Received 18 August 2020; accepted 22 December 2020.
Available online 9 January 2021

مستقبل أماكن العمل بعد (كوفيد ١٩):
نحو دمج التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية في أماكن العمل المكتبية

حنان سليمان عيسى محمد
مدرس بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان
hanan_mohamed01@m-eng.helwan.edu.eg

الملخص

شهد تصميم أماكن العمل المكتبية العديد من مراحل التطور المتغيرة علي مدار العقود الماضية كنتيجة للعديد من الظروف والمتغيرات السائدة، بالإضافة للتطور التقني المستمر الذي لم يغير فقط طريقة تصميمها بل غير أيضا أين وكيف ومتى نعمل، وظهر ذلك جلياً بعد جائحة فيروس كورونا المستجد Covid-19 حين تحول العاملون في جميع أنحاء العالم للعمل عن بعد أثناء فترة الحجر المنزلي. ويناقش البحث ذلك من منطلق إشكالية زيادة المخاوف من خطرالإصابة بالوباء مع بداية العودة التدريجية إلى أماكن العمل وأهمية توفير البيئات الصحية الأمنة فيها. ويهدف البحث إلى تحفيز المصممين لصياغة حلول تصميمية مستقبلية تساهم في توفير بيئات عمل آمنة تعزز الصحة والرفاهية والإنتاجية للعاملين. العلاقة فيها مع الطبيعة عامل أساسي ومحوري مع ضرورة التحول من التصميم الموجه نحو الطاقة الى التصميم الموجه نحو الإنسان لتعزيز صحته ورفاهيته، والإستفادة من التطورات التقنيات الذكية التي تدعم وتقيس مؤشرات الصحة والرفاهية لأماكن العمل والعاملين. وتفترض الدراسة أن دمج التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية في أماكن العمل المكتبية يمكن أن يكون المفتاح الأساسي لتحسين تجربة المستخدمين وخلق بيئات عمل آمنة وصحية ومنتجة، لتصبح أماكن العمل المستقبلية صحية وذكية في نفس الوقت. ويتبع البحث المنهج الإستنباطي من خلال دراسة المفاهيم المرتبطة بالتصميم البيوفيلي وأنواع التقنيات الذكية، ثم تحليل ومقارنة مجموعة من حالات الدراسة لتقديم بعض الإستراتيجيات التصميمية كمدخل لصياغة إطارلأماكن العمل المستقبلية قائم على مبادئ وأنماط التصميم البيوفيلي ومدعوم بالتقنيات الذكية. ويعد تحقيق هذا الإطار وضرورة تفعيل استراتيجيات وأليات التصميم اللازمة لذلك من أهم نتائج البحث، مما يساهم في تعزيز دفاع مكان العمل ضد الأمراض وتوفير بيئات عمل أمنة وصحية مع تحقيق المرونة وقابلية التكييف للمستقبل.

الكلمات الدالة: أماكن العمل، الصحة، الرفاهية، التصميم البيوفيلي، التقنيات الذكية.

The Future of Workplaces Post (Covid -19)
Towards Integrating Biophilic Design and Smart Technologies in The Office Workplaces

Hanan Suliman Aly
Architecture Department Faculty of Engineering- Mataria- Helwan University

ABSTRACT:

The design of office workplaces has many developments over past decades as a result of many conditions and technical developments, that not only changed the way it designed but also where, how, and when we work. This was evident after emerging Covid-19 pandemic when workers around the world switched to working remotely during home quarantine periods. The research discusses problems about increasing fears of catching the epidemic risk and the importance of providing safe and healthy environments with the beginning of the gradual return to the workplaces. The research aims to motivate designers for formulating future solutions to provide safe work environments that enhance the health, well-being, and productivity of workers. The relationship with nature is fundamental in these solutions with the advantage of smart technologies that support and measure health and well-being indicators for workplaces and workers. The research assumes that integrating biophilic design and smart technologies into workplaces can be the primary key to improving user experiences and creating safe, healthy, and productive work environments. The research follows the deductive methodology

by studying concepts of biophilic design and types of smart technologies, then analyzing and comparing groups of study cases and present some design strategies as inputs to formulate future workplaces framework, based on patterns of biophilic design and supported by smart technologies. Achievement of this framework and its design strategies are the most important results of research, which strengthening the workplace's defence against diseases, providing safe and healthy work environments, and achieving flexibility and adaptability for the future.

KEYWORDS:
Workplaces, Health, Well-Being, Biophilic Design, Smart Technologies.

المقدمة

أعلنت منظمة الصحة العالمية في الحادي عشر من مارس عام ٢٠٢٠ م ،أن فيروس كورونا المستجد Covid-19 أصبح وباءً عالمياً، لذلك أصبح لزاماً على الجميع أخذ الحيطة والحذر للمساعدة في الحد من انتشاره، ولأول مرة نجد أن غالبية سكان العالم التزموا بالحجر الصحي والبقاء في منازلهم لفترات وصلت الى شهور دون خروجهم منها، وفرضت جائحة فيروس كورونا المستجد التباعد الإجتماعي بين البشر فأصبح تنفيذ كل شيء عن بعد هي الطريقة السائدة للعمل والاجتماعات والتعليم وتقديم الخدمات ولقاءات الأصدقاء والأقرباء، ولقد أعطانا ذلك وعياً متزايداً بأهمية الإتصال بالطبيعة وبالدور الذي تلعبه البيئة المبنية في دعم الصحة والرفاهية للإنسان، ولطالما يخبرنا التاريخ أن المباني يمكن أن تلعب دوراً محورياً في إنتشار الأمراض من الحصبة إلى السارس إلى الأنفلونزا ونزلات البرد وأخيراً إلى كوفيد١٩، ولكن بقدر ما يمكن للمباني أن تنشر المرض إلا أنها يمكنها أيضا المساعدة في محاربته والعمل كأدوات للصحة العامة إذا تم تشغيلها بذكاء، وبينما يستمر إنتشار الوباء وتستمر معدلات الإصابة في الارتفاع عالمياً وحتى بعد إنتهاء الوباء، من المؤكد أن هناك تغيرات مستقبلية حتمية في تصميم المباني التي نعيش ونتعلم ونعمل فيها، وضرورة التحول إلى مفاهيم جديدة لتصميم مباني صحية تكافح الأمراض وتعزز الصحة والرفاهية والشعور بالأمان لشاغليها ويمكن الوثوق بها، كما تدعم الربط والاتصال مع الطبيعة والتجربة الإنسانية على جميع مقاييس ومستويات الحياة لتوفير فرص للعيش والعمل في أماكن صحية، ومع بداية العودة إلى أماكن العمل تواجه الهيئات والمؤسسات في جميع أنحاء العالم تحدياً كبيراً لحماية العاملين فيها وفي نفس الوقت سيرالعمل بشكل فعال لا يعطل الإنتاج، وتتنافس جميعها في مجال رفع معايير الصحة والسلامة في أماكن العمل لمواجهة جائحة فيروس كورونا المستجد، ولقد بدء المصممون في طرح أفكار وحلول سريعة لتحقيق السلامة للعاملين ومنع إنتشارالمرض، قد تحظى هذه الحلول بقبول في الفترة الراهنة على المدى القصير، الإ اننا مستقبلاً وبينما ننتقل خلال الحياة التي تغيرها جائحة فيروس كوفيد ١٩سريعاً تصبح فيها صحة ورفاهية أولئك الذين يقضون معظم أوقاتهم في مباني وأماكن العمل أكثر أهمية من أي وقت مضى، فبدون بيئات صحية فإن صحة العاملين الجسدية والنفسية معرضة للخطر، وبدون عاملين أصحاء تفشل الهيئات والمؤسسات في العمل والإنتاج بفعالية، وستزدهر فقط إنتاجية الأعمال التي يسعى أصحابها للتكيف مع التغييرات المستقبلية بشكل استباقي وفعال لدمج مفهوم الصحة والرفاهية في بيئات أعمالهم.

١. أماكن العمل المكتبية بعد جائحة فيروس كورونا المستجد

لم يقتصر أثر جائحة فيروس كورونا المستجد Covid-19 على صحة الإنسان فقط بل طال أثرها جميع أشكال الحياة، وبطبيعة الحال فقد وصل هذا الأثر إلى بيئة العمل فلم يواجه مكان العمل المكتبي في العصر الحديث أزمة مثل هذه من قبل، وقد تكون هذه الأزمة هي نقطة تحول رئيسية في تصميم المباني المكتبية وأماكن العمل مستقبلاً، ولما كانت القوة الدافعة الرئيسية دائما لمعظم الإبداعات الجديدة هي البحث عن حلول تواكب تطلعات المجتمع، فإنه وبلاشك في ظل هذه الظروف الاستثنائية التي يعيشها العالم ، يحتاج العاملون لحلول إبداعية جديدة لتصميم أماكن عملهم، يصبح فيها التصميم الذي يعيد ربط شاغليه بالطبيعة أكثر أهمية من ذي قبل لتوفير بيئة عمل تعزز الصحة والرفاهية والإنتاجية لشاغليها.

١.١ العودة لأمكان العمل - المخاوف والتحديات.

مع تخفيف القيود بعد فترة الحجرالمنزلي وعودة الحياة إلى طبيعتها بشكل تدريجي وبداية العودة التدريجية إلى أماكن العمل ، تواجه الهيئات والمؤسسات في جميع أنحاء العالم تحدياً كبيراً لحماية العاملين فيها وفي نفس الوقت سيرالعمل بشكل فعال لا يعطل الإنتاج، ولقد أدى التحول الإجباري بعد جائحة كوفيد١٩ نحو خلق أنماط عمل جديدة وتحديث تصميم بيئات العمل المادية، وإلى إطلاق العنان لعدد غير مسبوق من المخاوف قد يشير إلى نهاية تصميم المكتب التقليدي، وتخشى الشركات من أن هذا التغيير سيؤثر سلباً على إنتاجية العاملين ومشاركتهم

وصحتهم ورفاهيتهم، ولا تزال هناك آثار بعيدة المدى على العاملين وأرباب الأعمال لم تظهر بعد، في حين يشير بعض العاملين إلى إستحسان العمل المرن فإن آخرين يعانون بدرجة عالية من القلق والخوف والتوترمع العودة لأماكن العمل مما يؤثر على صحتهم البدنية والعقلية، وفي الوقت نفسه لا يرغبون في العمل من المنزل ويتطلعون لبيئة عمل مادية تعزز إبداعهم وإنتاجيتهم أثناء وجودهم في محيط يشير إلى العلامة التجارية لأماكن عملهم، ويتوقع من أرباب العمل في نفس الوقت تقديم الدعم العاطفي والمساعدة في الحفاظ على صحة ورفاهية العاملين لديهم (Fathy, Y et al. 2020).

٢.١ مفاهيم جديدة لأماكن العمل المكتبية بعد كوفيد ١٩

مع بداية العودة إلى أماكن العمل تواجه الهيئات والمؤسسات في جميع أنحاء العالم تحديا كبير لحماية العاملين فيها وفي نفس الوقت سيرالعمل بشكل فعال لا يعطل الإنتاج، وتتنافس جميعها في مجال رفع معايير الصحة والسلامة في أماكن العمل لمواجهة جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد-١٩)، وبدء المصممون في طرح أفكار وحلول سريعة لتحقيق السلامة للعاملين ومنع إنتشارالمرض في المباني الحالية.

١.٢.١ تعزيز دفاع المبنى ضد المرض

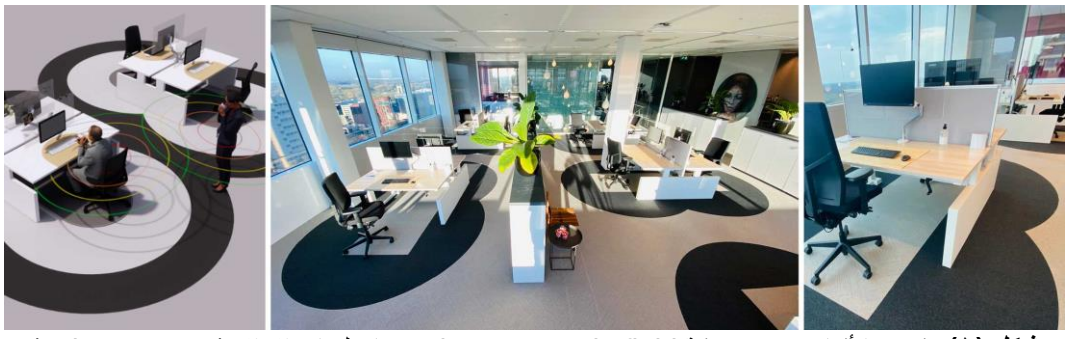
من خلال تفعيل بعض استراتيجيات البناء الصحي الرئيسية على الفور، مثل إستخدام أجهزة تنقية الهواء المحمولة والتقنيات الجديدة التي لا تعمل باللمس في المداخل والمصاعد والأحواض ودورات المياه، بالإضافة إلى ذلك فأن وجود بروتوكول تطهير محسن للمبنى يوضح مواقع التنظيف وتوقيته وتواتره أمراً بالغ في الأهمية، بالإضافة إلى تدريب موظفي التنظيف على هذه الإجراءات الجديدة (Macomber, 2020).

٢.٢.١ التباعد الجسدي وتقليل الإكتظاظ في أماكن العمل

أثارت جائحة COVID-19 عبارات معينة أصبحت من المعايير التصميمة الجديدة لفراغات العمل أهما التباعد الجسدي، حيث أدرك العالم الآن أهمية الإبتعاد مسافة ستة أقدام بين البشر لتجنب العدوى، وبدء المصممون في تصور أماكن العمل كيف ستبدو في مجتمع "الستة أقدام" وكيف ستتكيف .

- **مكتب ٦ أقدام Six Feet office تصميم شركة Cushman & Wakefield -٢٠٢٠م**

ظهرت العديد من الحلول التصميمية لتوزيع فراغات العمل بناءاً على قاعدة الـ ٦ أقدام والتي يتوقع لها أنها ستستمر وستصبح من أهم الإعتبارات التصميمية والقاعدة الذهبية في تصميم أماكن العمل للمحافظة على مسافة آمنة للعاملين، ويتكون مفهوم مكتب ٦ أقدام من ستة عناصر رئيسية هي (المسح السريع - قواعد السلوك - مسار حركة لكل مكتب- مكان عمل مجهز بالكامل – تسهيلات ضمان بيئة عمل أمنة - شهادة إتخاذ التدابير) (Lokerse, 2020) - شكل (١) .



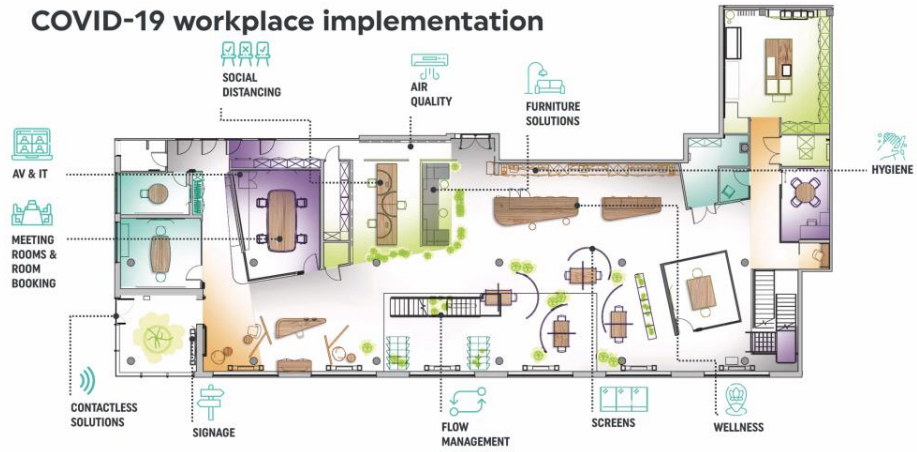
شكل (١) مكتب ٦ أقدام تصميم شركة Cushman & Wakefield انجلترا-٢٠٢٠م (Lokerse,2020)

٣.٢.١ المرونة وقابلية التكيف

إثارة الخوف من خلال العلامات التحذيرية ليس الحل لمساحة عمل آمنة بل يجب تحويل الخوف إلى متعة، وللقيام بذلك فإن الثقة بالحماية والأمان في مكان العمل أمراً بالغ الأهمية، ونظراً لأن البشر قابلين للتكيف وسرعان ما أصبح عدم المصافحة وإرتداء الكمامة وغسل اليدين بانتظام جزءاً من عادتنا ، لذلك يجب ألا نحول أماكن العمل إلى أقفاص مقسمة بالزجاج بل يجب أن نوفر إجراءات الصحة والسلامة مع إعطاء العاملين الحرية لتكييف فراغات عملهم بما يناسبهم ، وحيث يعمل كل فرد بشكل مختلف عن الآخر يجب أن تتكيف بيئات العمل مع ذلك (Kuiter, 2020).

- **مكتب العمل المرن تصميم شركة Oktra -٢٠٢٠ م**

وقدمت شركة **Oktra** رؤية أساسها أن "الإنسان هو محور هذه المرحلة" لذلك يجب أن يتم تصميم بيئة العمل التي يستخدمها من منظور تقني مع المرونة لتمكين المزيد من التعاون بين العاملين، وحيث أنه لم يعد التغيير اختيارياً فيجب أن تتكيف مساحات العمل من أجل استيعابهم بأمان، وقدموا تصميمهم لمكان العمل الذي يقوم على مجموعة من الحلول (تكنولوجيا المعلومات - التباعد الجسدي – الحواجز – حلول توزيع الأثاث- حلول عدم التلامس- النظافة- إدارة التدفق- اللافتات- جودة الهواء- غرف الإجتماعات- العافية - الشاشات) (Oktra,2020) - شكل(٢) .



