التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر
with the Environment and its Effect on Contemporary Interior Design

أ.م.د/ مها رمضان
أستاذ مساعد التصميم الداخلي والأثاث، المعهد العالي للفنون التطبيقية بالتجمع الخامس، maharamadan66@hotmail.com

ملخص البحث: Abstract

يشهد العالم في العصر الحالي تقدمًا هائلاً فى الأنظمة التكنولوجية في جميع المجالات، حيث تأثر كل من العمارة والتصميم الداخلي بشكل كبير بتطور التكنولوجيا، كما شهدت البيئة الطبيعية فى مصر العديد من التغيرات وخاصة فى ربع القرن الماضى والذى يتضمن قضايا إستهلاك الطاقة وإستنزاف الموارد والتلوث، وهنا تكمن مشكلة البحث فى كيفية استخدام التكنولوجيا دون الإضرار بالبيئة، حيث أصبح من الضرورى الإحتياج إلى منشآت موفرة لإستهلاك الطاقة أو مولدة لها، لذلك يجب على المصممين الإهتمام بالأنظمة التي تعمل على ترشيد استهلاك الطاقة وإستدامة المبانى لتحقيق الراحة المطلوبة فى الفراغ الداخلى بإستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة. ونظراً إلى تزايد الأخطار البيئية، فإن العودة إلى الطبيعة واستخدام التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة أصبح ضرورة للحد من تلك المخاطر وتحقيق التنمية المستدامة. لذلك يهدف البحث إلى ربط التكنولوجيا الحديثة بالتصميم البيئي وتطبيقه دون الإضرار بالبيئة المحيطة، وتحقيق الكفاءة المثلى لإستهلاك الطاقة دون استنزاف الموارد الطبيعية. واعتمد البحث على المنهج الوصفى التحليلى من خلال إجراء دراسة تحليلية لبعض النماذج وتوضيح دورها فى تطوير فكر التصميم البيئى وتحقيق التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة. وقد تناول البحث تعريف التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة ودراسة التقنيات التكنولوجية المختلفة التى يمكن إستخدامها فى المنشآت لتوفير الطاقة والحفاظ على البيئة فى آن واحد، ثم تناول بعض نماذج من الأعمال المعمارية العالمية التى تتبع نفس المنهج فى التصميم المعمارى والداخلى، وصولاً إلى النتائج والتوصيات.

كلمات دالة: Keywords

التكنولوجيا المتوافقة
Compatible Technology
البيئة
Environment
التصميم الداخلى
Interior Design
المعاصر
Contemporary

Paper received 25th February 2023, Accepted 14th June 2023, Published 1st of July 2023

المقدمة: Introduction

إن العلاقة المتوافقة بين التكنولوجيا والبيئة تهدف إلى حماية البيئة، وتقليل الآثار السلبية للتلوث، والإستخدام الأمثل للموارد الطبيعية للحفاظ على البيئة، وتقليل استهلاك الطاقة، والإعتماد بشكل كبير على مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة، وتنظيم العلاقة بين المباني والبيئة واحترام حق الأجيال القادمة في حياة صحية، ويتطلب ذلك العمل على تحقيق بيئة يشترك فيها كل من المخطط العمرانى والمصمم المعمارى والمصمم الداخلى.

ومن أجل تحقيق منشأ يلبي احتياجات مستخدميه، من الضروري تطويع تصميم ووظيفة المنشأ مع استخدام الأنظمة التكنولوجية بحيث تعمل كافة تقنيات وآليات المنشأ المختلفة فى خدمة المستخدمين وبما يوفر الطاقة ويحقق الراحة الداخلية الملائمة، مع الأخذ في الاعتبار موائمة المنشأ وتداخله مع البيئة الطبيعية الخارجية متفاعلاً معها ومستفيداً من مواردها وطاقاتها المتجددة مما يساعد على تحسين البيئة الداخلية بأقل تكلفة بحيث يستمد التصميم من بيئته ويعتبر بمثابة جزءاً لا يتجزأ منها ويستجيب لها في نفس الوقت.

ويعتمد ذلك على النظام الإنشائى والتكنولوجيا المناسبة، وأنظمة الغلاف الخارجى والتى تمثل المفردات الوظيفية والتشكيلية للمنشأ بأكمله، وأنظمة الفراغ الداخلى التى تحدد المساحات لتأدية الوظائف المختلفة، ثم الأنظمة الميكانيكية التكنولوجية التى تسعى لزيادة كفاءة الخدمات المطلوبة، وكل هذه المستويات تعمل معاً لتحديد استدامة التصميم واستمراريته على المدى الطويل حسب طبيعته ومرونته لإستقبال كل ماهو جديد، وإمكانية التحكم والإستخدام الأمثل لعناصره التى تدعم الإستجابة الذاتية للمتغيرات الداخلية والخارجية.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

1- قلة الوعى بالدور الهام للتكنولوجيا المتوافقة مع البيئة فى حل المشكلات البيئية، وضمان الإستدامة للموارد الطبيعية.
2- عدم توافر قواعد بيانات منظمة تساعد في تطبيق مفهوم التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة، تشمل الأبحاث والتحليلات وإدراج المعارف في عملية التصميم الداخلى المعاصر.
3- قلة استخدام تقنيات التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة فى المبانى والفراغات الداخلية المعاصرة.

تساؤلات البحث:

1- كيف نصل إلى آلية أو منهجية للتصميم تربط بين المتطلبات البيئية والتوجهات المعاصرة من خلال الإمكانات التكنولوجية المتاحة وغير الضارة للبيئة؟
2- هل يمكن تحقيق التكامل بين البيئات المبنية والطبيعية من خلال استخدام أنظمة التكنولوجيا المتقدمة؟

أهداف البحث: Research Objectives

1- توضيح مفهوم الإستدامة ودورها فى العمارة والتصميم الداخلى المعاصر وكيفية خلق التكامل والتوافق بين التكنولوجيا والبيئة داخلياً وخارجياً.
2- تسليط الضوء على امكانية تطويع التكنولوجيا لتتوافق مع البيئة وتلبية الإحتياجات التصميمية دون الإضرار بالبيئة وبإستخدام خامات متوافقة مع البيئة ومواكبة للتطور التكنولوجى.
3- توضيح دور التصميم المعمارى والداخلى المستدام للمساهمة فى الحفاظ على الموارد الطبيعية والتأكيد على مفهوم التوازن بين القيم الوظيفية والجمالية.
4- عرض بعض الحلول التكنولوجية والايكولوجية فى التصميم والتى تجعل المبنى يتوافق مع البيئة المحيطة ويتكامل معها بشكل إيجابى للحد من الآثار السلبية على البيئة.

أهمية البحث: Research Significance

1- تكمن أهمية البحث فى التعرف على الأنظمة التكنولوجية المتوافقة مع البيئة الطبيعية، وأثرها على إعادة تهيئة الفراغات الداخلية.
2- التداخل والإمتزاج بين التكنولوجيا والبيئة المحيطة يؤدى إلى تحقيق تصميم داخلى مستدام متوافق مع الطبيعة المحيطة به والإنسان معاً.

فروض البحث: Research Hypothesis

1- يمكن التوصل إلى التصميم الأفضل والأكثر راحة للمستخدم في الحيز الداخلي كلما تم تحقيق التكامل بين السمات البيئية وأنظمة المبنى بصيغة توافقية بإستخدام معالجات تكنولوجية.

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

2- ترتبط حدود الراحة للحيز الداخلي بعمق العلاقة بين المعطيات البيئية والنظم التكنولوجية.

منهج البحث: Research Methodology

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى من خلال تحليل بعض النماذج التى تتبع استخدام التكنولوجيا بدون الإضرار بالبيئة المحيطة، وتوضيح دورها فى تطوير الفكر التصميمى البيئى وتحقيق التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة.

