دراسة تأثير التقنيات الخضراء كطاقة بديلة على دورة حياة التصميم الداخلي (مرحلة دراسات ما قبل التصميم)

Studying the Impact of Green Technologies as Alternative Energy on the Interior Design Life Cycle (Pre-Design Studies Phase)

م.د/ سارة فوزى مصطفى

مدرس بقسم التصميم الداخلي والأثاث - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان – مصر

Dr. Sara Fawzy Mustafa

Lecturer, Department of Interior Design and Furniture - Faculty of Applied Arts - Helwan University- Egypt

sarah_mustafa@a-arts.helwan.edu.eg

ملخص البحث:

يتسم القرن الواحد والعشرين بالتطور التقني السريع والمتنوع فى مختلف المجالات، وقد نشأ عن ذلك ظهور مفاهيم مستحدثة تسعى إلى دمج التطور التقني بالإتجاهات البيئية كوسيلة للحد من التأثيرات السلبية الناتجة عن تلك التقنيات، نذكر من تلك السلبيات على سبيل المثال استهلاكها للكهرباء، أو استنزافها للموارد، أو الآثار السلبية للمخلفات الناتجة عنها وصعوبة اعادة تدويرها وغير ذلك. وتُعد التقنيات الخضراء أحد تلك المفاهيم التى تسعى لحل القضايا البيئية من خلال تطبيق العلوم البيئية المختلفة. وعلى الرغم من سعى العلم إلى ابتكار وتطوير وسائل جديدة لتوليد وحصاد الطاقات المختلفة إلا انه قد لا يتناسب تطبيقها مع تصميم المبنى المنشأ أو قد يصعب دمجها داخل أو خارج الحيز الفراغي، وقد تناول البحث مجموعة من نقاط الدراسة التى تناقش مجموعة من التساؤلات حول إمكانية تطبيق التقنيات الخضرات فى مجال التصميم الداخلي. وتتمثل تلك التساؤلات فى الآتي: - ما هى معايير اختيار المصمم للتقنية الخضراء؟ هل دراسة استهلاك المشروع للكهرباء لها أن تؤثر فى اختيار المصمم لتطبيق التقنيات الخضراء من عدمه؟ هل التقنيات الخضراء قد تتطلب تجهيزات خاصة؟ وهل تلك التجهيزات يمكن أن تؤثر على مرحلة إعداد التصميم؟ هل هناك علاقة بين بيئة المشروع وكفاءة تشغيل التقنيات الخضراء؟... لذا يتناول البحث مناقشة تلك التساؤلات ويطرح رؤية مختلفة لمرحلة دراسة المشروع من منظور التقنيات الخضراء، من خلال مجموعة من الدراسات الأولية التى تسبق مرحلة التصميم والتطبيق، بهدف تحقيق كفاءة الطاقة والحد من استهلاك المشروع للكهرباء دون التأثير على طبيعة المبنى المنشأ، ليصبح مفهوم ومراحل التصميم الداخلي أكثر شمولا يساهم فى توظيف التقنيات الحديثة بما يتوافق مع المعايير البيئة. وقد تناول البحث مجموعة من المعايير الإسترشادية لتوجيه المصمم الى اختيار وتطبيق التقنيات الخضراء بما يتوائم مع إمكانات المشروع، ليصبح التصميم الداخلي وسيلة تهدف إلى تلبية احتياجات كلا من المستخدم الحالي والمستخدم المستقبلي حفاظا على حقوق الاجيال القادمة، بما لا يتعارض مع الجوانب الوظيفية والجمالية للتصميم.

الكلمات المفتاحية:

دورة حياة التصميم الداخلي، التقنيات الخضراء، الطاقة البديلة، معايير التصميم، التصميم المستدام

Abstract:

The twenty-first century has witnessed significant and various technological advancements across diverse fields, giving rise to novel concepts seeking to integrate technical development with environmental trends to reduce the negative influences resulting from these technologies, such as the consumption of electricity, the depletion of resources, and the resulting waste and the difficulty of recycling them.

Green technologies are one of those concepts that represent a promising solution to environmental issues by applying principles of environmental science. Although science is constantly working towards developing new ways of generating and harvesting diverse energy sources, their integration may not always align with building design or merge seamlessly with interior or exterior spaces. The research covered a range of points that discuss the possibility of applying green technology in interior design. These questions are as follows: What are the criteria for choosing a designer for green technology? Does studying project consumption for electricity affect the choice of the designer for the application of green technologies or not? Do green technologies require special equipment, and can these equipment affect the design phase? Is there a relation between the project environment and the efficiency of operating green technologies?

The research presents a different vision for the project study phase from the perspective of green technologies. This perspective presents a set of preliminary studies that precede the design and application phase to achieve energy efficiency and reduce the project consumption of electricity without affecting the design of the constructed building. By adopting this perspective, the concept and stages of interior design can become more comprehensive and contribute to utilizing modern green technologies that align with environmental standards. The research has dealt with a set of standards as a guideline for designers to choose and apply green technologies according to the project capability so that the interior design will aim to meet the needs of both the current user and the future user to preserve the rights of future generations, in a way that does not contradict the functional and aesthetic aspects of the design.

