الإستفادة من التكنولوجيا الرقمية لتحقيق بيئات عمل تفاعلية مستدامة

Leveraging digital technology to achieve sustainable interactive work environments

م.د/ أميرة السيد عبد العظيم السيد

مدرس بقسم التصميم الداخلي والأثاث- بكلية الفنون التطبيقية ـــ جامعة ٦ أكتوبر

Dr. Amara Elsayed Abd Alazeem Elsayed

Lecturer in interior design and furniture department - Faculty of Applied Arts - 6th of October University

Eng.amera.elsayed@gmail.com

ملخص البحث:

تنبع أهمية بيئات العمل من حيث الدور المحوري الذي تقوم به في النمو الأقتصادي الشامل والمستدام والذى يساهم في دفع عملية التقدم وتحقيق الهدف الثامن من أهداف التنمية المستدامة، كما تكمن ايضا أهمية بيئات العمل الداخلية في مساحتها، وعدد الشاغلين بها سواء من موظفين أو جمهور يقصد هذة المباني وعدد الساعات التى يقضيها الفرد داخل بيئة عمله وما لها من انعكاس على "صحة- امان- راحة" شاغلى الفراغ ورفع مستوي كفاءة العاملين، لذلك كان لابد الاهتمام بالجانب التصميمي لبيئة العمل والتفكير بكل مستوى على حدة، الامر الذي ينعكس بالتأكيد على اختيار الاتجاه الحل التصميمي الذى يناسب كل منطقة عمل والدور الذي تقوم به.

تطورت الاتجاهات التصميمية لبيئات العمل صعوداً وهبوطاً، سلباً وإيجاباً كنتيجة للعديد من الظروف والمتغيرات السياسية والأقتصادية والإجتماعية السائدة في كل عقد زمني. واصبحت من أهم الاتجاهات التصميمية المعاصرة هو "التصميم المستدام- التصميم الصديق للبيئة"، لما له من تأثير ايجابي على البيئة وصحة الفرد وتنمية الاقتصاد. ومن هنا تكمن **مشكلة البحث** في كيفية تطبيق مبادئ ومعايير الاستدامة داخل بيئات العمل الداخلية؟ كذلك كيف يمكن الاستفادة من التكنولوجيا الرقمية الحديثة لتحقيق بيئة عمل تفاعلية مستدامة، حتى نستطيع مواكبة التطور السريع في هذا المجال؟ وتكمن **أهمية البحث** في دراسة تاثير التقنيات والتكنولوجيا الرقمية الحديثة في تصميم بيئات العمل على نظام الريادة للطاقة والتصميم البيئي (LEED). لذلك **يهدف البحث** الي تحقيق مفهوم الاستدامة داخل بيئات العمل لتقليل الانبعاثات الضارة، واستهلاك الطاقة، **وتوصل البحث** إلى استخدام التقنيات الحديثة داخل بيئات العمل يلعب دورا هاما في تحقيق العديد من متطلبات التصميم الداخلي وبما يتوافق مع نظام الريادة للطاقة والتصميم البيئي (LEED) كما تعمل على توفير الطاقة والمياة وتحسين البيئة وتحقيق الراحة الانسانية والعضوية والنفسية المطلوبة.

الكلمات المفتاحية:

بيئات العمل الداخلية- بيئات العمل المستدامة - نظام الليد LEED- بيئات العمل التفاعلية.

summary:

The importance of work environments stems from their central role in inclusive and sustainable economic growth, which is important in advancing the process of progress and achieving the eighth goal of sustainable development, as well as the importance of environments Internal work in its area, the number of occupants, whether employees or an audience, means these buildings and the number of hours spent by the individual within his work environment and its reflection on the "health- safety- comfort" of the occupants of the vacuum and raising the level

of competence of the workers, so attention had to be paid The design aspect of the work environment and thinking at a level, which is certainly reflected in the choice of direction design solution that suits each work area and the role it plays.

The design trends of the work environments have evolved upwards and downwards, negatively and positively as a result of the many political, economic and social conditions and conditions prevailing in each time contract. One of the most important contemporary design trends has been "sustainable design - environmentally friendly design", because of its positive impact on the environment, individual health and economic development. Hence the problem of researching how to apply sustainability principles and standards within internal work environments? How can modern digital technology be used to achieve a sustainable interactive work environment, so that we can keep up with the rapid development in this area? The importance of research lies in the study of the digital technology and technology that is needed in the design of work environments on the energy and environmental design system (LEED). Therefore, the research aims to achieve the concept of sustainability within work environments to reduce harmful emissions, energy consumption, and the research has reached the use of marginal technologies within work environments that play an important role in achieving many of the requirements of Internal design and in accordance with the system of water and environmental design (LEED) as it works to provide energy and water and improve the environment and achieve the required human, organic and psychological comfort.

Keywords:

Interior Work Environments - Sustainable Work Environments - LEED System -Interactive Work Environments.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في غياب المعايير الواضحة للمصمم الداخلي المعني بتصميم بيئات العمل حتى يستطيع مواكبة التطورالسريع في هذا المجال مع مراعاة البعد البيئى الذي أصبح من توجهات القرن الجديد للوصول إلى تصميم بيئة عمل صديقة للبيئة متطورة تتناسب مع لغة العصر المحيط بنا. ويطرح البحث عدة تساؤلات:

١- إهمال الجانب البيئي والتكنولوجي وما له من دور في الحفاظ على البيئة، وترشيد استهلاك الطاقة وخلق بيئة مريحة لمستخدمي الفراغ

٢- كيفية تطبيق مبادئ ومعاييرالاستدامة داخل بيئات العمل الداخلية، كذلك كيف يمكن الاستفادة من التكنولوجيا الرقمية الحديثة لتحقيق بيئة عمل تفاعلية مستدامة؟

أهمية البحث:

١- دراسة تاثير التقنيات والتكنولوجيا الرقمية الحديثة في تصميم بيئات العمل على نظام الريادة للطاقة والتصميم البيئي (LEED).

هدف البحث:

تحقيق مفهوم الاستدامة داخل بيئات العمل لتقليل الانبعاثات الضارة، واستهلاك الطاقة والوصول الي تأثير استخدام التقنيات الحديثة داخل بيئات العمل في نظام الريادة للطاقة والتصميم البيئي (LEED). لجعل بيئات العمل متوافقة بيئيا وتكنولوجيا ومواكبة للتطور في هذا المجال.

فروض البحث:

الدمج بين التكنولوجيا والبيئة، وخلق توازن بينهم يؤدى لرفع كفاءة بيئات العمل والاستفادة من التقنيات الحديثة قادرة على تحقيق مفهوم الاستدامة داخل بيئات العمل وجعلها بيئات أكثر كفاءة.

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي لاهم التوجهات المعاصرة فى تصميم بيئات العمل الداخلية، والتحليل لنماذج بيئات العمل المستدامة.

مقدمة:

تضافرت كلاً من الجوانب الأبداعية، والأهداف الأنسانية، والأجتماعية، والتطور التكنولوجي لترسم ملامح بيئات العمل الداخلية المعاصرة، حيث شهدت تحولا غير مسبوق تقوده التكنولوجيا في السنوات الأخيرة.

كما تغير مفهوم بيئات العمل من "work places " إلي "places to work"، وشهد التصميم الداخلي لبيئات العمل في الآونة الراهنة تحولاً من إنشاء أماكن تدوم طويلا إلى تصميم مساحات ترتكز على تحقيق ابعاد ومعايير مختلفة من : (تحقيق معايير الاستدامة لخلق مساحات عالية التكيف مع التطور المستمر بطريقة مستدامة - الحصول على شهادات الاعتماد للمباني الصديقة للبيئة- الاهتمام برفاهية العاملين ورفع كفاءتهم- دمج والاستفادة من التكنولوجيا الرقمية الحديثة داخل عملية التصميم الداخلي)، هذا التطورأدى بدورة إلي نهاية الطرق التقليدية للعمل. وأصبح الاهتمام بتصميم بيئات عمل محورها الإنسان الموظف

Design Centered Human، والاهتمام بوجود العناصر الطبيعية وضوء النهار، وتحسين جودة البيئة الداخلية ، ايضاً الحفاظ على الصحة البدنية والنفسية للعاملين مما يعزز المشاركة والإبداع والإبتكار والانتماء للمؤسسة.

تتمحور الرؤية المستقبلية لبيئة العمل لتكون مصدر إلهام للعاملين بها، وداعما للتعاون بينهم، ويكون لها من المرونة ما يكفل أستيعاب التطور التكنولوجي المستمر وتحقيق بيئة مستدامة تراعى الجوانب البيئة والانسانية والاقتصادية. ولذلك يجب أن تتسم بيئة العمل بأن تكون بيئة صحية وحيوية تساعد على تقليل التوتر وزيادة التركيز من خلال دمج الطبيعة في تصميم المباني لعمل مساحات داخلية تعزز مستوى أكبر من الترابط مع العناصر الطبيعية، مع مراعاة أستخدام أستراتيجيات التصميم الموفرة للطاقة، وتوجيه الجهود لتحقيق أهداف التصميم الاجتماعي وذلك لما للبيئة الداخلية من قدرة على التأثير على مستويات النشاط البدني والذهني[١٠].

١- مفهوم بيئة العمل

بيئة العمل "Work Environment " هو الموقع الذي يُستخدم لأداء مهمّةٍ مُعيّنة حتى الانتهاء منها، وتشمل بيئة العمل المَكان الجغرافيّ، والمَناطق التي تُحيط بالعمل، مثل موقع "المكاتب أو مبنى المنشأة"، كما قد تشمل مُكوّنات أُخرى مثل

مستوى الضوضاء، والمميّزات الإضافيّة الخاصة في العمل، وتُعرَّف بيئة العمل بأنّها المكان الذي يستخدمه الناس للعمل، مثل المُؤسّسة، أو المصنع، أو المكتب، وتنقسم بيئة العمل إلي:

١-١ بيئة العمل المادية:

وتشتمل على الظروف المناخية السائدة في مكان العمل داخل المنظمة، كالتهوية والإضاءة، والنظافة، وضغط العمل، ومساحات العمل، والضجيج، وعدد ساعات العمل، وفترات الراحة..... الخ، هذه الظروف ذات انعكاس وتأثير في سلامة وصحة الموارد البشرية في العمل وفاعلية أدائها.