الإطار النظري: Theoretical Framework

أولاً: مفهوم التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة:

لقد شاع استخدام التكنولوجيا خاصة بعد التطور التكنولوجى السريع فقد أثرت ابتكاراتها التصميمية بشكل كبير على العمارة والتصميم الداخلى، لذا فإن أهمية تطويع التكنولوجيا لتكون متوافقة مع البيئة قد أدت إلى ظهور مصطلح التكنولوجيا المتوافقة.

كان لمفهوم التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة تأثير كبير فى تحديد مداخل التصميم البيئى الذى يؤدى إلى تحقيق مجموعة من الأهداف تعتمد عليها فلسفة تصميم المنشأ لتحقيق العلاقة الإيجابية مع البيئة الطبيعية للحد من سلبيات إستخدام التكنولوجيا، كما تهدف إلى تجميع التقنيات الذكية بطريقة متناغمة مع البيئة، من خلال زيادة كفاءة استخدام الموارد والطاقة الطبيعية بأقل تأثير على البيئة المحيطة وبتحقيق الإستدامة فى إطار تقنى ذكى، لإنتاج منشآت ذكية قادرة على التفاعل مع المنظومة الإيكولوجية المتواجدة بها .

شكل (1) سمات التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة
(Terri Meyer B.& B, 2020)

التطور التكنولوجي:

يؤثر التطور التكنولوجي تأثيراً إيجابياً وسلبياً على الإنسان فى ذات الوقت، ويتجلى الأثر الإيجابي في زيادة المعرفة والقدرة البشرية، بينما يتجلى التأثير السلبي في وجود تأثيرات سلبية نتيجة التطبيق المباشر للتكنولوجيا بدون تحليل وفهم معانيها.

- الجانب الإيجابي:

يتضح الجانب الإيجابي للتطورات التكنولوجية في مجالات مختلفة من الحياة، ويتمثل التأثير الإيجابي في مجال العمارة في السرعة والمرونة في التصميم المعمارى نتيجة استخدام أجهزة الكمبيوتر منذ بداية التصميم الإبتدائي للمشروع، وتطوير المفاهيم المعمارية حتى مراحلها النهائية، من خلال إعداد الرسوم التنفيذية وإعداد نظم إدارة المشاريع المختلفة والتحكم الآلي في أعمال التنفيذ، وكذلك ظهور مواد البناء الحديثة التى ساهمت فى تطوير السلوك الإستاتيكي للنظم الإنشائية القديمة، واستحداث نظم إنشائية جديدة وإستخدام الآلات والمعدات في تشييد الهياكل الإنشائية للمبانى.
(محمود، نيرفانا، 2015)

- الجانب السلبي:

تظهر الآثار السلبية الضارة للتطور التكنولوجي في مجال العمارة على الإنسان في إنحصار العلاقات الإجتماعية وإنعدام الخصوصية التي تتمتع بها التجمعات السكنية القديمة، بالإضافة إلى فقدان الهوية المعمارية في ثنايا الإتجاهات الغربية الدخيلة، وإهتزاز القيم الموروثة والحضارات، أو عدم تناسب التكنولوجيا مع العوامل المناخية، أو استخدام مواد البناء التى تلوث البيئة أو يصعب إعادة تدويرها.

ولذلك يجب أن نستفيد قدر الإمكان من التطور التكنولوجي في مجال التصميم المعماري والتصميم الداخلي، على أن يكون ذلك التطور ملائماً للبيئة ومقبول اقتصاديًا، خاصة فيما يتعلق بالبنية التحتية للمبانى، كما يجب أن يراعي التطور التكنولوجي للمنشآت المعاصرة الهوية الثقافية والعادات والتقاليد للمجتمع بحيث أن يتناسب المبنى مع متطلبات شاغليه.

العمارة الذكية:

ظهرت العمارة الذكية في منتصف الثمانينات ، وتم إستخدام أحدث الوسائل التكنولوجية، مع القدرة على استيعاب التكنولوجيا المستقبلية، وكانت نموذج مثالي لتوفير احتياجات شاغلي المبنى في ظل المجتمع المعلوماتي، وقدرتها على التوافق مع البيئة والتكيف عبر الزمن وفقا للمتطلبات والإحتياجات المتوقعة.

لذلك، تعتبر العمارة الذكية من أكثر الإتجاهات المعمارية فاعلية فى خلق بيئة مستجيبة ومستدامة من خلال تحقيق التكامل بين الأنظمة التكنولوجية والبيئية. ولذلك يتم تصنيفها على أنها تتخذ إتجاه العمارة التكنولوجية وفي ذات الوقت إتجاه العمارة البيئية، لأنها قادرة عمليًا على حل المعادلة الصعبة عند استخدام التكنولوجيا المتقدمة دون التسبب في إحداث أدنى ضرر بالنظام البيئي، بل على العكس ساعدت على تحقيق أهداف العمارة البيئية وكانت بمثابة عقد التصالح بين التكنولوجيا والبيئة.

"العمارة البيئية الإيكولوجية "الإيكوتك" Eco Technology Architecture

أن كلمة "Eco Tech" تعنى "العمارة البيئية التقنية"، وظهر إتجاه "الإيكوتك" كإتجاه معاكس لحركة "عمارة التكنولوجيا المتقدمة "High Tech، وصاحب التطور التكنولوجي لهذا الإتجاه ظهور فجوة واضحة بين المبنى والبيئة المحيطة خاصة على مستوى التصميم البيئي، مما دفع لزيادة الوعي عند بعض الهيئات والمؤسسات والأفراد للإهتمام بنظام استهلاك الطاقة، وإستدامة الطاقة، وإستدامة المباني لتحقيق الراحة المطلوبة فى الفراغات الداخلية بإستخدام الوسائل الميكانيكية، ولذلك ظهرت "العمارة البيئية الإيكولوجية".

ويعتبر هذا الإتجاه دمج بين اتجاهين رئيسيين في العمارة، هما:

- **الإتجاه الإيكولوجي:** بكافة مفاهيم الإستدامة وكفاءة الأداء البيئي ودراسات الأثر البيئي للمبنى.
- **الإتجاه التكنولوجي:** بكافة مفاهيم التطور التكنولوجي الهائل والمستمر في كافة قطاعات العمارة، النظم الإنشائية، المواد، التشطيبات، الواجهات الخارجية... الخ.

وعليه فإن "العمارة البيئية التكنولوجية" هي العمارة التي تعتمد على الطاقة البيئية الفيزيقية مع الحركة الميكانيكية للتكيف، والتقنية للإمداد بالطاقة البيئية النظيفة أو للتحكم بالبيئة الداخلية للمبنى بأجهزة داخلية، والفرق بينها وبين "العمارة الذكية" أن الأخيرة تعتمد على شبكات إتصال داخلية وخارجية، والإنترنت والأقمار الصناعية .

يحقق الإيكوتكنولوجى الراحة الضوئية والحرارية لمستخدمى الفراغات الداخلية وذلك من خلال إستخدام التقنيات الحديثة فى المبنى، كما يتيح الإيكوتكنولوجى لمستخدمى الفراغات التحكم فى بيئتهم مباشرة، من خلال استخدام أحدث أنظمة التحكم مع إمكانية التحكم الشخصي من خلال لوحات شاشة التحكم ووحدات يدوية للتحكم عن بعد في الإضاءة لتشغيلها وإيقافها حسب الرغبة، ومن الممكن التحكم دون الرجوع إلى شاغلي المبنى لتحقيق استراتيجيات الراحة وتقليل الطاقة .

