعديد من المشاريع سواء في مراحل التصميم الأولية او في المراحل المتقدمة تبحث في اعادة التصميم مع التركيز على تقليل انتشار الفيروس، كما حددت منظمة الصحة العالمية وسلطات أخرى الاستنشاق أو الاتصال المباشر بقطرات الفيروس، والاتصال غير المباشر من خلال الرذاذ مع الأسطح الملوثة، باعتبارهما السببين الرئيسيين للانتشار السريع للفيروس **وللتوضيح** أدت إجراءات الاغلاق والتباعد في المباني التعليمية - محل الدراسة - الى تخفيض استهلاك الطاقة داخل تلك المباني بصورة واضحة ولكن على النقيض تسبب ذلك في الارتفاع الشديد في استهلاك الطاقة في المباني السكنية والعلاجية فبالنتالي استهلاك الطاقة العام مرتفع لذلك تسبب انتشار فيروس كورونا الى زيادة استهلاك الطاقة بينما تقترح الدراسة بعض الاستراتيجيات التي تعيد اللقاء الضوء على عناصر استهلاك الطاقة وبالبدايل المتاحة لإعادة هيكلة الفراغات التعليمية من حيث التصميم وعناصر استهلاك الطاقة.

فيما يلي استراتيجيات رئيسية لتقليل الانتشار داخل المباني وتأثيرها على كثافة استخدام الطاقة في المبنى (EUI):

2.1 استراتيجية كثافة الاشغال:

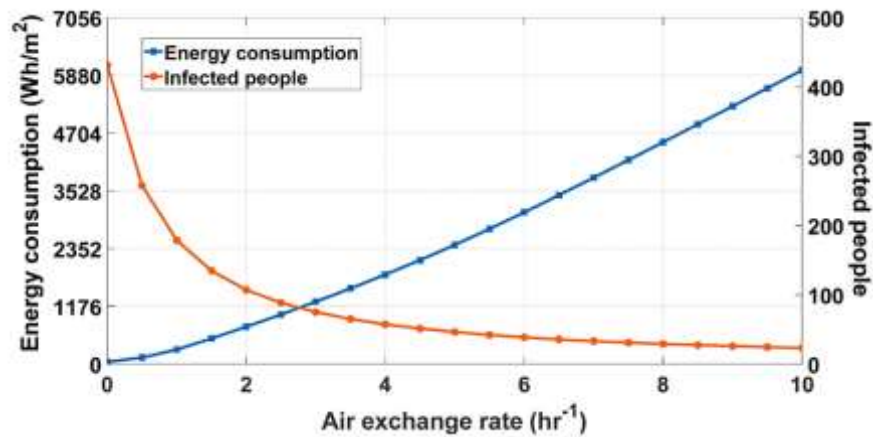
كان لـ COVID-19 آثار مدمرة على جميع جوانب الحياة اليومية وبهدف الحد من انتشار COVID-19، أصدرت المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها (CDC) إرشادات توصي بأن يمارس الأشخاص التباعد الاجتماعي (الحفاظ على الفصل الجسدي على الأقل 6 أقدام بين شخصين [ما يعادل 183سم] Centers for Disease Control and Prevention, 2021). فمن منظور تصميمي، يوصى بتخيل دائرة بطول 6 أقدام مخصصة لكل زائر، فإن الحد الأدنى من المساحة اللازمة لكل شخص لممارسة التباعد الاجتماعي هي:

$\pi * radius * radius * [ط \times نق \times نق]$ ، والتي تصل إلى 113.04 قدمًا مربعًا
[10.50م²]

لذلك أي مبنى تعليمي يوفر تلك المساحة (على الأقل) لكل شخص سيكون قادرًا على الحفاظ على التباعد الاجتماعي داخل هذا الفراغ. وفقًا لدليل استخدام كود الطاقة الأشري "ASHRAE 2019 IECC equivalent" (Qarnain, Sattanathan,) (Sankaranarayanan and Ali, 2020)، يجب أن توفر فراغات الفصول التعليمية من 50-100 قدم²/شخص ~ [4-9 م²/شخص]. وطبقًا لاشتراطات البلدية للأسواق والفراغات التعليمية بالمملكة يتم تخصيص مساحة لا تقل عن 10م² لكل زائر (وزارة الشؤون البلدية والقروية ، 2020). لذلك، إذا تم تطبيق قواعد التباعد الاجتماعي على فراغات المبنى، سيلزم زيادة المساحة لكل شخص في المبنى إلى 113.04 قدم²/شخص [10.50م²].

2.2 التحكم في جودة الهواء الداخلي:

كشف وباء كورونا المستمر عن مدى تأثير جودة الهواء الداخلي الرديئة في زيادة اثار الفيروسات المحمولة جوا بدلًا من تعزيز الصحة ، وفي الكثير من الأحيان تتسبب بينتنا المبنية في تدهور الهواء الداخلي عن طريق قلة سبل التهوية الطبيعية وتجديد الهواء ومواصفات مواد البناء والتشطيبات (Wagdi, 2015) بالإضافة الى التلوث الناتج عن أنظمة التبريد و التكييف ، وتوضح العديد من الدراسات أهمية دمج استراتيجيات تحسين جودة الهواء في الأماكن المغلقة في تصميم المبنى وتقليل الاعتماد على أنظمة التكييف الى اقل مستوى لما يساهم ذلك في تقليل استهلاك الطاقة والحد من انتشار الأوبئة (Sloan Brittain, Wood and Kumar, 2020) كما (بالشكل 1) ، كما يوجد أنظمة مثل- Demand Controlled Ventilation – DCV وهذه التقنية تقوم على إعادة تدوير الهواء وتساهم هذه التقنية في ترشيد استهلاك الطاقة (O'Neill et al., 2020).



شكل 1: يوضح العلاقة بين معدل تبادل الهواء مع الطاقة المستهلكة في أنظمة التبريد HVAC و عدد الزوار المتوقع اصابتهم بكوفيد 19 في المباني

المصدر: Mokhtari, R., and Jahangir, M. H. (2021). The effect of occupant distribution on energy consumption and COVID-19 infection in buildings: A case study of university building. Building and Environment, 190, 107561

ولكن بفضل الله اثبتت العديد من الدراسات ان معدل انتشار فيروس كورونا لا يزداد بازياد معدل التكييف حيث ساهمت تكنولوجيا الترشيح الموجودة داخل أنظمة التكييف الحديثة والتي في تطور مستمر من الحد من انتشار اغلب الفيروسات، وقد وصلت العديد من الدراسات حاليا الى الوصول الى أجهزة تبريد تقضي على فيروس كورونا وليس فقط تمنع انتشاره مثل مكيف الهواء "IVP" (M. Post, 2021).