شكل (٢) تجهيزات مكتب العمل المرن تصميم شركة Oktra -٢٠٢٠ م (Oktra,2020)

٢. أماكن العمل المكتبية الصحية

مكان العمل له تأثير كبيرعلى مستخدميه وهناك أدلة واضحة تثبت أن تصميمه يؤثر على صحة ورفاهية وإنتاجية شاغليه، وقد يبدو ذلك واضحاً جداً الا ان هذه الأدلة لم يكن لها تأثير كبيرولم تترجم على نطاق واسع في قرارات التصميم وبالتأكيد ليس في جميع أنحاء العالم، وبالرغم من الأثار السلبية لجائحة فيروس كورونا إلا انها أحدثت تغييراً إيجابياً ، حيث تحول التركيز بشكل كبير على الأشخاص والصحة في مكان العمل والتعمق في فهم كيفية دعم الصحة والرفاهية في تصميم أماكن العمل مع الإستفادة من التقدم التقني، والوعي بشكل متزايد بأن هناك اختلافاً بين بيئات العمل الغير ضارة والبيئات التي تشجع بشكل إيجابي على الصحة والرفاهية وتحفز الإنتاجية (Meunier, 2020).

١.٢ أماكن العمل الصحية

تطورت تعريفات مكان العمل الصحي على مدى العقود القليلة الماضية، حيث تعرف منظمة الصحة العالمية مكان العمل الصحي على أنه، "مكان يعمل فيه الجميع معا لتحقيق رؤية متفق عليها لصحة وعافية العاملين والمجتمع المحيط، يوفر لجميع أفراد القوى العاملة الظروف المادية والنفسية والاجتماعية والتنظيمية التي تحمي وتعزز الصحة والسلامة واستدامة مكان العمل، وتمكن المديرين والعاملين من زيادة السيطرة على صحتهم وتحسينها، وأن تصبح أكثر نشاطاً وإيجابية وقناعة" (World Health Organization,2010)، ويعكس هذا التعريف تطوراً من التركيز الحصري على الصحة والسلامة المهنية التقليدية والتي تتعامل مع المخاطر الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية (المسببة للأمراض) لتشمل عوامل الممارسة الصحية والعوامل النفسية الاجتماعية والإتصال بالمجتمع، وكلها تؤثر بشكل عميق على صحة العاملين.

٢.٢ العناصر التي تؤثر على الصحة والرفاهية في مكان العمل

يلعب التصميم المميز لأماكن العمل دوراً مهماً في صحة العاملين ورفاهيتهم حيث يقضون جزءاً كبيراً من ساعات اليقظة في مكاتبهم، وهناك مجموعة من العناصر الرئيسية والاعتبارات التصميمية لأماكن العمل تؤثرعلى العاملين بنسب متفاوتة ولها تأثيرات كبيرة على صحتهم وعافيتهم ، وفيما يلي هذه العناصر والتي يمكن قياسها أو تقييمها بطرق عديدة (World Green Building Council,2014)- شكل (٣).

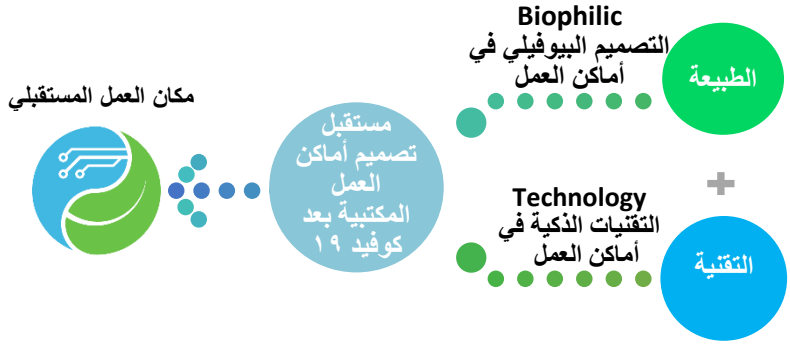
شكل (٣) تأثير بيئة العمل المادية على صحة ورفاهية وإنتاجية العاملين-المصدر: الباحث من (World Green Building Council,2014)

٣. مستقبل تصميم أماكن العمل المكتبية بعد كوفيد ١٩

لقد زاد إدراك أصحاب الأعمال بعد جائحة كورونا أن العاملين هم أهم دعامات وركائز نجاح أعمالهم، وأن أماكن العمل الحالية والجديدة يجب تصميمها وتشغيلها لدعم الصحة والرفاهية لمستخدميها ودعم سلامتهم في مواجهة الأزمات ولجذب أفضل الكفاءات والاحتفاظ بها، وكيف يمكن لقرارات التصميم والبناء والتشغيل أن تساهم بشكل إيجابي في منح موظفيهم الصحة والسعادة والرضا والإنتاجية، ولقد سلط هذا الوباء الضوء على أهمية الإتصال بالطبيعة ودمج العناصر الطبيعية في البيئات المبنية وكذلك على الدور الذي تلعبه التقنيات الذكية في توفير الأمن والسلامة في الأماكن التي نعيش ونعمل ونتعلم فيها ، لذلك فأن التوقعات لسيناريوهات ما بعد الوباء تشيرإلى أن التصميم المستقبلي لأماكن العمل سوف يركز على مستخدميها ويعطي الأولوية لهم للمحافظة على صحتهم وسلامتهم واتخاذ قرارات وإجراءات لدعم الرفاهية الشاملة لهم من خلال تطبيق أحد الإتجاهين الأساسيين:

- **ربط البيئة الطبيعية بالبيئة المبنية :** حيث تعتبر الطبيعة أداة قوية في العمارة لا يمكن إنكار أثرها الإيجابي على الحالة البشرية وعلى تحسين الصحة البدنية والنفسية وتعزيز المشاعر الإيجابية وتقليل المشاعر السلبية، وحيث أن العاملين يقضون معظم أوقات اليقظة في أماكن العمل فإن هناك الكثير من الفرص تُمكن المعماريين والمصممين من تحسين أماكن العمل المكتبية مستقبلاً من خلال دمج مبادئ البيوفيليا والتصميم البيوفيلي وإدراج العناصرالطبيعية في المباني لتعزيز الصحة والرفاهية وتحسين أداء العاملين وزيادة الإنتاجية (Covet, 2020) (Katz, 2020).
- **التقنيات الذكية في بيئة العمل :** لكي تكون أماكن العمل أكثر آمناً مستقبلاً ستكون معتمدة بشكل كبير على التطور التقني ، فبينما نواصل مكافحة الوباء العالمي وعواقبه يمكننا التطلع إلى مستقبل أكثر إشراقاً مليئاً بالإبتكارات التقنية الذكية التي تساعد العاملين على تلبية متطلبات الصحة والسلامة وتحقيق التوازن بين العمل والحياة بشكل أفضل، ومن الواضح أن الطريقة التي كان يتم بها تصميم أماكن العمل قبل جائحة فيروس كورونا المستجد لن تكون هي نفسها مستقبلاً، حيث يجب أن تتكيف التصميمات المستقبلية لأماكن العمل في عالم ما بعد كوفيد١٩مع قواعد الوضع الجديد (sunon, 2020).

وتفترض الدراسة الحالية أن دمج كلا الإتجاهين معاً (التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية) في أماكن العمل المكتبية يمكن أن يكون المفتاح الأساسي لتحسين تجربة المستخدمين وخلق بيئات عمل آمنة وصحية ومنتجة ، لتصبح أماكن العمل مستقبلاً في عالم ما بعد كوفيد١٩ (ذكية وصحية) في نفس الوقت - شكل (٤).



شكل (٤) فرضية الدراسة لتصميم أماكن العمل بعد كوفيد ١٩- المصدر: الباحث

٤. البيوفليا والتصميم البيوفيلي

قبل جائحة كورونا كانت هناك محادثات مستمرة حول كيفية جعل الأفراد أكثر سعادة في أماكن العمل، وكان التصميم البيوفيلي أحد الأفكار القليلة التي تم تبنيها بسبب أثارها الإيجابية على صحة الموظفين بالإضافة إلى مسؤوليتها البيئية (Katz,2020)، ونحن الأن مع هذا الوباء العالمي في مرحلة محورية من الاعتراف بقيمة الطبيعة في حياة الإنسان وبالعلاقة بين البيئة المبنية وبين صحته، وأهمية دمج التصميم البيوفيلي كفلسفة أساسية لخلق واقع أفضل لأماكن العمل مستقبلاً للحفاظ على صحة ورفاهية العاملين وازدهار المباني.

١.٤ مفهوم البيوفيليا والتصميم البيوفيلي

البيوفليا كلمة لاتينية مكونة من شقين (BIO) من بيولوجي و (Philia) من الحب، وهي بذلك تعني (حب الطبيعة)، وتم صياغة مصطلح البوفيليا لأول مرة ونشره عالم الأحياء الأمريكي وخبير الطبيعة إدوارد ويلسون Wilson في عام ١٩٨٤م، حيث يعتقد ويلسون أن البشر لديهم رغبة فطرية في الارتباط بالطبيعة وأن ميل الإنسان نحو الطبيعة يأتي كقيمة متأصلة فيه (Wilson, 1993)، فالبشر مرتبطون بالطبيعة بأشكال وعمليات وأنماط مختلفة وكلها يمكن محاكاتها في البيئات المبنية، ومن هما جاء مفهوم التصميم البيوفيلي وهو المحاولة المتعمدة لترجمة الألفة البشرية المتأصلة للانضمام إلى الأنظمة والعمليات الطبيعية المعروفة باسم البيوفيليا في تصميم البيئات المبنية (Bolten & Barbiero, 2020)، ويتم تعزيز هذا الإرتباط عند دمج الأنماط العضوية وأشكال الطبيعة في البيئة المحيطة، وقد تم إجراء العديد من الدراسات حول "كيفية" استعادة وتعزيز الارتباط المفقود للصلة بالطبيعة في المناطق الحضرية الحالية، وتم إجراء دراسات بحثية حول الارتباط بالبيئة الطبيعية في مجالات الرعاية الصحية وأماكن العمل والتعليم ورعاية الأطفال ودور الحضانة والسجون والعديد من الأماكن الأخرى لمناقشة الفوائد الأساسية لذلك على الصحة البدنية والصحة العقلية، وبالرغم من وجود أدلة تشير إلى أن الاتصال بالطبيعة بألوانها وأشكالها وأنماطها له تأثيرات حقيقية وقابلة للقياس على صحة الإنسان وعلى الوظائف المعرفية والرفاهية البدنية والعاطفية له (Ryan, et al., 2014) (Gillis & Gatersleben, 2015) إلا إنه لا يوجد سوى عدد قليل من العلماء والمصممين الذين اقترحوا مجموعة أدوات قابلة للتطبيق وعملية لتصميم مبنى باستخدام مبادئ التصميم البيوفيلي (Söderlund& Newman,2017) (Moghaddami, 2019) (Roös et al.,2018) .

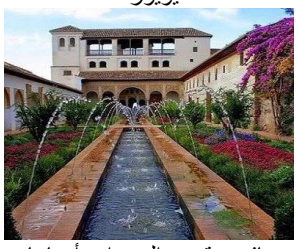
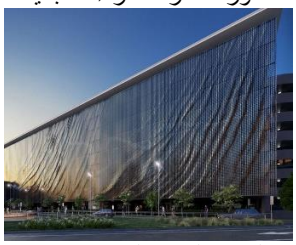
٢.٤ أنماط التصميم البيوفيلي

لقد ساهمت العديد من المنظمات البحثية في دراسات كيفية دمج البيوفيليا في البيئات المبنية، على سبيل المثال منظمة Terrapin Bright Green (TBG) وهي منظمة تخطيط بيئي واستراتيجي تركز جهودها على ترجمة البيوفيليا إلى تطبيقات لعناصر التصميم داخل البيئات المبنية، وفي إطار جهودهم لتحديد عناصر التصميم البيوفيلي طوروا ١٤ نمطاً من التصميم البيوفيلي ، يمكن تقسيمهم إلى ثلاث فئات رئيسية لكيفية دمج التصميم البيوفيلي في البيئة العمرانية وهي (Browning et al.,2014):

- الطبيعة في الفراغ Nature in the space
- النماذج المناظرة للطبيعة Natural Analogues
- طبيعة الفراغ Nature of the Space

والجدول التالي يوضح الأربعة عشر نمط للتصميم البيوفيلي وشرح مختصر لمفهوم كل نمط منهم- جدول (١)

جدول (١) أنماط التصميم البيوفيلي

الطبيعة في الفراغ Nature in the space	**P1 إتصال مرئي مع الطبيعة** visual Connection with Nature	النظر إلى عناصر الطبيعة والأنظمة الحية والعمليات الطبيعية.	مبنى The NY Times - نيويورك
	P2 إتصال غير مرئي مع الطبيعة Non-Visual Connection with Nature	المحفزات السمعية أو اللمسية أو حاسة الشم أو التنوق التي تولد إشارة إيجابية إلى الطبيعة أو الأنظمة الحية أو العمليات الطبيعية.	
	P3 المنبهات الحسية غير الإيقاعية Non-Rhythmic Sensory Stimuli	إتصالات عشوائية وعابرة مع الطبيعة يمكن تحليلها إحصائياً ولكن قد لا يتم التنبؤ بها بدقة.	 نافورة قصر الحمراء -أسبانيا
	P4 التقلب الحراري وتدفق الهواء Thermal & Airflow Variability	تغيرات طفيفة في درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وتدفق الهواء عبر غلاف المبنى ودرجات حرارة السطح التي تحاكي البيئات الطبيعية.	
	P5 وجود الماء Presence of Water	وجود الماء هو حالة تعزز تجربة المكان من خلال رؤية الماء أو سماعه أو لمسه.	 الواجهة الحركية لمطار بريسبان (Browning et al.,2014)
	P6 ضوء ديناميكي ومنتشر Dynamic & Diffuse Light	كثافة متفاوتة من الظل الخفيف والتي تتغير مع مرور الوقت لخلق الظروف التي تحدث في الطبيعة.	
	P7 الاتصال مع النظم الطبيعية Connection with Natural Systems	الوعي بالعمليات الطبيعية وخاصة التغييرات الموسمية والزمنية التي تميز النظام البيئي الصحي.	
النماذج المناظرة للطبيعية Natural Analogues	**P8 أشكال وأنماط بيومورفيك (مستعارة من الطبيعة)** Biomorphic Forms & Patterns	إشارات رمزية لترتيبات (كونتورية ، نقوش - زخارف – عددية) موجودة في الطبيعة.	واجهة فندق Avenue- برشلونة.
	P9 الإتصال المادي بالطبيعة Material Connection with Nature	مواد وعناصر من الطبيعة تعكس من خلال الحد الأدنى من المعالجة البيئة المحلية أو الجيولوجيا وتخلق شعوراً مميزاً بالمكان	واجهة مستشفى the Manuel Gea González- المكسيك (Browning et al.,2014)
	P10 التعقيد والنظام Complexity &Order	معلومات حسية غنية ترتبط بتسلسلات فراغية شبيهة بتلك الموجودة في الطبيعة مما يعطي الإحساس بالجاذبية والإنغماس في التفاصيل.	
طبيعة الفراغ Nature of the Space	**P11 المشهد (الأفق)** Prospect	منظر طبيعي بدون عوائق على مسافة كافية للمراقبة والتخطيط.	الساحة المركزية لمعهدsalk كاليفورنيا
	P12 الملاذ Refuge	مكان للإنسحاب من الظروف البيئية والقيام بأنشطة مثل العمل أو الراحة أو الإستشفاء سواء شخص بمفرده أو مع مجموعة صغيرة من الناس.	
	P13 الغموض Mystery	الوعد بمزيد من المعلومات يتم تحقيقها من خلال المشاهدات المحجوبة جزئياً أو غيرها من الأدوات الحسية التي تشجع على التعمق في البيئة.	متحف دنفر للفنون - كولورادو (Browning et al.,2014)
	P14 الخطر Risk/Peril	وجود تهديد ضمني مقرون بضمان ذو ثقة يشعر المرء بأنه قد يكون خطير ولكنه مثير للاهتمام ويستحق الاستكشاف.	

المصدر: (Browning et al.,2014)

٣.٤ تأثير التصميم البيوفيلي على الصحة والرفاهية.

لقد أثبتت الدراسات أن لكل نمط من أنماط التصميم البيوفيلي تأثيرات إيجابية على البشر في مختلف البيئات المبنية (التعليمية - الإدارية - السكنية ...إلخ، وترتبط الأنماط بأدلة تجريبية على تقليل الإجهاد والتأثير على الأداء المعرفي والارتقاء بالحالة المزاجية للأشخاص (Ryan et al,2014)، حيث تولد الأنظمة الإدراكية للإنسان عواطف إيجابية من البيئة المحيطة التي تتصل بالطبيعة (Salingaros, 2015)، على سبيل المثال:

- يرتبط الإتصال البصري بالطبيعة بانخفاض ضغط الدم وتقليل الإجهاد وزيادة الانتباه وزيادة الشعور بالسعادة بشكل عام (Capaldi et al., 2015)، كما أظهرت دراسة للتأثيرات التجريبية لوجود نافذة تطل على مشهد خارجي أن لها فوائد أكثرعلى الأشخاص الذين يعملون في مكتب ب١,٦ مرة من فوائد وجود صورة أو تمثيل رقمي للطبيعة (Freier et al.,2008)، وأن وقت قصير من الاتصال البصري بالطبيعة بين ٥-٢٠ دقيقة داخل مبنى مكتبي كافٍ لخفض مستويات الإجهاد لدى العاملين (Ryan et al.,2014).
- قد ثبت أيضاً أن تطبيق المسافات داخل البيئة العمرانية بإستخدام النمط البيوفيلي (المشهد Prospect) هام للغاية والذي يعني القدرة على الرؤية عن بعد من مكان إلى آخر، حيث يوفر إحساساً كبيراً بالراحة والاهتمام داخل البيئة المبنية ويقلل شعور الأشخاص بالتوتر لأنهم قادرون على رؤية كل شيء عن بعد (Ryan et al.,2014).
- تظهر التجارب في المستشفيات شفاء أسرع بكثير بعد الجراحة وتقليل الحاجة إلى مسكنات الألم في المرضى الذين لديهم غرف تطل نوافذها على الأشجار (Salingaros, 2015) .