يعمل الإيكوتكنولوجي على التكامل مع البيئة المحيطة، مع الحفاظ على الطابع الخاص بها، وجعل المبنى جزءاً من التنسيق الخارجي للموقع، كما يعمل الإيكوتكنولوجي على مراعاة البيئة الخارجية والتقليل من الأثر البيئى للمبنى من خلال المحافظة على الموارد البيئية دون استنفاذ للموارد الطبيعية الحالية ، بالإضافة إلى توفير الطاقة ، كما يراعى الإيكوتكنولوجى فى مبانيه استخدام المواد القابلة لإعادة الاستخدام أو التدوير لحماية البيئة من المواد الغير قابلة للتحلل أو التعفن والتي تعرض البيئة للخطر.

ثانياً: الأساليب التكنولوجية المتوافقة مع البيئة:

الاستفادة من الأساليب التكنولوجية المتوافقة مع البيئة من خلال استخدام مصادر البيئة الطبيعية (طاقة الرياح والطاقة الشمسية وغيرهما) لتحقيق التصميم البيئى المناسب من حيث كفاءة إستهلاك الطاقة بالفراغ الداخلى، وإحداث أقل ضرر بيئى للعناصر الطبيعية المحيطة بالمنشأ (تربة، مياة، هواء...الخ) بهدف حماية البيئة والحفاظ على مصادر الطاقة وتوفير المستوى المطلوب من الراحة لمستخدمي الفراغات الداخلية للمنشأ.

(Slessor, Catherine, 2001)

يتطلب إنشاء مبنى متكامل يلبي إحتياجات شاغليه مراعاة التصميم على مستوى الجزء والكل من خلال تعديل التصميم العام للمبنى من حيث الشكل والوظيفة من أجل توفير الطاقة وتحقيق الراحة الداخلية المناسبة مع الأخذ فى الإعتبار ملائمة المبنى وتداخله مع البيئة الطبيعية الخارجية متفاعلاً معها مستفيدًا من مواردها وطاقاتها المتجددة بما يساهم إيجابًيا في تحسين البيئة الداخلية وبتوظيف التكنولوجيا المتقدمة لينبع التصميم من بيئته ويمثل جزءًا لا يتجزأ منها وفي ذات الوقت مستجيبًا لها من خلال شكله وغلافه الخارجي اللذان يعملان معاً كوسيلة للحماية من المتغيرات المناخية الخارجية، وليكون الناتج مبنى ديناميكي متحكم بالمتغيرات البيئية من جهة وملبيًا لمتطلبات البيئة الداخلية وبأعلى كفاءة.

ويكون ذلك من خلال تطويع الطاقة المتجددة للشمس والرياح وغيرها وإستخدامهما عند تصميم المبنى بهدف تقليل استهلاك الطاقة والإستفادة من البيئة المحيطة والوصول إلى مبنى تكاملي ذو مستوى عالي الكفاءة الأدائية.

التقنيات المستخدمة فى المنشآت المتوافقة مع البيئة:

- التقنيات المعتمدة على الطاقة الشمسية
- التقنيات المعتمدة على طاقة الرياح
- التقنيات المعتمدة على الغلاف الذكى

شكل (2) يوضح التقنيات التكنولوجية المستخدمة فى المنشآت المتوافقة مع البيئة

1- التقنيات المعتمدة على الطاقة الشمسية:

يُنظر إليها على أنها مصدر طاقة متجددة لا تنضب يمكن تحويلها إلى صورة آخر من الطاقة القابلة للاستخدام من خلال خمس طرق رئيسية: الإستخدام المباشر لأشعة الشمس، تركيز الحرارة الشمسية، تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية وهذا ما إعتمد عليه إتجاه الايكوتوكنولوجى فى التصميم، بجانب دورها الرئيسى فى تفعيل بعض مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، حيث أن الحرارة الشمسية هى أحد أسباب حركة الرياح وتنمو بفضلها المواد العظوية والتي بدورها تستخدم لتوليد الطاقة النظيفة، ومن أهم استخداماتها: التصميم الشمسى السالب، التسخين الشمسى للماء، الخلايا الكهروضوئية.

ألواح الطاقة الشمسية:

تثبت الألواح الكهروضوئية التى تشكل اللبنة الرئيسية للنظام على سطح المبنى، وتتألف من سلسلة من الخلايا الكهربائية المشحونة والتى تشكل نموذجاً شمسياً يؤمن تحويلاً مباشراً لأشعة الشمس إلى كهرباء وتسمى بخلايا كهروضوئية، توجد الخلايا الكهروضوئية داخل اللوح في مصفوفة ثنائية الأبعاد ويتم توصيلها على التفرع أو التسلسل، و يتكون اللوح عادة من (60 خلية أو 72 خلية) لإعطاء النتيجة الكهربائية المطلوبة، وهذه الألواح بفضل الخلايا الكهروضوئية قابلة للتشغيل حتى في الأيام الملبدة بالغيوم.

الخلايا الكهروضوئية:

إنها أنظمة نشطة، تعتمد عادةً على مواد أشباه الموصلات (السليكون) لتحويل أشعة الشمس إلى كهرباء، وتتلقى هذه الخلايا الطاقة الشمسية وتبدأ بالحركة بنظام الطرد وتشكل مجالًا كهربائيًا وتنبعث الإلكترونات من المادة شبه الموصلة (السليكون) لتتجمع فى صورة طاقة كهربائية ينتج عنها كهرباء التيار المباشر، ثم تحول هذه الكهرباء المولدة من كهرباء التيار المباشر إلى كهرباء التيار المستمر وهى الكهرباء المتداولة فى حياتنا اليوم، من خلال محول يطلق عليه إنفيرتر، ويمكن تخزين التيار المستمر فى بطاريات لإستخدامها أثناء الليل فى حالة عدم قيام الأنظمة الكهروضوئية بتوليد الكهرباء، وتستجيب الخلايا الكهروضوئية لكل من الإشعاع المباشر والمنتشر ويزداد الناتج مع زيادة أشعة الشمس.

يتم وضع الخلايا الكهروضوئية بالغلاف الخارجى للمبنى ويمكن أن تكون تلك الخلايا مرفقة بإطار من الألومنيوم أو بدون إطار لوضعها على الواجهات والأسقف والجدران بالإضافة إلى إمكانية استخدامها على الكاسرات ووحدات التظليل أو تستخدم كبديل عن حوائط الستائر الزجاجية أو كأسقف بإضاءة سماوية، لتصبح وحدات pv جزءاً من تكوين الغلاف يتكامل معه ليؤدى وظيفته لذلك سميت BIPV، كما أصبحت قابلة للدمج بعازل حرارى وصوتى، واستخدمت كبديل للمواد التقليدية فى معظم أنظمة الأغلفة الشائعة سواء كانت معتمة أو شفافة و تستخدم أيضًا لإنشاء الواجهات الملونة.

مبنى Umwelt Arena- بسويسرا– 2012:

وهو من المبانى التى استخدمت الوحدات الكهروضوئية، والذى يتميز بالسقف البلورى المدمج مع نظام الوحدات الكهروضوئية التى يتم الإعتماد عليها فى تبريد المبنى فى فصل الصيف وتدفئته فى فصل الشتاء، ويتم ذلك من خلال شبكة توزيع فى الأرضيات الخرسانية ونظام أنابيب تحت الأرض، فيدور الماء البارد عبر شبكة الأنابيب فى الصيف، والماء الساخن فى فصل الشتاء، بالإضافة إلى ذلك فإن الألواح الكهروضوئية تولد كهرباء تزيد عن حاجة المبنى.