١-٢ بيئة العمل النفسية والاجتماعية:

وتشتمل على المناخ الاجتماعي العام وطبيعته، والروابط الاجتماعية، والعلاقات الشمولية السائدة بين الموارد البشرية في مكان العمل، والصراعات التنظيمية الموجودة بين العاملين، فهذه الجوانب لها انعكاس كبير على الناحية النفسية لدى كل من يعمل في المنظمة، ويمكن تحديد نطاق هذه الجوانب بالعلاقات بين المرؤوسين بعضهم ببعض؛ وعلاقات الرؤساء بمرؤوسيهم؛ وعلاقات مجلس إدارة المنظمة بعضهم ببعض.

٢- تطور الفكر التصميمي لبيئات العمل الداخلية

شهد تصميم أماكن العمل الأداري على مدار العقود الماضية العديد من مراحل التطور المتغيرة صعودا وهبوطا، سلبا وإيجابا كنتيجة للعديد من الظروف والمتغيرات السياسية والأقتصادية والإجتماعية السائدة في كل عقد زمني. هذا بالإضافة إلى أن التطور التكنولوجي المستمر أدي إلى إحداث تغييرات مباشرة في طبيعة العمل الإداري وبالتالي إحداث تغيير في تصميم الحيز الداخلي لهذه الأماكن.

٢-١ التصميم الداخلى لبيئات العمل الاهتمام بالطابع الانشائي والاعتبارات البيئية "Structuralist Office"

كانت فترة الستينيات فترة التغييرالأجتماعي، وقد تضاعف ذلك في السبعينيات، بدأ الأهتمام بفكر أتجاهات تصميم المكاتب "OFFICE DESIGN TRENDS"، وعلى العكس من فترة الخمسينات أصبحت راحة الفرد مصدر أهتمام للمصممبين، كما بدأت الأعتبارات البيئية تكتسب المزيد من الأهمية، ونتيجة لذلك ظهرت العديد من المصطلحات الحديثة مثل RECYCLING،ERGONOMIC DESIGN: SUSTAINABILITY ، مع انتشار روح التجريب والتغير الكبير في الألوان [٩].

صورة ١: مبني Centraal Beheer Apeldoorn، للمعمارى Willem Diepraam، تم تصميم مكان العمل النموذجي سنترال باهير في أبلدورن (١٩٦٨-١٩٧٢) لتكون احتياجات الفرد هى المحور الجوهري وكانت وزارة الشؤون الاجتماعية والتوظيف في لاهاي واحدة من المباني الأولى التي طورت فكرة الشارع الداخلي أو الردهة الطويلة لتشجيع التفاعل الاجتماعي وإدخال الضوء في جميع الغرف [١].

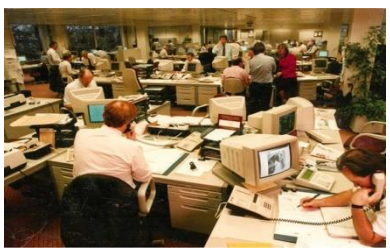
٢-٢ التصميم الداخلى لبيئات العمل في الثمانيات ١٩٨٠م، المقصورات الادارية "Cubicles"

شهدت فترة الثمانينات شوطا كبيرا في مجال التطور التكنولوجي، مما تطلب تجهيزات في أماكن العمل، حيث هيمن على تصميم بيئة العمل الداخلية الطابع الجمالي ذو اللمسة العصرية والمستقبلية متمثلا في خطوط تصميمية واضحة وحادة مع خامات مثل المعدن والزجاج، مع ألوان جريئة ومشرقة .تأثرا بمساحات العمل المفتوحة في الستينيات من القرن الماضي، تم تصميم "Cubicle Farm"، والتي كانت تمثل قلة الأهتمام برفاهية العمال والتركيز على ربحية المؤسسات حيث تكسد عدد كبير من العاملين في مساحة واحدة مفتوحة مع تقسيمها بشكل نظامي مع عدد الاهتمام بالتواصل بين عامليها. وكان ذلك تطويرا سيئاً ل "Action Office"، حيث تصور" روبرت برست" انها سيكون بداية لسلسلة من التطورات التصميمية ستكون وسيلة لتحرير العمال من الطبيعة الميكانيكية المملة لأرضية مكتب الخطة المفتوحة في الخمسينات، لكنه سرعان ما أدرك انه:" ليست كل المنظمات ذكية وتقدمية بما يكفي حيث يشغل فكر الكثير من رجال الأعمال الربحية مع عدم الاهتمام بالعنصر البشري".

صورة ٢: توضح تصميم بيئة العمل بنظام المقصورات الادارية "Cubicles".

٢-٣ التصميم الداخلى لبيئات العمل في التسعينات ١٩٩٠م، المكاتب المخصصة للاستخدام وفقاً للطلب "Hot Deskin"

أصبح التصميم أكثر فائدة ونفعية في التسعنيات، وأصبح المكتب المفتوح ذو شعبية متزايدة حيث سعت الشركات إلى تعزيز التعاون وكذلك المرونة .استمرت التطورات في تكنولوجيا الكمبيوتر أيضًا في التقدم بسرعة فائقة، أصبحت مساحة العمل أكثر تحررا من المعدات المادية؛ ليس من قبيل المصادفة أن يتم طرح مفهوم مكتب "Hot desking "، الذي يشارك فيه العامليين محطات العمل بدلا من أن يكون لكل منهم محطة خاصة بهم. على الرغم من أن هذا الشكل الجديد من تخطيط بيئة العمل الداخلية "completely open plan"، كان لها مزايا إيجابية – من توفير التكاليف، وإتاحة مرونة أفضل، وتشجيع المزيد من التعاون، فإن هذه المساحة المفتوحة لا تزال تعاني من بعض العيوب حيث جعلت مساحات العمل المفتوحة والمنتظمة والمملة من الصعب على الموظفين تحديد أو الشعور بالانتماء لفراغ معين مع نقص الخصوصة وأضفاء الطابع الشخصي على الأماكن.



صورة ٣: نماذج لتصميم بيئات العمل الداخلية بمفهوم الاستخدام وفقاً للطلب "Hot Desking"، وتخطيط بيئة العمل بإسلوب تخطيط بيئة العمل الداخلية "completely open plan".

٢-٤ التصميم الداخلى لبيئات العمل في الألفية ٢٠٠٠م، "المكاتب ذات الطابع الغير رسمى Casual Office"

إنشاء نوع جديد من أماكن العمل من قبل الشركات المعروفة باسم "dot coms" و"الشركات الناشئة"، التي كانت تستند إلى نهج مختلف للعمل. بدأت فكرة التوازن بين العمل والحياة تنسجم مع تصميم مكان العمل نفسه مع الابتكارات مثل الشرائح بين الطوابق بدلا من السلالم، وأزقة البولينج وألعاب الأروقة في الموقع. يشير بعض المعلقين إلى هذا الأمر على أنه نهج " office is a playground "، الذي يتميز بروح فوضوية .كما ظهرت العديد من الاتجاهات الحديثة التي كان لها تأثيرها البالغ فى تصميم بيئات العمل.

صورة ٤: نماذج لتصميم بيئات العمل ذات الطابع الغير رسمى Casual Office، والتي تميز الألفية ٢٠٠٠م.

٣- أهم الاتجاهات المؤثرة فى تصميمات بيئات العمل الداخلية فى الالفية

يعد النشاط الإنساني من أعظم التحديات التي تواجه المصمم لتقويمها وتوجيها؛ حيث يمكن للأفراد المساهمة بشكل كبير في الحفاظ على الطاقة عن طريق تغيير سلوكهم بيئيا في مكان العمل حيث تلعب التكنولوجيا دورًا مهمًا في تغيير معتقدات الناس وسلوكهم تجاه الاستدامة ومن خلال الاستفادة من التقنيات الحديثة المتطورة والتي يمكن أن تعزز السلوكيات المستدامة؛وذلك عن طريق الدراسات البيئية environmental،وعلم النفس psychology، وكفاءة الطاقة energy efficiency، والمباني الخضراء green building والمساهمة في حل قضايا البيئة من خلال تقديم اقتراحات في تصميم أنظمة مقننة في بيئات العمل من توفيرالطاقة في مكان العمل مع تحقيق جودة البيئة الداخلية IEQ (indoor environment quality)، وذلك في كلا من مجال الإضاءة ودرجة الحرارة والتهوية. كما يمكن تحقيق بيئة عمل أكثر طبيعية ومتوافقة مع البيئة، من خلال دمج الطبيعة الخضراء داخل بيئة العمل من خلال النوافذ الكبيرة والتى تسمح ايضاً بدخول الهواء وضوء النهارالطبيعى؛ هذا وفقا لباحثين من جامعة " Carnegie Mellon "، ومعهد "The Rocky Mountain"، ان ذلك يساعدنا على الحفاظ على إيقاعاتنا البيولوجية "Rhythms Circadian"، والتي بدورها تقلل من الإجهاد والحد من أمراض الجهاز التنفسي والربو والحساسية. لذلك أصبح الاهتمام منذ بداية الالفنيات وحتى الان بالاتجاهات التى تحرص على تحقيق مبادئ الاستدامة والاستعانة بالتكنولوجية الحديثة لتحقيق تلك المبادئ.