يجب إعطاء الأولوية لاستخدام استراتيجيات التصميم السلبي لتشجيع التهوية الطبيعية وتوزيع الهواء - مثل توجيه المبنى لتدفق الهواء الأمثل، والفتحات المصممة بشكل مناسب، والتسلسل المكاني الفعال والتهوية السلبية للمداخن - لأنها تتطلب الحد الأدنى من مدخلات الطاقة والصيانة على مدى عمر البناء. إذا كانت هذه التدابير لتوجيه عملية صنع القرار المعماري وتم تصميمها وفقاً للمناخ المحلي وظروف الموقع، فيمكن تقليل الاعتماد على الحلول الميكانيكية الإضافية، مثل أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) في السنوات الأخيرة، تم تحسين أدوات التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) لمحاكاة التهوية الطبيعية وتوزيع الهواء، داخل المبنى والمناطق المحيطة به، بشكل مستمر. التطورات في نمذجة معلومات البناء (BIM) سهلت أدوات محاكاة تدفق الهواء للتصميم البيئي للمبنى (Gan et al., 2019).

في المواقع ذات المستويات العالية من التلوث المحيط، حيث تمثل التهوية الطبيعية تحديات كبيرة، يمكن ترشيح الهواء الداخل للمبنى باستخدام مرشحات هواء جسيمات عالية الكفاءة (High-Efficiency Particulate Air) (HEPA) ذات الحجم المناسب لإزالة الجزيئات والملوثات الفيروسية (Christopherson et al., 2020) والاهم من ذلك تقلل خطورة انتشار كوفيد 19 او حتى دخوله عبر المرشحات (Li et al., 2020).

بالنسبة لمعظم أنماط المباني وخاصة المباني التعليمية، يجب على المصممين تجنب الاعتماد فقط على الترشيح الميكانيكي لأنه يتطلب طاقة إدخال ثابتة وغالبًا ما يتم تجاهل متطلبات الصيانة الخاصة به. هناك عدد من أنظمة تنقية الهواء الداخلية الطبيعية، مثل المرشحات الحيوية بمساعدة النباتات أو الطحالب، قيد التطوير حاليًا، ومع ذلك، هناك حاجة إلى مزيد من البحث من حيث فعاليتها في إزالة ملوثات الهواء وتأثيراتها على الرطوبة النسبية. في حين أن استخدام النباتات لتحسين جودة الهواء الداخلي قد انتشر في السنوات الأخيرة، إلا أنه من غير العملي تطبيقها على حجم البناء كاملاً، كوسيلة عزل وترشيح طبيعية، لأنه يتطلب شجيرة او مجموعة نباتات واحدة على الأقل لكل متر مربع ليكون له تأثير كبير على جودة الهواء الداخلي (Cummings and Waring, 2020).

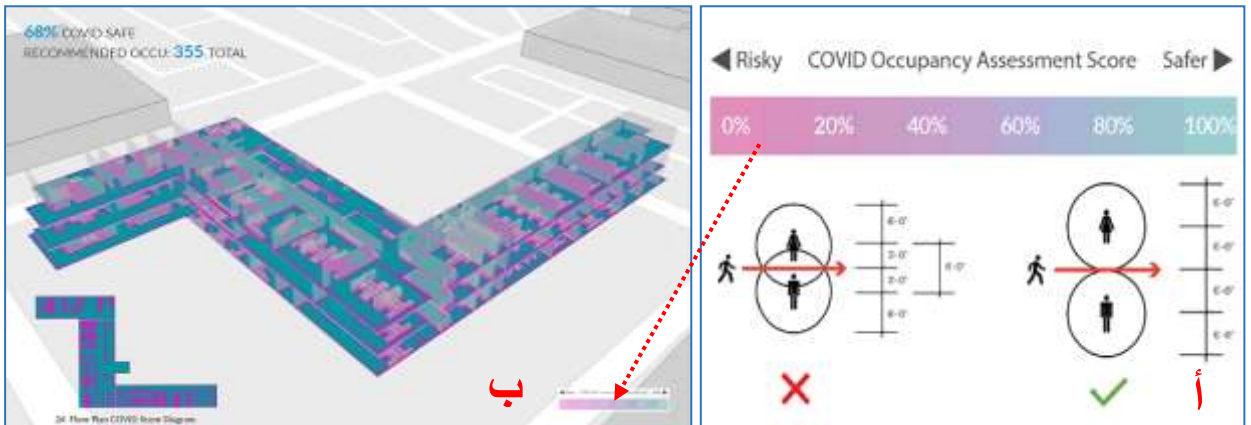
3- التحكم في كثافة الأشغال لمواجهة انتشار الأوبئة وتأثيرها على الطاقة

إن المبادئ التوجيهية للتباعد الاجتماعي التي وضعها مركز السيطرة على الأمراض (CDC) تطرح تحديات جديدة، فضلاً عن إثارة تساؤلات، في الوقت الذي يحاول فيه المجتمع العودة إلى "وضع طبيعي جديد". وبمجرد أن يرتبط هذا التحدي بتصميمات المباني، وخاصة المباني العامة والفراغات التعليمية، حيث يبدأ الناس في العودة إلى روتين حياتهم اليومية. هل ستمكّن تصاميم المباني الحالية الناس من العودة بأمان إلى أعمالهم الروتينية مع الحفاظ على 6 أقدام [ما يعادل 183سم] الموصى بها؟ عند تصميم مبنى جديد، هل يعزز التصميم المخطط له التباعد الاجتماعي؟ ولمعالجة هذه الأسئلة، تم استخدام أداة التحليل **Cove.Tool** (Aguirre, 2021) وبها طريقة تحليلية جديدة - يتم تنصيبها على العديد من البرامج مثل Grasshopper for Rhino و RIVET - تركز على التباعد الاجتماعي وتقييم المباني لبيان مدى كفاءتها في مواجهة الأوبئة العالمية مثل كورونا.

توفر الطريقة التي تم تطويرها حديثاً مقياساً كمياً للمباني، يُسمى درجة تقييم إشغال كوفيد (**COVID Score**)، والتي تعكس إمكانية الحفاظ على التباعد الاجتماعي داخل تصميم مبنى معين. يمكن استخدام هذا المقياس لتحسين رسومات المساقط الأفقية للطوابق بحيث تشجع على التباعد الاجتماعي إلى أقصى حد ممكن كما (**بالشكل 2-أ**). على سبيل المثال، تشير الدرجة 100% للأرضية إلى أنه في كل نقطة على ذلك الطابق، سيكون بإمكان شخصين الحفاظ على مسافة 6 أقدام على الأقل في جميع الاتجاهات المحيطة بكل نقطة.