شكل (3) يوضح مبنى Umwelt Arena ذو السقف البلورى من وحدات PV
https://www.archdaily.com/285637/umwelt-arena-rene-schmid-architekten

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

2- التقنيات المعتمدة على طاقة الرياح:

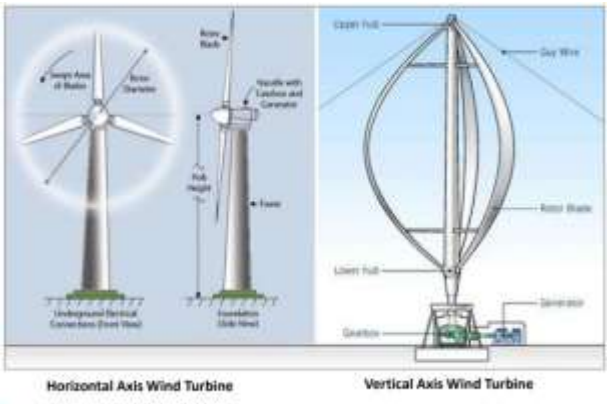
يقصد بها الطاقة الناتجة عن حركة الهواء بسبب إختلاف الضغط بين المناطق والبلدان، والتي يتم من خلالها توليد تيارات هوائية ذات اتجاهات محددة وبسرعات قابلة للقياس، ومن ثم يتم تطبيق تصميم متوافق معها، بإستخدام توربينات الرياح بأشكالها المتعددة، كما يمكن التحكم فى حركة الرياح الخارجية حول المبنى وجذبها إلى الداخل لتوفير التهوية الطبيعية عن طريق توجيه المبانى وتشكيل واجهاتها ، لتحسين البيئة الداخلية أو الحماية من الرياح عندما تكون غير مرغوب فيها من حيث سرعتها أو ما تحمله من شوائب، كما يتم تسخير الرياح الشديدة ذات السرعات الفائقة فى عمليات توليد الطاقة الكهربائية من خلال حركة توربينات الرياح.

أنواع توربينات الرياح:

تأتي توربينات الرياح بأشكال وأحجام مختلفة، اعتمادًا على مقدار الطاقة الكهربية التى يحتاجها المبنى المراد انتاج الطاقة الكهربية له، وجميع التوربينات تتركب من مروحة مثبتة على محور مولد دينامو، وعندما تهب الرياح تتحرك المروحة التى بدورها تولد حركة بالمولد وبالتالى يتم انتاج الطاقة الكهربية، والتوربينات بشكل عام يوجد منها نوعان:

أ- مجموعة ذات المحور الأفقى، وفيها المروحة تتكون من ثلاث أذرع.

ب- مجموعة ذات المحور الرأسى وفيها المروحة تشبه البيضة.



شكل (4) التوربينات الأفقية والرأسية

3- التقنيات المعتمدة على الغلاف الذكى:

أن الأغلفة الذكية هى وسائل تكنولوجية معاصرة تستخدم للتعبير عن التوازن بين متطلبات البيئة الداخلية ومؤثرات البيئة الخارجية. ولذلك فإن الغلاف الخارجى مسئول عن توفير الحماية البيئية للمبنى ويعمل على معالجة العوامل المناخية الخارجية داخل المبنى.

ويعد الغلاف الخارجى للمبنى أحد مقومات التصميم البيئى المؤثرة في تحديد البيئة الداخلية المتعلقة بالراحة الحرارية والبصرية وكذلك كفاءة الأشغال، وبناء عليه تؤثر فى تقليل استخدام الطاقة الغير متجددة في المبنى .

تهدف المبانى الذكية إلى التحكم فى العوامل البيئية من خلال الوسائل التكنولوجية الحديثة بإستخدام أجهزة الحاسب الآلى والتى تشمل أنظمة التحكم فى التبريد والتدفئة والإضاءة لتحقيق راحة مستخدمى الحيزات الداخلية وهو ما يهدف إليه البحث فى الحفاظ على الأنظمة البيئية والبيئة المحيطة عن طريق التحكم التكنولوجى فى البيئة الداخلية، وعدم الإضرار بالبيئة الخارجية.

(قنديل، مشيرة، 2019)

ان أنظمة تجهيز المبانى تعمل كأجهزة تحكم، يتحكم بها المصمم الداخلى فى تحديد مساحة الفتحات المعمارية وحجمها وارتفاعها والإضاءة والظلال بهدف تحقيق متطلبات داخلية مرغوب فيها تتوافق مع نظم التحكم البيئى المحيطة بالفراغ. وغلاف المبنى هو الحد الفاصل بين الفراغ الداخلي والبيئة الخارجية. ومن خلال أنظمة البناء المختلفة ينتج تصميم بيئات داخلية تلبى احتياجات وأنشطة الإنسان وتستجيب للظروف المناخية والبيئية، ولذلك يعتبر غلاف المبنى الحدود الديناميكية التى تتفاعل مع قوى الطاقة الطبيعية الخارجية والداخلية.

نظام إدارة المبنى (Building Management System) :

يعتبرنظام إدارة المبنى ذو أهمية كبيرة لضبط أنظمة الغلاف وإدارتها وربطها بالأنظمة الداخلية للمبنى لتحقيق الكفاءة فى الطاقة مع الحفاظ على راحة المستخدم و ذلك عن طريق نظم التحكم.

نظم التحكم: وتشمل التحكم فى التهوية الطبيعية، التحكم الذكى فى التبريد والتدفئة، وحدات التحكم الشمسية، التحكم الذكى فى الإضاءة.

شكل (5) يوضح نظم التحكم فى المبانى

جدول (1) نظم التحكم الذكى المستخدمة فى المنشآت المعتمدة على التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة

نظم التحكم		
التحكم الذكى فى التهوية الطبيعية	**التحكم الذكى فى التبريد والتدفئة**	**التحكم الذكى فى الإضاءة**
من أسباب التحكم في التهوية الطبيعية تجنب الحاجة إلى تكييف الهواء مع توفير الهواء النقي الطبيعي المستخدم فى الفراغات الداخلية، وبالنسبة للمباني الكبيرة يجب أن يكون هناك بعض أجهزة التحكم بالتهوية تعمل وفقاً لإستراتيجية تحكم مناسبة لنظام إدارة المبنى، والتى تعمل على تعديل فتحات دخول وخروج الهواء تبعاً للتذبذبات الطبيعية فى سرعة الرياح وإتجاهها مما يتسبب في حدوث تغييرات في معدل التهوية، والغرض من التحكم في التهوية هو توفير قدر كاف من الهواء الخارجى النقي لأغراض التهوية، والقضاء على أى زيادة فى الإكتساب الحرارى وتوفير بيئة صحية. (محمود، نيرفانا، 2015)	تستخدم التكنولوجيا في العديد من المباني لتقليل الطاقة الناتجة عن تدفئة الفراغ الداخلى، حيث يتم استخدام إستراتيجيات الطاقة الشمسية السلبية وتجهيزها بآلات تحكم دقيقة مثل استخدام الأجهزة الشمسية لتسخين المياه وتكون مجهزة بأجهزة لتتبع الشمس بصورة آلية للحصول على أقصى قدر للتعرض للشمس، وتعتمد عملية التبريد والتدفئة على تجميع الأمطار واستخدامها فى العمل على تلطيف الفراغ الداخلى، وهناك طرق ذات تقنية عالية من أجل مقاومة الحرارة العالية مثل نظام إنتاج الثلج وتخزينه فى مخازن خاصة ومن ثم تمرير الهواء لتبريده، ومن خلال ذوبان الثلج أثناء النهار يتم تبريد المبنى. (فاضل، أسماء، 2011)	تعتمد هذه التقنيات على نوع فراغات المبنى المختلفة، وبالتالى اختيار نظم الإضاءة المناسبة والتى يتم دمجها مع الإنارة الطبيعية بحيث تتكامل معها للتوفير الطاقة. **أ- التحكم فى إستخدام ضوء النهار فى الفراغات الداخلية:** من خلال مراقبة الإضاءة فى الفراغ الداخلى، حيث تتكامل الإضاءة الصناعية مع الإضاءة الطبيعية لتوفير بيئة مريحة بصرياً، حيث تضم بعض المبانى مجموعة من النظم النشطة التى تستجيب للزوايا الشمسية، وتوفر أوضاع مثالية للتحكم الآلي بالضوء من خلال استخدام أجهزة توجيه الضوء، والأجهزة العاكسة للضوء، وتعمل النظم المستخدمة على تكيف الضوء ليناسب الإحتياج فى الفراغات الداخلية (قنديل، مشيرة، 2019) **ب- التحكم عن طريق خفض شدة الإضاءة** تساعد عملية خفض شدة الإضاءة على توفير الطاقة، وتشمل ما يلى: تحكم المستخدم في الإضاءة وأجهزة التحكم بحساسات الضوء، واكتشاف الأشغال، حيث فى حالة عدم الكشف عن أى حركة يتم فصل التيار الكهربائى. **جـ- التحكم الآلى بالفتح والغلق (Switching)** يتم التحكم آلياً بفتح وغلق المفاتيح الكهربائية تبع للاحتياج.