٣-١ التصميم الداخلى لبيئات العمل المستدامة Sustainable Design

من خلال أهداف التنمية المستدامة نجد تعريفاً جديداً للأستدامة وذلك من خلال أشراك جميع مستويات النظام البيئي والمنظومة الأدارية وجميع أفراد القوي العاملة؛ لتعزيز ثقافة المسئولية نحو المجتمع ونشر الوعي داخل بيئات العمل الداخلية للتفكير في كيفية تحقيق مبادئ الاستدامة. أن الشركات الرائدة في مجالاتها عندما تهتم بتحقيق أهداف التنمية المستدامة عن طريق أعتماد المعايير التي تحقق الأستفادة الأقتصادية والأجتماعية والبيئية؛ فيعطي ذلك أنطباعا إيجابيا لعلامتهم التجارية وذلك عن طريق أعتماد المسئولية الأجتماعية للشركات كمنهجية وأستراتيجية عمل؛ مما يساهم في تحقيق الهدف الثامن من أهداف التنمية المستدامة وهو تحقيق العمل اللائق للجميع من أجل النمو الأقتصادي؛ أن الجمع بين ثقافة الرفاهية " The Wellbeing " والتصميم المستدام "Sustainable Design " وبيئات العمل الصديقة للبيئة " Eco-Friendly Offices " المليئة بالضوء الطبيعي والتصميم البيوفيليك"Biophilic Design"* وهو السائد في هذه الفترة وذلك من خلال توفير

الأثاث المناسب، والأهتمام بأعادة التدوير، والتأكد من تقليل النفايات، مكن ذلك الشركات من بناء أماكن عمل مستدامة تجعل الموظفين سعداء،اصحاء؛ الأمر الذي سيساعد بدوره على الاحتفاظ بقوى عاملة مستدامة " Sustainable Workforce". ولتحقيق الاستدامة في مجال التصميم الداخلي لبيئات العمل يستلزم جهداً كبيراً حيث انها أكثر البيئات المضرة بالبيئة ويمكن ان توثر على صحة الافراد العاملين بها، ومن التوجيه لصناعة البناء نحو تحقيق بيئة عمل أكثر استدامة، كان ذلك من خلال وضع معايير وأنظمة تقييم البُعد الاستدامي بالبيئة عالمية ومحلية. من المعايير العالمية: (LEED -BREEAM)، المعايير المحلية نظام (الهرم الاخضرGPRS). يهدف التصميم الداخلي المستدام إلى إيجاد إدارة تعتمد على كفاءة استخدام الموارد البيئية بأسلو ب مستدام يهدف إلى خفض الآثارالسلبية على الفراغات من خلال كفاءة استخدام الطاقة والموارد، كما يُحقق كفاءة مستمرة في العلاقات بين المساحات المستخدمة ومسارات الحركة داخل الفراغات، بالإضافة إلى التشكيل، والنظم الميكانيكية والتكنولوجيا المستخدمة [٣]. ويُعد التوجه نحو توظيف مفاهيم التصميم الداخلي المستدام في المعالجات التصميمية للفراغات من الاهتمامات الحديثة التي تتوجه نحو زيادة قدرة التصميم الداخلي على موائمة الظروف البيئية وتحقيق الاحتياجات الإنسانية بما يحافظ على الطاقة والموارد، ويُحسن من كفاءة الفراغات [٤]، ويهدف التصميم الداخلي المستدام إلى تحسين كفاءة الفراغات، من خلال تحقيق كفاءة التعامل مع الطاقة، وتوظيف الطاقات المتجددة لتحقيق أقصى استفادة، وتحقيق الكفاءة في استخدام المياه [٥]. كما يهدف إلى إدخال العمليات الطبيعية في التصميم، كالاستفادة من الإضاءة والتهوية الطبيعية، بما يحقق الوفر في استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة الفراغات اقتصادياً وبيئيا وذلك بتوفير بيئة داخلية ذات مواصفات بيئية جيدة وتكلفة اقتصادية قليلة، واجتماعيا بحيث تتحقق الاحتياجات الحالية والمستقبلية.

فنجد مثال علي ذلك مكتب "Smart Dubai Offices" حيث يشتمل مكان العمل في دبي الذكية على أحدث التقنيات مع أحدث تدابير الاستدامة، مما يخلق مكان عمل يشجع على التعاون متعدد التخصصات من خلال التخطيط الذكي للمساحة، ومساحات العمل المرنة، نجد كل ما تم استخدامه معاد تدويره. من الألواح الخشبية وتشكيل الأسقف والمقاعد والمعلقة، كما ان التصميم مستوحاة من تحول الكثبان الرملية لإنشاء هيكل عضوي مع التأكيد على الحركة والسيولة في مساحة المكتب، كذلك استخدام التكنولوجيا الحديثه بالاستقبال الافتراضي، فكان الهدف هو الحفاظ على فلسفة دبي الذكية للعمل بكفاءة من خلال استقبال غير مأهول. سيتفاعل الزائر مع مكتب الاستقبال الافتراضي عن طريق كتابة اسمه واختيار الموظف الذي يقوم بزيارته. وسيتم إخطار الموظف عن طريق الرسائل القصيرة. سيتم توجيه الزائر بعد ذلك إلى مكان الاجتماع ذي الصلة، تحتوي جميع غرف الاجتماعات على أحدث معدات مؤتمرات الفيديو، مما يعزز التكنولوجيا اللاسلكية.

مساحة العمل تتميز بالمناظر الطبيعية الحية في جميع أنحاء المكتب. ويشمل ذلك الأشجار الاصطناعية المصنوعة من اللحاء المجفف. تم اختيار النباتات على وجه التحديد لقيمتها المضافة للبيئة؛ على سبيل المثال، تم اختيار زنابق spathiphyllum لأنها تعمل كمنقي طبيعي للهواء. كما أخذ برنامج DWP في الاعتبار LEED في كل خطوة من عملية التصميم. ستقوم مستشعرات الضوء بتشغيل الأضواء فقط في الأماكن التي يتم استخدامها وفقط في أوقات معينة من اليوم وتقوم مستشعرات ثاني أكسيد الكربون بمراقبة مستوى تدفق الهواء داخل غرف الاجتماعات[٢١].

صورة ٥: مكتب "Smart Dubai Offices"، توضح التصميم الداخلى لبيئات العمل المستدامة

ايضا مشروع مركز الابتكار المؤسسي. "IHI Innovation Center [i-Base]" تصميم "Nikken Sekkei"، اليابان (٢٠١٩م)، تم تصميم هذه المساحة بالتخطيط. وعقد العديد من الحوارات مع موظفي IHI، والمراقبة الدقيقة للأنشطة اليومية للمهندسين، ومقابلات مع جميع المديرين التنفيذيين، والعمل الميداني في مرافق مماثلة، ومجموعة من ورش العمل، من أجل تحديد قضايا محددة ووضع أهداف واضحة. ونتيجة لذلك تم تحديد الوظائف والخصائص والبيئات المختلفة المطلوبة للمشروع. عد التعاون مع العميل في أبحاث وورش عمل واسعة النطاق لتحديد قضايا محددة وتحديد الأهداف. تم ترتيب المساحات العامة لربط الأشخاص والمعلومات داخل الشركة وخارجها، وكذلك المساحات الخاصة للفرق الناشئة والباحثين ويتم فيها ربط الأشخاص والمعلومات بسلاسة من خلال "تقسيم المناطق"، يضمن تصميم مساحة IHI Innovation Center أن الأعمال الروتينية تصبح نقاط انطلاق للابتكار.

صورة ٦: مركز الابتكار "IHI Innovation Center [i-Base]" تصميم "Nikken Sekkei"، اليابان (٢٠١٩م)،

٢-٣ بيئات العمل الصديقة للبيئة Eco-Friendly Offices

في المجال التصميمي هناك صراع لإيجاد طرق تحقق التوازن والمواءمة بين التكنولوجيا وحماية الموارد والمصادر الطبيعية؛ مما يؤكد علي أهمية التفكير بيئيا خلال عملية التصميم للوصول إلي بيئة داخلية أكثر تكاملا مع جميع أنظمة الحياة وحماية الهواء والماء والأرض مع اختيار المواد والخامات الصديقة للبيئة، وكذلك تحديد تقنيات البناء صديقة للبيئة؛ حيث شهد العالم التطور السريع والكبير في تحقيق عناصر تكنولوجية والتقنيات الرقمية في بيئات العمل ولكن مع القلق من تفاعل ذلك في النظام البيئي؛ من خلال أعتماد نهج تصميمي أكثر صداقة للبيئة واستخدام مصادرالطاقة المتجددة لتحقيق مكاتب صديقة للبيئة.

صورة ٧: توضح مجموعة هايدن بليس كونينغهام Cuningham Group، نموذج لبيئات العمل الصديقة للبيئة- تتميز بيئة العمل بإضاءة نهارية جيدة والتهوية الطبيعية. عملت Cuningham Group مع RETHink Development لدمج التقنيات المستدامة[٢٢].

٣-٢-١ معايير تقييم المباني المستدامة :

▪ **نظام الريادة للطاقة والتصميم البيئي LEED:** هو النظام الامريكي وهو اختصار " Leadership in Energy and Environmental Design" وهذا المعيار تم تطويره بواسطة المجلس الامريكي للبناء الأخضر " USGBC"، ويتم منح شهادة(LEED) للمشاريع المتميزة في تطبيقات العمارة المستدامة الخضراء في العالم [١٤].

للحصول على شهادة LEED، يكسب المشروع نقاطًا من خلال الالتزام بالمتطلبات الأساسية والائتمانات التي تتناول الكربون والطاقة والمياه والنفايات والنقل والمواد والصحة وجودة البيئة الداخلية. تمر المشاريع بعملية تحقق ومراجعة من قبل GBCI ويتم منحها نقاطًا تتوافق مع مستوى شهادة LEED: معتمد (٤٠-٤٩ نقطة)، فضي (٥٠-٥٩ نقطة)، ذهبي (٦٠-٧٩ نقطة) وبلاتيني (٨٠ نقطة) + نقاط).