يشير هذا المقياس إلى أداة تقييم إعادة الإشغال من " **AIA Re-occupancy Assessment Tool** " ونظام التقييم التجريبي **LEED Safety First: Re-Enter Your Workspace** لحساب الإشغال وفقاً لإرشادات التباعد الاجتماعي (U.S. Green Building Council, 2021).

شكل 2: أ- توضيح مفتاح نسب الإشغال ب- درجة تقييم اشغال COVID على المساقط الأفقية لاحد المباني



المصدر: (Aguirre, 2021)

يحلل (تقييم إشغال COVID) مساحة أرضية المبنى بأكمله لتقديم توصيات للحد الأقصى لعدد شاغلي المبنى (لكل مستوى وللمبنى بأكمله)، كما هو موضح في (الشكل 2-ب) والنسبة المئوية لمساحة الأرضية التي يمكن فيها لشاغلي المبنى ممارسة التباعد الاجتماعي بأمان، وتصور الخريطة الحرارية للمواقع المحفوفة بالمخاطر (بنفسجي؛ تلك الأقل احتمالاً أن يحافظ شخصان على التباعد الموصى به) والمواقع الآمنة (الأزرق والأخضر؛ تلك التي بها مساحة غير معوقة كافية لشخصين للحفاظ على مسافة 6 أقدام بشكل كافٍ).

وفي هذا الجزء سيتم توضيح طريقة حساب نقاط (COVID Score) ثم ينتقل النقاش إلى شرح كيفية تفسير النتائج، بما في ذلك خريطة التمثيل اللوني أو الخريطة الحرارية Heatmap. وأخيراً، سيتم تقديم حالتين (الوضع الحالي وأفضل البدائل المقترحة) لتوضيح كيف يمكن استخدام هذه الطريقة عملياً.

3.1 منهجية تقييم كثافة الاشغال

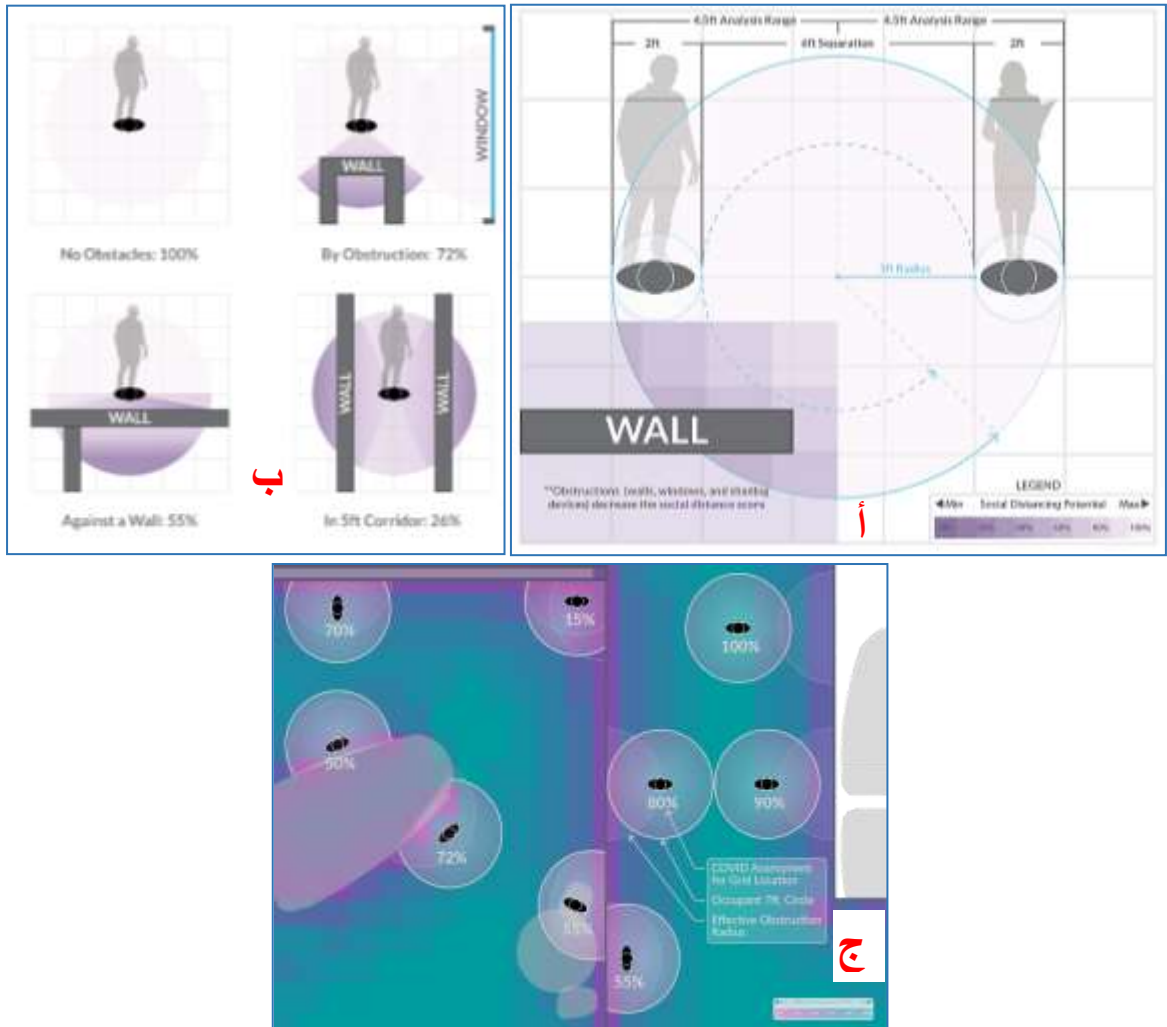
تقييم إشغال COVID هو تحليل قائم على شبكة مديولية. أولاً، ينقسم كل طابق من المبنى الذي تم تحليله إلى وحدات مديولية 1 قدم × 1 قدم. بعد ذلك، من مركز كل وحدة مديولية، يتم فحص وجود العوائق، أي الجدران والنوافذ والأثاث، في جميع الاتجاهات. في حالة وجود عائق، يتم تحديد المسافة من مركز الوحدة أو الخلية إلى العائق، ويتم استخدام هذه المعلومات في حساب نقاط (COVID Score) لهذه الوحدة المديولية أو الخلية.

بعد حساب نقاط COVID لكل خلية من الوحدات المديولية الى ان يكتمل المسقط الافقي للطابق بالكامل ثم يتم تحويل الدرجات إلى ألوان لإنشاء الخريطة الحرارية. الغرض من هذه الخريطة الحرارية هو توفير تمثيل مرئي لدرجات كوفيد (COVID Score) للطابق بأكمله كما (بالشكل 3-أ).