ثالثاً: دراسة تحليلية لبعض نماذج من المبانى ونظم إدارتها ونظم التحكم بها:

النموذج الأول: برج هيرست Hearst Towe برج إدارى يقع فى مدينة نيويورك– الولايات المتحدة الأمريكية (2006)- تصميم المعمارى نورمان فوستر Norman Foster

هيرست تاورهو مبنى صديق للبيئة، وأول ناطحة سحاب تنال شهادة LEED بالمرتبة الذهبية.

الهيكل المعدنى مصنوع من المعادن التى تم تدويرها وأيضاً يساهم فى تقليل الطاقة بنسبة 25% عن المبانى المماثلة حيث أنه يوفر القدر الكاف من الهواء الخارجى النقي لأغراض التهوية. يتم التحكم فى برج هيرست من خلال نظام إدارة المبنى الذى يعتمد على أجهزة إستشعار لتزويد المنشأ بالبيانات والمعلومات المرتبطة بالبيئة الداخلية والخارجية ، لذلك يقوم نظام إدارة المنشأ بإتخاذ القرارات اللازمة نتيجة اتصاله بمحطة الرصد الجوى الموجودة أعلى سطح المبنى .

إن واجهات المبنى الأربعة عبارة عن واجهات زجاجية مزدوجة، تتكون من طبقتين من ألواح الزجاج المزدوج ذو فراغ هوائي بينهما، كما أنها مزودة بفتحات تفتح وتغلق بناءاً على تفاعلها مع الظروف البيئية المحيطة، فتعمل على تحسين البيئة الحرارية من خلال التحكم في التهوية فى الفراغات الداخلية للمبنى، إلى جانب الحد من الضوضاء وأشعة الشمس الضارة، نظرا لوجود أجهزة تحكم واستشعار بطبقات الحوائط الزجاجية تعمل على منع دخول أشعة الشمس الضارة.

شكل (6) برج هيرست Hearst Tower - تصميم المعمارى نورمان فوستر Norman Foster
هو برج إدارى يقع فى مدينة نيويورك – الولايات المتحدة الأمريكية 2006 م
https://en.wikipedia.org/wiki/Hearst_Tower_(Manhattan)

النموذج الثانى: قبة مبنى البرلمان فى برلين للمعماري نورمان فوستر Norman Foster

إن التواصل بين المبنى والبيئة يساعد المبنى على أن يكون ذكياً، والقبة الزجاجية عملت على الإتصال بين البيئة الداخلية والبيئة الخارجية بواسطة تكنولوجيا البناء المتطورة مما ساعد على تحقيق الراحة الحرارية وكذلك استخدام المرآة المخروطية المقلوبة لعكس أشعة الشمس والتخلص من الهواء الساخن.

فالمبنى لم ينفصل عن البيئة بالرغم من وجود الغلاف الذي يفصل البيئة الخارجية عن البيئة الداخلية، ولكن الفكر المتطور والتكنولوجيا المستخدمة في البناء جعلت هذا التواصل متاحاً وممكنًا، فقد استطاع المعماري "نورمان فوستر" ، أن يجعل الفراغ الداخلي مرتبط تماماً بالبيئة الخارجية من حيث الطاقة الشمسية للتدفئة، من خلال ربط حركة الشمس كل ساعة في البيئة الطبيعية الخارجية مع البيئة الداخلية بواسطة مادة الزجاج كفاصل مادي بين البيئتين، والمرايا كمادة تواصل بالإشعاع بينهما.

بهذا نجح فوستر أن يجعل المبنى يتكامل مع البيئة المحيطة ويأخذ منها الضوء والحرارة دون التأثير السلبى عليها، بالإضافة إلى أنه مبنى صديق للبيئة حيث يعمل على ترشيد الطاقة.

(العيسوي، محمد، 2007)

شكل (7) قبة مبنى البرلمان فى برلين- ارتباط الفراغ الداخلي بالبيئة الخارجية بواسطة الطاقة الشمسية للتدفئة بإستخدام الزجاج كفاصل مادي بين البيئة الداخلية والخارجية
https://www.syr-res.com/pictures/1671215132.jpg

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

النموذج الثالث: معهد العالم العربى فى باريس- تصميم المعمارى جان نوفيل Jean Nouvel - عام 1987م:

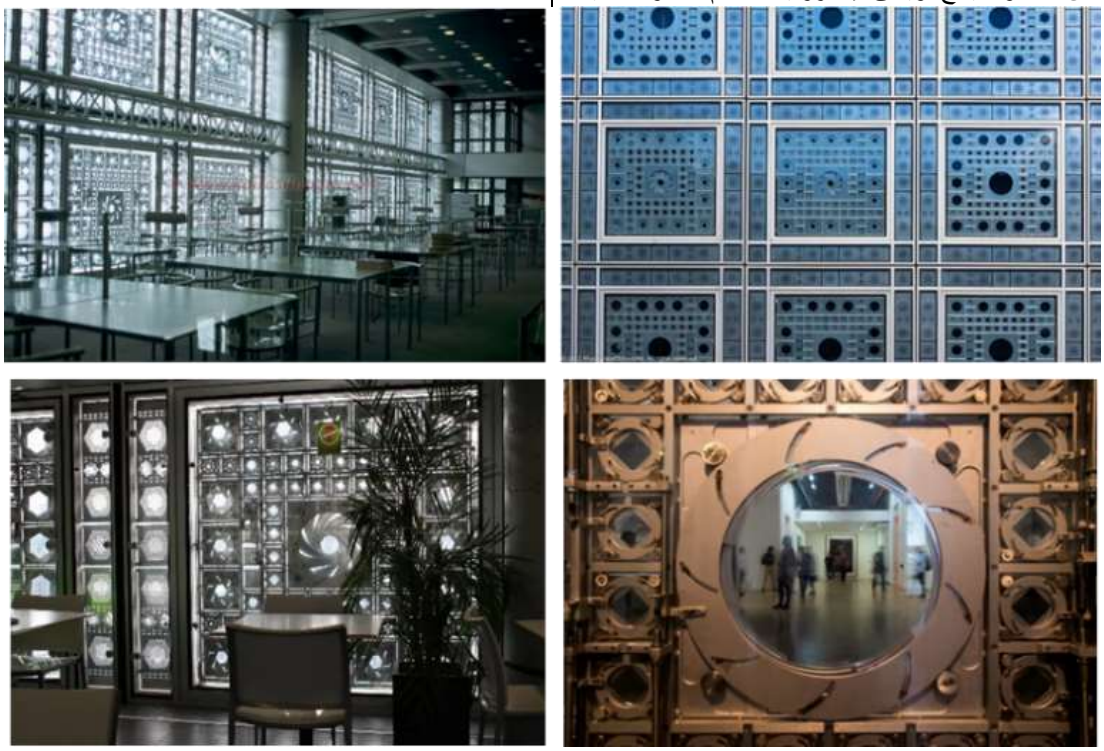
يعتبر المصمم المعمارى جان نوفيل Jean Nouvel من أشهر المعماريين الذين تأثروا بالمشربية، ويتضح ذلك فى تصميم المبنى حيث تضح تقنية النافذة الشرقية الحديثة التى تحولت إلى واجهات مزدوجة، فتبدو الفتحات كعدسات الكاميرا تفتح وتغلق فتحاتها تبعاً إلى كمية الشمس التى تتدفق من خلالها.