Keywords:

Interior design life cycle, Green technology, Alternative energy, Design criteria, Sustainable design

مقدمة:

يتجه العالم إلى تطبيق الطاقة البديلة والتى تعرف بالطاقة المتجددة أو الخضراء أو المستدامة...، للحد من استهلاك الطاقة والإنبعاثات الناتجة عن مختلف الأنشطة البشرية والتى انتشر تأثيرها السلبي على مستوى العالم، ويعتبر التصميم الداخلي أحد المجالات المؤثرة والمتأثرة بالإتجاهات البيئية الحديثة، حيث يعتبر الحفاظ على البيئة اتجاه تصميمي فعال لترشيد الطاقة أو حصادها، لكن قد تكون اتجاه تصميمي غير فعال وذلك فى حال تطبيق الطاقة البديلة بدون دراسة، لذا يواجه المصمم تحديات مختلفة اثناء مراحل التصميم، قد يترتب عنها قصور فى التصميم أو ظهور سلبيات أخرى كفيلة بمضاعفة المشكلة أوانتشار تأثيرها.

ويعد تطبيق التقنيات الخضراء فى التصميم الداخلي هو أحد تطبيقات الطاقة البديلة لدعم استخدام الطاقة، وحيث أن مواكبة التطور فى التصميم لا يعنى السعي لتطبيق كل ما هو حديث فى المطلق، فإن البحث سوف يطرح دراسات أولية قد يغفل

عنها البعض تسبق مرحلة تطبيق التقنيات الخضراء ومرتبطة بمراحل التصميم الداخلي، تلك الدراسات تعد خطوات إرشادية لتطبيق وتوجيه التصميم الى اتجاه بيئي اكثر فاعلية، وتجنب ظهور جوانب سلبية منها على سبيل المثال ما يتعلق بإرتفاع التكلفة العامة للتصميم دون جني القيمة أو العائد الإيجابي للتطبيق.

مشكلة البحث:

- اغفال دور مجال التصميم الداخلي فى حل المشكلات والقضايا البيئية.

- تطبيق المصمم الداخلي للتقنيات الخضراء كطاقة بديلة بدون دراسة مسبقة لبيئة المشروع سوف ينتج عنه تصميمات لا تتوافق مع مقومات تشغيل هذا النوع من التقنيات، هذا بجانب زيادة تكلفة المشروع دون داعي، والحد من كفاءة تشغيلها وبالتالي الحد من فاعلية حصادها للطاقة.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث فى أن تطبيق الإتجاهات البيئة يتطلب تطوير طرق البحث والدراسة فى مجال التصميم الداخلي بشكل دوري، مما يساهم فى تطبيق الوسائل الأنسب والأكثر فاعلية لحل المشكلات البيئية.

هدف البحث:

وضع مقترح لمجموعة من المعايير الاسترشادية بهدف توجيه الأفراد والهيئات والجهات المتخصصة فى مجال التصميم الداخلي الى تحقيق كفاءة التطبيق للتقنيات الخضراء لدعم وترشيد الطاقة.

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الاستقرائي حيث التعريف بالتقنيات الخضراء وتطبيقاتها، والتعرف على دورة حياة التصميم الداخلي والدراسات التى تسبق مرحلة التصميم.

المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل الدراسات الأولية لمرحلة ما قبل التصميم والقائم عليها اختيار وتطبيق التقنيات الخضراء داخل أو خارج الحيز الفراغي، لضمان كفاءة التشغيل لحصاد أكبر قدر من الطاقة

الإطار النظري:

1- التقنيات الخضراء:

يواجه العالم فى العصر الحالي تحديات غير مسبوقة للحد من استهلاك الطاقة، والسعي المستمر لتطبيق شتى الطرق لتحقيق ذلك. وتعد التقنيات أحد الوسائل التى يسعى المتخصصين فى مختلف المجالات إلى تطويرها أو ابتكار منتجات ذات مواصفات خاصة تساهم فى مواجهة تلك التحديات، مثل استخدام خامات صديقة للبيئة فى تصنيعها، أو استخدام خامات قابلة لإعادة التدوير، أو ابتكار وسائل جديدة لحصاد الطاقة، أو تطوير طرق توليد الطاقة... الخ، شكل(1).

من هنا ظهر مصطلح التقنيات الخضراء الذى يتمثل بشكل عام فى استخدام المعرفة العملية للتطبيقات التقنية لتطوير منتجات وخدمات صديقة للبيئة، بهدف التطوير المستدام لحل قضايا بيئية مثل الحد من استهلاك المياه، والحد من تلوث التربة، أو حصاد الطاقة النظيفة كبديل للوقود الإحفوري، وتطبيق النقل المستدام، وإدارة النفايات وإعادة تدويرها، وحلول كفاءة الطاقة...الخ، من خلال دمج استراتيجيات تقنية مختلفة كان يصعب توافرها من قبل. وقد تم ذكر تعريف آخر للتقنية الخضراء يتمثل فى أنها تطبيق العلوم البيئية المختلفة ومراقبة الكيمياء الخضراء والأجهزة الإلكترونية لرصد الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية بهدف الحد من التأثير السلبي لتدخل الإنسان. (United States Environmental Protection Agency 2023) (Ishwar Prakash Sharma 2021).