يتم حساب متوسط درجات COVID لكل وحدات الشبكة المديولية لكل طابق على حدة، مما يجعل نقاط COVID لهذا الطابق (COVID-floor = متوسط شبكة كوفيد COVID-grids). يتم بعد ذلك حساب متوسط درجات COVID لجميع الطوابق لاستنتاج مجموع نقاط كوفيد للمبنى (COVID-building = متوسط طوابق كوفيد COVID-floor). تُستخدم نتائج COVID للطوابق وللمبنى أيضاً لتقديم توصيات بشأن الحد الأقصى للإشغال لكل طابق وللمبنى بالكامل، على التوالي. تعتمد هذه الطريقة على حقيقة أن مساحة الدائرة التي يبلغ نصف قطرها 6 أقدام هي 113.097 قدمًا مربعة (ط x نق²)، وهي أكبر من مساحة غرفة 10 أقدام x 10 أقدام (100 قدم مربع) [9.29م²]. نصف قطر 6 أقدام، الذي يمثل الفصل المادي الموصى به للتباعد الاجتماعي، يسمح بالوصول البشري (أي الانتقال) عبر المساحة اللتي تشكلها الدوائر المماسية للدائرة التي شكلها نصف القطر.

علاوة على ذلك، يمكن استخدام هذا المبدأ كدليل لتحديد أماكن إشغال المبنى للمساعدة في تطبيق كود الحريق أيضاً، بالإضافة إلى مستويات شاغليه، والتي ستتأثر باستخدام مسافة التباعد الاجتماعي الموصى بها من مركز السيطرة على الأمراض CDC والتي تبلغ 6 أقدام (Gorbunov, 2021). وفي (الشكل 3-ب) مجموعة من الأمثلة لتبسيط العمليات الحسابية ولأغراض هذه التجربة، يتم استخدام مساحة افتراضية تبلغ 100 قدم مربع لكل شخص بدلاً من مساحة دائرة نصف قطرها 6 أقدام (113.097 قدمًا مربعًا) [10.50م²]. كمقارنة بالنسبة لمستويات الإشغال المسموح بها في كود البناء.

شكل 3: أ- رسم بياني يوضح درجات تقييم كوفيد 19 في المسقط الأفقي COVID Score ب- مجموعة من الأمثلة المختلفة للنسب المئوية ج- النسب المئوية للحفاظ على التباعد الاجتماعي لكل وحدة مديولية ينتصفها شخص على الخريطة الحرارية



المصدر: (Aguirre, 2021)

3.2 تحليل نتائج برنامج المحاكاة

يوفر تقييم كوفيد نتيجتين، الأول هو درجة كوفيد **COVID Score**، والتي يتم تقديمها كنسبة مئوية، وهي تمثل مقدار المساحات المفتوحة لكل طابق وللمبنى بأكمله الأكثر قدرة على الحفاظ على التباعد الاجتماعي بين الزوار. والثاني هو نسبة الأشغال الموصي بها، وهو الحد الأقصى المقترح للأشغال لكل طابق ويتم توفيره كمجموع إجمالي للمبنى بأكمله للحفاظ بأمان على إجراءات التباعد الاجتماعي المناسبة لكل زائر. يتم تحليل كل طابق على حدة ويتم ترميزه بالألوان باستخدام شبكة الخريطة الحرارية لتبين مواقع خطرة (أرجوانية) إلى مواقع آمنة (زرقة وخضراء). تختلف القيم الناتجة ومخطط الخريطة الحرارية وفقاً لكثافة كل طابق ورسم أماكن الحوائط والأثاث الداخلي.

3.3 نقاط كوفيد والخريطة الحرارية Heatmap

فيما يتعلق بالخريطة الحرارية لنقاط COVID، لوحظ أن الهدف الرئيسي من الرسم التخطيطي ليس الإشارة إلى الأماكن التي لا ينبغي أن يتواجد فيها الأشخاص، بل إن المواقع الأكثر خطورة هي تلك التي لديها إمكانية أقل للحفاظ على التباعد الاجتماعي. توفر النسب المئوية مجموع النقاط لكل طابق وللمبنى بأكمله، وتمثل هذه النسب المئوية إمكانية الحفاظ على التباعد الاجتماعي. فمن الأسهل قراءة المخطط كما لو أن كل وحدة مديولية تمثل شخصاً يقف في منتصفها، كما هو موضح في (الشكل 3-ج).

هناك ثلاثة شروط تحاكي السيناريوهات الرئيسية لسلامة الشاغلين أو الزوار:

- إذا لم يكن هناك ما يعوق حدود الدائرة حول الوحدة المديولية أو خلية الشبكة، فستحصل خلية الشبكة هذه على درجة 100%. إذا كان هناك شيء يعوق الدائرة، فستتلقى خلية الشبكة هذه درجة أقل من 100% وفقاً لمدى العرقلة.
- في الحائط الداخلي، الشبكة مسدودة بنسبة 50%؛ وبالتالي تحصل خلية الشبكة المجاورة لجدار داخلي على درجة 50%.
- تحتوي العوائق أيضاً على نصف قطر فعال يحاكي إمكانية إعاقة الشخص من الحفاظ على التباعد الاجتماعي، ولكن لا يمنعه بشكل مباشر من القيام بذلك.