صورة ٨: مستويات اعتماد شهادة LEED (معتمد، فضي، ذهبي وبلاتيني) [١٥].

▪ **أهداف نظام LEED:**

▪ الهدف من تطبيق معايير نظام ال LEED هو إنشاء مباني أفضل من حيث:

▪ تقليل المساهمة في تغير المناخ العالمي.

▪ تعزيز صحة الإنسان الفردية.

▪ حماية واستعادة موارد المياه.

▪ حماية وتعزيز التنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي.

▪ تعزيز دورات المواد المستدامة والمتجددة.

▪ تحسين جودة حياة المجتمع.

▪ **الركائز الأساسية لنظام LEED :**

هناك أربع ركائز وتصنيفات أساسية للمشاريع في الليد LEED :

▪ تصميم المباني والتنفيذ Building Design and Construction

▪ التصميم الداخلي Interior Design

▪ صيانة وتشغيل Operations and Maintenance

▪ تطوير المجاورات والمجتمعات السكنية Neighborhood Development

٤- نماذج لمشاريع بيئات عمل مستدامة حاصلة على شهادة LEED

جدول١: يوضح كيفية تحقيق مبادئ الليد بمبني " CIHAC M16عمل الباحثة"

اسم المشروع	مبني CIHAC M16
التوصيف	المشروع حاصل على الشهادة البلاتينية "Platinum " بمعدل نقاط (٨٦ نقطة)، وهو تجديد لمبنى CIHAC M16)، الواقع في المكسيك. اشتمل تصميم التجديد على مصعد للمعاقين والمستخدمين العامين. حقق فريق المشروع مستوى ممتازًا من ضوء النهار، ليس فقط من خلال النوافذ الكبيرة والأقسام الشفافة، ولكن أيضًا من خلال الاستخدام المكثف لأجهزة الإضاءة النهارية الأنبوبية داخل المبنى. تم أيضًا التعامل مع الحد من استخدام المياه وإدارة مياه الأمطار بطريقة شاملة للغاية، مما أدى إلى انخفاض بنسبة ٧٠% في التركيبات وجمع كميات كبيرة من مياه الأمطار وتسربها. يعد التصميم الكهروضوئي الضخم الموجود في السقف أحد أبرز الاستراتيجيات التي ساهمت في نجاح خطة استهلاك الطاقة.

صورة ٨: مبني CIHAC M16

المصدر[٢٣]: https://www.usgbc.org/projects/cihac-m16-0

جدول٢: يوضح كيفية تحقيق مبادئ الليد بمبني Parkview Office Building "عمل الباحثة"

اسم المشروع	مبني Parkview Office Building
التوصيف	مبني "Parkview " هو مبنى مكاتب يقع في Pankrác في موقع يعد جزءًا من خطة رئيسية شاملة صممتها الشركة. كما يعد منطقة حضرية شديدة الاستدامة تجمع المساحات العامة والمناظر الطبيعية والهندسة المعمارية في تناغم، لتفعيل وإكتمال السياق الحضري. حصل المشروع على شهادة LEED البلاتينية وتم الاعتراف به باعتباره ثاني أكثر المباني استدامة في العالم. المبني مستوحى من تصميم مباني RM&P المكتملة سابقًا حول الموقع، ينسجم Parkview مع السياق الحالي وجيرانه المباشرين، تعمل Parkview على زيادة كفاءات البناء إلى الحد الأقصى، حيث توفر مساحات مكتبية متميزة في قلب المنطقة التجارية الجديدة في براغ وتضع معايير تصميم واستدامة جديدة لجمهورية التشيك.

صورة ٩: مبني Parkview Office Building

المصدر[٢٤]: https://meierpartners.com/project/parkview-office-building

٥- الاستفادة من التكنولوجيا التفاعلية لتحقيق بيئة عمل مستدامة

٥-١ بيئة العمل التفاعلية:

من خلال الرجوع الي محاور الاستدامة نجد انه يمكن الاستفادة من التكنولوجيا الحديثة لتحقيق مبادئ الاستدامة داخل فراغات العمل وذلك من خلال دمجها فى عملية التصميم الداخلى لجعل بيئة العمل تفاعلية مستدامة من خلال عناصر التصميم (الارضيات- الحوائط- الاسقف- الاثاث-.....)، كما يمكن أن يكون هذا في شكل عناصر التحكم فى الإضاءة، واستخدام أجهزة الاستشعار والتى تلعب دورًا رئيسيًا في كل من قضايا الأمن والنظافة داخل بيئة العمل، والتى تتميز بالتكيف السريع وبشكل مركزي، بناءً على الاحتياجات المتغيرة والإرشادات واللوائح[٥]. لذلك ستكون الحلول لحماية خصوصية وأمان الموظف داخل بيئة العمل لتكون المساحة الأكثر ديناميكية حيث تتجاوز الأشكال المادية. كما يمكننا تغيير المساحات والجدران والأصوات والعطور، والاستجابة لمستوى إجهاد الناس في الفضاء[٢]. حيث يمكن للمكتب ان يتعرف عليك ويتغير ليلائم حالتك المزاجية أو مهامك أو ببساطة ما تفضله في الوقت الحالي.

وأجهزة تكتشف عندما لا تكون الأجهزة التي تستخدم الطاقة قيد الاستخدام وتقوم بإيقاف تشغيلها تلقائيًا، وأضواء استشعار الحركة، وإعادة استخدام المياه، واستخدام الطاقة الشمسية بدلاً من الكهرباء التي تعمل بالفحم والتي تعمل الآن على تشغيل أماكن العمل. قد يكون هناك تشريع يفرض ذلك قريبًا، ولكن الشعور السائد في الصناعة هو أن الشركة التي لا تروج للاستدامة لا تعتبر مسؤولة.

٥-٢ الفراغات الداخلية التي تتفاعل تبادليا أو تستجيب أو تتكيف مع مستخدم الفراغ ويمكن للبيئة ان تتفاعل مع الإنسان من خلال ثلاث طرق:

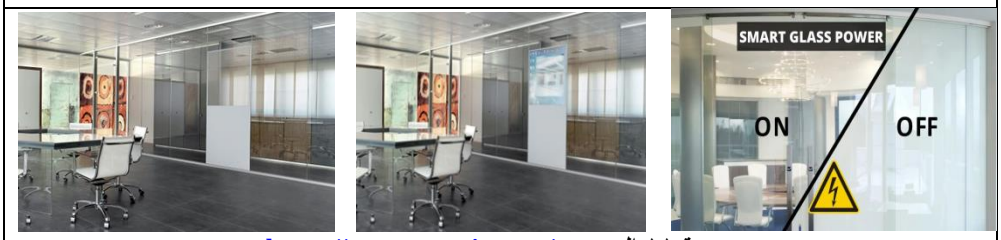
٥-٢-١ انظمة تفاعلية تصف البيئة التى يستغلها الإنسان.

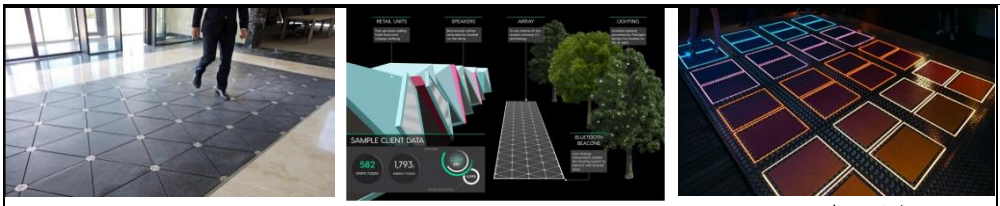
٥-٢-٢ انظمة تعرف وتبدل المكان وفقا لاحتياج الإنسان.

٥-٢-٣ انظمة تتواصل مباشرة مع الإنسان وتسمح بالتواصل بين الأفراد[٤].

٥-٣ نماذج لكيفية استخدام التكنولوجية الرقمية لتحقيق بيئة عمل مستدامة

جدول٣: اسلوب استخدام التكنولوجية الرقمية لتحقيق بيئة عمل تفاعلية مستدامة "عمل الباحثة"

عناصر التصميم الداخلي لبيئة العمل	اسلوب استخدام التكنولوجية الرقمية لتحقيق بيئة عمل تفاعلية مستدامة
الحوائط	 صورة ١٠: المصدر[٢٥]: https://www.gensler.com/blog/designing-todays-customer-experience-center استخدام تقنية Customer Experience Centers (CEC)، والتي تحقيق عنصر الابتكار والعمل التعاوني ومشاركة البيانات والمعلومات بين العامليين داخل بيئة العمل، حيث تتحول الي لوح زجاجي، عند عدم استخدامها كشاشة تفاعلية، فهي في الواقع عنصر متكامل تمامًا في الحائط. تخلق الجدران التفاعلية ذات التصميم البسيط مساحات ديناميكية وتجعل بيئة العمل حديثة وتكنولوجية.  صورة ١١:المصدر: https://www.vetroin.com/ استخدام تقنية الزجاج الذكى (Smart Glass) والذي يمكن أن يؤدي تعظيم الضوء الطبيعي من خلال الاستخدام الاستراتيجي إلى تقليل اعتماد المبنى على الإضاءة الاصطناعية، كما يستخدم الزجاج الذكي (الكهروكروميك) ليتم تحديد درجة الإضاءة ودرجة الحرارة خارج النافذة بواسطة مستشعرات خاصة، اعتمادًا على قراءاتها، ولتغير تعتيم الزجاج. يمكن أن يحدث هذا تلقائيًا ووفقًا لدرجة الشفافية التي يحددها المستخدم. فان الزجاج المخصص لجدران بيئات العمل التفاعلية يمكنة ان يتحول إلى وسائط اتصال ديناميكية بفضل إدخال أفلام شاشة تعمل باللمس داخل اللوحة. أدى استخدام الزجاج الذكي إلى زيادة التحكم في الطاقة الشمسية والعزل الحراري وذلك للمساعدة في تحقيق معايير الطاقة وزيادة نقاط LEED ليصل إلى ست فئات. والتي استخدمت متطلبات أماكن العمل الداخلية للمبنى لتوجيه هيكلها العام. أكبر تشكيلة من الزجاج المعزول بعد التسخين والمطلي بالرشاش والمعزول في الصناعة. توفر هذه الطلاءات المتقدمة للزجاج الذكي بيئات داخلية محسنة مع حماية البيئة الطبيعية.