استخدام التكنولوجيا وتوظيفها لخدمة فكرة المشروع:

تم استخدام ألواح زجاجية ذات أداء إلكتروني يشبه أداء آلة التصوير كنظام حساس للضوء يفتح ويغلق إلكترونياً للتحكم بدخول كمية معينة من الضوء الطبيعى، وتظهر محاكاة فكرة المشربية في إدخال كميات محددة من الضوء بواسطة استخدام تكنولوجيا حديثة.

ويوضح شكل (8) التحكم الذكى فى الإضاءة فى تصميم واجهات معهد العالم العربى فى باريس من خلال الفتحات التى تبدو مثل عدسات الكاميرا، حيث أنها تعطى تشكيلات زخرفية جمالية نتيجة مرور الضوء عبر فتحاتها، مع إمكانية تصغير وتكبير فتحاتها بحيث تسمح بدخول الضوء بطريقة تحكم ميكانيكية.

(سيد، ريهام- وآخرون، 2019)



شكل (8) يوضح التحكم الذكى فى الإضاءة فى معهد العالم العربى فى باريس حيث تبدو الفتحات مثل عدسات الكاميرا، التى تفتح وتغلق بطريقة تحكم ميكانيكية إعتمادا على كمية الشمس التى تتدفق من خلالها.

https://static.wixstatic.com/media/3b361b_b72a3e8fad8c4e7e915e04f93062881c~mv2_d_4417_2939_s_4_2.jpg/v1/fill/w_630,h_419,al_c,q_80,usm_0.66_1.00_0.01/3b361b_b72a3e8fad8c4e7e915e04f93062881c~mv2_d_4417_2939_s_4_2.webp-

الخلاصة:

يجب مراعاة المصمم لتفاعل المبنى مع الظروف المناخية المحيطة به وتأثيرها على تحديد المناخ الداخلى ونوعية المعالجة التى يحتاجها، حيث أن عدم مراعاة العوامل التي يعتمد عليها ذلك التفاعل والتي من أهمها عناصر الغلاف الخارجي للمبنى والخصائص الفيزيائية، جعلت الفراغات الداخلية للمباني تعتمد على الوسائل الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية المطلوبة للإنسان. مما أدى إلى ارتفاع معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية وخصوصاً لأغراض التبريد، وبالتالي ازدادت تكلفة الطاقة على المستخدم وعلى الشركات المنتجة للطاقة، لذلك فإن ترشيد استهلاك الطاقة يجب أن يكون في قمة الأولويات عند البدء بتصميم أي مشروع معماري.

لقد حسمت العمارة الذكية الموقف بين التكنولوجيا والبيئة، وانعكست الصحوة العالمية لتصحيح العمارة وكانت الدعوة إلى عمارة صديقة للبيئة، فظهرت عدة اتجاهات للعمارة البيئية، إلا أن جميع هذه الإتجاهات كانت تركز على الإهتمام بالبيئة واستخدام الطاقات المتجددة والتقليل من استهلاك الطاقة عن طريق استخدام الوسائل الطبيعية، وإغفال تطبيق التطورالتكنولوجي في تحقيق تلك الأهداف، كما أنها لم تتمكن من الإنتشار والتطبيق في ظل عصر التكنولوجيا، فكان التفكير في إتجاه معماري جديد قادر على استيعاب أحدث ما توصل إليه العلم في مجال تكنولوجيا المعلومات والإتصالات، ويؤدي في نفس الوقت إلى الحفاظ على البيئة وترشيد استهلاك الطاقة في المباني، فكانت "العمارة الذكية" التي كانت خير دليل على إمكانية تلاقي التكنولوجيا مع البيئة وحدوث اندماج وتصالح بينهما، والدليل على ذلك أن أغلب البرامج التي استخدمت لتقييم أداء المباني الذكية وتحديد نسبة ذكاء المبنى أعطت اهتمام كبير بالبيئة، وأهمية الحفاظ عليها وتحقيق أهدافها.

جدول (2) استمارة استبيان للسادة المتخصصين فى مجال العمارة والتصميم الداخلى بهدف البحث العلمى
أرجو من سيادتكم التكرم بملئ إستمارة الإستبيان بمنتهى الموضوعية بوضع علامة "صح" داخل المربع طبقا لآراء سيادتكم.

الاسم: (اختيارى) ..... الوظيفة: .....
الفئة العمرية: أقل من 30 ☐، من 30: 50 ☐، أكثر من 50 ☐ التخصص: .....

استمارة الإستبيان
بحث بعنوان: " التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر"
يهدف البحث إلى تسليط الضوء على إمكانية تطويع التكنولوجيا لتتوافق مع البيئة وتلبى الإحتياجات التصميمية دون الإضرار بالبيئة المحيطة

م	العبارة	موافق	موافق نوعاً ما	غير موافق
1	هل ترى أنه يمكن استخلاص مبادئ لنظم التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة لوضع مفاهيم معاصرة للتصميم الداخلى ؟			
2	هل تعتقد أنه يمكن الدمج بين التكنولوجيا الحديثة والتصميم البيئى لإنتاج تصميم يحقق علاقة تكاملية بين عناصر الفراغات الداخلية والبيئة المحيطة ؟			
3	هل لديك قناعة أن هناك امكانية لتطويع التكنولوجيا لتتوافق مع البيئة وتلبي الإحتياجات التصميمية دون الإضرار بالبيئة ؟			
4	هل يمكن تحقيق بيئة داخلية مريحة حراريًا وبصريًا بإستخدام المعالجات التكنولوجية فى الأنظمة البنائية ؟			
5	هل يمكن تطبيق التكامل الوظيفى والجمالى بين الفراغ الداخلى والخارجى بإستخدام التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة ؟			
6	هل تعتقد أن لإستخدام التكنولوجيا دورا فى تحقيق كفاءة استهلاك الطاقة فى الفراغات الداخلية ؟			
7	ما رأيك فى أن إستخدام مصادر الطاقة المتجددة هو الطريق الأمثل للحفاظ على البيئة وتأمين مستقبل الأجيال القادمة؟			
8	هل مساهمة الحكومة في دعم تكاليف تكنولوجيا الطاقة المتجددة يؤدى إلى تشجيع المواطنين على إستخدامها ؟			

أرجو كتابة الملاحظات: .....
.....
ولسيادتكم جزيل الشكر والتقدير.

*** نموذج لإستمارة استبيان من تصميم الباحث**

عدد العينة: (40) من السادة المتخصصين فى العمارة والتصميم الداخلى.