تتبنى التقنيات الخضراء افكار لمواجهة مختلف القضايا البيئية منها الأبنية الخضراء التى تعد اتجاه بيئي مستدام فى مجال صناعة البناء والتشييد، وعلى الرغم من ارتفاع تكلفة التطبيق إلا انه يوفر فى استخدام الطاقة، على سبيل المثال فى حال تطبيق الطاقة الحرارية الأرضية قد تصل نسبة التوفير فى الطاقة إلى 50% تقريبا، بجانب الحد من انبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 70% (Muhammad Zaid Qamar 2020).

نجد ايضا على سبيل المثال وليس الحصر تقنية الأسقف الشمسية أحد إبتكارات شركة تسلا "Tesla" فى مجال الطاقة، حيث استخدام بلاطات شمسية زجاجية وبلاطات فولاذية لإنتاج الطاقة النظيفة، تلك البلاطات تتميز بالقوة والمتانة لمقاومتها للتآكل ومقاومة الحريق ومختلف الأحوال الجوية ، كما تنتج (72 w) هذا بجانب نظام المراقبة الذى يمكن من خلاله مراقبة انتاجه للطاقة والتحكم به عن بعد، حيث يمكن لأنظمة المنزل أن تعمل على مدار اليوم حتى أثناء الليل وفى حال انقطاع الكهرباء (Tesla 2024) شكل(1).

شكل(1) نماذج لتطبيقات التقنيات الخضراء (تصميم الباحثة)

وتعد تقنيات النانو الخضراء أحد مجالات الدراسة التى تسعى أيضا إلى تحسين الإستدامة البيئية للعوامل السلبية الناتجة عن اجراء أى عمليات، حيث استخدام المواد النانوية لأغراض مثل انتاج بطاريات صديقة للبيئة، معالجة المياه، وزيادة مصادر الطاقة المتجددة وتحسين كفائتها، حيث انتاج شفرات دوارة أخف وأكثر قوة للرياح والمد والجزر، وتصنيع طبقات واقية مقاومة للتآكل للمكونات المجهدة ميكانيكيًا، وانتاج أسلاك لتعزيز كفاءة الخلايا الشمسية (Mahmoud Nasrollahzadeh 2019).

من هنا نجد ان تطبيق التقنيات الخضراء أصبح ضرورة ملحة كأحد الاتجاهات البيئية لمواجهة تحديات تغير المناخ والحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة، ويعد مجال التصميم الداخلي ارض خصبة لدعم وتطبيق الإتجاهات البيئية الحديثة، هذا بجانب اختصاصه بدراسة الإنسان كمستخدم رئيسي لتلك التقنيات، ودراسة انعكاس كل منهما على تشكيل وبناء الحيزات الفراغية المختلفة.

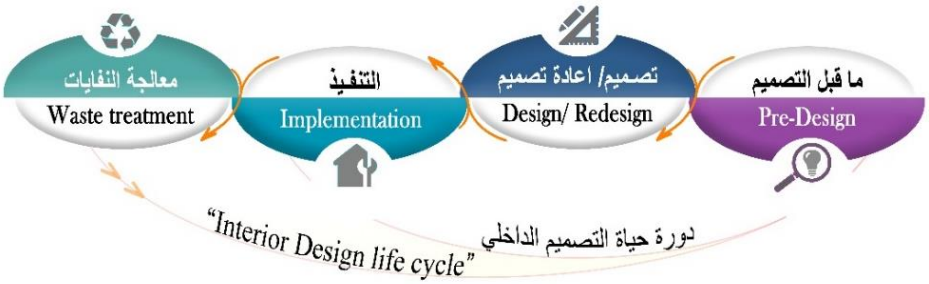
2- اثر تطبيق التقنيات الخضراء على مرحلة دراسات ما قبل التصميم الداخلي

1-2 دورة حياة التصميم الداخلي:

تشير دورة حياة التصميم الداخلي الى المراحل الكلية التى يمر بها الحيز الفراغي بداية من استلام المصمم الداخلي للمشروع وإجراء الدراسات الأولية للعميل والمشروع وتحديد الإحتياجات والمتطلبات اللازمة، ثم مرحلة التصميم للمشروع والتى تتمثل إما فى إعادة تصميم المشروع القائم وتطويره أو وضع تصميم جديد، ثم مرحلة التنفيذ وتشمل الأدارة والبناء...، ثم مرحلة معالجة نفايات المشروع وصولا إلى تسليم المشروع للعميل مرة أخرى لكن بصورته النهائية شكل(2).