الارضيات	 صورة ١٢: المصدر: https://www.ecorenewableenergy.com.au/news/eco-renewable-/energy-solar-powered-interactive-floor-tiles الارضيات التفاعلية المولدة للطاقة هي تكنولوجيا جديدة تعمل علي التفاعل مع الانسان والانشطة اليومية التى يقوم بها، تحتوي هذه الأرضيات عالية التقنية على أجهزة استشعار وإلكترونيات تكتشف الحركة والوزن والضغط وغيرها من البيانات للمساعدة في تحسين الأمن وطرق البناء وتدفق حركة المرور والتصميم الداخلي والمزيد وهو يتوافق مع لمعايير نظام الريادة في الطاقة والتصميم البيئي LEED ، حيث يمكن للأرضيات الذكية أيضًا توليد الكهرباء عن طريق الحركة أو تشغيل المصابيح عندما تشير المستشعرات إلى دخول شخص ما إلى الغرفة. كما يمكن للارضيات الذكية التحكم في الضوضاء عن طريق اختيار خاماتها وان تكون من مواد معاد تدويرها ومطابقة للمواصفات. وذلك لتقليل بصمة الكربون الخاصة بها وأن تكون مسؤولة بيئيًا [٥].
الاسقف	 صورة ١٣: المصدر[٢٥]:https://africapearl.com/2021/11/25/celia-is-an-interactive-ceiling-by-ai-planetworks-in-shenzhen.html السقف الذكي : يستجيب السقف الحركي "CELIA" تصميم "AI planetworks" لشبكات الذكاء الاصطناعي للتحفيز الخارجي، فهو يمثل "العمارة التفاعلية المضيئة المحسّنة بالكمبيوتر"، حيث يقوم CELIA بمعالجة بيانات المستشعر لتوليد أنماط الحركة والإضاءة المعقدة استجابة لحركة الإنسان فإن اسم CELIA مستوحى من التلألؤ البيولوجي في الطبيعة رمزً الي العالم الرقمي الذي ينعكس فوق عالمنا، سعى المصممون في AI planetworks إلى تضمين CELIA مع دماغ بدائي يمكنه الإحساس والاستجابة للمحفزات الخارجية - أحد مؤشرات الحياة. شعر الفريق أنه ليس بإمكانهم فقط تحريك مبنى من خلال تزويده بجهاز عصبي مركزي، من خلاله يمكن إضافة القدرة على الإحساس والاستجابة، حيث يمكننا إضفاء الحيوية على المباني والمدن من خلال تشارك شبكات الذكاء الاصطناعي.

الإضاء	 صورة ١٤: المصدر https://www.archdaily.com/937869/comfort-interaction-and-efficiency-artificial-intelligence-in-architectural-projects الإضاءة الذكية: توفر الإضاءة الذكية حلاً مرنًا يمكن ضبطها للتكيف مع الظروف الفريدة المحيطة باحتياجات الإضاءة. يمكن أن يعتمد هذا على الفرد أو المجموعة أو حتى على مهمة معينة. بالإضافة إلى ذلك، توفر المستشعرات اللاسلكية مزيدًا من المرونة من خلال قدرتها على الإضاءة بناءً على التواجد في مكان العمل وكمية الضوء الطبيعي، وايضاً درجات الانعكاس وسطوع الجدران والأسقف مقارنة بأسطح العمل. حيث يمكننا التحكم في الإضاءة الداخلية وتوفير الطاقة والتكيف مع ضوء النهار وتغيرات حضور المستخدم. تُستخدم مستشعرات الضوء الموجودة في وحدات إنارة السقف وفي مكاتب مساحة العمل لتقديم ملاحظات حول معلومات الإضاءة، جنبًا إلى جنب مع معلومات تواجد المستخدم من مستشعرات الإشغال في مصابيح السقف، تنقل مستشعرات الضوء في مساحة العمل المعلومات بمعدل تحديث أقل من المستشعرات الموجودة في السقف. باستخدام معلومات الاستشعار هذه، يمكن التحكم في مستويات التعتيم بحيث يتم تحقيق مستويات الإضاءة المرغوبة على مستوى مساحة العمل. مما يحقق البعد الاقتصادى وزيادة إنتاجية العمال وخفض تكاليف الطاقة بشكل كبير من خلال تصميم الإضاءة الذكية في المكتب. قد تتضمن التكتيكات الاستفادة من ضوء النهار من خلال المزيد من النوافذ وأنظمة تجميع ضوء النهار.
الاثاث	 الاثاث الذكي: يمكن الاستفادة من التقنيات الحديثة ودمجها في تصميم الاثاث لتصميم قاعات المؤتمرات التفاعلية ومساحات العمل التفاعلية لعقد الاجتماعات نجد مثالا على ذلك "منضدة الاجتماعات التفاعلية" المنضدة مزودة بشاشة تفاعلية باللمس. كذلك استخدام التقنيات الحديثة من التصميم التفاعلى ادى الى ان اصبحت قطع الاثاث أكثر ذكاءا وتفاعلية حيث ان هناك قطع اثاث تشعر وتتحكم بمتطلبات مستخدميها. وتحقيق الاستغلال الامثل للمساحة داخل بيئات العمل.

٦- استغلال التكونولوجيا الرقمية لتحقيق بيئات عمل تفاعلية مستدامة

مما سبق يتضح ان للتكنولوجيا الرقمية دور اساسي داخل بيئات العمل وقد أدركت الشركات الكبري انها تحتاج إلى تبني فكرة أن المساحات المادية يجب أن تتكيف مع مفهوم السيولة. أصبحت هذه المرونة بالفعل عنصرًا أساسيًا في تنظيم العديد من المؤسسات ذات التفكير المستقبلي التي خلقت أماكن عمل تسهل طريقة عمل تختلف فيها أحجام الفريق وطريقة التعاون

من مشروع إلى آخر، وساعدت التقنيات الحديثة على تحقيق ذلك الهدف مثل إنترنت الأشياء(IOT)، وغيرها من تقنيات التي سبق ذكرها والتي تعمل على سرعة وسهولة التواصل بشكل متطور وتفاعلي، وكذلك القدرة على التحكم فى جميع عناصر بيئة العمل. حيث تطور تصميم بيئات العمل الحديثة جنبًا إلى جنب مع التطورات التكنولوجية الحديثة، فحيث نجد العديد من شركات التصميم قد استفادت من التكنولوجيا الحديثة من أجل تحسين جميع الجوانب المتعلقة بكيفية عمل الأشخاص وتعاونهم والتواصل بينهم سواء كان تواصل مباشر او عن بعد، والاهتمام بصحة وسلامة العاملين وتيسير العمل وتحقيقه بأقصي كفاءة لتحقيق مبادى استدامة الفرد داخل المجتمع.

٦-١ نماذج لبيئات عمل استفادت من التكنولوجيا الرقمية لتحقيق بيئات عمل تفاعلية مستدامة

٦-١-١ مشروع The Edge

المقر الرئيسي الجديد لشركة Deloitte في أمستردام، تم افتتاح "The Edge" في عام ٢٠١٦م، وهو تصميم مجموعة "PLP Architecture"، ويعتبر المبني نموذج للاستخدام الذكي للتكنولوجيا الرقمية التي تؤثر على تصميم بيئات العمل من حيث التنظيم وكفاءة الطاقة، ليكون مبنى قابل للتكيف بشكل فريد مع مساحات مكتبية ممتعة لتعزيز بيئة عمل صحية. ويوصف المبنى بأنه المبنى الأكثر خضرةً وذكاءً في العالم. الذي يروج لطريقة جديدة للعمل المرن الذكي، كما حصل أيضًا على أعلى درجة استدامة منحتها وكالة التصنيف البريطانية "BREEAM". كما تحقق الشركة المفهوم الجديد " Hot Desking" والغرض منه هو تشجيع التعارف بين الموظفين وزيادة التفاعل وتوفير المساحات، وفي الوقت ذاته يوفر المبنى مكاتب صغيرة للمكالمات الهاتفية وغرف للتسلية وغرف للراحة، وبما أن الوظفين لا يملكون مكاتب مخصصة، يتوفر لهم خزانات لوضع أغراضهم الشخصية.

اسم المشروع: The Edge	تأثير التكنولوجيا لتحقيق بية عمل تفاعلية مستدامة

- ادى استخدام إنترنت الأشياء (Iot) في تصميم المكاتب تحقيق سهولة وتدفق تبادل المعلومات والمعرفة داخل بيئة العمل. وتحقيق التعاون السلس عبر الإدارات والتعامل عند بعد.
- استطاعت التكنولوجيا الرقمية توفير الطاقة داخل بيئة العمل حيث يمكن للعاملين في المبنى التحكم في درجة الحرارة والإضاءة من خلال هواتفهم الذكية، مما يساعد على توفير الطاقة. وذلك من خلال تطبيق مخصص يتصل بـ ٣٠٠٠٠ جهاز استشعار مدمج في نظام الإضاءة LED للمبنى.