النتائج الإحصائية:

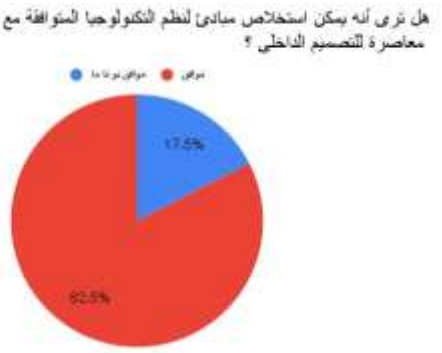
تحليل آراء السادة المتخصصين فى العمارة والتصميم الداخلى لإستبانة حول:

"التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة وأثرها على التصميم الداخلى المعاصر" بهدف تسليط الضوء على إمكانية تطويع التكنولوجيا لتتوافق مع البيئة لتلبية الإحتياجات التصميمية دون الإضرار بالبيئة المحيطة .

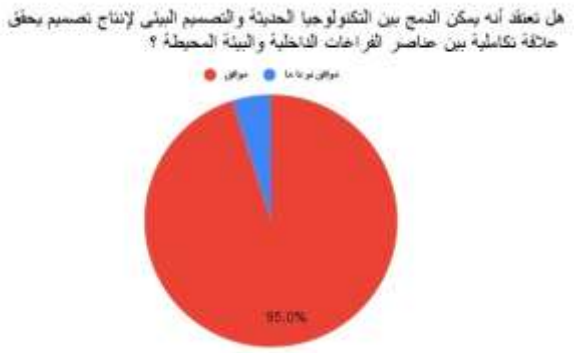
أولاً: نسب موافقة المتخصصين نحو كل تساؤل من تساؤلات الإستبيان على حدى:

تم التصحيح على مقياس ثلاثى "موافق، موافق نوعاً ما، غير موافق"

ويوضح ذلك الأشكال التالية من شكل (9): شكل (17).

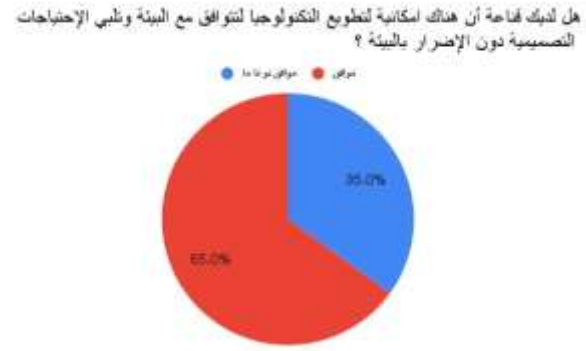


شكل (9) يوضح نسب الموافقة على أنه يمكن استخلاص مبادئ لنظم التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة لوضع مفاهيم معاصرة للتصميم الداخلى

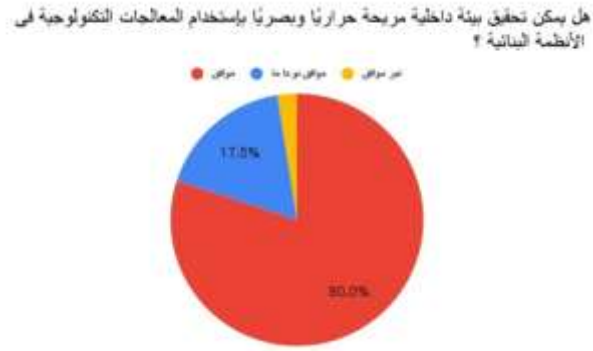


شكل (10) يوضح نسب الموافقة على أنه يمكن الدمج بين التكنولوجيا الحديثة والتصميم البيئى لإنتاج تصميم يحقق علاقة تكاملية بين عناصر الفراغات الداخلية والبيئة المحيطة؟

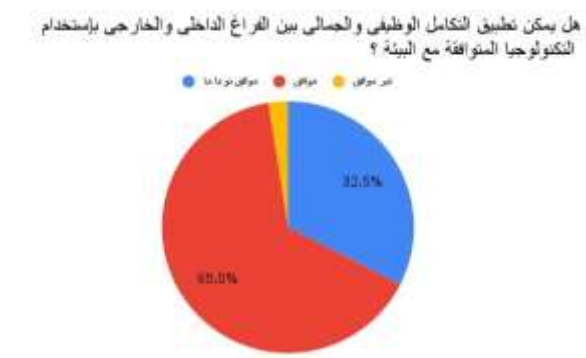
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



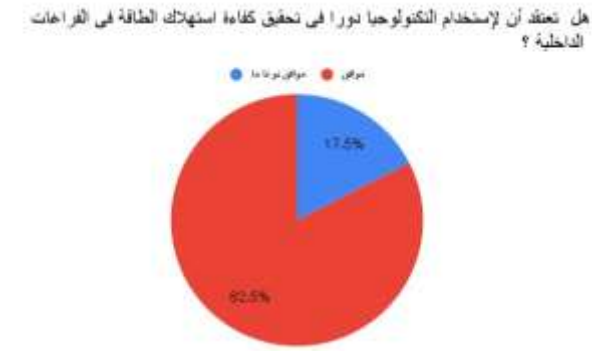
شكل (11) يوضح نسب الموافقة على أن هناك امكانية لتطويع التكنولوجيا لتتوافق مع البيئة وتلبي الإحتياجات التصميمية دون الإضرار بالبيئة



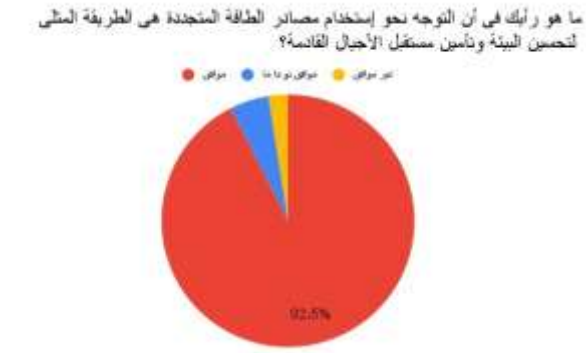
شكل (12) يوضح نسب الموافقة على أنه يمكن تحقيق بيئة داخلية مريحة حراريًا وبصريًا بإستخدام المعالجات التكنولوجية فى الأنظمة البنائية



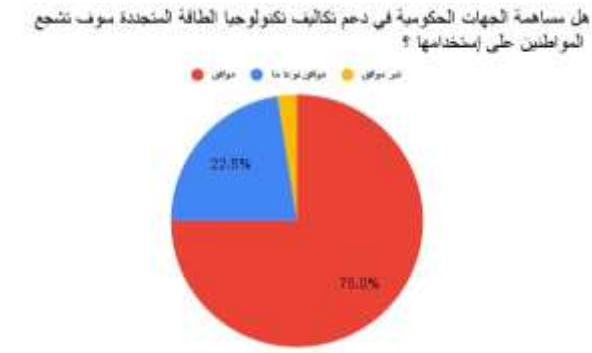
شكل (13) يوضح نسب الموافقة على أنه يمكن تطبيق التكامل الوظيفى والجمالى بين الفراغ الداخلى والخارجى بإستخدام التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة



شكل (14) يوضح نسب الموافقة على أن إستخدام التكنولوجيا له دوراً فى تحقيق كفاءة استهلاك الطاقة فى الفراغات الداخلية