وهذه الأمثلة توضح كيف يمكن أن تكون لأنماط التصميم البيوفيلي فوائد تعزز الصحة والرفاهية والإنتاجية للأشخاص داخل البيئات المبنية، وإن تأثيرات كل نمط هي جزء من مفهوم أكبر وتكامل مع مجموعة من الأنماط الأخرى.

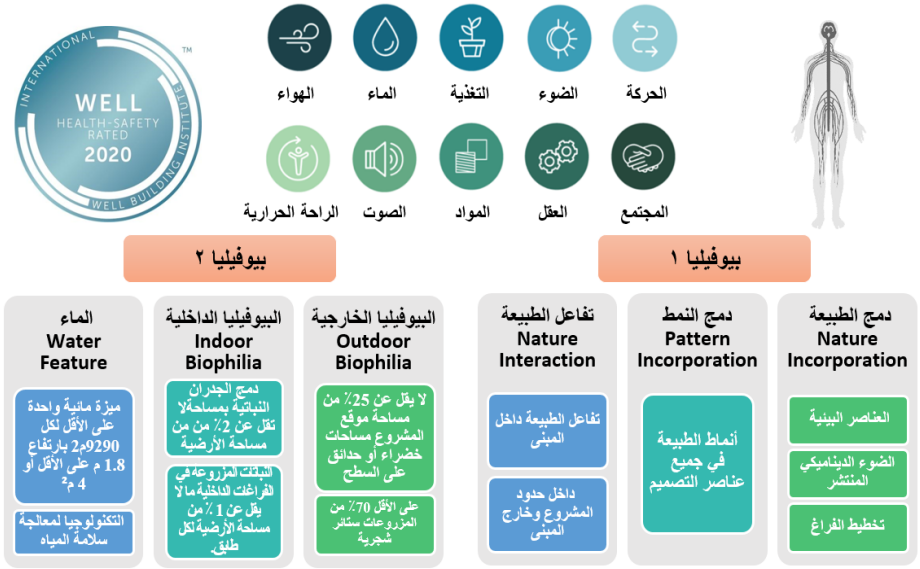
٤.٤ التصميم البيوفيلي والمباني الخضراء

منذ التسعينيات من القرن العشرين أصبحت حركة المباني الخضراء رد فعل لأزمات الطاقة والرؤية العالمية المستدامة لزيادة كفاءة المباني واستخداماتها للطاقة والمياه والمواد وكذلك الحد من الآثار على صحة الإنسان والبيئة، وقد تم تطبيق أدوات تصنيف المباني الخضراء مثل شهادة الريادة في الطاقة والتصميم البيئي (LEED) وشهادة (BREEAM) لتعزيز الأداء للمباني ذات الأنظمة القائمة على توفير الطاقة مع تقليل آثار المباني على صحة الإنسان والبيئة، ومع ذلك فإن قياس ومعايير أداء المباني الخضراء هيمن عليها المعايير والأساليب الهندسية التي لايمكنها قياس التأثير الكلي للمبنى على البيئة الطبيعية، ولا يُنظر إلى كلا التصنيفين (شهادة LEED وشهادة BREEAM)على أنهما نهج شامل على الرغم من أن كلا منهما تعالج بعض المخاوف البيئية للمباني الخضراء مثل النفايات وتلوث الهواء وتلوث المياه والضوضاء ... وما إلى ذلك، وبعض المخاوف التي تضر بصحة الإنسان مثل التدهور البيئي وفقدان الموارد، إلا أن ثقل التركيز فيهما على التأثير البيئي وليس تحقيق المعيار الصحي للمستخدمين، وهناك روابط مفقودة لتعزيزالعلاقة بين الناس والطبيعة داخل البيئة المبنية من خلال أنماط التصميم البيوفيلي (Xue et al 2019)، ولدعم التصميم البيوفيلي في المباني تم تطوير نظامان لتصنيف المباني يدمجان التصميم البيوفيليلي لأنظمتهما في التصنيف هما: شهادة رفاهية المبنى WELL Building Certification وشهادة تحدي البناء الحي Living Building Challenge (LBC) وهي شهادات المباني الخضراء المبتكرة التي تركز على الصحة والعافية للإنسان في البيئة المبنية.

١.٤.٤ شهادة الرفاهية للمباني WELL Building Certification

مع زيادة الوعي بتأثير المباني على صحة الإنسان ورفاهيته، إتجه المصممين مرة أخرى لوضع الإنسان في محور عملية التصميم (Fathy et al. 2020)، وقد أدى هذا الاتجاه المتنامي إلى تطوير شهادة WELL والتي تعتبر الشهادة الأولى في العالم التي تركز حصرياً على صحة الإنسان ورفاهيته، وهي عبارة عن إطار عمل شامل لاستراتيجيات التصميم والعمليات والسياسات التنظيمية التي تهدف إلى تحسين سلامة وصحة الأشخاص في البيئات المبنية بشكل يمكن قياسه، ويتكون معيار البناء WELL من عشر مؤشرات (الهواء - الماء - التغذية - الضوء - الحركة - الراحة الحرارية - الصوت -المواد - العقل - المجتمع) – شكل(٦) تستخدم لمعرفة تأثير التصميم على رفاهية المستخدمين داخل البيئات المبنية، تتم مراقبة هذه المقاييس من خلال مجموعة من المعايير تتعلق بتصميم المبنى وأدائه واستخدامه بهدف إنشاء مجتمعات صحية، وهناك ثلاثة مستويات من الشهادة تختلف باستيفاء المعايير (الفضية - الذهبية - البلاتينية)، يتم تحديد المستوى أثناء عملية التحقق من الأداء التي يجب أن تمر بها جميع المشاريع قبل الحصول على الشهادة (WELL, 2020)، وتشتمل شهادة WELL على البيوفيليا من خلال مقياسين (بيوفيليا ١ - بيوفيليا ٢) ويعد مقياس بيوفيليا١ نهج أكثر جودة للتصميم البيوفيلي بينما بيوفيليا٢ يعتبر مقياس كمي - شكل (٥) ، وهدف WELL في دمج البيوفيليا هي دعم صحة المستخدمين ورفاهيتهم من خلال جعل البيئة الطبيعية جزءاً من البيئة المبنية، وتتداخل العشر مؤشرات لشهادة WELL مع الأربعة عشر نمط للتصميم البيوفيلي، على سبيل المثال تصميم الإضاءة في WELL يترجم في أنماط التصميم البيوفيلي إلى

نمط **P6** ضوء ديناميكي ومنتشر، والراحة الحرارية في WELL التي تشمل تجربة متعددة الحواس في الفراغ والمساحات القابلة للتكيف تترجم بشكل أساسي إلى نمط **P3** المنبهات الحسية غير الإيقاعية (WELL,2020) .



شكل (٥) معايير شهادة WELL Building Certification ومقاييس البيوفليا فيها – المصدر:الباحث من (WELL,2020)

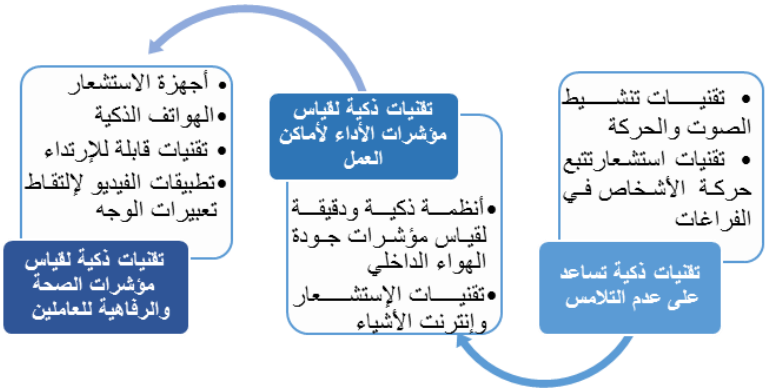
٢.٤.٤ شهادة تحدي البناء الحي Living Building Challenge

هي شهادة يتم منحها من خلال المعهد الدولي لمستقبل المعيشة the International Living Future Institute (ILFI) وهي منظمة تقدم حلول المباني الخضراء لجميع أنواع المشاريع بهدف تقديم الدعم للمجتمعات لتكون عادلة اجتماعياً وغنية بالثقافة وجيدة البيئة، تصف المنظمة معيار (LBC) بأنه معيار البناء الأخضر الأكثر صرامة في العالم، ونظام التقييم لشهادة (LBC) مبني على مجموعة من معايير الأداء هي (المكان- المياه - الطاقة - الصحة والسعادة - المواد - العدالة - الجمال)، وينقسم كل معيارإلى مجموعة من المتطلبات الأساسية وتم دمج تصميم البيوفيلي بها لدوره في تعزيز الصحة والرفاهية داخل البيئة المبنية، ونظراً لحقيقة أن تنفيذ التصميم البيوفيلي جديد نسبياً فقد خُصصت متطلبات إعتماد تطبيقات التصميم البيوفيلي ضمن معيار الصحة والسعادة ومعيار الجمال حيث يجب تحقيقهما من أجل الحصول على الشهادة، ويركز متطلب التصميم البيوفيلي على فئات وأنماط التصميم البيوفيلي الأربعة عشر داخل الثلاث أقسام الرئيسية (الطبيعة في الفراغ - نظائر الطبيعة - طبيعة الفراغ) للتأكد من أن المباني مصممة لتتضمن العناصر التي تدعم الاتصال الفطري بين الإنسان والطبيعة (LBC, 2019) - شكل (٦) .

شكل (٦) معايير شهادة Living Building Challenge ودمج البيوفليا فيها – المصدر: الباحث من (LBC, 2019)

٥. التقنيات الذكية في أماكن العمل.

العديد من المعماريين والمصممين يمكنهم وصف أماكن العمل التي قاموا بتصميمها على أنها مباني ترتبط بالطبيعة وفي توافق وانسجام تام مع جميع قوانين الطبيعة ويمكنها أن تجعل العاملين بها يشعرون بالراحة والرفاهية وتزيد من إنتاجيتهم، ولكن هل هذا الوصف مدعوم بالبيانات والأدلة ؟ هل قابل للقياس أو يمكن التحقق منه؟ الإجابة نعم يمكن ذلك مع إنتشار أجهزة الاستشعار البيئية والتقنيات القابلة للارتداء، فكلاهما يمكن أن يقيس بشكل موضوعي أداء بيئة العمل والمستخدمين بدرجة عالية من الدقة، والوصول إلى النقطة التي ننتقل فيها من البيانات الكيفية إلى الكمية، حيث تدخل المباني الآن عصر البيانات الضخمة وتتغير سريعاً بفضل الأدوات التقنية الجديدة، فالغيرمرئي مع تقنيات المستشعرات الجديدة يصبح مرئي وفي الوقت الحقيقي، وتتكيف المباني والبيئة الداخلية سريعاً من دقيقة إلى أخرى، السؤال البارز الأن بعد جائحة كورونا هل يمكن أن تصبح المباني وأماكن العمل صحية وذكية في نفس الوقت، ففي عالم أصبحت فيه السيارات ذاتية القيادة حقيقة ، تتيح تقنيات إنترنت الأشياء IOT والذكاء الاصطناعي AI للمباني التكيف الذاتي لتحسين تجربة المستخدمين وخلق بيئة أكثر صحة (Allen & Macomber,2020) ويمكن تقسيم التقنيات الذكية المستقبلية في أماكن العمل إلى ما يلي – شكل (٧) :



شكل (٧) التقنيات الذكية فى أماكن العمل الصحية – المصدر: الباحث

١.٥ تقنيات ذكية تساعد على عدم التلامس Contactless.

تلعب التقنيات الذكية دوراً رئيسياً في تصميم مكان عمل بلا لمس ويمكن تحقيق ذلك باستخدام المواد الذكية وتطبيق التقنيات الجديدة، حيث غيرت تطبيقات أمازونAmazon وأبل Apple وجوجل Google التي تعمل بالصوت من كيفية تفاعلنا مع التقنيات، فيمكن لهذه الأدوات التي تعتمد على الصوت دون إستخدام اليدين أن تسهل أيضاً استراتيجيات التصميم الصحي في البيئات المادية القائمة على حلول تقليل الحاجة إلى اللمس مثل (فتح الأبواب وأزرار المصاعد ، مفاتيح الإضاءة...إلخ)، كما يمكن أن يؤدي دمج أدوات الأتمتة وتقنيات التنشيط الصوتي أو الحركة وتطبيقات إستشعار وتتبع الحركة في أماكن العمل إلى تقليل نقاط الاتصال المباشر والحد من فرصة التعرض للجراثيم، كما يمكن أيضاً تقليل الاتصال السطحي عن طريق تثبيت تظليل النوافذ الذكية التي يتم تنشيطها باستخدام تقنية تتبع الشمس، وأنظمة الإضاءة التي تستخدم الكشف الحسي لضبط السطوع وفقاً للوقت من اليوم (Hyams, 2020) (Heinly, 2020) ، كما يتوقع الخبراء إرتفاع الطلب على تطبيقات الروبوتات التي يمكنها اكتشاف وتعقيم وتنظيف وإجراء عمليات التسليم في الأماكن العامة ومباني المكاتب (Amador, 2020).

٢.٥ تقنيات قياس مؤشرات الأداء الصحي لأماكن العمل.

التقنيات الذكية من العناصر الرئيسية المؤثرة في مستقبل أماكن العمل المكتبية فهناك مجالين رئيسيين للخطر في أماكن العمل بعد جائحة فيروس كورونا هما (الهواء الذي نتنفسه - الأسطح التي نلمسها) ، تحتاج أماكن العمل مستقبلا إلى القيام بالمراقبة البيئية الدقيقة وحيث تتغير المباني مثل جسم الإنسان كل دقيقة فمن الضروري للغاية وجود آلية للتحقق من أداءها باستمرار، والذي سيكون خط الدفاع الأول ضد إنتشار الأمراض، وبذلك يمكن أن تعمل كأدوات للصحة العامة من خلال أنظمة ذكية ودقيقة تسمح بالقياس المستمر لمؤشرات جودة الهواء الداخلي مثل ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة والرطوبة ...إلخ ، وسيحدث تحول رئيسي بفضل التطورات في تقنيات الإستشعار وإنترنت الأشياء IOT في البيئات الداخلية لأماكن العمل حيث يمكننا مراقبتها وتتبعها باستمرار وتحديد كيفية أداءها البيئي وتأثيرها على صحة أفرادها على أفضل وجه (Allen & Macomber,2020).

مثال :تطبيقات شركة Spacewell الرائدة في برامج إدارة المباني: أعلنت شركة Spacewell في مايو ٢٠٢٠م عن برامج وأدوات تقنية مستقبلية سهلة الاستخدام لمساعدة المؤسسات على مواجهة التحديات مع عودة العاملين إلى أماكن العمل، وتعتمد حلول Pacewell المصممة خصيصاً لـكوفيد١٩على برنامج IWMS إلى جانب تقنيات إنترنت الأشياءIOT لمساعدة الشركات على الاستفادة من بيانات الاستخدام والتكيف الديناميكي لعمليات المرافق ، وتشمل المجالات والقدرات الرئيسية القابلة للتطوير مستقبلا (مراقبة جودة الهواء في الأماكن المغلقة – كثافة الفراغات- إنفعالات الموظفين – النظافة والصرف الصحي - توجيه الموظف داخل الفراغ) (Antwerp, 2020)- شكل(٨) .

شكل (٨) البرنامج المصمم من شركة Pacewell لمساعدة المؤسسات على مواجهة التحديات مع عودة العاملين لأماكن العمل -٢٠٢٠م (Antwerp, 2020)

٣.٥ تقنيات قياس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين

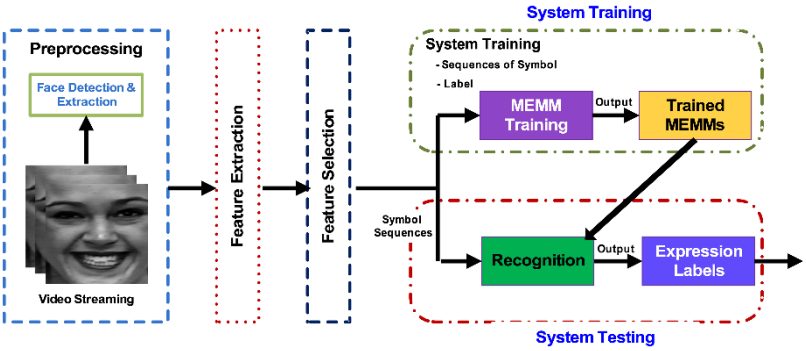
بينما ننتقل إلى عالم ما بعد جائحة فيروس كورونا يريد أصحاب الأعمال مؤشرات واضحة لصحة العاملين وأدائهم، فمن خلال استخدام الهواتف الذكية والتقنيات القابلة للارتداء كالساعات الذكية والنظارات الذكية وأجهزة الرأس والسماعات الذكية والأساور والملابس الذكية وغيرها، سيمكن تتبع ومراقبة ودعم الأداء الصحي للعاملين في الوقت الفعلي وكذلك تتبع أداءهم، كما يمكن إستخدام البيانات لحظة بلحظة لفهم السلوكيات والتفاعلات الإجتماعية وأنماط الكلام والنشاط البدني وأكثر من ذلك، ومع بدء اعتماد الأساليب الجديدة التي يدعمها الذكاء الاصطناعي AI وأجهزة الاستشعار الذكية في أماكن العمل من المتوقع مستقبلا النمذجة الرقمية وتحليل المشاعر للعاملين على نطاق واسع (Allen & Macomber,2020)، وتنقسم القياسات لمؤشرات الصحة والرفاهية في أماكن العمل إلى نوعين :

١.٣.٥ القياسات الفسيولوجية.