صورة ١٠: التصميم الداخلى لفراغات العمل وكيفية التحكم في درجة الحرارة والإضاءة من خلال هواتفهم الذكية، مما يساعد على توفير الطاقة

- يتمكن مقدمو العروض "presentation" من إرسال المعلومات مباشرة إلى الأجهزة الشخصية للمشاركين أو العروض التفاعلية التعاونية مثل اللوحات الذكية. حيث يمكن عمل الاجتماعات عن بعد وسيتم تطويره بشكل أكبر من خلال انتشار الواقع الافتراضي. يسمح الواقع الافتراضي للشركات بإجراء عروض تقديمية تفاعلية والحصول على تعليقات سريعة ودقيقة حول منتجاتها ومفاهيمها. حيث يمكن للحاضرين "السفر"، وباستخدام أجهزة التحكم في الحركة والتتبع الموضعي

لسماعات الرأس واليدين وحركة الجسم في اجتماعات بعيدة المدى، مما يجعل التواصل أكثر طبيعية وفعالية. يقلل الاستخدام المتزايد للواقع الافتراضي في الاجتماعات من الحاجة إلى غرف اجتماعات ومؤتمرات فعلية.

صورة ١١: التصميم الداخلى لفراغات العمل وكيفية تقديم العروض التوضيحية وعقد الاجتماعات عن بعد والتواصل بين جميع فراغات بيئة العمل.

▪ مكاتب مباني الشركة مجهزة بأجهزة استشعار ذكية وأنظمة تدفئة يمكنها تنظيم البيئات الدقيقة لتناسب الموظفين الفرديين مما يجعل شاغلي المبنى أكثر راحة، ويمكنهم أداء عملهم بشكل أكثر إنتاجية

صورة ١٢: التصميم الداخلى لفراغات العمل والذي يوفر الراحة وسهولة التواصل والاداء وكفاءة الانتاج من خلال بيئة عمل معززة باجهزة الاستشعار والانظمة الذكية

تخطط الشركة أيضًا لأخذ الاستدامة إلى أبعد من ذلك من خلال تطويرها التالي:

▪ يعتمد المبنى على الانظمة المتجددة ١٠٠ ٪كالطاقة الشمسية الكهروضوئية، ويحظى بعزل عالي سواء حراري أو ضوئي أو صوتي .

▪ كما صمم له نظام تهوية طبيعية وميكانيكية مثالي، ويعتمد على نظام لتخزين الطاقة الحرارية للمياه الجوفية للتدفئة والتبريد حيث يولد جميع الطاقة الالزمة لتدفئة وتبريد المبنى. ويتحقق به استفادة ناجحة من مياه الامطار ومعالجتها واستخدامها للري للمناطق الخضراء داخل المبني والمحيطة به.

▪ جميع المواد والموارد المستخدمة طبيعية بنسبة ٩٥ ٪ ويمكن أعادة تدويرها أو تصنيعها. فالخشب المستخدم في حاصل على شهادة FSC (مجلس رعاية الغابات).

▪ تستخدم شركة The Edge نظامًا كبيرًا من الألواح الكهروضوئية و٧٠٪ أقل من الكهرباء مقارنة بمباني المكاتب المماثلة في هولندا. في مختلف المناطق المشتركة، تكتمل مساحات السقف الكبيرة بأضواء Axolight's Bell المعلقة، والتي تساعد على إضاءة المساحة الواسعة بشكل فعال بعد حلول الظلام.

▪ يوفر المبني نظام تخزين حراري ضخم، تم حفره في الأرض تحت المبنى، يخزن الماء للتدفئة في الشتاء.

صورة ١٣: تحقيق الاستدامة بأبعاد متطورة استطاعات الشركة تحقيقها من خلال استخدامها للتكنولوجيا الحديثة والاعتماد على الانظمة المتجددة للطاقة وتوفير استهلاك الطاقة

٦-١-٢ مبني CLIFFORD L. ALLENBY BUILDING

في عام ٢٠١٧م، التزمت كاليفورنيا بكونها خالية من الطاقة الصافية لجميع الإنشاءات الجديدة (و٥٠٪ من مساحة البناء الحالية بحلول عام ٢٠٢٥م). ويفي مبنى Clifford L. Allenby بهذا الوعد تصميم شركة **ZGF Architects LLP**. حيث ينتج المبنى نفس القدر من الطاقة المتجددة التي يستهلكها، وذلك بفضل الواح الطاقة الكهروضوئية المخصصة خارج الموقع، فهو المبني الحاصل على شهادة الليد البلاتينية (LEED Platinum).

عمل مبنى Clifford L. Allenby الجديد لإدارة الخدمات العامة في كاليفورنيا (DGS) على تغيير النسيج الحضري لوسط المدينة ووضع معايير عالية للتصميم المستدام.

اسم المشروع: المركز الفيدرالي	تأثير التكنولوجيا لتحقيق بية عمل تفاعلية مستدامة

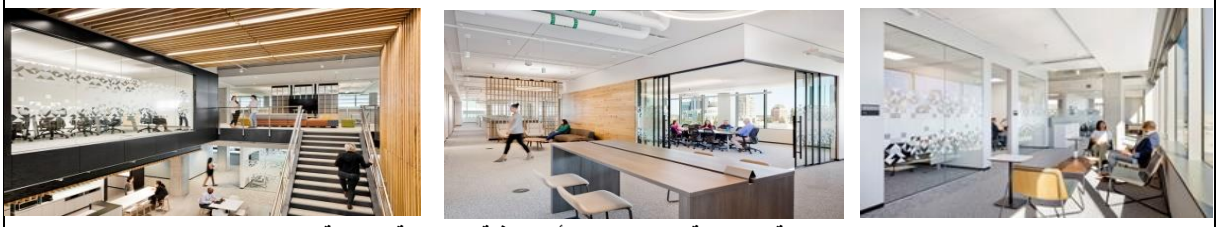
- يعمل هيكل المبنى وتخطيطه على تحسين ضوء النهار من الشمال والجنوب، حيث يسهل التحكم في الشمس المباشرة والاستفادة منها.
- الحفاظ على التظليل الخارجي، وضوء النهار غير المباشر خلال أشهر الصيف دون الحاجة إلى نشر الستائر الداخلية. كذلك استخدام التقنيات الرقمية فى التحكم في الإضاءة الكهربائية أيضًا التحكم لمستويات ضوء النهار، مما يؤدي إلى توفير ما يقدر بنسبة ٥٧٪ في الطاقة من تعتيم الضوء الكهربائي.

صورة ١٤: توضح كيفية الحفاظ على الظلال الخارجي والتحكم في ضوء الشمس المباشرة والاستفادة منها دون الحاجة إلى الستائر الداخلية.

- يركز على ضوء النهار والوصلات الداخلية والخارجية بالطبيعة والوصلات الرأسية لتشجيع الحركة والتفاعل بين الأرضيات ومناطق خدمة الطعام الصحي والمواد الداخلية الخالية من القائمة الحمراء.
- استطاع المبني تحقيق بيئة عمل صحية يشجع مركز اللياقة البدنية واستوديو اليوجا على ممارسة التمارين في الموقع، جنبًا إلى جنب مع مواقف فسيحة للدراجات وحمامات.
- يتم دمج المناطق المشتركة مثل قاعات المؤتمرات ومساحات التعاون داخل منطقة مركزية غنية بوسائل الراحة، مع استراتيجيات تداول ديناميكية وسلالم متصلة تعزز مكان عمل نشط وصحي وللتأكيد على صحة الموظفين وعافيتهم.

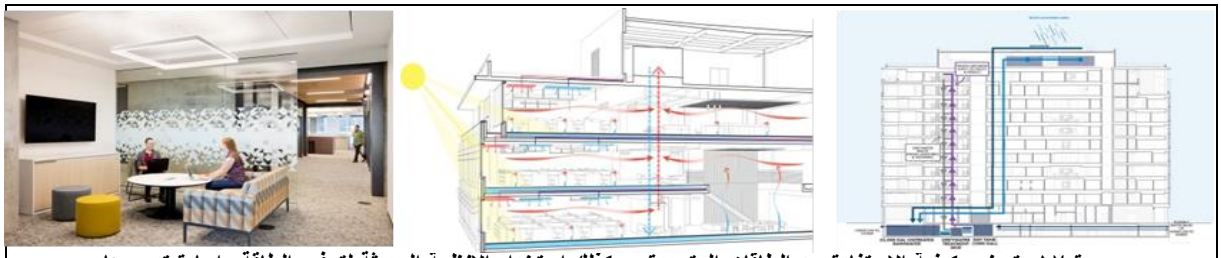
صورة ١٥ :توضح كيفية خلق بيئة عمل صحية تحافظ على راحة العاملين لتحقيق استدامة الفرد داخل بيئة عمله

- يشجع مزيج المكاتب المفتوحة والخاصة موظفي الدولة على العمل بطرق جديدة من خلال خطط طوابق مفتوحة مرنة للغاية تزيد من ضوء النهار ووجهات النظر.
- قضى فريق المشروع وقتًا طويلاً في التعاون مع مستخدمي المبنى لتصميم مساحة تعكس الطريقة التي يريدون العمل بها وتمكنهم من التحكم بشكل أكبر في بيئتهم. يعزز التصميم النهائي مبدأ الشفافية، وسهولة وسرعة الاتصالات بين الإدارات، والخبرات المشتركة.



صورة ١٦ : توضح كيفية خلق بيئة عمل تعزز مبدأ الشفافية، وسهولة وسرعة الاتصالات بين الإدارات، والخبرات المشتركة، والقدرة على التحكم بشكل أكبر في بيئتهم.