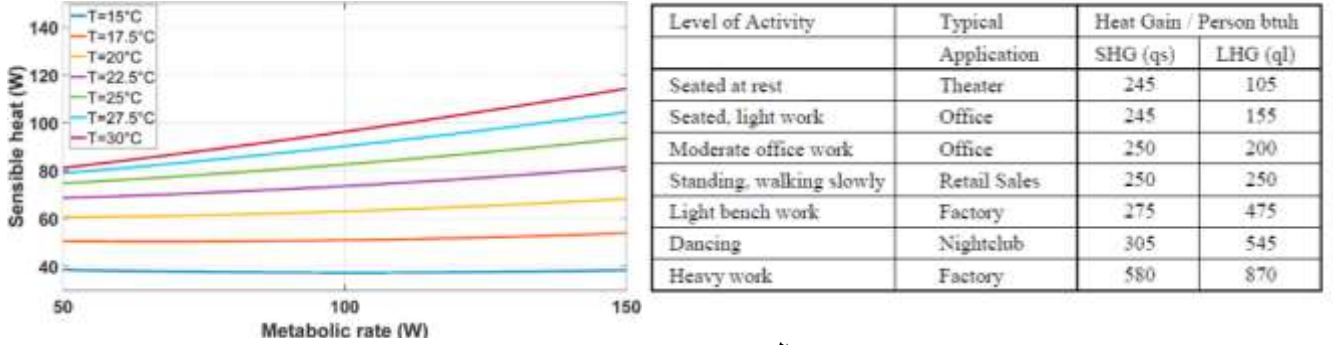
4. الدراسة التطبيقية

استند البحث في اجراء دراسته العملية على منهجية تطبيق الاعتبارات التصميمية الموصي بها في بروتوكول التباعد الاجتماعي وتقييم امكانياتها في أحد الفصول التعليمية بإحدى الجامعات في مصر، حيث تم تقييم الوضع الحالي والبدائل المقترح بعد استخدام المعدلات الجديدة باستخدام ميزة تقييم اشغال كوفيد في أداة Cove.Tool وبرنامج Grasshopper for Rhino لتحقيق ترتيب وعدد مقاعد الأثاث الأكثر امانا ومعدل الأشغال الذي يمكن ان يحافظ على مسافة امنة بين الزوار ويقلل أيضا استهلاك الطاقة. من المفترض ان تستوعب ساحة الطعام حوالي 2146 شخصا حيث ان مساحتها الاجمالية 4293 م² بتخصيص 2 م² لكل شخص (زوين، 2010) طبقا للاعتبارات القديمة وخلال الزيارات الميدانية تبين ان الأثاث الموجود يكفي حتى 2400 شخصا وبتطبيق الاعتبارات الموصي بها من مركز السيطرة على الأمراض CDC والتي تبلغ 6 أقدام [10.50م²] توصلت الدراسة الى مجموعة من النتائج كما يلي:

4.1 نتائج الدراسة

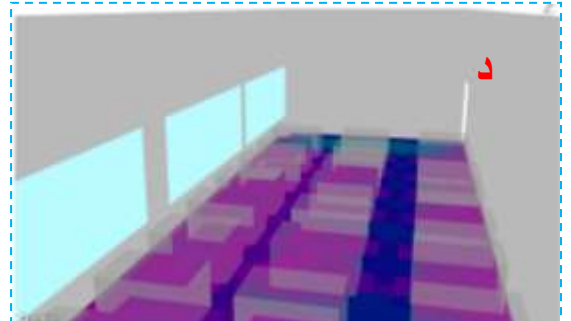
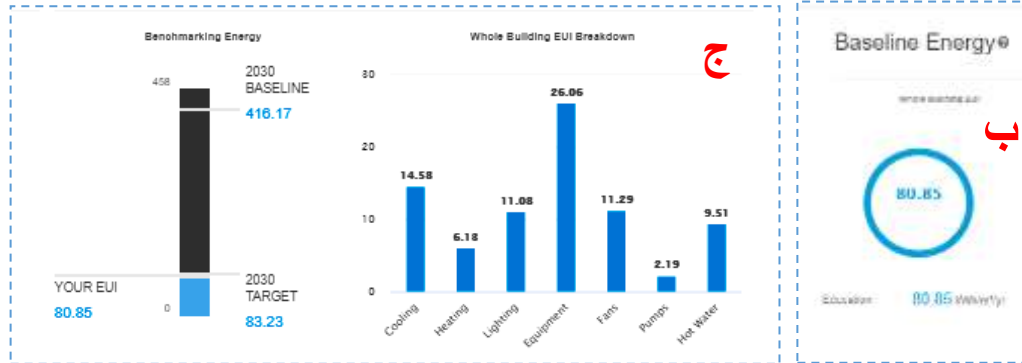
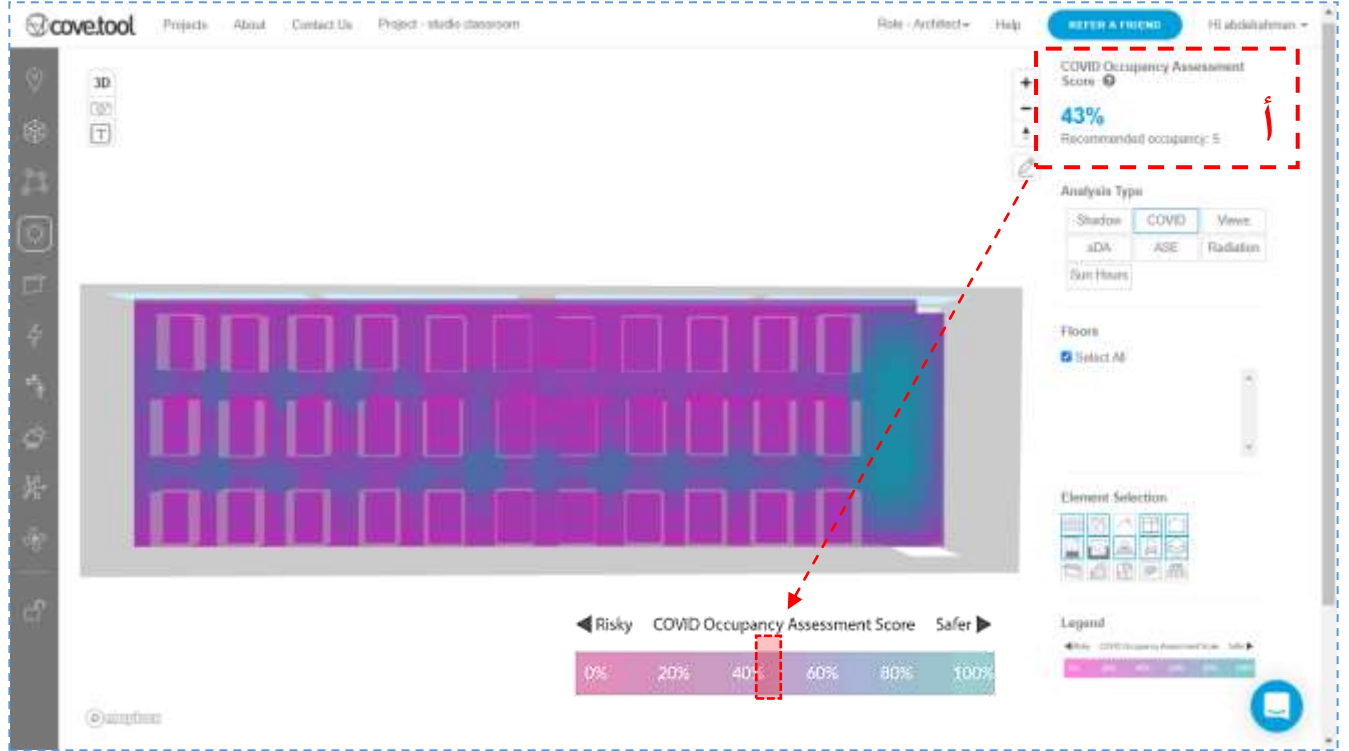
أظهرت نتائج تحليل الوضع الأساسي قبل إضافة التعديلات ان تقييم اشغال كوفيد يكافئ 56% وهي نسبة خطيرة بسبب توزيع عناصر الفرش وزيادة عددها الى 2400 مقعد وزيادة استهلاك طاقة EUI أو "كثافة استخدام الطاقة" بمعدل 190.61 كيلووات.ساعة/م²/سنة نتيجة أجهزة التكييف والاضاءة كما (بالشكل 4). حيث ان وجود شاغلين في ساعات مختلفة من اليوم يجعل الطلب على الكهرباء يتفاوت خلال هذه الساعات ، بحيث تزداد كمية الحرارة المتولدة من قبل الشاغلين مع زيادة كثافة الزوار في المناطق الحرارية المختلفة ، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة من قبل أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء لتحقيق الراحة الحرارية. تم إجراء المحاكاة على فترات مختلفة بحيث يتضح تأثير وجود الشاغل في كل وقت على استهلاك الكهرباء لأنظمة التهوية وتكييف الهواء (Mokhtari and Jahangir, 2021).