دورة حياة التصميم الداخلي تنقسم إلى أربعة مراحل رئيسية؛

- مرحلة ماقبل التصميم "Pre-design phase"
- مرحلة التصميم "Design phase"
- مرحلة التنفيذ "Implementation phase"
- مرحلة اعادة التدوير "Waste treatment phase"



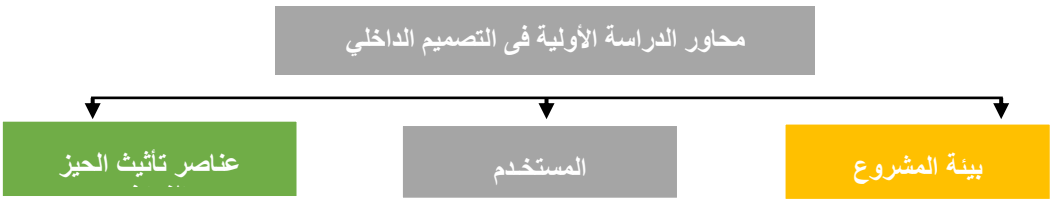
شكل(2) دورة حياة التصميم الداخلي (تحليل وتصميم الباحثة)

وسوف نتناول الدراسات الأولية "Initial studies" التى تعد أحد النقاط الأساسية فى مرحلة ما قبل التصميم شكل(3)، وكيف لها أن تؤثر فى اختيار المصمم للتقنيات الخضراء وتطبيقاتها داخل الحيز الفراغي.

شكل(3) الدراسات الأولية للمشروع أحد نقاط البحث لمرحلة ما قبل التصميم (تحليل وتصميم الباحثة)

2-2 مرحلة الدراسات الأولية فى التصميم الداخلي:

سوف تنقسم الدراسات الأولية إلى ثلاث محاور رئيسية، اولا دراسة بيئة المشروع وتشمل دراسة البيئة الداخلية والخارجية للمبنى (المطلوب تصميمه) ودراسة البيئة المحيطة، ثانيا دراسة المستخدم لتلك البيئة وهو الانسان، وثالثا عناصر تأثيث الحيز الفراغي من اثاث ومكملات بما يتوافق مع متطلبات واحتياجات المشروع شكل(4).



شكل(4) محاور دراسة التصميم الداخلي (تصميم الباحثة)

اولا: بيئة المشروع "Project environment":

تهدف تلك النطقة الى تحليل وفهم المبنى القائم وطبيعة وصفات تنظيم المساحات الداخلية له، وسوف تنقسم دراسة بيئة المشروع الى دراسة البيئة الخارجية المحيطة بالمشروع ودراسة البيئة الداخلية له.

البيئة الخارجية تنقسم الى بيئة مادية محيطة بالبناء وبيئة طبيعية تتمثل فى دراسة المناخ واتجاه الرياح ...الخ، وكلاهما يؤثر فى تصميم الحيز الفراغي الداخلي وتصميم المساحات الخارجية مثل الساحات العامة وتصميم المناظر الطبيعية والحدائق ...الخ. أما البيئة الداخلية تتمثل فى دراسة الفراغات الداخلية التى يُمارِس داخلها المستخدم الأنشطة المختلفة، وبإختلاف المستخدم تختلف الإحتياجات وبالتالي يختلف تصميم وتنسيق الحيز الفراغي الداخلي.

ثانيا: المستخدم "Construction user":

يختلف أداء الإنسان الحركي ومسارات الحركة داخل أو خارج المبنى تبعا للنشاط المبذول، حيث تتنوع انشطة الانسان تبعا لاحتياجاته وممارساته، لذا فإن دراسة المستخدم تعد هى الموجه الرئيسي لتحديد مدى ملائمة بعض التقنيات الخضراء المعتمدة على المستخدم فى توليد الطاقة، وبالتالي تحديد أماكن تواجدها داخل أو خارج بيئة المبنى المنشأ.

ثالثا: عناصر تأثيث الحيز الفراغي "Elements of furnishing":

يساهم تصميم البيئة الداخلية وتوزيع عناصر الاثاث بها فى تأكيد وظيفة وسمات الفراغات التى يتكون منها المبنى، لذا تختلف عناصر التأثيث تبعا لنوع البيئة سواء كانت داخلية أو خارجية على حسب وظيفة المبنى ونوع النشاط الممارس. وسوف يتأثر تصميم ووظيفة عناصر التأثيث تبعا للتقنيات الخضراء المدمجة به كلا حسب الوظيفة التصميميه.

شكل(5) نقاط الدراسة فى مجال التصميم الداخلي (تصميم الباحثة)

3-2 مرحلة الدراسات الأولية من منظور التقنيات الخضراء:

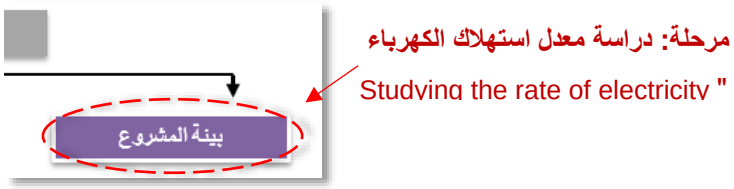
سوف ينعكس تطبيق التقنيات الخضراء على مراحل التصميم، وذلك نتيجة لبعض الدراسات والتحليلات الأولية التى على المصمم توفيرها قبل مراحل التصميم أو التنفيذ للمشروع، والتى سوف تساهم فى فاعلية التصميم النهائي للمبنى. وتتمثل تلك الدراسات فى أربعة مقومات كما يلي:

1- مرحلة دراسة معدل استهلاك الكهرباء
"Studying the rate of electricity consumption"
2- مرحلة دراسة آلية تطبيق التقنيات الخضراء
"Studying the mechanism of applying green technologies"
3- مرحلة دراسة أنشطة المستخدم
"Studying the user activities"
4- مرحلة دراسة البيئة الخارجية
"Studying the external environment"

1) مرحلة دراسة معدل استهلاك الكهرباء "Studying the rate of electricity consumption":

تساهم تلك المرحلة فى تصنيف الحيز الفراغي تبعا لزيادة أو إنخفاض معدل الإستهلاك، وبالتالي تقدير التكلفة العامة للتصميم الداخلي والتحكم بها، وذلك من خلال اضافة او حذف المصادر المولدة للطاقة ورفع كفاءة الحيز الفراغي دون المبالغة أو التأثير على عامل التكلفة.

تتم مرحلة دراسة معدل استهلاك الحيز الفراغي للكهرباء أثناء دراسة المصمم الداخلي للبيئة الداخلية الخاصة بالمشروع شكل(6)، حيث دراسة الأنشطة الممارسة، والتى سوف تختلف تبعا لنشاط المبنى، سكني أم تجاري أم إداري...إلخ.



شكل(6) دراسة معدل استهلاك الحيز الفراغي للكهرباء تتم أثناء مراحل دراسة البيئة الداخلية لبيئة المشروع

على سبيل المثال:

وحدة سكنية (شقة) مساحتها 90م^2 سوف يتم إعادة تصميمها، فى جمهورية مصر العربية مكونة من استقبال، ثلاث غرف نوم، مطبخ وعدد اثنان حمام، يقطن بها اسرة مكونة من خمسة أفراد، معدل استهلاك الكهرباء على مدار اربعة شهور متتالية هى كالتالي؛

جدول(1) متوسط استهلاك الكهرباء لأحد الوحدات السكنية على مدار اربعة شهور

معدل استهلاك وحدة سكنية للكهرباء، بمساحة 90 م^2				
يوليو 2023	اغسطس 2023	سبتمر 2023	اكتوبر 2023	**متوسط الاستهلاك**
425 كيلووات	464 كيلووات	427 كيلووات	440 كيلووات	439 كيلووات
425 جنيها	464 جنيها	427 جنيها	443 جنيها	439.75 جنيها

(تم جمع البيانات بمعرفة الباحثة)

نلاحظ من الحالة السابقة أن متوسط استهلاك الوحدة السكنية للكهرباء 439 كيلووات، من خلال تلك النتيجة سوف يتم تصنيف تلك الوحدة من حيث الاستهلاك ضمن الشريحة الخامسة (من 351 – 650) ك.و.س/ شهر جدول(2)، وذلك تبعا لشرائح الإستهلاك التى أقرتها وزارة الكهرباء بجمهورية مصر العربية.

جدول(2) شرائح الاستهلاك التى أقرتها وزارة الكهرباء للإستخدامات المنزلية ومرفق معها سعر الإستهلاك لكل شريحة عن آخر تحديث لها (العام المالي 2024-2025)

	شرائح الاستهلاك (ك.و.س/ شهر)	السعر (قرش/ ك.و.س)
الشريحة الأولى	من 0 – 50	71.0
الشريحة الثانية	من 51 – 100	71.0
الشريحة الثالثة	من 0 – 200	97.0
الشريحة الرابعة	من 201 – 350	123.0
الشريحة الخامسة	من 351 – 650	136.0
الشريحة السادسة	من صفر لأقل من 1000	136.0
الشريحة السابعة	من صفر لأكثر من 1000	145.0

(Ministry of Electricity and Renewable Energy 2024)

نلاحظ من جدول(2) إمكانية اقتراح تطبيق التقنيات الخضراء داخل الحيز الفراغي للشرائح بداية من الشريحة الخامسة (351-650 ك.و.س/شهر)، حيث قد يبلغ تكلفة إستهلاك 500 ك.و.س/الشهر قيمة 675 جنيه شهريا عن تعريفة عام (2024-2025)، وذلك مقارنة بالشرائح الاخرى الأقل فى الاستهلاك التى سوف تتجاوز تكلفة تجهيز الوحدة السكنية بالتقنيات الخضراء داخلها أكثر من تكلفة استهلاك الوحدة نفسها للكهرباء، مما يؤدى إلى المبالغة فى تكلفة التصميم الداخلي للشرائح دون تحقيق العائد المرجو من التطبيق.

أما فى حال كان المشروع تحت التجهيز اذن فى تلك الحالة سوف تختلف دراسة معدل استهلاك الكهرباء للحيز الفراغي، حيث يتم حساب متوسط ساعات التشغيل المتوقعة لوحدات الإضاءة والأجهزة التى سوف يتم استخدامها خلال اليوم، ويتم ذلك من خلال معرفة قدرة تشغيل الأجهزة الكهربائية الموضحة على بطاقات كفاءة الطاقة المرفقة بالأجهزة المستخدمة، أو البيانات الموضحة على الجهاز نفسه. لذا لابد من تحديد حالة المشروع ما إذا كان جديد أم مطلوب تجديده لتحديد طريقة حساب معدل الإستهلاك.