- تقليل بصمة الكربون حيث تم خفض الكربون التشغيلي ليكون طاقة صفرية، فقد خفض فريق تصميم المشروع بشكل كبير بصمة الكربون للمبنى من خلال التصميم الإبداعي والابتكارات الهيكلية. على سبيل المثال: استخدام أداة LCA الخرسانية التي طورتها ZGF، فحقق المشروع انخفاضًا بنسبة ١٥ ٪ في الكربون المتجسد للهيكل بأكمله والمغلف من خلال مزيج الخرسانة وحده.
- للحفاظ على جودة الهواء يتم استخدام الهواء الخارجي بنسبة مائة بالمائة للتهوية، ويتم تنظيفه بواسطة MERV 13 والمرشحات الكهروستاتيكية بتقنية التحكم في الجسيمات التي تزيد من جودة الهواء الداخلي مع تقليل استخدام الطاقة وصيانتها.
- تم توفر أربع وحدات مخصصة لمعالجة الهواء (AHUs) ليوفر هواءًا مُكيفًا مسبقًا لجميع المساحات. وفي الوقت نفسه، يستخدم نظام توزيع الهواء تحت الأرضية (UFAD) - إلى جانب الأشرعة المبردة السلبية والحرارة المشعة للمحيط – وايضا الطفو الطبيعي للهواء وتدفق الهواء في اتجاه واحد لتوفير الطاقة وتعزيز الراحة الحرارية وجودة الهواء الداخلي.
- استخدام أجهزة الاستشعارللتحكم فى التهوية ولتقليل تهوية الأماكن غير المشغولة. يتم أيضًا فصل أنظمة التكييف الميكانيكية المشعة عن نظام التهوية، مما يؤدي إلى زيادة الكفاءة من خلال توفير التدفئة والتبريد عند الحاجة فقط.



صورة ١٧: توضح كيفية الاستفادة من الطاقات المتجددة ، وكذلك استخدام الانظمة الحديثة لتوفير الطاقة واعادة تدويرها.

٧- تطبيق التكنولوجيا الرقمية لتحقيق الاستفادة القصوى لتصميم بيئة عمل تفاعلية مستدامة

جدول ٥: التطبيق المقترح لتصميم بيئة عمل تفاعلية مستدامة

التطبيق المقترح التكنولوجيا الرقمية لتحقيق الاستفادة القصوى لتصميم بيئة عمل تفاعلية مستدامة	
التصميم الداخلى لبيئة العمل	▪ **التصميم المستدام:** مراعاة الجانب البيئى فى العملية التصميمية لبيئات العمل وتحقيق مبادئ الاستدامة وتحقيق بيئات العمل الصديقة للبيئة " Eco-Friendly Offices" والتصميم البيوفيليك"Biophilic Design، ايضا الاهتمام بمعاييرتقييم المباني المستدامة منها اعتماد "LEED" وذلك للحفاظ على الطاقة وتعزيز دورات المواد المستدامة والمتجددة. وتعزيز صحة الإنسان الفردية والمجتمع. فبيئات العمل المستدامة توفير الطاقة وتحقيق جودة البيئة الداخلية (IEQ (indoor environment quality)، وذلك في كلا من مجال الإضاءة ودرجة الحرارة والتهوية. كما يمكن تحقيق بيئة عمل أكثر طبيعية ومتوافقة مع البيئة، من خلال دمج الطبيعة الخضراء داخل بيئة العمل، وهذا بدوره يعني قوة عاملة أكثر سعادة وصحة، مما يؤدي إلى تحسين إنتاجية الموظفين. ▪ **التصميم الداخلى التفاعلى :** يمكن الاستفادة من التكنولوجيا الرقمية لتحقيق مبادئ الاستدامة داخل بيئات العمل من خلال دمجها فى عملية التصميم الداخلى لجعل بيئة العمل تفاعلية مستدامة عبر التحكم بعناصر التصميم (الارضيات- الحوائط- الاسقف- الاثاث- .....)، عن طريق استخدام أجهزة الاستشعار- وانترنت الاشياء- الخامات الذكية- الاسطح التفاعلية والواح الطاقة الشمسية وغيرها من التقنيات الحديثة التى تساهم فى توفير الطاقة والتحكم فى ادارة الطاقة وتدفق وعرض البيانات وتيسير العمل مما يحقق تجربة تفاعلية للعامليين والعملاء.
استخدام اجهزة الاستشعار Using sensors	▪ استخدام المستشعارات للتحكم في عناصر التصميم داخل بيئة العمل على سبيل المثال (اضاءة- اجهزة التهوية والتكييف- دخول الاضاءة الطبيعية- درجة الحرارة-....)، لتوفير الطاقة داخل بيئة العمل والحفاظ عليها، وتلبية احتياج شاغلي بيئة العمل والعمل على راحتهم وتحقيق كفاءة أفضل احد أهداف الاستدامة.

استخدام انترنت الاشياء IOT Using Internet of Things	▪ استخدام تكنولوجيا إنترنت الأشياء (IoT) للتواصل مع كل الأجهزة التي تستطيع العمل على شبكة الإنترنت والتي بإمكانها جمعُ وإرسال ومعالجةُ البيانات التي تلتقطها من بيئتها المحيطة مستخدمةً لذلك حساساتٍ مضمنة ومعالجاتٍ بالإضافة إلى وسائط اتصالٍ. وتُدعى غالبًا بالأجهزة المتصلة أو الذكية لأنها تستطيع التواصل مع الأجهزة الأخرى المرتبطة بها بعملية تعرف باتصال آلةٍ بآلة (machine-to-machine)، والتفاعل مع المعلومات التي تُجلب من الجهاز الآخر. ويستطيع البشر التفاعل معها لتهيئتها وإعطائها تعليماتٍ أو الوصول إلى البيانات وتدفقها تُمكن أهمية إنترنت الأشياء الإنسان من التحكّم بشكل فعّال وسهل بالأشياء عن قرب وعن بُعد. كما يؤدي الاتصال بالذكاء الاصطناعي والتحليلات المتقدمة إلى تغيير مكان العمل من خلال زيادة الكفاءة والإنتاجية وخلق بيئة تعزز التعاون في مكان العمل. للتحكم والتواصل وسهولة تدفق البيانات والمعرفة داخل بيئة العمل.
استخدام الانظمة المتجددة للطاقة	▪ استخدام الألواح الكهروضوئية لتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلا التأثير الضوئي الجهدي، ويمكن تخزين الطاقة الكهربائية الناتجة في بطاريات ضخمة لاستخدامها في وقت غياب الشمس. ▪ استخدام الأنظمة ذات الكفاءة العالية فى استخدام الطاقة مع عمل محاكاة لاستهلاك الطاقة داخل المبني قبل الانشاء.
الحفاظ على الموارد وإعادة تدويرها	▪ نظام تخزين الطاقة الحرارية للمياه الجوفية. ▪ معالجة المياة وإعادة تدويرها لاستخدامها فى عمليات الري.
استخدام تقنية (CEC) Customer Experience Centers	▪ لتحقيق العمل التعاوني ومشاركة البيانات والمعلومات بين العاملبين داخل بيئة العمل حيث يتم عرض وتبادل المعلومات، كذلك تهدف CEC إلى تمكين فلسفة مشاركة العملاء لخلق تجربة تفاعلية
استخدام الخامات الذكية والصديقة للبيئة	▪ من أهم الخامات الذكية "الزجاج الذكي"، فهو الزجاج القابل للتحويل كهربائياً ويغير من خصائص نقل الضوء عند تطبيق الجهد عليه، فهو تتيح للمستخدمين التحكم في كمية الضوء والحرارة، فيتغير من زجاج شفاف إلى نصف شفاف ويمنع الرؤية من خلاله بشكل جزئي مع الحفاظ على الضوء واضحاً من خلال الزجاج. ▪ استخدام الخامات الصديقة للبيئة والقابلة لإعادة التدوير والاستخدام مرات أخرى.
الارضيات التفاعلية	▪ استخدام الارضيات الذكية المولدة للطاقة التى تقوم بتوليد الكهرباء عن طريق الحركة.
الإضاءة الذكية	▪ استخدام الإضاءة الذكية والتى يمكن التحكم بها من خلال الطبيق الخاص او تزويدها بمستشعرات تمكنها من ضبطها للتكيف مع الظروف الفريدة المحيطة باحتياجات الإضاءة من تلقاء نفسها.

الأثاث الذكى والتفاعلى	▪ استخدام الاثاث الذكى والتفاعلى داخل بيئة العمل والمتصلة بمستشعرات تمكنها من الشعور والتحكم بمتطلبات مستخدميها. وتحقيق الاستغلال الامثل للمساحة داخل بيئات العمل.

نتائج البحث:

1. أهم الاتجاهات المؤثرة فى تصميمات بيئات العمل الداخلية فى الالفية: تطبيق مبادئ التصميم المستدام "Sustainable Design" داخل بيئات العمل، ايضاً بيئات العمل الصديقة للبيئة "Eco-Friendly Offices " المليئة بالضوء الطبيعي ووكذلك التصميم البيوفيليك"Biophilic Design" لبيئات العمل الداخلية.

2. من أهم معايير تقييم المباني المستدامة: نظام الريادة للطاقة والتصميم البيئي "LEED" والتى يتم اعتماد شهادة LEED من خلال مستويات: (معتمد، فضي، ذهبي وبلاتيني).

3. استخدام التقنيات الحديثة داخل بيئات العمل يلعب دورا هاما في تحقيق العديد من متطلبات التصميم الداخلي وبما يتوافق مع نظام الريادة للطاقة والتصميم البيئي (LEED) كما تعمل على توفير الطاقة والمياة وتحسين البيئة وتحقيق الراحة الانسانية والعضوية والنفسية المطلوبة.

4. التصميم التفاعلى يضيف اطارا جديدا لتطوير تصميم بيئات العمل الداخلية والذي يعمل على رفع مستوى إدراك ووعى الموظفيين. كما ان استخدام التكنولوجيا الذكية يحقق قدر من التوافق مع البيئة والحفاظ على الطاقة وتلبية رغبات المستخدم وتوفير الامن والامان والسلامة، حيث ان للتقنيات الحديثة القدرة على تحقيق مفهوم الاستدامة في التصميم الداخلي بشكل أكثر كفاءة من الاساليب التقليدية.

5. حققت التكنولوجيا الرقمية الحديثة "شبكة إنترنت الأشياء Things Of Internet The" داخل بيئات العمل فى شكل لوحات رقمية تتحكم في درجة الحرارة وأستهلاك المياه وظلال النوافذ "The Shades Window" مما يساهم في توفير الطاقة وزيادة الأستدامة.