جدول 1 : يوضح كمية الطاقة الحرارية المتولدة من الزوار طبقا لنوع النشاط



المصدر: (Thomas, 2021)

شكل 4: يوضح أ- نسبة تقييم اشغال كوفيد للوضع الحالي لعناصر فرش المرسم من حيث التوزيع و العدد ب- كثافة استخدام الطاقة الحالي ج- عناصر الطاقة المستنفذة وخاصة طاقة التبريد ونسبة التخفيض المثالي للاستهلاك طبقا لهذا الوضع د- لقطة منظورية من البرنامج توضح الخريطة الحرارية لعناصر الفرش ودرجات الاشغال للوضع الحالي ه- صورة للوضع الحالي

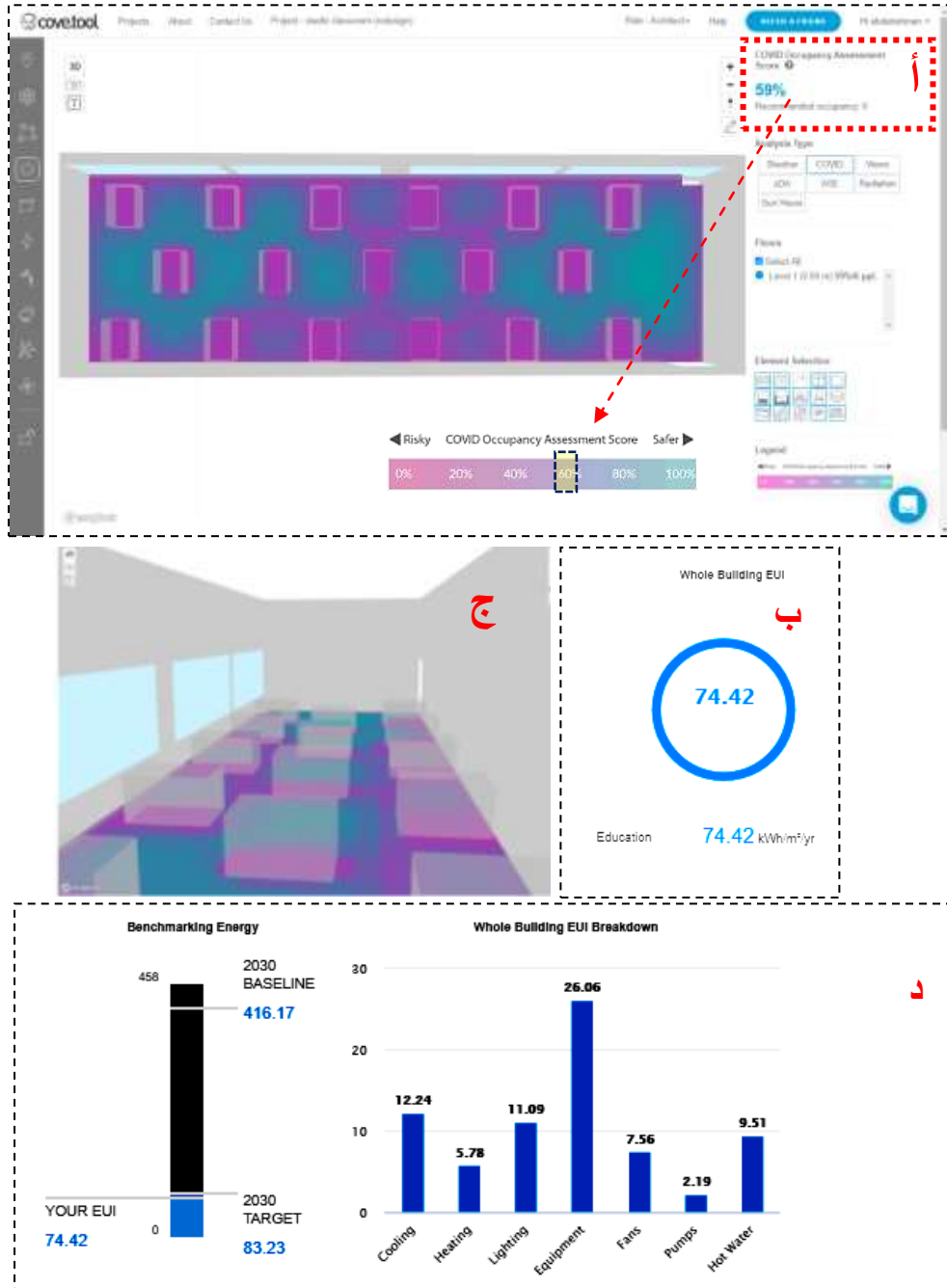


المصدر: الباحث

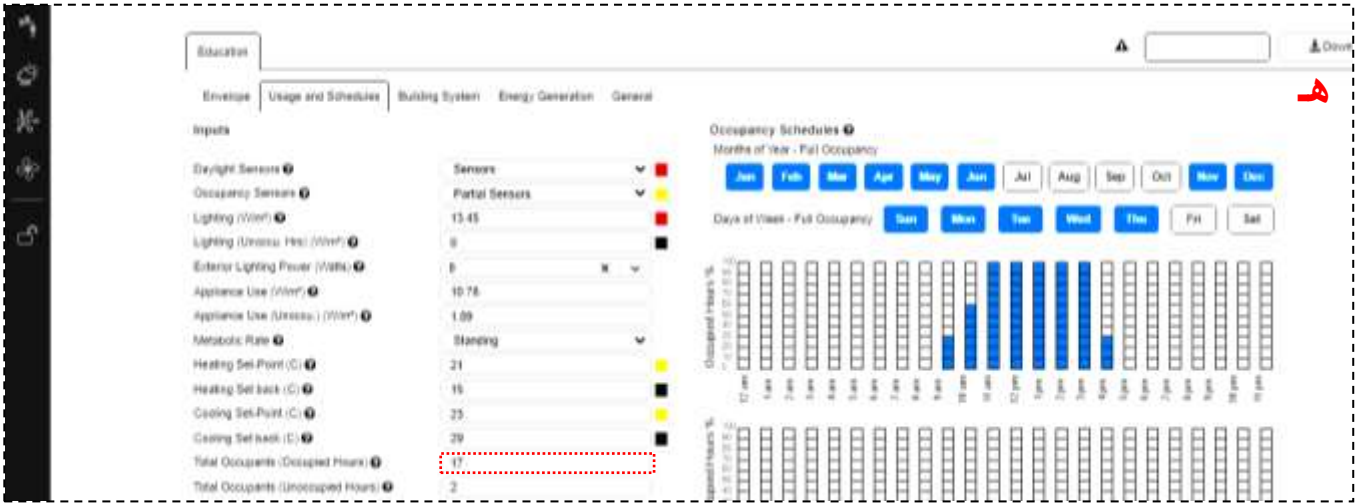
4.2 البديل الأمثل وتقييمه

لتحقيق أعلى قدر من الأمان وتقليل انتشار العدوى تم تطبيق مسافات التباعد الاجتماعي الموصى بها بين عناصر فرش الاستوديو أو المرسم باستخدام أداة **Cove. Tool** للوصول الى أفضل نسبة اشغال وتقليل استهلاك الطاقة تم الوصول الى عدد 17 شخص كما **(بالشكل 5-ج)** نتج عنه تقييم اشغال كوفيد يكافئ 59% كما هو موضح