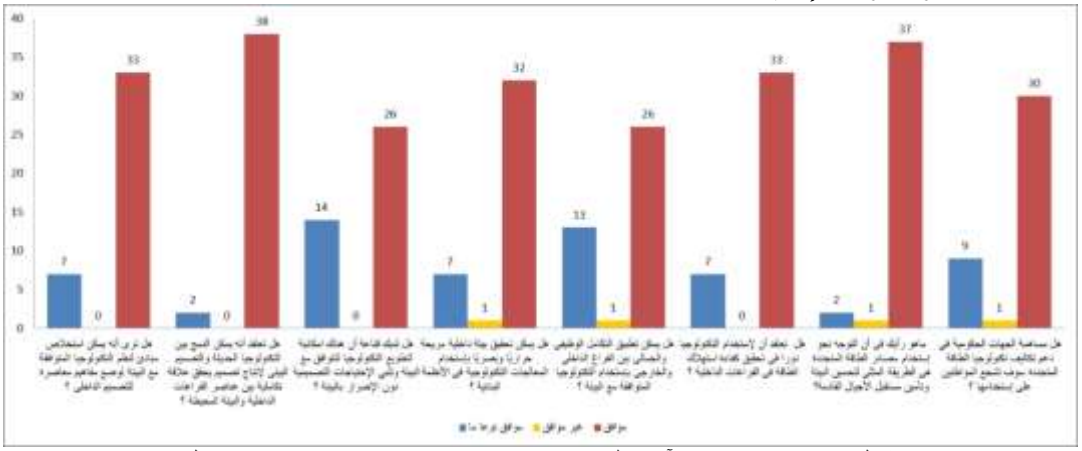


شكل (15) يوضح نسب الموافقة على أن استخدام مصادر الطاقة المتجددة هو الطريق الأمثل للحفاظ على البيئة وتأمين مستقبل الأجيال القادمة



شكل (16) يوضح نسب الموافقة أن مساهمة الحكومة فى دعم تكاليف تكنولوجيا الطاقة المتجددة يؤدى إلى تشجيع المواطنين على استخدامها

ثانياً: آراء المتخصصين نحو تساؤلات الإستبيان ككل:



شكل (17) يوضح نسب آراء المتخصصين نحو تحقيق تساؤلات الإستبيان ككل

جدول (3) يوضح نسب إتفاق آراء المتخصصين لكل تساؤل من تساؤلات الاستبيان ومستوى التحقق

م	تساؤلات الاستبيان	موافق	موافق نوعا ما	غير موافق	مستوى التحقق
1	هل ترى أنه يمكن استخلاص مبادئ لنظم التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة لوضع مفاهيم معاصرة للتصميم الداخلي ؟	%82.5	%17.5	%0.0	كبير
2	هل تعتقد أنه يمكن الدمج بين التكنولوجيا الحديثة والتصميم البيئي لإنتاج تصميم يحقق علاقة تكاملية بين عناصر الفراغات الداخلية والبيئة المحيطة ؟	%95.0	%5.0	%0.0	كبير
3	هل لديك قناعة أن هناك امكانية لتطويع التكنولوجيا لتتوافق مع البيئة وتلبي الإحتياجات التصميمية دون الإضرار بالبيئة ؟	%65.0	%35.0	%0.0	متوسط
4	هل يمكن تحقيق بيئة داخلية مريحة حراريًا وبصريًا بإستخدام المعالجات التكنولوجية فى الأنظمة البنائية ؟	%80.0	%17.5	%2.5	كبير
5	هل يمكن تطبيق التكامل الوظيفى والجمالى بين الفراغ الداخلى والخارجى بإستخدام التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة ؟	%65.0	%32.5	%2.5	متوسط
6	هل تعتقد أن لإستخدام التكنولوجيا دورا فى تحقيق كفاءة استهلاك الطاقة فى الفراغات الداخلية ؟	%82.5	%17.5	%0.0	كبير
7	ما رأيك فى أن إستخدام مصادر الطاقة المتجددة هو الطريق الأمثل للحفاظ على البيئة وتأمين مستقبل الأجيال القادمة؟	%92.5	%5.0	%2.5	كبير
8	هل مساهمة الحكومة في دعم تكاليف تكنولوجيا الطاقة المتجددة يؤدى إلى تشجيع المواطنين على إستخدامها ؟	%75.5	%22.5	%2.5	كبير

النتائج: Results

1- التداخل والإمتزاج بين التكنولوجيا والبيئة المحيطة يؤدى إلى تحقيق فراغات داخلية مستدامة ومتكيفة مع الطبيعة المحيطة بها .
2- تطبيق مفهوم التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة يساهم بشكل فعال فى تحقيق التوازن بين إحتياجات مستخدمى المبنى وبين متطلبات الحفاظ على البيئة.
3- العملية التصميمية تشكيل لعلاقات تكاملية بين الأنظمة البنائية لتحقيق بيئة داخلية مريحة حراريًا وبصريًا ومحققة الجانب الوظيفي والجمالى على حد سواء.

التوصيات: Recommendation

1- دمج العلوم التكنولوجية والإيكولوجية للتقليل من الآثار السلبية على البيئة وتحقيق العلاقة المتوافقة بين التكنولوجيا والبيئة فى مجال التصميم الداخلي نحو الإستدامة.
2- تطبيق مفهوم الإستدامة فى مجال العمارة والتصميم الداخلى وإيجاد لغة تصميمة متعددة الأبعاد مما يحقق القيم الجمالية والإبداعية في صياغة الفراغ الداخلى.
3- توجيه إهتمام المصممين نحو ضرورة تطبيق التصميم البيئى عالميا ومحليا وخاصة فى مصر للنهوض بمصر والوصول بها عالميا لمواجهة التحديات التي تعيق تحقيق التنمية المستدامة.
4- يوصي البحث بالإهتمام بدراسة التكنولوجيا المتوافقة مع البيئة في الصناعات المرتبطة بمجال العمارة والتصميم الداخلى للإستفادة منها في المجال التطبيقي.
5- يوصي البحث بالإهتمام بالجوانب المرتبطة بالتشكيل الوظيفى والجمالي للعمارة والتصميم الداخلى المعاصر وربطهما بالبيئة المحيطة.

المراجع: References

1- El-Essawy, Mohamed Abdel-Fattah, "Environmental Design Economics - A Model for Environmental Economic Design and Its Impact on Buildings," Ph.D. Thesis, Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, Cairo University, 2007.
2- Sayed, Reham Mohamed Bahaa El-Din - My Mind, Hebatullah Othman Abdel-Rahim, "Technology and its reflection on the aesthetics of designing the external form of architecture", Journal of Arts and Applied Sciences, Volume Six, Issue Five, January 2019, Damietta University.
3- Fadel, Asmaa Magdy Mohamed - "Smart Architecture and its Technological Reflection on Design - A Case Study of Administrative Buildings", Master Thesis - Faculty of Engineering, Department of Architectural Engineering, Cairo University, 2011.
4- Kandil, Moshira Fareed Mahmoud - "Benefiting from the Ecotechnological Architecture Trend and its Impact on Contemporary Interior Design," Ph.D. Thesis, Faculty of Applied Arts, Helwan University, 2019.
5- Mahmoud, Nirvana Osama Hanafi, "Assessing the Performance of Smart Buildings in Egypt Based on Computational and Cognitive Tools," PhD Thesis, Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, Cairo University, 2015.
6- Slessor, Catherine –"Eco-tech: Sustainable Architecture and High Technology"– published by Thames & Hudson Ltd–London-2001.
7- Terri Meyer B.&B,Arch.(202),The Tectonics of the Double Skin:North American Case Study, School of Architecture,University of Waterloo.
8- https://www.archdaily.com/285637/umwelt-arena-rene-schmid-architekten
9- https://en.wikipedia.org/wiki/Hearst_Tower_(Manhattan)
10- https://www.syr-res.com/pictures/1671215132.jpg
11- https://static.wixstatic.com/media/3b361b_b72a3e8fad8c4e7e915e04f93062881c~mv2_d_4417_2939_s_4_2.jpg/v1/fill/w_630,h_419,al_c,q_80,usm_0.66_1.00_0.01/3b361b_b72a3e8fad8c4e7e915e04f93062881c~mv2_d_4417_2939_s_4_2.webp-

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