يمكن جمع البيانات التي تتمحور حول الإنسان من خلال مزيج انتقائي من أجهزة الاستشعار ومصادر البيانات مثل (الإستشعار المعتمد على الصورة واستشعار الحركة واستشعار الهزال... وغيرها)، حيث يمكن قياس تقلب معدل ضربات القلب ومعدل التنفس ودرجة حرارة الجسم وهي السمات الأكثر شيوعاً للكشف عن مستوى الإجهاد في بيئة خاضعة للرقابة ، تعتمد العديد من هذه القياسات الفسيولوجية على معدات متخصصة وأجهزة استشعار يمكن ارتداؤها لالتقاط مثل هذه البيانات لقياس الحالة الصحية للعاملين، كما يمكنها أيضا أن تتبع الحالات العاطفية لهم ، وفي حالة الرغبة في تتبع الحالات العاطفية بشكل غير ملحوظ فذلك يمكن أن يتم فقط من خلال كاميرات فيديو الوجه (Fathy et al. 2020).

٢.٣.٥ التعرف على الإنفعالات.

تظهر التطورات الحديثة باستخدام تطبيقات الفيديو نتائج واعدة في التقاط بعض القياسات المستخدمة لتقييم الحالات العاطفية والإنفعالات والتعرف على تعبيرات الوجه Facial Expression Recognition (FER)، وهي تقنية لتحليل المشاعر لاكتشاف الحالات العاطفية تلقائياً من تعبيرات الوجه مثل (السعادة والحزن والغضب والخوف) - شكل (٩)، ويمكنها أيضا اكتشاف مستوى الإنتباه والتركيز تلقائياً والكشف عن التفاعل ويتم ذلك من خلال كاميرات الحاسب أو الكاميرات المثبتة في مكان العمل (Dewan,et al.,2019) مما يزيد من تحسين التنبؤ بمؤشرات رفاهية بيئة العمل، وقد تم تطوير أنظمة التعرف على تعبيرات الوجه FER لتحسين تقنية التعرف على الوجه المؤتمتة القادرة على التمثيل الفعال لصورة الوجه.



شكل (٩) مخطط تقنية التعرف على تعبيرات الوجه (FER) (Siddiqi,et al. 2016)

٦. نحو دمج التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية في أماكن العمل المستقبلية

تحقيقا لهدف الدراسة المتمثل في توفير بيئات عمل أمنة تعزز الصحة والرفاهية والإنتاجية للعاملين وصياغة إطار لأماكن العمل المستقبلية قائم على مبادئ وأنماط البيوفيليا استراتيجياتها القابلة للتنفيذ ومدعومة بالتقنيات الذكية ، لذلك سيتم التحليل من منظور عملي أكثر لتقديم بعض الإستراتيجيات التصميمية لتصميم أماكن العمل المستقبلية من خلال دراسات تحليلية لنماذج أماكن عمل مكتبية تم تصميمها حديثاً منها ما تم تنفيذه ومنها مازالت لم تنفذ ومنها ماقدمت كأفكار مستقبلية ويتم تقسيم النماذج إلى مجموعتين ، مجموعة أماكن عمل طبقت مبادئ التصميم البيوفيلي ومجموعة طبقت التقنيات الذكية، كمدخل لدمج كلاً منهما في أماكن العمل المستقبلية لتكون (صحية وذكية) في نفس الوقت ، والتحليل يتم في صورة جداول صممت إعتماداً على العناصر الرئيسة لكل نهج منهما، وما تم دراسته وتحليله في اللإطار النظري للدراسة - جدول (٢) ، (٣) .

١.٦ حالات دراسة للتصميم البيوفيلي في أماكن عمل.

وهي أماكن العمل الموضحة بالجدول (٢) ويتم تحليل الفكرة التصميمية واستراتيجيات تصميم المبنى في كلا من (البيئة الخارجية – الإتصال بين الخارج والداخل – البيئة الداخلية) وتحليل أنماط التصميم البيوفيلي في تصميمها - الجداول (٤-٥-٦-٧).

جدول (٢) نماذج حالات دراسة للتصميم البيوفيلي في أماكن عمل

مبنى ICÔNE لوكسمبورج -٢٠٢٢م (foster+partners, 2020)	مبنى The Spain – ليفربول – ٢٠٢٠م (AHR, 2020)	مبنى Pixel -Façade ٢٠١٨م (Abdallah, 2018)	مبنى مكتب Interface – أتلانتا - ٢٠١٨م (perkinswill, 2018)

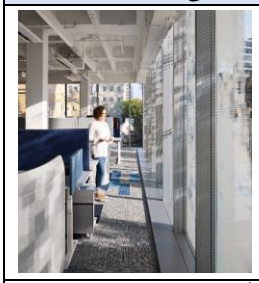
٢.٦ حالات دراسة للتقنيات الذكية في أماكن العمل.

وهي أماكن العمل الموضحة بالجدول (٣) ويتم تحليل الفكرة التصميمية والتقنيات الذكية المستخدمة لتعزيز الأداء الصحي لأماكن العمل ولقياس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين في كل منها - الجداول (٨-٩-١٠-١١).

جدول (٣) نماذج حالات دراسة للتقنيات الذكية في أماكن العمل

مبنى cube– برلين- ٢٠٢٠ م (3xn, 2020)	مقر شركة سيمنس –Siemens Campus سويسرا - ٢٠١٩ م (Siemens, 2019)	مبنى Makers Quarter Block D كاليفورنيا ٢٠١٨ م (bnim, 2018)	مبنى The Edge أمستردام – ٢٠١٥ م (Randall, 2015)

١.٦ تحليل حالات دراسة للتصميم البيوفيلي في أماكن عمل.

<table>
<tr><td colspan="2">جدول (٤)</td><td colspan="4">مبنى مكتب Interface – أتلانتا Atlanta- ٢٠١٨م المصمم : Perkins+Will</td></tr>
<tr><td>الفكرة التصميمية</td><td colspan="5">يعكس تصميم المبنى فلسفة الشركة "Factory as a Forest". حيث تعتقد الشركة أنها عندما تأخذ فلسفتها من النظم البيئية الطبيعية، يمكنها إنشاء أماكن عمل صحية وإيجابية ومنتجة بشكل كلي تفيد العاملين فيها، لذلك تم تصميم كل شيء مع وضع هذه الفلسفة في الإعتبار بدءاً من الغلاف الخارجي الذي يمثل غابة بيدمونت إلى تراس السطح الأخضر، من كفاءتها العالية في استخدام الطاقة إلى نظام جمع مياه الأمطار وترشيحها، ومن مخطط الطابق المفتوح المليء بالضوء ومسار المشي الداخلي إلى غرف التأمل والعافية.
 </td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">استراتيجيات وإعتبارات التصميم</td><td>العناصر المؤثرة على الصحة والرفاهية</td></tr>
<tr><td>البيئة الخارجية</td><td colspan="3">- واحدة من العديد من الأسماء المستعارة لمدينة أتلانتا هي "المدينة في الغابة City in the Forest حيث تشير التقديرات إلى أن المدينة مغطاة بنسبة ٥٠٪ من الأشجار ويتم محاكاة هذه البيئة الخارجية في تصميم المبنى ووجهاته الفريدة وسقفه.
- يقع المبنى بالقرب من محطة قطار مما سهل للعاملين الوصول لمكان العمل.</td><td>الموقع وتسهيلات الوصول
الشكل والإحساس
التصميم الداخلي النشط</td><td>●
●
●</td></tr>
<tr><td>الإتصال بين الداخل والخارج</td><td colspan="3">- تم إنشاء المناظر الطبيعية الشتوية ذات اللون الأبيض الساطع على الواجهات الشفافة باستخدام صفائح بوليستر معاد تدويرها.
- تحقق الواجهات تذكيراً مرئيا بالطبيعة بينما تنشر في الداخل نمطاً ديناميكي من الضوء مع تغير حركة الشمس .
 </td><td>جودة الهواء الداخلي
الإضاءة وضوء النهار
الراحة الحرارية
الراحة السمعية
المناظر والبيوفيليا</td><td>●
●
●
●
●</td></tr>
<tr><td>البيئة الداخلية</td><td colspan="3">بيئة عمل تحاكي العالم الطبيعي حيث تم تقسيم بيئة العمل إلى ثلاث بيئات Cave, Forest and Bluff المنطقة الأولى منطقة ترحيب وبها صهاريج لتخزين مياه الأمطار، المنطقة الثانية الغابة عبارة عن ٣ طوابق من مساحات العمل المرنة للتعاون والمنطقة الثالثة منطقة عمل صغيرة وتراسا أخضر على السطح وإطلالات على المدينة
 </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>الإستدامة</td><td colspan="5">المبنى أكثر كفاءة في استخدام الطاقة بنسبة ٥٠ % تقريباً من أي مبنى تقليدي مماثل بهذا الحجم، كما يوجد خزان جوفي يجمع مياه الأمطار لإستخدامها في تنظيف المرحاض، ولقد حصل المبنى على شهادة LEED البلاتينية وعلى شهادة رفاهية المبنى WELL Building Standard الذهبية.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">أنماط البيوفيليا</td><td colspan="2">أنماط التصميم البيوفيلي في المبنى</td></tr>
<tr><td rowspan="7">الطبيعة في الفراغ</td><td>P1 اتصال مرئي مع الطبيعة</td><td>●</td><td rowspan="7">- تصميم الواجهة الشفافة يعزز التواصل المرئي مع النظم الطبيعة كما تم ترتيب الرسومات المحاكية للأشجار بعناية لإلقاء ظلال على المكاتب تحاكي الضوء الخافت لظلال الأشجار بالغابة.
- يتميز التصميم الداخلي للمكتب بوفرة من أوراق الشجر والإضاءة الطبيعية وسقف أخضر وشرفات خارجية كما يتميز المبنى بنظام تهوية وتبريد يحقق الراحة الحرارية .</td><td rowspan="7">  </td></tr>
<tr><td>P2 اتصال غير مرئي مع الطبيعة</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P3 منبهات حسية غير إيقاعية</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P4 التقلب الحراري وتدفق الهواء</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P5 وجود الماء</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P6 ضوء ديناميكي ومنتشر</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P7 الاتصال مع النظم الطبيعية</td><td>●</td></tr>
<tr><td rowspan="3">المناظرة للطبيعة</td><td>P8 أشكال وأنماط بيومورفيك</td><td>●</td><td colspan="2" rowspan="3">- تم محاكاة المناظر الطبيعية الشتوية ذات اللون الأبيض الساطع للغابة على الواجهات الشفافة للمبنى باستخدام صفائح بوليستر قابلة لإعادة تدويرها.
- يظهر السجاد الخاص بالعلامة التجارية للشركة بشكل إبداعي وغير متوقع في الدرج الرئيسي للمبنى والذي يتميز بألوان قوس قزح ويستخدم كوسائد للجلوس.</td></tr>
<tr><td>P9 الإتصال المادي بالطبيعة</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P10 التعقيد والنظام</td><td>●</td></tr>
<tr><td rowspan="4">طبيعة الفراغ</td><td>P11 المشهد</td><td>●</td><td colspan="2" rowspan="4">- الواجهة من الخارج بها صورة عالية من المحاكاة للأشجار والغابة بينما من الداخل تصبح شديدة الشفافية تسمح برؤية المشهد الخارجي بوضوح.
- توفير بعض النوافذ ذات الجلسات المنخفضة والعميقة التي توفر مسطح للجلوس.
- فراغات العمل التي تطل على الواجهة مشرقة وديناميكية ومفتوحة، وبالانتقال نحو الداخل نجد الفراغات الأعمق تكون أقل إضاءة وأكثر هدوءاً وانعزالاً.
- توفير مسار داخلي للمشي وغرف منعزلة للتأمل وتنشيط الذهن.</td></tr>
<tr><td>P12 الملاذ</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P13 الغموض</td><td>●</td></tr>
<tr><td>P14 الخطر</td><td>●</td></tr>
<tr><td>تحليل الأنماط</td><td colspan="5">حقق تصميم المبنى جميع أنماط التصميم البيوفيلي فقد حقق التواصل المرئي والغير مرئي مع الطبيعة وتدفق الإضاءة الطبيعية في الفراغات والإتصال مع النظم الطبيعية في الداخل والخارج كما حقق أنماط مناظرة الطبيعة وتميزت واجهاته بمحاكاة أشجار الغابة وحقق أيضا أنماط طبيعة الفراغ فتميزت الفراغات بالتنوع والحيوية .</td></tr>
<tr><td colspan="6">المصدر: (perkinswill, 2018)</td></tr>
</table>

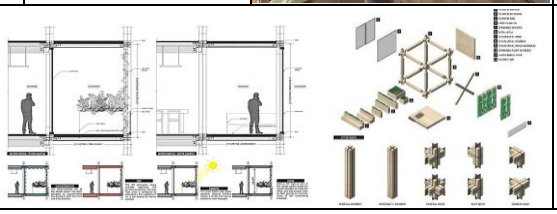
جدول (٥) **مبنى pixel façade – مقترح لتصميم مستقبلي لأماكن العمل - ٢٠١٨م**

المصمم : oliver thomas and keyan rahimzadeh

الفكرة التصميمية

"واجهة البكسل" مقترح تصميمي لنظام بناء مرن ومتكيف وقابل للتطوير وقابل للتكرار يمكن تهيئته لإنشاء حلول متعددة لأماكن العمل قابلة للتطبيق على أنماط بناء متعددة مع خلق تنوع ومرونة في التصميم، يدمج نظام "Pixel Facade" بيئة مكتبية معاصرة مع بيئات بيوفيلية لخلق الجيل التالي من تصميم أماكن العمل المكتبية.

استراتيجيات وإعتبارات التصميم		**العناصر المؤثرة على الصحة والرفاهية**	
البيئة الخارجية	يتكيف التصميم مع البيئات والظروف الخاصة بالموقع من خلال تشكيل أبراجاً مكتبية مرنة وخضراء مصممة لتكون متغيرة في التشكيل وفقاً للإحتياجات المختلفة والمتغيرة وليست (نسخ ولصق) لتحقق أفضل وأعلى جودة وأسرع إنشاء وأقل تكلفة لبناء أماكن العمل داخل مدن المستقبل.	الموقع وتسهيلات الوصول	●
		الشكل والإحساس	●
		التصميم الداخلي النشط	●
الإتصال بين الداخل والخارج	النظام الموديولي المرن للواجهة يمكّن المستأجرين من الدمج والتعديل في بيئة العمل ويتيح مرونة فريدة للمبنى وتوازن بين توفير الإحتياجات الفردية للعاملين وبين تعزيز ثقافة الشركة وعلامتها التجارية.	جودة الهواء الداخلي	●
		الإضاءة وضوء النهار	●
		الراحة الحرارية	●
		الراحة السمعية	●
		المناظر والبيوفيليا	●
البيئة الداخلية	تتيح الفراغات المنفصلة المختلفة بيئة عمل أكثر ملائمة للتعاون والابتكار والتي أصبحت القاعدة في تصميم بيئات العمل الحديثة، كما يتمتع العاملين بالقدرة على أخذ استراحة من العمل والانغماس في بيئة خارجية من خلال الفراغات المفتوحة التي تتضمن النباتات والظلال والأثاث.		
الإستدامة	يستفيد النظام من ابتكارات صناعة البناء مثل "التصميم التوليدي Generative Desig ونمذجة معلومات البناء BIM وسبق التصنيع Prefabrication ، ويساعد هيكل المبنى الخشبي على خلق عملية تصميم وبناء أكثر إقتصادية واستدامة.		



أنماط البيوفيليا		**أنماط التصميم البيوفيلي في المبنى**	
الطبيعة في الفراغ	**P1** اتصال مرئي مع الطبيعة	●	- القدرة على فتح وإغلاق جوانب مختلفة من الواجهة تخلق مساحات أكثر أو أقل حميمية ومفتوحة من الداخل والخارج، لذلك يمكن للمستخدمين تهيئة أي مساحة لاحتياجات محددة ومتغيرة، ويسمح للعاملين بالانفصال عن العمل والانغماس في البيئة الخارجية الخضراء . - إضاءة طبيعية منتشرة في الفراغات مع حركة وتدفق للهواء الطبيعي في الفراغات .
	P2 اتصال غير مرئي مع الطبيعة	●	
	P3 منبهات حسية غير إيقاعية	●	
	P4 التقلب الحراري وتدفق الهواء	●	
	P5 وجود الماء	☒	
	P6 ضوء ديناميكي ومنتشر	●	
	P7 الاتصال مع النظم الطبيعية	●	
المناظرة للطبيعة	**P8** أشكال وأنماط بيومورفيك	☒	- الخشب في هيكل المبنى يدعم الإتصال المادي مع الطبيعة - إمكانية التشكيل الهندسي الكسوري Fractal للوحدات المديولية يعطي حلول تصـــميمية متعددة تحقق التوازن بين التعقيد والنظام وتؤدي إلى تغيير شكل وحجم كتلة المبنى واتصالها بالطبيعة.
	P9 الإتصال المادي بالطبيعة	●	
	P10 التعقيد والنظام	●	
طبيعة الفراغ	**P11** المشهد	●	- مخطط مفتوح لفراغات العمل مع مساحات عمل تفاعلية صغيرة لتشجيع الإنتاجية الفردية والاجتماعات الإفتراضية. - يتيح تنوع النظام المرونة في تخطيط فراغات العمل والراحة وبمرور الوقت يمكن الاستمرار في تعديل تكوين المكتب من أجل التكيف مع الاحتياجات المتغيرة ومع النمو المستقبلي.
	P12 الملاذ	●	
	P13 الغموض	●	
	P14 الخطر	●	
تحليل الأنماط	حقق تصميم المبنى ١٢ نمط من أنماط التصميم البيوفيلي منها التواصل المرئي والغير مرئي مع الطبيعة وتدفق الإضاءة الطبيعية في الفراغات والإتصال مع النظم الطبيعية في الداخل والخارج كما حقق أنماط مناظرة الطبيعة وتميزت واجهاته بالمرونة والقدرة على التكييف وإســـتخدام الخشب الطبيعي لتحقيق التواصل المادي مع الطبيعة وحقق أيضا أنماط طبيعة الفراغ فتميزت الفراغات بالتنوع والتوازن بين التعقيد والنظام ولم يتحقق نمط الاشكال البيومورفيك ونمط وجود الماء.		