بالمسقط الافقي **(بالشكل 5)** وتأثير ذلك على استهلاك الطاقة نتيجة انخفاض نسبة الطاقة الحرارية المنبعثة من الزوار وما يترتب عليه من انخفاض الطاقة المستهلكة في التبريد وبالتالي انخفاض " كثافة استخدام الطاقة " EUI بمعدل 74,42 كيلووات. ساعة/م²/سنة. ويوضح **(الشكل 6)** ملخص المقارنة بين الوضع

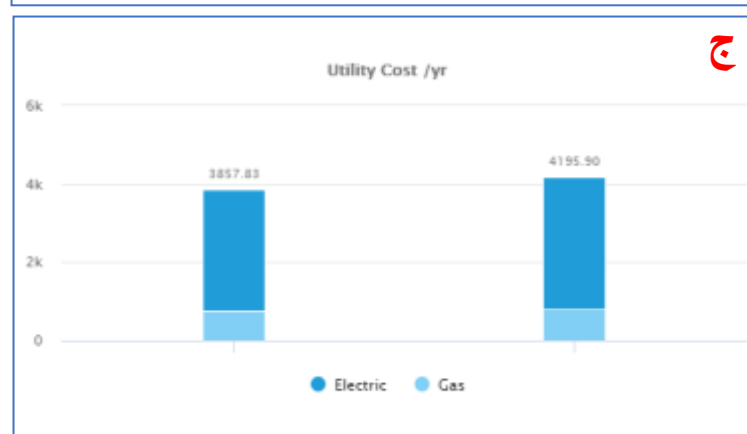
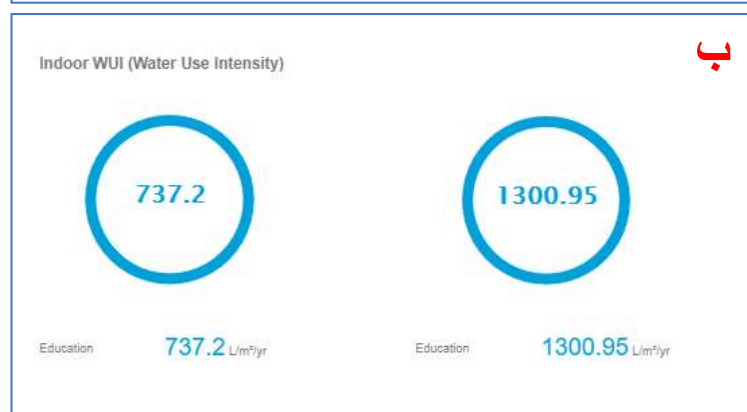
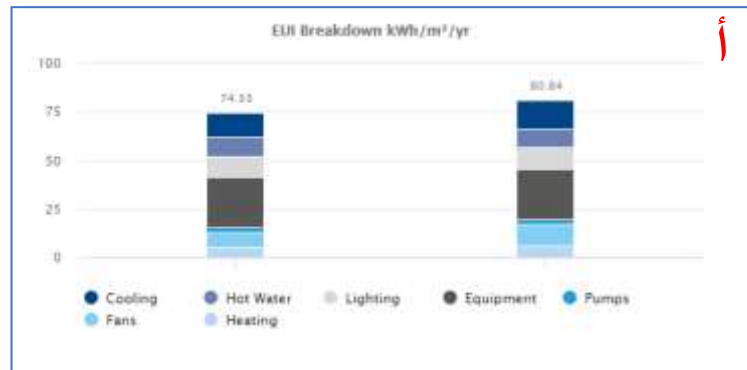
شكل 5 : يوضح أ- نسبة تقييم اشغال كوفيد بعد تقليل وإعادة توزيع عناصر فرش المرسم وتطبيق التباعد الاجتماعي حيث ان ارتفاع النسبة يدل على الاقتراب من الوضع الامن ب- انخفاض كثافة استخدام الطاقة نتيجة التعديل ج - لقطة منظورية من البرنامج توضح الخريطة الحرارية لعناصر الفرش ودرجات الاشغال بعد تطبيق البديل المقترح د - كثافة استخدام عناصر الطاقة للمبنى هـ - اعداد الطلاب حين تم تقليله وتأثيره على تقييم اشغال كوفيد وأيضا مواعيد اشغال الصالة.