ومن خلال الموقع التالي لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، لجمهورية مصر العربية، فإنه يمكن حساب معدل استهلاك أجهزة الحيز الفراغي من الطاقة من خلال ادخال بيانات الأجهزة المستخدمة على الموقع ومن ثَم إظهار النتيجة، تلك النتيجة سوف يتحدد من خلالها تصنيف استهلاك المشروع للطاقة وبالتالي تقييم ضرورة تطبيق التقنيات الخضراء من عدمه.

موقع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة لحساب معدل إستهلاك الأجهزة للكهرباء	www.moee.gov.eg http://www.moee.gov.eg/test_new/calulate_energy.aspx

2) مرحلة دراسة آلية تطبيق التقنيات الخضراء " Studying the mechanism of applying green technologies":

تلك المرحلة سوف يتحدد من خلالها نوع التقنية الخضراء المطلوب تطبيقها، وما اذا كانت التقنية تعتمد على الانسان ام البيئة الخارجية فى تشغيلها، وبالتالي تحديد إمكانية تنفيذها داخل أو خارج الحيز الفراغي. تلك الدراسة سوف يتحدد ايضا من خلالها ملامح المراحل التنفيذية لدمج التقنيات الخضراء بالتصميم، سواء فى المعالجات الداخلية أوالخارجية أو فى عناصر الأثاث وتوزيعه.

فقد نجد أن مواصفات بعض التقنيات المبتكرة قد تتطلب تجهيزات خاصة، مثل إمدادات الاسلاك، وأنظمة الحركة، والبطاريات اللازمة لتخزين الطاقة، ومكملات أخرى تصميمية مثل إضافة سماعات أو مخارج كهرباء لشحن الهواتف... الخ. وهو ما يستدعي دراسة المصمم الداخلي لآلية التطبيق حتى لا يتأثر كل من المستخدم أو المبنى المنشأ، أو الحيز الفراغي سلبا سواء جماليا أو وظيفيا.

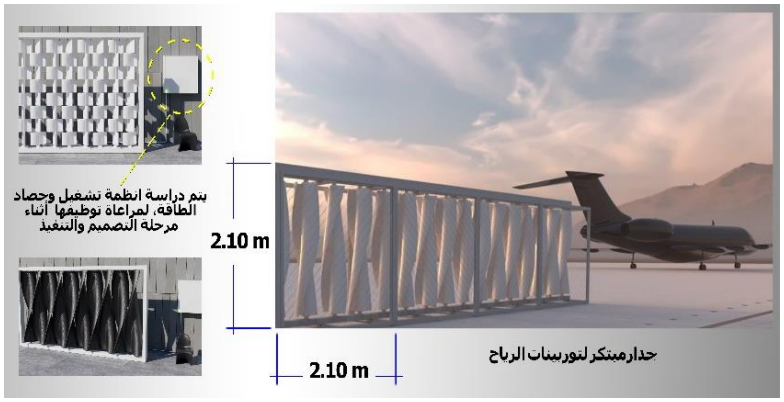
نذكر على سبيل المثال أحد التقنيات التى تعتمد على البيئة الخارجية فى تشغيلها، تلك التقنية هى توربينات الرياح التى صممتها شركة "Aeromine Technologies" التابعة لجامعة هيوستن، والتى تُعد نموذجًا مختلفًا لالتقاط طاقة الرياح على الأسطح صورة (1)، حيث قامت الشركة بمراعاة عوامل أساسية منها عامل الأمان وعدم الضجيج أثناء تشغيل التوربينات، وتجنب عامل التشتيت البصري نتيجة الحركة المستمرة للتوربينات ذات الشفرات العادية، هذا بجانب انخفاض التكلفة، وطريقة التركيب الغير معقدة، وقد تم تطبيق تركيبها بالفعل على أسطح منشآت التصنيع التابعة لشركة "BASF" في ويانودت "Wyandotte"، ميشيغان "Michigan" (Loz Blain 2022).

صورة(1) نموذج لتوربينات رياح لها مزايا تشغيل وتطبيق إيجابية إلا أنها تعد كبيرة الحجم (Loz Blain 2022)

لكن على الرغم من تصنيف كل من هذه الوحدات بقدرة 5 كيلووات وهو قريب جدًا من إنتاج نظام شمسي على السطح مكون من 21 لوحة، وعلى الرغم من أن وحدات الرياح تلك تأخذ مساحة صغيرة نسبيًا على السطح مقارنة بالألواح الشمسية، إلا أنها لا تزال كبيرة الحجم حيث يبلغ ارتفاعها 4.5 متر تقريبا صورة (1)، مما يتطلب دراسة بيئة المشروع واشتراطات البناء به، هذا بجانب اعتباره مشكلة بصرية لبعض المناطق أو المنشآت. هذا بجانب صعوبة تطبيق التصميم الهجين لحصاد الطاقة، مثل اختيار نظام الألواح الكهروضوئية والتوربينات وتثبيتهما معا على سطح البناء، بسبب إلقاء التوربينات للظلال نتيجة الإرتفاع الشديد، مما يتطلب مراعاة توجيه المبنى قبل مرحلة إنشاءه لضمان كفاءة عمل النظامين (Loz Blain 2022). وهو ما يصعب تحقيقة فى حالة المنشآت القائمة بالفعل.