المصدر: (Abdallah, 2018)

جدول (٦) مبنى the spain مقر الكلية الملكية للأطباء – ليفربول – ٢٠٢٠م

المصمم : AHR Architects

الفكرة التصميمية

صمم المقر ليسع ٢٠٠ موظف في بيئة عمل تعزز الصحة والرفاهية، ويعتمد تصميم المبنى على محاكاة جسم الإنسان وتمثيله المجرد من خلال الهندسة المعمارية والحيوية وباستخدام مبادئ التصميم البيوفيلي تم إنشاء روابط قوية مع الطبيعة في جميع أنحاء المبنى، وسمي المبنى (العمود الفقريSpain) مستمداً إسمه من السلالم الرأسية على واجهته الشمالية والتي تشبه فقرات العمود الفقري للإنسان.

	استراتيجيات وإعتبارات التصميم		العناصر المؤثرة على الصحة والرفاهية	
البيئة الخارجية	تضاريس وفرق منسوب من الشرق إلى الغرب تم معالجتها بسلسلة من المستويات مصممة بشكل إبداعي وتشمل مجموعة متنوعة من المساحات الخضراء والأشجار والماء المتنوعة في الطابع والحجم.		الموقع وتسهيلات الوصول	●
			الشكل والإحساس	●
			التصميم الداخلي النشط	●
الإتصال بين الداخل والخارج	تأخذ الواجهة المميزة تأثيراً من جلد الإنسان مع نمط فورونوي Voronoi غير متكرر على زجاج المبنى سريع الاستجابة ليساعد في التحكم في الطاقة الشمسية داخل المبنى ويستجيب تماماً مثل الجلد للبيئة الخارجية وينظم الضوضاء والوهج كمساهمة مبتكرة في مبنى رائد ملتزم بالرفاهية والاستدامة.		جودة الهواء الداخلي	●
			الإضاءة وضوء النهار	●
			الراحة الحرارية	●
			الراحة السمعية	●
			المناظر والبيوفيليا	●
البيئة الداخلية	- يوفر المبنى مجموعة مرنة من مساحات العمل المبتكرة والمعاصرة المصممة لتلبية احتياجات المؤسسات في مجال الصحة والعلوم والتعليم. - يتم تشجيع التعاون على كل المستويات من خلال المساحات الرسمية وغير الرسمية بما في ذلك مناطق تناول الطعام وأماكن الاجتماعات.			
الإستدامة	حصل المبنى على تصنيف BREEAM المتميز وأيضا يعتبر من أوائل المباني في المملكة المتحدة المصممة لتحقيق شهادة رفاهية المباني WELL البلاتينية، مما يجعله واحد من أفضل أماكن العمل الإيجابية والداعمة للصحة العقلية والرفاهية البدنية في العالم .			

	أنماط البيوفيليا		أنماط التصميم البيوفيلي في المبنى
الطبيعة في الفراغ	P1 اتصال مرئي مع الطبيعة	●	- إطلالات على المدينة من خلال الزجاج لتحسين الاتصال البصري مع الطبيعة وكذلك من خلال السلالم الزجاجية الخارجية ويتم إعطاء الأولوية للوصول إلى الضوء الطبيعي مع تحديد موقع محطات العمل بالقرب من الواجهة الزجاجية. - إستخدام الحوائط الخضراء والأفنية مزدوجة الإرتفاع تحتوي على حدائق داخلية تعمل كرئة للمبنى لإنتاج الأكسجين. - أنماط الظلال الفريدة في الداخل تولد بيئة متغيرة باستمرار. - يوفر نظام التهوية بالمبنى مستويات أكبر من الهواء النقي مع ترشيح إضافي للحفاظ على مستويات جودة أعلى للهواء.
	P2 اتصال غير مرئي مع الطبيعة	●	
	P3 منبهات حسية غير إيقاعية	●	
	P4 التقلب الحراري وتدفق الهواء	●	
	P5 وجود الماء	●	
	P6 ضوء ديناميكي ومنتشر	●	
	P7 الاتصال مع النظم الطبيعية	●	
المناظر الطبيعية	P8 أشكال وأنماط بيومورفيك	●	- غلاف المبنى ذو النمط الفورونوي المحاكي لجلد الإنسان، كما يحاكي الهيكل الأساسي للمبنى الهيكل العظمي للإنسان من خلال أعمدة خرسانية مكشوفة ومصبوبة كالخلايا المسامية داخل عظام الإنسان - أخشاب في الأرضيات والقواطيع لتعزيز التواصل المادي ومواد وتشطيبات طبيعية لمنع الغازات المنبعثة وألوان الطبيعة في الفراغات
	P9 الإتصال المادي بالطبيعة	●	
	P10 التعقيد والنظام	●	
طبيعة الفراغ	P11 المشهد	●	تحتوي بيئة العمل على مجموعة متنوعة من المفاهيم لفراغات العمل المناسبة لمجموعة واسعة من المهام كل منها يوفر استخداما مميزا لتشجيع بيئة عمل تعاونية وصحية منها :الخلية (منطقة للتعاون الجماعي)- العش (مساحة هادئة مخصصة للتركيز) – النزهة (منطقة طعام مدمجة بشكل وثيق في بيئة مكان العمل) المرج (مساحة لاجتماعات المجموعات الكبيرة مع أثاث مرن)- بيت الشجرة (كبسولات صوتية للاجتماعات الرسمية وغير الرسمية).
	P12 الملاذ	●	
	P13 الغموض	●	
	P14 الخطر	●	
تحليل الأنماط	حقق تصميم المبنى جميع أنماط التصميم البيوفيلي حيث قام فريق التصميم باستخدام البيانات التي تم جمعها من استبيان تم لموظفي الكلية للمساعدة في تركيز استراتيجياتهم في التصميم وتطبيق ودمج البيوفيليا بشكل شامل في جميع المبنى داخليا وخارجياً.			

المصدر: (AHR, 2020)

جدول (٧) مبنى أيكون ICÔNE - لوكسمبورج Luxembourg -٢٠٢٢م

المصمم : Foster + Partners

الفكرة التصميمية

تصميم لمجمع مكاتب جديد يقدم إعادة صياغة لتصميم أماكن العمل في أعقاب جائحة فيروس كورونا كما يشجع على روح الإبداع المشترك والتعاون، ولقد قدم فريق Foster + Partners تصميماً مرنا وحساسا يلبي الحاجة إلى بيئة عمل آمنة بسبب التحديات التي قدمها COVID-19، ويشير التصميم أيضاً إلى التراث الصناعي الغني لمدينة بيلفل Belval في لوكسمبورج ويعيد إحياء المنطقة من خلال خلق تأثير إيجابي على محيطه.

	استراتيجيات وإعتبارات التصميم	العناصر المؤثرة على الصحة والرفاهية	
البيئة الخارجية	- تم تصميم مدخل المبنى المميز كاستجابة للشارع الحضري والساحة الرئيسية. - يرتبط المبنى بشكل متعاطف مع المباني المجاورة له ويتم معالجته كجزء لا يتجزأ عن المخطط الرئيسي الأكبر للمنطقة، وقد تم ذلك من خلال دمج مختلف الخصائص مما يشكل بيئة فريدة من نوعها مع إحساس مميز بالمكان والموقع.	الموقع وتسهيلات	●
		الشكل والإحساس	●
		التصميم الداخلي	●
الإتصال بين الداخل والخارج	- الواجهة الخارجية هي واجهة رسمية تتفاعل مع المبانى المجاورة والساحات والشوارع. - تم تصميم الإطار الهيكلي للسماح بتغيير أنماط العمل في المستقبل مع التركيز على المرونة والاستجابة للاحتياجات المتغيرة في مكان العمل. - تؤكد الشبكة الهيكلية والواجهة المتعامدة المميزة على إعطاء مجمع المكاتب مظهراً صناعياً موحداً كمرجع إلى تاريخية المدينة.	جودة الهواء الداخلي	●
		الإضاءة وضوء النهار	●
		الراحة الحرارية	●
		الراحة السمعية	●
		المناظر والبيوفيليا	●

البيئة الداخلية

- يوفر المجمع فراغات مكتبية مفتوحة ومرنة لطرق العمل الجديدة وأماكن عمل مشتركة.
- يندمج الشارع والساحة مع فناء المبنى من خلال سلسلة من التراسات المتدرجة التي تخلق تسلسل وصول مميز ويضيف الدوران على طول الحواف الداخلية للفناء إلى حيوية الفراغ الداخلي.

الإستدامة

تتحقق الإستدامة في المبنى من خلال السقف الأخضر والواجهة ذاتية التظليل والإعتماد على ضوء النهار لتقليل استخدام التدفئة والتبريد الصناعي وعناصر أخرى، ويهدف التصميم إلى الحصول على تصنيف BREEAM للإستدامة وشهادة الرفاهية للمباني WELL Building Standard.

	أنماط البيوفيليا		أنماط التصميم البيوفيلي في المبنى
الطبيعة في الفراغ	P1 اتصال مرئي مع الطبيعة	●	- مسطحات زجاج معالج (تظليل ذاتي) بالواجهة يعزز التواصل بين الداخل والخارج. - الأتريوم عبارة عن ساحة خضراء مملوءة بالضوء وهي إلى حد كبير تمثل القلب الاجتماعي للمشروع وتوفر اتصالاً بصرياً وأجواء ديناميكية للعمل واللعب والمناظر الطبيعية الخضراء والماء والتهوية الطبيعية والاتصال البصري وجميعها تعزز الصحة والرفاهية.
	P2 اتصال غير مرئي مع الطبيعة	●	
	P3 منبهات حسية غير إيقاعية	●	
	P4 التقلب الحراري وتدفق الهواء	●	
	P5 وجود الماء	●	
	P6 ضوء ديناميكي ومنتشر	●	
	P7 الاتصال مع النظم الطبيعية	●	
المناظرة للطبيعة	P8 أشكال وأنماط بيومورفيك	╳	- استخدام المواد الطبيعية مثل الأخشاب والأحجار والرخام لتأكيد التواصل المادي مع الطبيعة. - تنظيم المبنى على شكل جناحين يحيطان بالفناء المركزي، الواجهات المتعامدة والسقف والمداخل الغائرة جميعها تؤكد على الشبكة الهيكلية الفعالة
	P9 الإتصال المادي بالطبيعة	●	
	P10 التعقيد والنظام	●	
طبيعة الفراغ	P11 المشهد	●	- فراغات مفتوحة للتواصل والتعاون وفراغات مغلقة تحقق الخصوصية وزيادة التركيز. - تناقض انسياب الفراغات الداخلية مع المظهر الخارجي الرسمي للمبنى. - تراسات مشتركة للاجتماعات غير الرسمية وفراغات الراحة على مستويات أعلى تطل على الفراغ المركزي.
	P12 الملاذ	●	
	P13 الغموض	●	
	P14 الخطر	●	

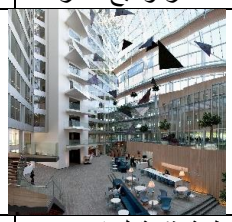
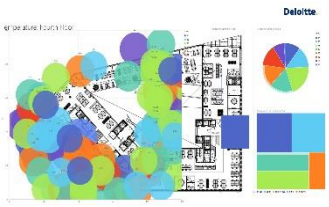
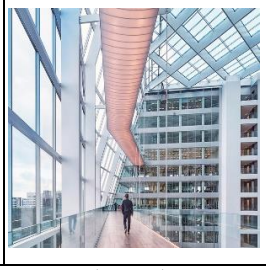
تحليل الأنماط

حقق تصميم المبنى ١٣ نمط من أنماط التصميم البيوفيلي حيث يربط المبنى الأشخاص بالطبيعة ويوفر لهم فرص للأتصال المباشر والغير مباشر مع الأشجار والنباتات الخضراء ويحقق التدفق للهواء الطبيعي داخل الفراغات والإضاءة الديناميكية والظلال كما تميز بالمرونة وتوفير بيئة عمل وظيفية تشجع على الاستكشاف ولم يحقق التصميم نمط إستخدام الأشكال المستعارة من الطبيعة فقط.

المصدر: (foster+partners, 2020)

٢.٦ تحليل حالات دراسة للتقنيات الذكية في أماكن العمل.

جدول (٨) مبنى The Edge آمستردام – ٢٠١٥ م - المصمم : PLP Architecture

الفكرة التصميمية	تم تصميم The Edge وفقاً لمبادئ العمل المرن وباستخدام تقنيات البناء الذكية لإنشاء مساحة عمل عالية الكفاءة ومرنة وإنتاجية، وتم تطبيق طريقة جديدة للعمل حيث يتشارك حوالي ٢٥٠٠ عامل في شركة Deloitte في ١٠٠٠ مكتب، ويُطلق على هذا المفهوم إسم المكاتب الساخنة ، مما يشجع على العلاقات الجديدة وتفاعلات الصدفة والاستخدام الفعال للفراغ وتستخدم المكاتب فقط عند الحاجة إليها.	
الإستدامة	من خلال استخدام التقنية يعد مبنى The Edge واحد من بين أكثر المباني كفاءة في استخدام الطاقة في العالم وفقا لشهادة التصنيف البريطانية BREEAM ، والتي منحت المبنى أعلى درجة استدامة تم منحها على الإطلاق في ذلك الوقت ٩٨,٤ %، كما حصل المبنى على إعتراف عالمي كواحد من أذكى المباني في العالم.	
التقنيات الذكية المستخدمة في المبنى		
تقنيات ذكية تساعد على علم التلامس	أدوات الأتمتة ● تقنيات التنشيط الصوتي ☒ تقنيات التنشيط الحركي ● إستشعار وتتبع الحركة ● 	- عند وصول الموظف إلى جراج المبنى تلتقط الكاميرات صورة لوحة الترخيص وتطابقها مع سجل العمل للموظف ثم يتم فتح البوابة أتوماتيكياً والدخول. - تستخدم مصابيح LED مزودة بأجهزة استشعار والتي تضاء بتقنيات التنشيط الحركي عند إقتراب المستخدم وتخفت عندما يغادر. - شاشات مسطحة ضخمة في كل زاوية بالمبنى يمكن توصيلها لاسلكياً مع أي هاتف أو كمبيوتر محمول. - روبوتات يتم التحكم فيها عن بعد وتقوم ليلاً بدوريات في المبنى لحفظ الأمن وفي حالة اطلاق إنذار يمكن لجهاز التحكم الآلي المجهز بكاميرا تحديد الجاني أو إعلام الأمن بأنه إنذار خاطئ.
تقنيات ذكية تقيس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى	أنظمة ذكية لقياس جودة الهواء الداخلي (IQA) ● تقنيات الإستشعار ● تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) ● 	- يحتوى المبنى على حوالي ٢٨٠٠٠ جهاز إستشعار يقيس كل شيء من إشغال محطات العمل إلى نظافة الحمامات، وتمتلئ ألواح الإضاءة LED في السقف (التي صنعتها Philips خصيصاً لمبنى Edge) بأجهزة استشعار تستشعرالحركة والضوء ودرجة الحرارة والرطوبة والأشعة تحت الحمراء مما يخلق سقفاً رقمياً يربط المبنى بأسلاك مثل نقاط الشبكة العصبية في الدماغ. - تقدم المستشعرات الموجودة في لوحات الإضاءة قراءات مفصلة لدرجة الحرارة والرطوبة وتوجد أنظمة تحكم دقيقة تقضي على مشكلة المناطق الساخنة والباردة والتي توجد غالباً بالقرب من النوافذ.  - نظام تحكم ذكي يحلل البيانات التي تنتجها مستشعرات المبنى والمشغلات والصمامات لتحسين تشغيل المبنى. - تتطلب لوحات الإضاءة فائقة الكفاءة قدراً هائلاً من الكهرباء ويمكن تشغيلها باستخدام نفس الكابلات التي تحمل البيانات للإنترنت.
تقنيات ذكية تقيس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين	أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها ☒ الهواتف الذكية ● التقنيات القابلة للارتداء ☒ تطبيقات لإلتقاط تعابير الوجه ☒ 	- يستخدم العاملين في المبنى تطبيق هاتف ذكي منذ اللحظة التي يستيقظ فيها العامل يكون متصلاً به ويتحقق التطبيق من الجدول الزمني له ويتعرف المبنى على سيارته عند وصوله ويوجهه إلى مكان وقوف السيارات، وفي فراغ العمل يعرف التطبيق تفضيلات المستخدم للضوء ودرجة الحرارة ويقوم بتعديل البيئة وفقاً لذلك. - يتم تعزيز الكفاءة في التطبيق بشكل أكبر من خلال اقتراح مواقع المكاتب للموظفين بناء على تفضيلات درجة الحرارة ومواقع الاجتماعات على مدار اليوم. - تقوم الشركة بجمع البيانات حول كيفية تفاعل المبنى والعاملين حيث تتعقب لوحات التحكم المركزية كل شيء بدءاً من إستخدام الطاقة وحتى وقت الحاجة إلى إعادة تعبئة ماكينات القهوة، وفي الأيام التي يتوقع فيها عدد أقل من العاملين قد يتم إغلاق قسم بأكمله مما يقلل من تكاليف التدفئة والتبريد والإضاءة والتنظيف.
التحليل	تم إستخدام التقنيات الخاصة بقياس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى والتقنيات عدم اللمس التي تعتمد على المستشعرات وتنشيط الحركة وإنترنت الأشياء، كما تم إستخدام تطبيق الهواتف الذكية بينما لم يتم إستخدام التقنيات وأجهزة الإستشعار القابلة للارتداء كما لم يتم إستخدام تطبيقات الفيديو لإلتقاط تعابير الوجه والتي تعتبر تقنيات مستقبلية يتوقع إستخدامها على نطاق واسع.	