المصدر: الباحث



شكل 6 : يوضح أ- الانخفاض في كثافة استهلاك الطاقة ونسب عناصر استهلاك الطاقة في الحالتين ب- مقارنة بين إجمالي كثافة استهلاك الطاقة قبل وبعد التعديل ج- إجمالي التكلفة السنوية للطاقة المطلوبة للوضع الحالي وبعد تطبيق البديل المقترح



المصدر: الباحث

المراجع:

1. زوين، م محمد أسامة. (2010). نحو منهج لتحديث الاسس التصميمية للمراكز التجارية: في ضوء تأثير السلوك الشرائي للمستهلك. رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.
2. سالم، عمر. (2020). «كورونا» يخفض استهلاك القطاعين الصناعي والتجاري من الكهرباء خلال مارس. متوفر بموقع: <https://cutt.ly/mx9mnej> (تاريخ الاسترجاع 2021/3/30).
3. وزارة الشؤون البلدية والقروية (2020). الإجراءات الاحترازية للمراكز التجارية. متوفر بموقع: <https://www.momra.gov.sa/ar/news/3597> (تاريخ الاسترجاع 2021/3/30).
4. Aguirre, M. (2021). What is cove. tool? Available at: <http://help.covetool.com/en/articles/4507930-what-is-cove-tool> [Accessed on 26 /3/ 2021].
5. Aguirre, M. (2021). COVID Occupancy Assessment. Available at: <http://help.covetool.com/en/articles/4295290-covid-occupancy-assessment> [Accessed on 29 /3/ 2021].
6. Barbuscia, D., (2021). Saudi economy shrank by 7% in second quarter as coronavirus hit. Available at: <https://www.reuters.com/article/us-saudi-gdp/saudi-economy-shrank-by-7-in-second-quarter-as-coronavirus-hit-idUKKBN26L0YK> [Accessed on 29 /3/ 2021].
7. Centers for Disease Control and Prevention. (2021). COVID-19 and Your Health. Available at: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/social-distancing.html> [Accessed on 26 /3/ 2021].
8. Christopherson, D., Yao, W., Lu, M., Vijayakumar, R., and Sedaghat, A. (2020). High-Efficiency Particulate Air Filters in the Era of COVID-19: Function and Efficacy. Otolaryngology& “Head and Neck Surgery, 163(6), 1153-1155. Doi: 10.1177/0194599820941838

9. Cummings, B., and Waring, M. (2020). Potted plants do not improve indoor air quality: a review and analysis of reported VOC removal efficiencies. *Journal Of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 30(2), 253-261. Doi: 10.1038/s41370-019-0175-9

10. Fesanghary, M., Asadi, S., and Geem, Z. (2012). Design of low-emission and energy-efficient residential buildings using a multi-objective optimization algorithm. *Building And Environment*, 49, 245-250. Doi: 10.1016/j.buildenv.2011.09.030

11. Gan, V., Deng, M., Tan, Y., Chen, W., and Cheng, J. (2019). BIM-based framework to analyze the effect of natural ventilation on thermal comfort and energy performance in buildings. *Energy Procedia*, 158(n/a), 3319-3324. Doi: 10.1016/j.egypro.2019.01.971

12. Gorbunov, B. (2021). Aerosol Particles Generated by Coughing and Sneezing of a SARS-CoV-2 (COVID-19) Host Travel over 30 m Distance. *Aerosol And Air Quality Research*, 21(3), 200468. Doi: 10.4209/aaqr.200468

13. Li, H., Xu, X., Dai, D., Huang, Z., Ma, Z., and Guan, Y. (2020). Air pollution and temperature are associated with increased COVID-19 incidence: A time series study. *International Journal Of Infectious Diseases*, 97(n/a), 278-282. Doi: 10.1016/j.ijid.2020.05.076

14. M. Post, N., 2021. Developer's Novel Virus-killing Air Filter Ups Standard for Indoor Air Quality. [online] *Enr.com*. Available at: <https://www.enr.com/articles/51556-developers-novel-virus-killing-air-filter-ups-standard-for-indoor-air-quality> [Accessed 10 June 2021].

15. Mokhtari, R. and Jahangir, M., 2021. The effect of occupant distribution on energy consumption and COVID-

19 infection in buildings: A case study of university building. *Building and Environment*, 190(n/a), p.107561.

16. Ministry of Municipal and Rural Affairs. (2018). al'ijra'at alaihtiraziat lilmarakiz altijaria ' Precautionary measures for commercial centers '. Available at: <https://www.momra.gov.sa/ar/news/3597> (Accessed on 29 /3/ 2021) [in Arabic]
17. O'Neill, Z., Li, Y., Cheng, H., Zhou, X. and Taylor, S. (2020). Energy savings and ventilation performance from CO₂-based demand controlled ventilation: Simulation results from ASHRAE RP-1747 (ASHRAE RP-1747). *Science And Technology for The Built Environment*, 26(2), 257-281. Doi: 10.1080/23744731.2019.1620575
18. Qarnain, S., Muthuvel, S., and Bathrinath, S. (2020). Review on government action plans to reduce energy consumption in buildings amid COVID-19 pandemic outbreak. *Materials Today: Proceedings*, (n/a), 1-5, Doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.723.
19. Qarnain, S., Sattanathan, M., Sankaranarayanan, B. and Ali, S. (2020). Analyzing energy consumption factors during coronavirus (COVID-19) pandemic outbreak: a case study of residential society. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, (n/a), 1-20, doi:10.1080/15567036.2020.1859651.
20. Salem, a. (2021). Corona yukhfad aistihlak alqitaeayn alsanaeaa waltajaraa min alkahraba' khilal maris ' Corona reduces the consumption of electricity in the industrial and commercial sectors during March'. Available at: <https://cutt.ly/mx9mnej> (Accessed on 29 /3/ 2021) [in Arabic]
21. Sloan Brittain, O., Wood, H., and Kumar, P. (2020). Prioritising indoor air quality in building design can

- mitigate future airborne viral outbreaks. *Cities and Health*, (n/a),1-4. Doi: 10.1080/23748834.2020.1786652
- 22.Thomas, V. (2021). INTERNAL HEAT GAINS (IHG). Available at: <https://energy-models.com/internal-heat-gains-ihg> [Accessed on 30 /3/ 2021].
- 23.U.S. Green Building Council, (2021). Safety First: Re-Enter Your Workspace. Available at: <https://www.usgbc.org/credits/safety-first-136-v4.1> [Accessed on 29 /3/ 2021].
- 24.Wagdi, D. (2015). Effect of building materials on indoor air quality in residential buildings in Egypt: A pre occupancy assessment, Master's Thesis, the American University in Cairo, AUC Knowledge Fountain, Cairo, Egypt. Available at: <https://fount.aucegypt.edu/etds/1322>
- 25.Wang, C., Wu, Y., Shi, X., Li, Y., Zhu, S., Jin, X., and Zhou, X. (2020). Dynamic occupant density models of commercial buildings for urban energy simulation. *Building And Environment*, 169, 106549(n/a). Doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106549
- 26.Zwen, M.O, 2010. Nahw munahaj litahdith al'usus altsmymyt lilmarakiz altijarit: fa daw' tathir alsuluk alsharayaa lilmustahlik ' Renew The Design Criteria Of Shopping Malls: In Sight Of Purchasing Behavior Of Consumer '. PhD Thesis, Cairo University, Cairo, Egypt. [in Arabic]