نجد على صعيد آخر جدار لتوربينات الرياح من تصميم المصمم جو دوسيه "Joe Douce" صورة(2)، يتكون الجدار من مجموعة من الشفرات الدوارة التي تدور بشكل فردي، مما يؤدي إلى تشغيل مولد لتوليد كهرباء نظيفة ومتجددة. وقد تم إنشاؤه ليتوائم مع البيئات المبنية في المناطق الحضرية والضواحي، لذا قد تم تصميم الجدار ليكون له خصائص جمالية بقدر الخصائص العملية له حيث يعد آمن أثناء التشغيل ولا يصدر عنه ضجيج، ، هذا بجانب إمكانية تنسيقه بطرق مختلفة لتوليد الطاقة. الطاقة الكهربائية الناتجة عن الجدار يمكن استخدامها أو تخزينها أو تغذيتها مرة أخرى إلى الشبكة داخل الموقع، كما يمكن تطبيق التصميم الهجين لحصاد الطاقة، مثل اختيار نظام الألواح الكهروضوئية وتطبيقهما معا (Joe Doucet n.d.).

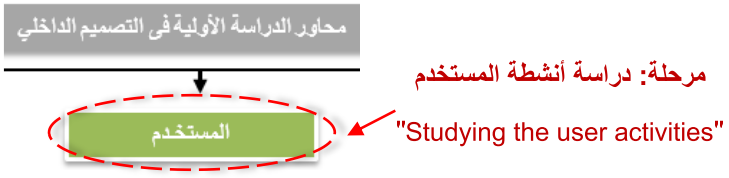
تم تصنيع جدار التوربينات من مواد معاد تدويرها بنسبة تصل إلى 90%، ويسهل نقله وتوزيعه عالميا وقابل للتطوير ليعكس الاحتياجات الخاصة بالموقع، كما يمكن مراقبة معلومات النظام والموقع عن بعد، مما يوفر الرؤية والتحكم للمنشآت المختلفة. تبلغ أبعاد كل وحدة 2.10 متر طول × 2.10 متر ارتفاع × 1.05 متر عمق (AIRIVA RENEWABLES INC 2023).



صورة(2) جدار توربينات الرياح عبارة عن وحدة تكرارية يمكن تنسيقها بسهولة داخل الموقع لحصاد اكبر قدر من الطاقة (AIRIVA RENEWABLES INC 2023)

3) مرحلة دراسة أنشطة المستخدم "Studying the user activities":

يتوقف اختيار المصمم لبعض التقنيات الخضراء ومكان تطبيقها على وظيفة المبنى، وما إذا كانت الحيزات الفراغية عامة أو خاصة أو خدمية، حيث يتحدد من خلالها طبيعة نشاط المستخدم وبالتالي يتم تحديد التقنية المستخدمة. لذلك تتم مرحلة دراسة أنشطة المستخدم بالتزامن مع مرحلة دراسة المصمم الداخلي للمستخدم وتحديد احتياجاته داخل الحيز الفراغي شكل(7).



شكل(7) دراسة أنشطة المستخدم داخل الحيز الفراغي تتم أثناء مراحلة دراسة المصمم للمستخدم

ويتم التركيز في تلك المرحلة على نقطتين أساسيتين هما؛

أولا: دراسة النشاط المكثف الذى يبذله المُستَخدِم وبالتالي تحديد نوع الأداء الحركي المبذول، حيث الوقوف ،الجلوس، الاستلقاء أوالحركة، بهدف تحديد التقنية الخضراء التى سوف يتم استخدامها والتى تعتمد على الإنسان فى تشغيلها.

ثانيا: تحديد الفئة العمرية وعدد الأفراد مستخدمي الحيز الفراغي المطلوب تصميمه، والتى يتحدد من خلالها فاعلية التطبيق من عدمه.

حيث أن الأماكن العامة مثل المتاحف أو المحلات التجارية أو المطاعم أو ملاعب الأطفال ...الخ، نلاحظ بها كثافة فى النشاط الحركي ونلاحظ تنوع فى الفئات العمرية، مما يؤهل استخدام التقنيات الخضراء الداعمة للطاقة التى تعتمد على أداء المستخدم.

مثال توضيحي: أحد المحلات التجارية (سوبر ماركت) فى مدينة بارشلونة، تم تطبيق حصاد الطاقة من خلال الأرضيات الكهروضغطية، وذلك نتيجة النشاط المكثف لحركة الزائرين بها، لذا تعد تلك التقنية هى الأنسب داخل هذا النوع من الحيزات الفراغية صورة (3).