المصدر: (Randall, 2015)

جدول (٩) مبنى Makers Quarter Block D – كاليفورنيا ٢٠١٨ م - المصمم : BNIM Architect

الفكرة التصميمية

تم تصميم المبنى كجزء من منطقة فنون وثقافة وابتكار جديدة في وسط مدينة سان ديجو لتطوير مفاهيم أماكن العمل ووضع معايير عالية للتطوير المستقبلي داخل المنطقة، ويغير المبنى المفاهيم الحالية حول أماكن العمل ويعيد تعريف مكان العمل باعتباره بيئة صحية ومنتجة لرواد الأعمال والفنانين للإبداع والابتكار مع تعزيز ثقافة المجتمع وتوفير المرونة لمبنى متعدد المستأجرين ومساحة أكبر قابلة للتأجير.

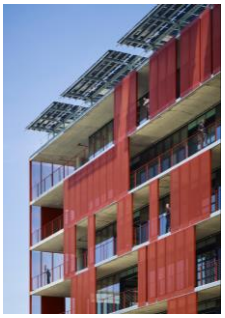
الإستدامة

أول مبنى مكاتب في وسط مدينة سان ديجو ليحقق صفرية إستهلاك الطاقة Net Zero Energy وشهادة LEED Platinum البلاتينية وقد أدت عمليات محاكاة الطاقة والتهوية الطبيعية ودراسات المناخ للمبنى إلى دعم عملية التصميم واستراتيجيات التصميم المستدام التي تم دمجها في جميع مراحل دورة حياة المبنى.

التقنيات الذكية المستخدمة في المبنى

تقنيات ذكية تساعد على عالم التلامس

أدوات الأتمتة	●
تقنيات التنشيط الصوتي	╳
تقنيات التنشيط الحركي	●
إستشعار وتتبع الحركة	●



- يحتوي المبنى على أجهزة الاستشعار متعددة مثل أجهزة استشعار وتتبع الحركة لتحديد نسبة الإشغال في المبنى وأجهزة استشعار ضوء النهار وأجهزة استشعار الأبواب والنوافذ، كما يحتوي على أجهزة تحكم آلية في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء وأنظمة إدارة التحكم في الوصول والكاميرات الأمنية ووحدات التحكم في الستائر.
- تعتمد الفراغات المكتبية عالية المرونة على التهوية الطبيعية من خلال استخدام النوافذ والأبواب الآلية في كامل المبنى كما تستخدم مظلات تعمل أتوماتيكياً تساعد على تقليل الإشعاع الشمسي المباشر مع السماح بدخول ضوء النهار.

تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى

أنظمة ذكية لقياس جودة الهواء الداخلي (IQA)	●
تقنيات الإستشعار	●
تقنيات إنترنت الأشياء (IoT)	●

- في المباني التجارية ذات المستأجرين المتعددين من المهم لكل مستأجر أن يكون لديه القدرة على تحسين مساحته بالكامل لتناسب احتياجاته، مع السماح لشركة إدارة الممتلكات في المبنى بمراقبة الأداء الكلي للمبنى من خلال وجود نظام إدارة مبني شامل (BMS) يضمن أن يقوم المبنى بإجراء تعديلات في الوقت الفعلي على البيئة المتغيرة مع ضمان مراقبة استهلاك الطاقة والتحكم فيها.

- وقد دخلت شركة Makers Quarter في شراكة مع منصة التشغيل الآلي Locbit الرائدة والمبتكرة لإنترنت الأشياء وهي عبارة عن نظام للأجهزة تم إنشاؤه لمراقبة وقياس وتحليل كفاءات الطاقة من خلال تفسي البيانات التي تم جمعها، كما تعمل المنصة المدعومة بالذكاء الاصطناعي على ضبط أنظمة البنية التحتية للمبنى تلقائياً لتقليل إستهلاك الطاقة في وقت الذروة ولإنشاء مبنى ذكي يعمل بكامل طاقته ويحلل البيانات ويخلق أتمتة في الوقت الفعلي للتشغيل تعود بالنفع على الملاك والمستأجرين والعاملين.

تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين

أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها	╳
الهواتف الذكية	●
التقنيات القابلة للارتداء	╳
تطبيقات لإلتقاط تعابير الوجه	╳

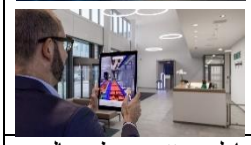
- تم التصميم كمكتب تعاوني يعزز التفاعلات العفوية والصدفة عن طريق مسارات الحركة المفتوحة والفناء والشرفات التعاونية المرتفعة وتشجع فراغاته التواصل البشري وتبادل الأفكار مما يؤدي بشكل فعال إلى تعزيز الرفاهية والإنتاجية.
- يعمل حل أتمتة الرعاية الصحية من منصة Locbit المستخدمة في المبنى على توفير بيئة عمل صحية مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتحسين تجربة العاملين بشكل عام كما ينبه التطبيق العاملين وأصحاب الأعمال إلى المخاطر المحتملة مثل تسرب ثاني أكسيد الكربون أو المشكلات الأمنية مثل فتح نافذة أو باب ويتيح لهم رؤية البيانات في الوقت الفعلي واتخاذ الإجراءات السريعة لضمان سلامتهم والحد من الأضرار التي تلحق بالمبنى.
- تتكامل تقنية إنترنت الأشياءIoT المتقدمة من Locbit تماما مع جميع الأجهزة الذكية مما يسمح للعاملين بمراقبة تغيرات الإضاءة والمناخ، ومن خلال التطبيق يمكن لأصحاب الأعمال الوصول إلى تقارير البيانات التي يمكن أن تقلل التكلفة التشغيلية وتزيد الإنتاجية وتعزز تجربة العاملين.

التحليل

تم إستخدام جميع التقنيات الخاصة بقياس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى وإستخدام جميع التقنيات التي تعتمد على المستشعرات وتنشيط الحركة وأجهزة إنترنت الأشياء كما تم إستخدام تطبيق الهواتف الذكية لربط العاملين بالمبنى بينما لم يتم إستخدام تقنيات التنشيط الصوتي والتقنيات وأجهزة الإستشعار القابلة للارتداء.

المصدر: (bnim, 2018)

جدول (١٠) مقر شركة سيمنس – سويسرا - ٢٠١٩ م - المصمم : Christoph Leitgeb

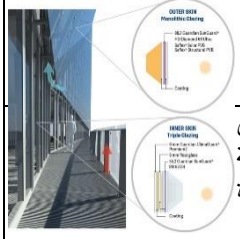
الفكرة التصميمية	تعرض شركة سيمنس العديد من منتجاتها في مقرها الجديد في zug بسويسرا باعتبارها رائدة في تقنيات البناء الذكية والذي يتكون من ٣ مباني ويعتبر المقر مشروع مرجعي للمباني الذكية يعرض فرص الرقمنة في تكنولوجيا البناء وكفاءة الطاقة والعمل الموجه نحو المستقبل، وخلف واجهات مبانى المقر التي تبدو تقليدية تتشكل أماكن عمل ذكية للغاية وتتسم بالمرونة فهي تتعلم من التفاعلات السابقة وتتكيف بإستمرار مع احتياجات المستخدمين وبالتالي تساهم بشكل فعال في نجاحهم، لتغيرمفهوم أماكن العمل من مساحات ثابتة وغير نشطة إلى مساحات متجاوبة ومتفاعلة قادرة على رعاية مستخدميها.
الإستدامة	تم التركيز بشكل خاص على الاستدامة وكفاءة الطاقة في المباني ويلبي مبنى المكاتب أعلى متطلبات معيار LEED مما يمنحه شهادة بلاتينية حيث يتحكم نظام أتمتة المبنى المتكامل مع تحسين الطاقة على أساس منصة إدارة المباني المتكاملة Desigo CC في استهلاك الطاقة وجميع الأنظمة في المباني.
التقنيات الذكية المستخدمة في المبنى	
تقنيات ذكية تساعد على عالم التلامس	أدوات الأتمتة ● تقنيات التنشيط الصوتي ╳ تقنيات التنشيط الحركي ● إستشعار وتتبع الحركة ● - يستخدم مبنى المكاتب مجموعة متكاملة من تقنيات البناء وتكنولوجيا الأمن والسلامة من الحرائق من شركة سيمنز الذكية للبنية التحتية وحلول الأمان والأتمتة والتحكم في الوصول والدوائر التلفزيونية المغلقة واكتشاف ثاني أكسيد الكربون وأتمتة الغرف والأجهزة الميدانية ...ألخ، بهدف تحسين الاستدامة وتجربة المستخدم. - تم تركيب ١٣٥٠ جهاز استشعار في مبنى المكاتب حيث تسمح مستشعرات البيانات والتكنولوجيا الذكية المثبتة في المبنى بضبط إعداداته ليكون موفراً للطاقة قدر الإمكان، وتقوم التطبيقات المختلفة بتوثيق وقياس وضبط استهلاك المبنى من الكهرباء والتدفئة وتكييف الهواء والمياه كما يتم ضبط أنظمة إضاءة LED المثلى حسب كمية الضوء الطبيعي الذي يدخل المبنى، وتتكيف وحدات تكييف الهواء تلقائياً مع ارتفاع درجات الحرارة بالإضافة إلى عدد ومواقع الأشخاص في المبنى
تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى	أنظمة ذكية لقياس جودة الهواء الداخلي (IQA) ● تقنيات الإستشعار ● تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) ● - يعد المقر من أبرز المشاريع الجديدة التي تستخدم نمذجة معلومات البناء (BIM) للتصميم والبناء ويعتبر التوأم الرقمي digital Twin (نموذج ثلاثي الأبعاد للمبنى) المعزز بالمعلومات الفنية هو الأساس لإدارة المباني الذكية والفعالة .  - بالإضافة إلى تحسين تجربة المستخدم سمحت نقاط البيانات أيضا بالمراقبة في الوقت الفعلي وتحديث نظام نمذجة معلومات المبنى، حيث تم تنفيذ النموذج بأكمله بشكل مصطنع فوق الهيكل المادي في شكل تطبيق ذكاء اصطناعي (AR)، مما يساعد على تحديد مشكلات الصيانة وتنبيه الموظفين إلى المشكلات ويتم بعد ذلك ترميز البنية التحتية الداخلية بالألوان مع وضع علامة على الأنظمة المعيبة باللون الأحمر.
تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين	أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها ╳ الهواتف الذكية ● التقنيات القابلة للارتداء ╳ تطبيقات لإلتقاط تعابير الوجه ● - يرتبط منصة تطبيق The Comfy بالهاتف المحمول للعاملين وتتيح ربطهم بالمبنى بسلاسة وتمكنهم من التحكم في جوانب بيئة مكان العمل (درجة الحرارة - الإضاءة - طلبات العمل - الخرائط - وسائل الراحة - حجز غرف الاجتماعات) وكذلك تحديد مكان زملائهم في المكتب عبر جهاز تعقب GPS مدمج. - يتعرف التطبيق من خلال التعلم الآلي بعد ذلك على تفضيلات كل عامل ويعدل بيئته وفقاً لذلك، ثم يتم ربط تفضيلات كل عامل بالحساب الخاص به بحيث يتم تحديد الإضاءة ودرجة الحرارة المثلى له ويتفاعل المبنى للتأكد من أن المنطقة التي من المقرر أن يعمل فيها تتناسب معه، مما يضيف قيمة إلى الأفراد والأعمال من خلال حلول المكاتب الذكية وتمكين الموظفين ليس فقط من العمل في بيئة جديدة ولكن أيضاً العمل في بيئة تستجيب بذكاء لاحتياجاتهم. - كما يحتوي مبنى المكاتب على أجهزة مراقبة وكاميرات تستخدم تقنيات التعرف على الوجه لتحديد الهوية وتحديد الحالات والمشاعر العاطفية للعاملين، فعند تحديد الهوية يتعرف الذكاء الاصطناعي على ملامح الوجه على أنها بيانات بيومترية فريدة عند تحديد المشاعر أو اكتشاف تعبيرات الوجه فيحدد الذكاء الاصطناعي الخصائص الشاملة لتحديد الحالة العاطفية.
التحليل	تم إستخدام جميع التقنيات الخاصة بقياس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى وإستخدام التقنيات التي تعتمد على المستشعرات وتنشيط الحركة وإنترنت الأشياء كما تم إستخدام تطبيق الهواتف الذكية Comfy لربط العاملين بالمبنى وتطبيقات التعرف على تعبيرات الوجه بينما لم يتم إستخدام تقنيات التنشيط الصوتي والتقنيات وأجهزة الإستشعار القابلة للارتداء لقياس مؤشرات الصحة والرفاهية .

المصدر: (Siemens, 2019)

جدول (١١) مبنى cube – برلين - ٢٠٢٠ م - المصمم : 3XN Architects

الفكرة التصميمية

يتميز هذا المبنى النحتي الشهير بتقنيات مكتبية ذكية رائدة ويقع في قلب برلين في موقع تاريخي هام ويوفر هذا الموقع المكان المثالي لهذا المعلم الجديد ، وأهم ما يميز مكعب برلين ليس فقط شكله المعماري ولكن أيضاً أنه يحتوي على ذكاء اصطناعي (AI) بالإضافة لاتباعه لأعلى معايير أمان تكنولوجيا المعلومات، حيث يعرض المبنى أحدث وأذكى تطورات البناء في ألمانيا من خلال الجمع بين الاستدامة والتصميم المتطور والرقمنة Digitalization وراحة المستخدم لتأكيد أن الأماكن الصحية والمنتجة للعمل يمكن أيضا أن تكون مستدامة وذكية، ويوفر التصميم النحتي المميز للواجهة من خلال التزجيج العاكس للمشاهدين على مستوى الشارع تجربة مدينتهم بأشكال غير متوقعة وشبه متلألئة.



الإستدامة

يتميز مكعب برلين كمبنى زجاجي بواجهاته المستجيبة وتصميمها المدروس الذي يتضمن تطبيقاً رائدا للظلاء الشمسي على السطح الخارجي للواجهة المزدوجة بالإضافة إلى مجموعة الحلول التقنية التي تشمل إلتقاط الطاقة مما يسمح له بالعمل كمبنى زجاجي بالكامل ذو كفاءة عالية في إستخدام الطاقة بالحصول على شهادة المعيار العالمي للاستدامة DNGB الذهبية.

التقنيات الذكية المستخدمة في المبنى

تقنيات ذكية تساعد على عدم التلامس

أدوات الأتمتة	●
تقنيات التنشيط الصوتي	●
تقنيات التنشيط الحركي	●
إستشعار وتتبع الحركة	●

- مبنى ذكي يوضح كيف يمكن للمباني المكتبية أن تتعلم التفكير ويتعلم هذا المبنى الذكي من مستخدميه من خلال وحدة تحكم مركزية أطلقوا عليها "العقل المركزي".
- يحتوي المبنى على٣٧٥٠ مستشعراً تضع احتياجات المستخدمين في المقام الأول بينما تمثل المستشعرات الأعضاء الحسية، فإن النظام المركزي الذي يدعم الذكاء الاصطناعي في مبنى مكعب برلين هو "الدماغ".
- يتم دمج التقنيات الرقمية الذكية معا في مجموعات مختلفة لتسهل على المستخدمين تشغيل المبنى وتوفر إستخدامات ذكية لهم مثل التنقل الداخلي وتتبع الأشخاص والأشياء والتحكم في الوصول للخدمات بإستخدام تقنيات التنشيط الصوتي والتعرف على الوجه.

تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى

أنظمة ذكية لقياس جودة الهواء الداخلي (IQA)	●
تقنيات الإستشعار	●
تقنيات إنترنت الأشياء	●

- ينشئ العقل المركزي رابطاً ذكياً بين جميع المعدات التقنية وأجهزة الاستشعار جنباً إلى جنب مع بيانات التخطيط والتشغيل وبيانات المستخدم للتحكم الأمثل في العمليات التي تتم في المبنى، ويتعلم "العقل" من البيانات المرتبطة بالعملية والمستخدمين والبيئة ويقدم اقتراحات للتحسينات، على سبيل المثال لا تحتاج المساحات غير المستخدمة في المبنى إلى تدفئة أو تهوية أو إضاءة حيث يتعرف النظام على هذا ويوقف تشغيل المعدات في هذه المناطق.
- يتم الاستمرار في تلبية احتياجات المستخدمين المتغيرة وتوفير مساحات جذابة لهم من خلال تطبيقات إنترنت الأشياءIOT لتقديم معلومات شاملة عن الخدمات الرئيسية وأي تغييرات تطرأ عليها مثل استهلاك الطاقة وتحليل سلوك المستخدم مما يتيح التشغيل الفعال للمبنى.

تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين

أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها	☒
الهواتف الذكية	●
التقنيات القابلة للارتداء	●
تطبيقات لإلتقاط تعابير الوجه	●

- يتم دعم تفاعل العاملين مع المبنى من خلال نهج "إحضار جهازك الخاص" ويتم تحقيق ذلك من عن طريق تطبيق من شركة Drees & Sommer يقود السلوك المستدام ويزيد من كفاءة الطاقة مع تقليل تكاليف التشغيل غير الضرورية ومخالفات الصيانة، بهذه الطريقة يمكن للمستخدمين التفاعل مع مساحات العمل الخاصة بهم بطرق غير مسبوقة وتسمح الميزات الذكية للمستخدمين التحكم في الوصول والتدفئة والتبريد الداخلي والصيانة وإمدادات الطاقة ومواقف السيارات.
- يتم مساعدة العاملين في المبنى من خلال تطبيق مطور خاص لهواتفهم الذكية تم إنتاجه خصيصاً لهم ، والذي يستخدم البيانات الشخصية فقط إلى الحد الذي يسمح به قانون حماية البيانات العامة للاتحاد الأوروبي، يهدف التطبيق بالكامل إلى خلق قيمة مضافة للمستخدم ويقدم للجميع مجموعة واسعة من الخيارات لتبسيط التحكم في مساحات العمل الخاصة بهم لتوفير الراحة والرفاهية.
- يدخل المبنى ومستخدموه في تفاعل مستمر حيث يتعلم كل منهما من الآخر، يتعلم المبنى التكيف مع تفضيلات المستخدمين وتحليل سلوك المستخدم والتعرف على تعبيرات الوجه، بينما يمكن للمستخدمين التحكم في إعدادات المبنى وتكييفها وفقًا لرغباتهم واحتياجاتهم.

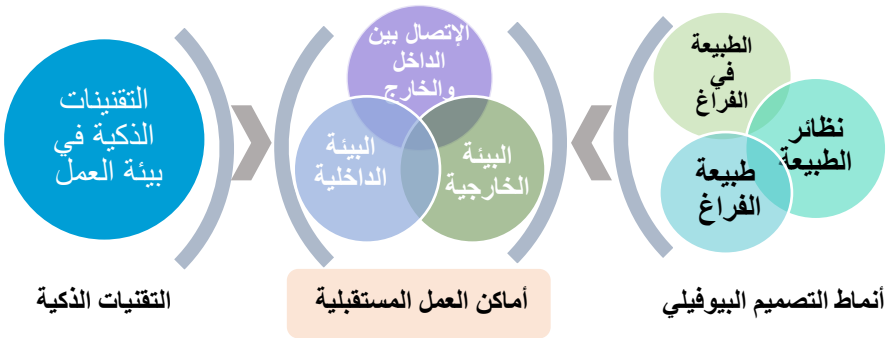
التحليل

تم إستخدام جميع التقنيات الخاصة بقياس مؤشرات الأداء الصحي للمبنى وإستخدام جميع التقنيات التي تعتمد على المستشعرات وتنشيط الحركة والصوت وإنترنت الأشياء كما تم إستخدام تطبيق الهواتف الذكية لربط العاملين بالمبنى وتوفير بيئة عمل عالية الكفاءة وتطبيقات التعرف على تعابير الوجه بينما لم يتم إستخدام أجهزة الإستشعار القابلة للارتداء لقياس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين.

المصدر: (3xn, 2020)

٧. صياغة إطار دمج التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية في أماكن العمل المستقبلية.

إعتمادا على الدراسة النظرية والدراسة التحليلية السابقة يمكن صياغة إطار لأماكن العمل المكتبية المستقبلية قائم على مبادئ وأنماط التصميم البيوفيلي ومدعوم بالتقنيات الذكية ووضع مجموعة من استراتيجيات وأليات التصميم اللازمة لتحقيق ذلك بهدف توفير بيئات عمل أمنة تعزز الصحة والرفاهية والإنتاجية للعاملين – شكل (١٠).



شكل (١٠) مخطط دمج أنماط التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية في أماكن العمل المستقبلية- المصدر: الباحث

١.٧ دمج الطبيعة في أماكن العمل المكتبية المستقبلية .

تحقيق أنجح تجارب دمج الطبيعة في أماكن العمل يتم بإنشاء روابط ذات معنى ومباشرة مع هذه العناصر الطبيعية لا سيما من خلال التنوع والحركة والتفاعلات متعددة الحواس ويمكن تلخيصها في النقاط التالية - جدول (١٢).

جدول (١٢) دمج الطبيعة في أماكن العمل المستقبلية

	أنماط البيوفيليا	أنماط التصميم البيوفيلي في المبنى
الطبيعة في الفراغ	**P1 اتصـــال مرئي مع الطبيعة**	الإتصال البصري مع الطبيعة من خلال الإعتماد على النباتات والإضاءة الطبيعية والماء بالإضافة إلى الصور التمثيلية والرمزية للطبيعة.
	P2 اتصـــال غير مرئي مع الطبيعة	الشعور بمستوى نضارة مكان العمل من خلال الحواس الأخرى مثل (السمع- التذوق - الشم - اللمس) دمج الاتصالات غير المرئية مع جوانب أخرى من أنماط التصميم.
	P3 منبهات حسية غير إيقاعية	تساعد الحركات غير المتوقعة التي تحدث في الطبيعة في الحفاظ على التركيز واستعادة الإنتباه وتحفيز الوضوح والحيوية للعاملين .
	P4 التقلـب الحراري وتدفق الهواء	تصميم مكان العمل بطريقة تسمح للمستخدمين من تجربة تغير درجات الحرارة وتدفق الهواء من أجل التحكم في ضبط درجة الحرارة والإضاءة وتدفق الهواء لإدراك الراحة الحرارية لهم وبالتالي تحسين التركيز والحيوية.
	P5 وجود الماء	يمكن للمصممين التحكم في الشعور بالماء في المكان عن طريق ضبط السيولة والحجم والصوت والاضطراب وإمكانية وصول المستخدمين إليها.
	P6 ضـــوء دينـاميكي ومنتشر	لا يفضل الإختراق الشديد لأشعة الشمس ويجب إيجاد التوازن بين توزيع الإضاءة الموحدة والديناميكية ويتحقق ذلك من خلال تظليل الواجهات وإستخدام الأفنية الداخلية التي تسمح للضوء بمستويات متغيرة من الإنتشار
	P7 الاتصـــال مع النظم الطبيعية	التكامل مع الأنظمة الطبيعية من خلال إعطاء إطلالة على مشهد طبيعي أو دمج التصميم سريع الاستجابة للتغيرات البيئية الخارجية في غلاف المبنى.

إستراتيجيات وإعتبارات التصميم

البيئة الخارجية لأماكن العمل	الإتصال بين الداخل والخارج	البيئة الداخلية لأماكن العمل.
▪ إعطاء الأولوية للطبيعة الحقيقية والتنوع البيولوجي على الطبيعة المحاكاة. ▪ التصميم المنسجم مع التضاريس الطبيعية للأرض. ▪ زراعة أكبر قدر ممكن من النباتات والأشجار بالموقع. ▪ نوافير وشلالات وبرك ماء طبيعية أو صناعية في الموقع. ▪ زراعة واجهات وأسطح المباني كنظام بيئي وليس مجرد حديقة زخرفية.	▪ تعزيز التواصل بين الداخل والخارج من خلال كفاءة تصميم غلاف المبنى لخلق تجربة متعددة الحواس. ▪ زيادة مسطح الزجاج المعالج بالواجهات (ذاتي التظليل). ▪ نوافذ قابلة للفتح تمنح الفرصة للاتصال البصري والغير بصري. ▪ التصميم المستجيب للغلاف لتعزيز ضوء النهار وجذب الهواء النقي. ▪ تظليل النوافذ الذكية التي يتم تنشيطها بإستخدام تقنيات تتبع واستشعار حركة الشمس.	▪ تخطيط فراغات العمل لدعم خطوط الرؤية المرغوبة للوصول البصري للطبيعة ▪ مناطق العمل بجوار النوافذ لرؤية العناصر الطبيعية بالخارج ▪ دمج الإضاءة والتهوية الطبيعية والماء في فراغات العمل أمراً أساسياً لدعم التجربة الغير مرئية. ▪ قدرة المستخدمين على التحكم وتعديل الظروف الحرارية لبيئتهم ▪ أفنية داخلية خضراء ومسطحات مائية وإضاءة طبيعية ديناميكية.

المصدر: الباحث

٢.٧ دمج النماذج المناظرة للطبيعة في أماكن العمل المكتبية المستقبلية.

ويتم من خلال محاكاة الكائنات والمواد والألوان والأشكال والتسلسلات والأنماط الموجودة في الطبيعة وإستخدام المواد الطبيعية التي تمت معالجتها في تصميم أماكن العمل مما يوفر اتصالاً غير مباشراً بالطبيعة - جدول (١٣).

جدول (١٣) دمج النماذج المناظرة للطبيعة في أماكن العمل المستقبلية

	أنماط البيوفيليا	أنماط التصميم البيوفيلي في المبنى
النماذج المناظرة للطبيعة في الفراغ	**P8 أشكال وأنماط بيومورفيك (مستعارة من الطبيعة)**	استخدام أشكال وأنماط مستعارة من الطبيعة وعناصر التصميم المحاكي للطبيعة بطريقة تحقق للمستخدمين الإتصال مع الطبيعة وتخلق بيئة عمل مفضلة بصرياً تعزز الأداء المعرفي وتساعد في تقليل الإجهاد مع تجنب المبالغة في ذلك.
	P9 الإتصال المادي بالطبيعة	دراسة خصائص المواد الطبيعية ومعالجات إستخدامها في الهيكل أو كعناصر زخرفية في أماكن العمل حيث تشعر المستخدم براحة وهدوء أكبر مقارنة بالمواد المصنعة، مع تطبيق النسبة الذهبية التي تأتي في الأصل من الطبيعة لتحقيق المتعة البصرية المثلى.
	P10 التعقيد والنظام	معلومات حسية عن التسلسل والتشكيل الذي يحاكي الطبيعة من خلال الإعتماد على أنماط هندسة الكسوريات Fractals مع تحقيق التوازن بين التعقيد والنظام، ومع إستخدام تطبيقات التصميم بالحاسب الألي المعتمدة على الخوارزميات يتم عمل تصميمات كسورية بسهولة ودقة .
	إستراتيجيات وإعتبارات التصميم	
	البيئة الخارجية لأماكن العمل	**الإتصال بين الداخل والخارج** / **البيئة الداخلية لأماكن العمل.**
	▪ خطوط وأشكال ومحاكاة حيوية وعضوية في تنسيق الموقع وفي تصميم عناصر وظيفية مثل الأسوار والبوابات بأشكال من الطبيعة ▪ إستخدام المواد الطبيعية مثل الأخشاب والأحجار في تنسيق البيئة الخارجية. ▪ إستخدام الأشكال الهندسية الكسورية Fractal في عناصر البيئة الخارجية .	▪ تصميم الغلاف الخارجي والفتحات والشرفات بأشكال وكتل مستوحاه من الطبيعة . ▪ إستخدام المواد الطبيعية في الواجهات مع المعالجة بأقل قدر ممكن لتعكس البيئة المحلية للمبنى ▪ إستخدام الأشكال الهندسية الكسورية Fractal في الواجهات والنوافذ المتسلسلة تسلسلاً هرمياً. / ▪ أشكال محاكية للطبيعة في عناصر التصميم الداخلي. ▪ إستخدام المواد والألوان الطبيعية مع مراعاة تنوعها في تصميم الفراغ الداخلي والأثاث . ▪ استخدام أشكال الهندسية الكسورية في الفراغات وفي العناصر الوظيفية (كالأعمدة الهيكلية الظاهرة في الفراغ وذات النمط الهندسي المتكرر وفي العناصر الزخرفية).
المصدر: الباحث		

٣.٧ دمج أنماط طبيعة الفراغ في أماكن العمل المكتبية المستقبلية.

أنماط طبيعة الفراغ تقوم على مبدأ الرغبة الفطرية للإنسان في القدرة على رؤية ما وراء محيطه المباشر والإحساس بالفراغ كالإحساس بالأمان أو بالغموض أو بالخطر، ويمكن تحقيق ذلك في أماكن العمل من خلال تصميم بيئة عمل حسية جذابة ممزوجة بأنماط الطبيعة في الفراغ والنماذج المناظرة للطبيعة - جدول (١٤).

جدول (١٤) دمج أنماط طبيعة الفراغ في أماكن العمل المستقبلية

	أنماط البيوفيليا	أنماط التصميم البيوفيلي في المبنى
طبيعة الفراغ	**P11 المشهد(الأفق)**	النظرعلى مشهد بعيد للأفق من مكان العمل يمكن أن يقلل من مستوى الإجهاد والملل ويوفر شعوراً بالراحة والتحرر ويعزز التركيز والإدراك لدى العاملين.
	P12 الملاذ	توفير فراغات منفصلة وآمنة للعمل أو الراحة أو التأمل من خلال بعض اعتبارات التصميم، أبسطها تغطية منطقة العمل من الخلف حيث يميل الإنسان إلى الرغبة في الشعور بالأمان والحماية من الخلف أولاً ثم يعتبر الإحساس بالتغطية من الأعلى الأولوية الثانية للوصول لهذا الشعور.
	P13 الغموض	الغموض ينطوي على الحركة والتحليل ويتطلب الانتقال من مكان إلى آخر لاستكشافه وفهمه لتوفير بيئة عمل وظيفية تشجع على الاستكشاف بطريقة تدعم تقليل الإجهاد والاستعادة المعرفية، ويمكن تطبيق هذا النمط في مسارات الحركة والممرات و الساحات الداخلية والإنتقالية في أماكن العمل.
	P14 الخطر	الشعور بالخطر الممزوج بعنصر أمان يساعد على إثارة الإنتباه والفضول وتحديث الذاكرة ومهارات حل المشكلات، وهناك درجات مختلفة من المخاطر التي يمكن دمجها في تصميم أماكن العمل اعتماداً على المستخدم والفراغات المتاحة مثل إستخدام العناصرالتي توحي بأنها على وشك السقوط أو خطر الإبتلال بالماء أو فقد السيطرة .

	إستراتيجيات وإعتبارات التصميم		
	البيئة الخارجية لأماكن العمل	**الإتصال بين الداخل والخارج**	**البيئة الداخلية لأماكن العمل.**
	▪ التصميم مع أو حول نظام إيكولوجي يساعد على ثراء المعلومات عن الأفق. ▪ أماكن جلوس وممرات مغطاة وأكشاك وبرجولات ومظلات توفر مناطق أمنة تعطي شعوراً بالاحتواء والإنعزال والخصوصية والحماية من المناخ. ▪ حجب جزء من المشهد الخارجي لحث المستخدم على توقع المشهد الكامل واستكشاف عناصر البيئة الخارجية. ▪ مسارات حركة متعرجة ومنحدرات عبر النباتات والصخور وأحواض المياه مع توافر عنصر الأمان من الأذى والسماح بتجربة مثيرة للأهتمام للمخاطر المتعمدة.	▪ توجيه المباني بحيث يساعد على تحسين الوصول البصري إلى المناظر الخارجية . ▪ الواجهات الزجاجية وحوائط سلالم زجاجية خارجية وداخلية لتعطي رؤية جيدة مزدوجة للأفق. ▪ توفير بعض النوافذ ذات الجلسات المنخفضة والعميقة التي توفر مسطح للجلوس عليها. ▪ النوافذ التي تطل على مناطق عامة يتغير النشاط فيها باستمرار ستكون أكثر فعالية في الشعور بالغموض في أماكن العمل حيث تتضمن محتوى أو معلومات متجددة. ▪ الكوابيل والشرفات والواجهات الشفافة تعطي إحساس بالمخاطرة لكنها مثيرة للاهتمام والإستكشاف.	▪ المساقط المفتوحة وإزالة الحواجز البصرية في تصميم فراغات ومحطات العمل وإستخدام قواطيع بإرتفاع يسمح للجالس بإمتداد الرؤية. ▪ توفير فراغات العمل المنفصلة وذات أسقف منخفضة تستخدم كملاذ أمن لتلبية الاحتياجات المتنوعة وتكون ذات أبعاد تختلف تبعا لإستخدام الفراغ وإضاءة مختلفة عن الفراغات المفتوحة المجاورة مع توفير إمكانية تحكم المستخدم فيها . ▪ أنماط الظل والظلال يعزز بيئة عمل متغيرة بإستمرار والإحساس بالغموض كما أن المسارات والممرات أكثر فاعلية في التحفيز على الحركة. ▪ الأفنية الداخلية مزدوجة الإرتفاع مع وجود تراسات وممرات حركة على مناسيب مختلفة تطل عليها.
المصدر: الباحث			

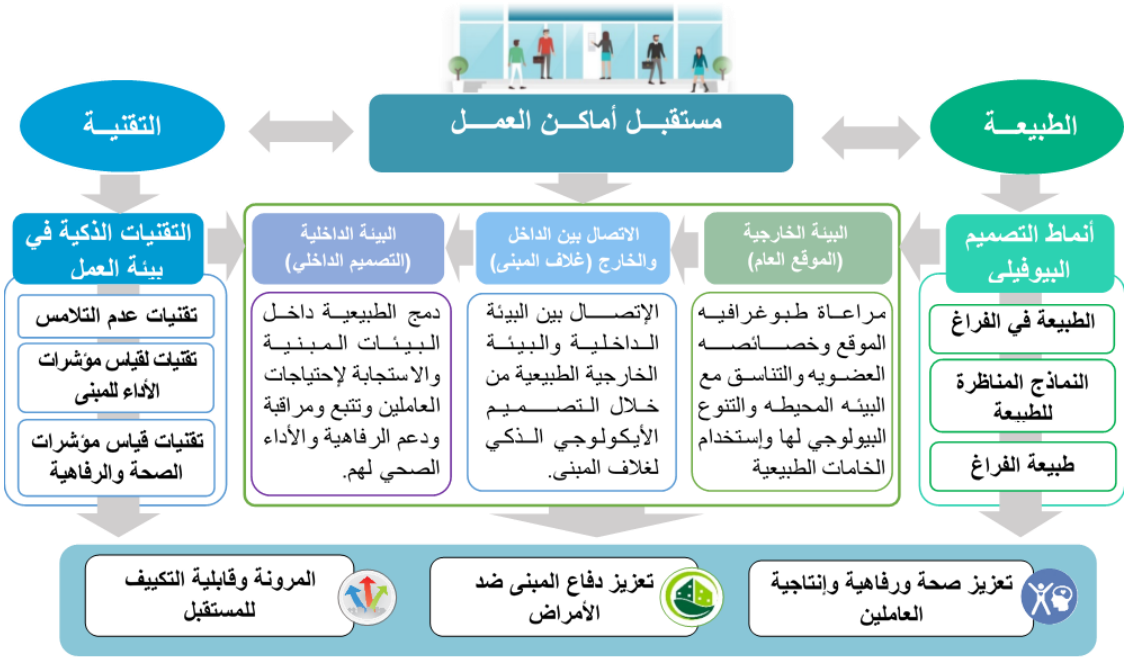
٤.٧ دمج التقنيات الذكية في أماكن العمل المكتبية المستقبلية.