6. حقق دمج التكنولوجية الرقمية داخل العملية التصميمية بيئة عمل مستدامة من خلال عناصر التصميم الداخلى منها: استخدام الارضيات الذكية التى تعمل على توفير الطاقة، والحوائط المعالجة باستخدام الاسطح التفاعلية ثلاثية الابعاد تمثل حالة من الشاشات المجهزة بمجسات خاصة ومحولات للطاقة من شأنها تتعرف على المستخدم وتتفاعل معه وتستجيب بردود افعاله. كذلك تقنية الزجاج الذكى (Smart Glass) والذي يؤدي الي تعظيم الضوء الطبيعي من خلال تقليل اعتماد المبنى على الإضاءة الاصطناعية، والاسقف التفاعلية التى يمكنها الإحساس والاستجابة للمحفزات الخارجية، والإضاءة الذكية التى تتكيف مع الظروف المحيطة، والاثاث التفاعلي حيث يشعر ويتحكم بمتطلبات مستخدميه.

التوصيات:

١- أهمية زيادة الوعي بأهمية الاستدامة والتأكيد على تحقيق مبادئها وكذلك التصميم المستدام كتوجه رئيسى للتصميم الداخلى وتحديداً داخل بيئات العمل.

٢- ضرورة مواكبة المصمم الداخلي للتطور المتلاحق للتكنولوجيا ودمجها داخل العملية التصميمية لما لها من قدرة على تحقيق مبادئ الاستدامة داخل بيئات العمل.

٢- أهمية ان يكون المصمم الداخلى على دراية كافية بالتقنيات والاساليب التكنولوجية التفاعلية الحديثة لما لها من دور فعال فى ايجاد مداخل فكرية جديدة فى الفراغ الداخلى وكيفية الاستفادة من جوانبها الايجابية.

٣- على مستوي الشركات والمؤسسات الادارية الاهتمام بتصميم بيئات العمل، لما لها من تأثير على سلوكيات وأمان وصحة الموظفيين ويتم ذلك من خلال تحقيق مبادئ الاستدامةوالتى يمكن أن يكون لها تأثير إيجابي على صحة الموظفين ورفاهيتهم. إذا تمكنت المؤسسات من توفير بيئة عمل تؤثر بشكل كلي على رفاهية ورضا وسعادة القوى العاملة لديها، فيمكنها أن تتوقع أن يكون الناس أكثر مشاركة، مما يؤدي في النهاية إلى أداء مؤسسي أعلى.

٤- على الكليات والمعاهد المتخصصة في دراسة التصميم – التأكيد على أهمية الاستدامة وكيفية تحقيق التصميم المستدام، الصديق للبيئة مستفيداً من التقنيات التكنولوجيا الحديثة.

المراجع

الكتب الانجليزية

1- Herman Hertzberger: The Future of the Building Centraal Beheer,) July 2016) .

الرسائل العلمية

٢- عبد العظيم، أميرة السيد: تأثير العمارة الرقمية التفاعلية على مجال التصميم الداخلى للمتاحف الاثرية، ماجيستير، الفنون التطبيقية، جامعة حلوان (٢٠١٥م).

2-Abd Elazeem, amera elsayed: tathir aleimarat alraqamiat altafaeuliat ealaa majal altasmim aldaakhilaa lilmatahif alathriati, majistir, alfunun altatbiqiati, jamieat hulwan (2015)

الأبحاث والمؤتمرات العلمية.

٣. جوده، دعاء عبد الرحمن محمد: مفهوم التصميم المستدام وأثره على جودة البيئة الداخلية للتصميم الداخلي (٢٠١٩م)، دار المنظومة.

3-judhu, duea' eabd alrahman muhamad: mafhum altasmim almustadam wa'atharuh ealaa jawdat albiyat aldaakhiliat liltasmim aldaakhilii (2019), dar almanzuma.

٤. إبراهيم، أشرف حسين: التصميم التفاعلي كمصدر لتطوير عناصر التصميم الداخلي والأثاث (٢٠٢٠م)، دار المنظومة.

'4-iibrahim, 'ashraf husayn: altasmim altafaeuliu kamasdar litatwir eanasir altasmim aldaakhilii wal'athath (2020) , dar almanzuma.

٥. الجارحى، محمود سعد عبد الفتاح: التقنيات الحديثة للحيزات الداخلية وأثرها على نظام الريادة في الطاقة والتصميم البيئي LEED، (٢٠٢٠م)، دار المنظومة.

5-aljarihaa, mahmud saed eabdalfataah: altiqniaat alhadithat lilhayzat aldaakhiliat wa'athariha ealaa nizam alriyadat fi altaaqat waltasmim albiyiyi LEED, (2020), dar almanzuma.

٦. العواد، عبير بنت عبد العزيز عواد: العلاقة التكاملية بين إدارة التصميم وبيئة الأعمال في الشركات التخصصية في مجال العمارة والتصميم (٢٠٢٠م)، دار المنظومة.

6-aleawadi, eabir bint eabdialeaziz eawadi: alealaqat altakamuliat bayn 'iidarat altasmim wabiyat al'aemal fi alsharikat altakhasusiat fi majal aleimarat waltasmim (2020), dar almanzuma.

٧. موسى، مي أحمد فخري فرحات: التطور التكنولوجي للعمارة وأثره على التصميم الداخلي التفاعلي للحيزات (٢٠٢٠م)، دار المنظومة.

7-musaa, mi 'ahmad fakhray farahati: altatawur altiknulujiu lileimarat wa'atharih ealaa altasmim aldaakhilii altafaeulii lilhizat (2020), dar almanzuma.

٨. سمك، محمد عبد اللطيف عبد السلام: أهمية التصميم الداخلي في تعظيم الأداء الوظيفي لمسطحات العمل بالمنشأت الادارية (٢٠٢١م) دار المنظومة.

8-samak, muhamad eabdallatif eabdalsalam: 'ahamiyat altasmim aldaakhilii fi taezim al'ada' alwazifii limusatahat aleamal bialmansha'at aladaria (2021) dar almanzuma.

٩. حسن، سمية محمود: الاتجاهات الحديثة في تصميم بيئة العمل الإداري (٢٠٢٠م)، دار المنظومة.

9-hasan, sumya mahmud: alaitijahat alhadithat fi tasmim biyat aleamal al'iidarii (2020), dar almanzuma

١٠. عبد الحميد، هبه عيسى: أثر" التصميم من أجل السعادة"على جودة الحياة في أماكن العمل، (٢٠٢١م) دار المنظومة.

10-eabd alhamidi, habah eisaa: 'athar " altasmim min 'ajl alsaeadati" ealaa jawdat alhayat fi 'amakin aleumli, (2021) dar almanzuma

١١. قورين، خديجة: المباني الخضراء: دعامة أساسية لتحقيق إستدامة بيئية: عرض لبعض النماذج الدولية الناجحة (٢٠٢١م) دار المنظومة.

11-qurin, khadija: almabani alkhadra'a: daeamat 'asasiat litahqiq 'iistidamat biyiyatin: eard libaed alnamadhij aldawliat alnaajiha (2021) dar almanzuma.

١٢. سيد، سحر عز العرب: اتجاهات الحلول التصميمية للمباني الادارية (٢٠١٧م) دار المنظومة.

12-sayid, sahar eizi alearabi: atijahat alhulul altasmimiat lilmabani aladaria (2017) dar almanzuma

١٣. الماظ، اميرة فوزي، عبد المالك، عبد الحميد، محمد، حنان صبحي: الفكر التصميمي للحيزات الأدارية بمفهوم إيكولوجي معاصرة: دراسة تطبيقية (٢٠١٦م) دار المنظومة.

13-almaz, amira fuzi, eabdalmalk, eabdalhamid, muhamad, hanan subhi: alfikr altasmimiu lilhizat al'adariat bimafhum 'iikulujiin mueasirat: dirasat tatbiqia (2016) dar almanzuma

الأبحاث والمؤتمرات العلمية الانجليزية.

14. Andrés Peláez Ospina1 Alexander González Castaño: LEED certification and the new standard of sustainable construction in Colombia (2016)

15. Eman M. E. Attiya, Mohamed A. Shebl, and Maii M. Nasser: A Comparative Analysis of LEED and GPRS for the Applicability in Egyptian Office Buildings (2020).

16. Elgohary, Amr Soliman: Eco- Friendly Material for Certified Separating Walls Between Adjacent Rooms (2021).

17. Eskander, Dina Wagih Fadel: The Role of Sustainable Interior Design Strategies in Increasing Occupant Comfort in Commercial Spaces (2021).

المواقع الالكترونية

18.https://www.sensesatlas.com/territory/centraal-beheer-office-building-dutch-structuralism/

19.https://www.lovethatdesign.com/project/smart-dubai-office dubai/?utm_campaign=58fda17cd4dbac2b2d05169a&utm_content=59954b

20. https://cuningham.com/2016/11/23/cuningham-group-seen-tv

21. https://www.usgbc.org/projects/cihac-m16-0

22. https://meierpartners.com/project/parkview-office-building

23.https://africapearl.com/2021/11/25/celia-is-an-interactive-ceiling-by-ai-planetworks-in-shenzhen.html

24. https://archello.com/project/the-edge

25. https://www.plparchitecture.com/the-edge.html

26. https://www.zgf.com/work/3473-clifford-l-allenby-building

* يعرف التصميم البيوفيليك من قبل "Edward Osborne Wilson"عالم الاحياء الامريكي في عام ١٩٨٤،علي أنه العلاقة الفطرية بين البشر والطبيعة، وأحتياج الإنسان المستمر أن يكون متصل بالطبيعة وأن يكون محاط بالغطاء النباتي. وذلك للحفاظ علي الرفاهية الإيجابية في المنظمات عالية الأداء.