التقنيات الذكية في أماكن العمل تساعد العاملين على جعل بيئة عملهم أكثر صحة وكفاءة وإنتاجية وجعل كلاً من المبنى والعاملين قادرين على التفاعل والتواصل مع بعضهم البعض- جدول (١٥).

جدول (١٥) دمج التقنيات الذكية في أماكن العمل المستقبلية – المصدر: الباحث		
التقنيات الذكية في المبنى	**تقنيات ذكية تساعد على عدم التلامس**	دمج أدوات الأتمتة وتقنيات التنشيط الصوتي أو الحركة وتطبيقات إستشعار وتتبع الحركة في أماكن العمل لتقليل نقاط الاتصال المباشر والحد من فرصة التعرض للجراثيم.
	تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الأداء لأماكن العمل	وجود آلية للتحقق من أداءها والقيام بالمراقبة البيئية الدقيقة باستمرار من خلال أنظمة ذكية ودقيقة تسمح بالقياس المستمر لمؤشرات جودة الهواء الداخلي مثل ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة والرطوبة ...ألخ
	تقنيات ذكية لقياس مؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين	تتبع ومراقبة ودعم الأداء الصحي للموظفين في الوقت الفعلي وكذلك تتبع أداءهم بإستخدام الهواتف الذكية والتقنيات القابلة للارتداء كالساعات الذكية والنظارات الذكية وأجهزة الرأس والسماعات الذكية والأساور والملابس الذكية وغيرها، مع إعتماد الأساليب الجديدة التي يدعمها الذكاء الاصطناعي وأجهزة الاستشعار الذكية في أماكن العمل.
	▪ تظليل النوافذ الذكية التي يتم تنشيطها باستخدام تقنيات الإستشعار لتتبع حركة الشمس. ▪ أنظمة ذكية ودقيقة تسمح بالقياس المستمر لمؤشرات جودة الهواء الداخلي والضوء والصوت والراحة الحرارية وهي المقاييس الحاسمة لجودة فراغ العمل. ▪ أنظمة التحكم الذكية للمستخدمين في بيئة العمل لأتمتة المباني تضمن السماح لهم بالتحكم في الإضاءة والتهوية ودرجة الحرارة والصوت لتحقيق الراحة الحرارية والبصرية والسمعية. ▪ أجهزة الاستشعار متعددة مثل أجهزة استشعار وتتبع الحركة لتحديد نسبة الإشغال في المبنى وأجهزة استشعار ضوء النهار وأجهزة استشعار الأبواب والنوافذ. ▪ منصات وتطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) مدعومة بالذكاء الاصطناعي (AI) لمراقبة وقياس وتحليل كفاءات الطاقة وتفسير البيانات ▪ تطبيقات مطورة للهواتف الذكية للعاملين تتيح ربطهم بالمبنى بسلاسة وتمكنهم من التحكم في جوانب بيئة مكان العمل. ▪ تطبيقات قياس تقلبات تعبيرات الوجه ولغة الجسد والمواقف التي تؤدي إلى تغييرات في السلوك والرفاهية البدنية والعقلية. ▪ مستقبلاً مع بدء إعتماد الأساليب الجديدة التي يدعمها الذكاء الاصطناعي وأجهزة الاستشعار الذكية في أماكن العمل من المتوقع إستخدام التقنيات وأجهزة الإستشعار القابلة للإرتداء والنمذجة الرقمية وتحليل المشاعر للعاملين على نطاق واسع.	
المصدر: الباحث		

٨. النتائج والتوصيات: الإطار المستقبلى لأماكن العمل المكتبية.

- التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية اثنان من أهم التوجهات المستقبلية لتصميم أماكن العمل في عالم ما بعد كوفيد١٩، وبالرغم من الاختلافات الكبيرة بينهما في إستراتيجيات التصميم والتنفيذ إلا إنهما يتفقان في ودورهما الفعال في تعزيز دفاع المبنى ضد الأمراض وتوفير بيئة عمل أمنة وصحية وتحقيق المرونة وقابلية التكييف للمستقبل ودمجهما معاً في أماكن العمل المستقبلية سوف يكون المفتاح الأساسي لتحقيق بيئات عمل أمنة عالية الجودة تواجه المخاطر وتعزز الصحة والرفاهية والإنتاجية وتزيد من رضا المستخدمين.
- أصبح من المهم أكثر من أي وقت مضى دمج عناصر الطبيعة في أماكن العمل وتجنب عزل البيئة الداخلية عن الطبيعة لما لها من فوائد قابلة للقياس على صحة البشر البدنية والنفسية .
- التقنيات الذكية في أماكن العمل تساعد العاملين على تلبية متطلبات الصحة والسلامة وقياس أداء المبنى ومؤشرات الصحة والرفاهية للعاملين وجعل المبنى وشاغليه قادرين على التفاعل والتواصل مع بعضهم البعض.
- إعتماداً على الدراسة النظرية والتحليلية وصياغة التصورات المستقبلية لأماكن العمل بعد كوفيد١٩، توصل الباحث إلى صياغة الإطار المستقبلي المقترح والقائم على دمج مبادئ وأنماط التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية في أماكن العمل ووضع مجموعة من استراتيجيات وأليات التصميم اللازمة لتحقيق ذلك في (البيئة الخارجية - الإتصال بين الداخل والخارج - البيئة الداخلية) لخلق أماكن عمل (صحية وذكية) في نفس الوقت تعزز الصحة والرفاهية والإنتاجية للعاملين – شكل (١١)، ويعد تحقيق هذا الإطار المستقبلي لأماكن العمل المكتبية من أهم التوصيات الرئيسية للبحث مع تفعيل استراتيجيات وأليات التصميم اللازمة لتحقيق ذلك.



شكل (١١) إطار دمج التصميم البيوفيلي والتقنيات الذكية في أماكن العمل المكتبية المستقبلية – المصدر: الباحث.

المراجع References

Abdallah, C. (2018, May 7). *"Pixel Facade" System Combines a Love for Nature With Next-Generation Workspaces*. Retrieved 8 10, 2020, from Archdialy: https://www.archdaily.com/893745/pixel-facade-system-combines-a-love-for-nature-with-next-generation-workspaces

AHR. (2020). *The Spain*. Retrieved 8 10, 2020, from AHR: https://www.ahr.co.uk/The-Spine

Alaqeel, D. N. (2019). *Biophilic Design Contributions to Health and Wellness in Coworking Settings*. Norman, Oklahoma: master's thesis in Interior Design, University Of Oklahoma.

Allen, J. G., & Macomber, J. D. . (2020). *Healthy buildings: How indoor spaces drive performance and productivity.* Harvard University Press.

Amador, C. (2020, july 1). *How Technology Can Help Create Healthy Buildings*. Retrieved 8 12, 2020, from Allwork: https://allwork.space/2020/07/how-technology-can-help-create-healthy-buildings/

Antwerp. (2020, may 14). *Spacewell launches new digital solutions for a safe return to the workplace*. (Spacewell) Retrieved 7 14, 2020, from https://spacewell.com/company/news/new-digital-solutions-for-safe-return-workplace/

bnim. (2018). *Makers Quarter Block D*. Retrieved 8 15, 2020, from https://issuu.com/bnim/docs/mqbd_cote_top_10_fbe8a5f5a7490d

Bolten, B., & Barbiero, G. (2020). Biophilic Design: How to Enhance Physical and Psychological Health and Wellbeing in our Built Environments. *Visions for Sustainability, 13*, 11-16.

Browning, W. , Ryan, C.& Clancy, J. (2014). 14 PATTERNS OF BIOPHILIC DESIGN: Improving Health & Well-Being in the Built Environment. *Terrapin Bright Green*, 1-64.

Capaldi, C. A., Passmore, H. A., Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Dopko, R. L. (2015). Flourishing in nature: A review of the benefits of connecting with nature and its application as a wellbeing intervention. *International Journal of Wellbeing, 7*(4), 1-16.

Covet. (2020, April 23). *The Power Of Biophilic Design Post COVID-19*. (covet) Retrieved 7 16, 2020, from https://www.covet.com.au/the-power-of-biophilic-design-post-covid-19

Dewan, M. A. A., Murshed, M., & Lin, F. . (2019). Engagement detection in online learning: a review. *Smart Learning Environments, 6*(1), 1-20.

Fathy, Y, A Pärn, E., Wilkins, D& Zaki, M. . (2020, July). *Measuring Thriving Experience in Physical Working Spaces*. (microsoft) Retrieved 7 11, 2020, from https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/measuring-thriving-experience-in-physical-working-spaces/

foster+partners. (2020, Jun 9). *ICÔNE breaks ground in Belval*. (foster+partners) Retrieved 7 25, 2020, from https://www.fosterandpartners.com/news/archive/2020/06/icone-breaks-ground-in-belval/

Freier, N. G., Feldman, E. N., Carrere, S., & Stolyar, A. (2008). A plasma display window?—The shifting baseline problemin a technologically mediated natural world. *Journal of Environmental Psychology, 28*(2), 192-199.

Gillis, K., & Gatersleben, B. (2015). A Review of Psychological Literature on the Health and Wellbeing Benefits of Biophilic Design. *buildings, 5*(3), 948-963.

Heinly, K. (2020, March 13). *Designing Office Building Lobbies to Respond to the Coronavirus*. (Gensler) Retrieved 7 16, 2020, from https://www.gensler.com/research-insight/blog/designing-office-building-lobbies-to-respond-to-coronavirus

Hyams, R. (2020, MAY 4). *How COVID-19 Is Changing The Design Of Commercial Buildings*. (FM) Retrieved 7 16, 2020, from https://www.twinfm.com/article/how-covid-19-is-changing-the-design-of-commercial-buildings

Katz, L. (2020, Jul 3). *What is Biophilic Design and Why it is a Growing Trend?* (millionacres) Retrieved 7 16, 2020, from https://www.fool.com/millionacres/real-estate-investing/articles/what-is-biophilic-design-and-why-it-is-a-growing-trend/#

Katz, L. (2020, Jul 3). *What is Biophilic Design and Why it is a Growing Trend?* (millionacres) Retrieved 7 18, 2020, from https://www.fool.com/millionacres/real-estate-investing/articles/what-is-biophilic-design-and-why-it-is-a-growing-trend/

Kuiter, F. (2020, May 28). *Post-pandemic workplaces will be decentralized, and empower employees*. (FRAMELIVE) Retrieved 7 12, 2020, from https://www.frameweb.com/news/frame-live-post-pandemic-work-overview

LBC. (2019, Jun). *LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0 :A Visionary Path to a Regenerative Future*. (International Living Future Institute) Retrieved 7 23, 2020, from https://living-future.org/lbc/basics4-0/

Lokerse, J. (2020, April). *6 FEET OFFICE*. (Cushman & Wakefield) Retrieved 7 11, 2020, from https://www.cushmanwakefield.com/en/netherlands/six-feet-office

Macomber, J. G. (2020, April 29). *What Makes an Office Building "Healthy"*. (Harverd Buisness Review) Retrieved 7 12, 2020, from https://hbr.org/2020/04/what-makes-an-office-building-healthy

Mehta, M. (2020, JUL). *Foster + Partners commence work on ICÔNE, a new office building in Luxembourg*. (STIR) Retrieved 7 24, 2020, from https://www.stirworld.com/see-features-foster-partners-commence-work-on-icone-a-new-office-building-in-luxembourg

Meunier, J. (2020, 6 23). *Designing The Post-Covid Workspace: Keep It Simple And Focus On Your People*. (Allwork.Space) Retrieved 7 11, 2020, from https://allwork.space/2020/06/designing-the-post-covid-workspace-keep-it-simple-and-focus-on-your-people/

Moghaddami, H. J. (2019). *RE-THINKING BIOPHILIC DESIGN PATTERNS IN PRESCHOOL ENVIRONMENTS FOR CHILDREN*. Ankara, Turkey.: Master thesis , MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY.

oktra. (2020, jun). *COVID-19: THE GUIDE TO WORKSPACE*. (oktra) Retrieved 7 12, 2020, from https://www.oktra.co.uk/guidance/guides-checklists/covid-19-the-guide-toworkspace/

perkinswill. (2018). *Nature's Way of Working*. Retrieved 8 9, 2020, from https://perkinswill.com/project/interface-headquarters/

Randall, T. (2015, Sept 23). *The Smartest Building in the World*. Retrieved from bloomberg: https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/

Roös, P., Jones, D., Downton, P., & Zeunert, J. . (2018). Biophilic Railway Stations: Re-imagine the Nature of Transit Design. *IFLA 2018: Biophilic city, smart nation, and future resilience: Proceedings of the 55th International Federation of Landscape Architects World Congress 2018. International Federation of Landscape Architects*, 800-813.

Ryan, C. O., Browning, W. D., Clancy, J. O., Andrews, S. L., & Kallianpurkar, N. B. (2014). Biophilic Design Patterns: Emerging Nature-Based Parameters for Health and Well-Being in the Built Environment. *International Journal of Architectural Research, 8*(2), 62-76.

Salingaros, N. A. (2015). *Biophilia and Healing Environments: Healthy Principles For Designing the Built World.* New york: Terrapin Bright Green.

Siddiqi MH, Alam MGR, Hong CS, Khan AM, Choo H (2016) A Novel Maximum Entropy Markov Model for Human Facial Expression Recognition. PLoS ONE 11(9): e0162702. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162702. (n.d.).

Siemens. (2019). *The new Siemens Campus in Zug, Switzerland*. Retrieved 8 16, 2020, from Siemens: https://new.siemens.com/global/en/products/buildings/references/siemens-campus-zug.html

Söderlund, J., & Newman, P. (2017). Improving Mental Health in Prisons Through Biophilic Design. *The Prison Journal, 67*(6), 750-772.

sunon. (2020, Jun 19). *10 Design Trends for the Post-COVID-19 Workplace*. (sunon) Retrieved 7 17, 2020, from https://www.sunonglobal.com/blog/index.php/2020/06/19/10-design-trends-for-the-post-covid-19-workplace/

sunon. (2020, Jun 26). *Why Biophilic Office Design is More Important Now Than Ever*. (sunon) Retrieved 7 16, 2020, from https://www.sunonglobal.com/blog/index.php/2020/06/26/why-biophilic-office-design-is-more-important-now-than-ever/

Thomas, O. (2018, Apr 3). *pixel façade, a flexible biophilic façade system for the next generation of offices*. (designboom) Retrieved 7 24, 2020, from https://www.designboom.com/architecture/pixel-facade-biophilic-facade-system-next-generation-offices-04-03-2018/

Uzo-Igwilo Chukwudumebi, R. S. (2019). New ways of working and employee health. A selection of performance indicators to support facility managers and designers in selecting or designing a healthy workplace for knowledge-workers. *Master of Science - Management of Built Environment, POLITECNICO DI MILANO, School of Architecture Urban Planning Construction Engineering*.

WELL. (2020). *The WELL Health-Safety Rating*. Retrieved 7 16, 2020, from https://www.wellcertified.com/

Wilson, E. (1993). *Biophilia and the conservation ethic. In the Biophilia hypothesis, SR Kellert and EO Wilson.* Washington: DC Island Press.

World Green Building Council. (2014, Sept 24). *Health, Wellbeing & Productivity in Offices : The next chapter for green building*. (World Green Building Council) Retrieved 7 17, 2020, from https://www.worldgbc.org/news-media/health-wellbeing-and-productivity-offices-next-chapter-green-building

World Health Organization. (2010, Feb.). Retrieved 7 9, 2020, from hhttps://www.who.int/occupational_health/healthy_workplace_framework.pdf

Xue, F., Lau, S. S., Gou, Z., Song, Y., & Jiang, B. . (2019). Incorporating biophilia into green building rating tools for promoting health and wellbeing. *Environmental Impact Assessment Review, 76*, 98-112.

3xn. (2020). *Europe's Smartest Multi-tenant Office - In a Sculpture*. Retrieved 08 14, 2020, from https://3xn.com/project/cube-berlin.