صورة(3) النشاط المكثف بأحد المحلات التجارية فى مدينة بارشلونة، ساهم فى اختيار تطبيق الأرضيات الكهروضغطية لحصاد الطاقة

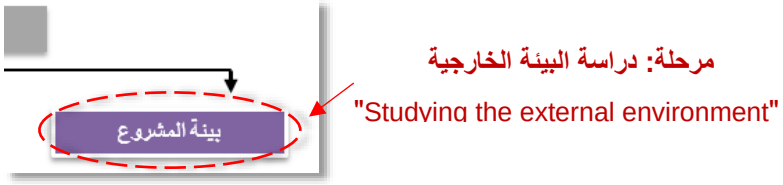
www.pavegen.com, (22 August 2023)

4) مرحلة دراسة البيئة الخارجية "Studying the external environment" :

الدراسات المبدئية التى تسبق مرحلة التصميم من شأنها أن تدعم التصميم المطلوب تنفيذه، إلا أن بعض المصممين قد يغفل عن دراسة البيئة الخارجية مثل دراسة المناخ والبيئة المادية المحيطة بالمبنى... الخ. تلك الدراسة سوف يتحدد من خلالها إمكانية تطبيق التقنية الخضراء الداعمة للطاقة وبالتالي تحديد المكان المناسب لتطبيقها تحقيقا لأقصى كفاءة فى التشغيل.

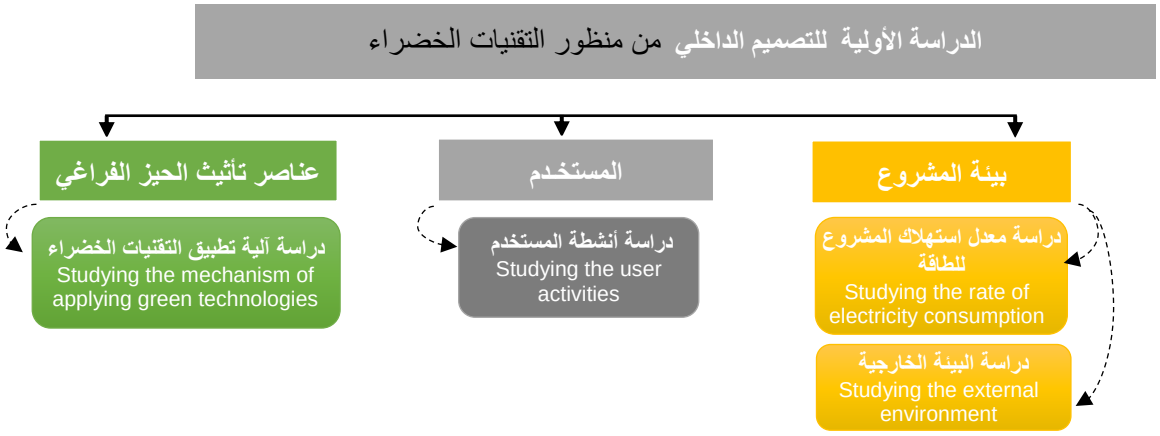
حيث يختلف تطبيق التقنية المولدة للطاقة من موقع لآخر ومن مدينة إلى أخرى نتيجة اختلاف مقومات تشغيلها، فنجد التقنية التى تعتمد على طاقة الرياح سوف تختلف مقومات تشغيلها عن التقنية المعتمدة على الطاقة الشمسية أو طاقة المياه... إلخ. أوقد لا يتناسب تطبيق أى تقنية منهم داخل الموقع نتيجة عدم توافر المقومات التى تدعم تشغيلهم، مثل عدم ملائمة الظروف المناخية، أو ظهور معوقات نتيجة البيئة المادية المحيطة، أو صعوبة توفير مساحة لتثبيت المعدات اللازمة... الخ.

على سبيل المثال: فى حال اختيار تطبيق التقنية المعتمدة على الطاقة الشمسية سوف نلاحظ إختلاف توافر الإشعاع الشمسي وشدته على سطح الأرض خلال اليوم حسب الوقت والموقع. حيث تعد دوائر العرض والمناخ والطقس من العوامل الرئيسية التي تؤثر على التشميس وكمية الإشعاع الشمسي المتلقاة على مساحة سطحية معينة خلال فترة زمنية محددة. كما تؤثر الغيوم والغبار والرماد البركاني والتلوث في الغلاف الجوي على مستويات التشميس على السطح. ليس هذا فقط، فقد تشكل المباني والأشجار والجبال عائقا نتيجة تظليلها للموقع خلال أوقات مختلفة من اليوم وفي أشهر مختلفة من العام على الرغم من سطوع الشمس بوفرة فى تلك المنطقة (EIA 2023). لذا من الضروري تناول دراسة البيئة الخارجية من منظور بيئي تقني أثناء مرحلة دراسة البيئة المبنية شكل(8)، لضمان فاعلية تطبيق التقنية الداعمة للطاقة وتحديد المكان الأنسب لتطبيقها. فعلى الرغم من أهمية جودة التصميم، والجوانب الجمالية، ونوع الأثاث أو العناصر المراد وضعها داخل الحيز الفراغي، إلا أن موقع العناصر سوف يؤثر على نجاح التصميم من عدمه (Graeme Brooker 2010).



شكل(8) دراسة البيئة الخارجية تتم أثناء مراحل دراسة بيئة المشروع

من هنا سوف يتم تصنيف مراحل الدراسة السابق ذكرها تبعا لمحاور دراسة التصميم الداخلي كالآتي؛



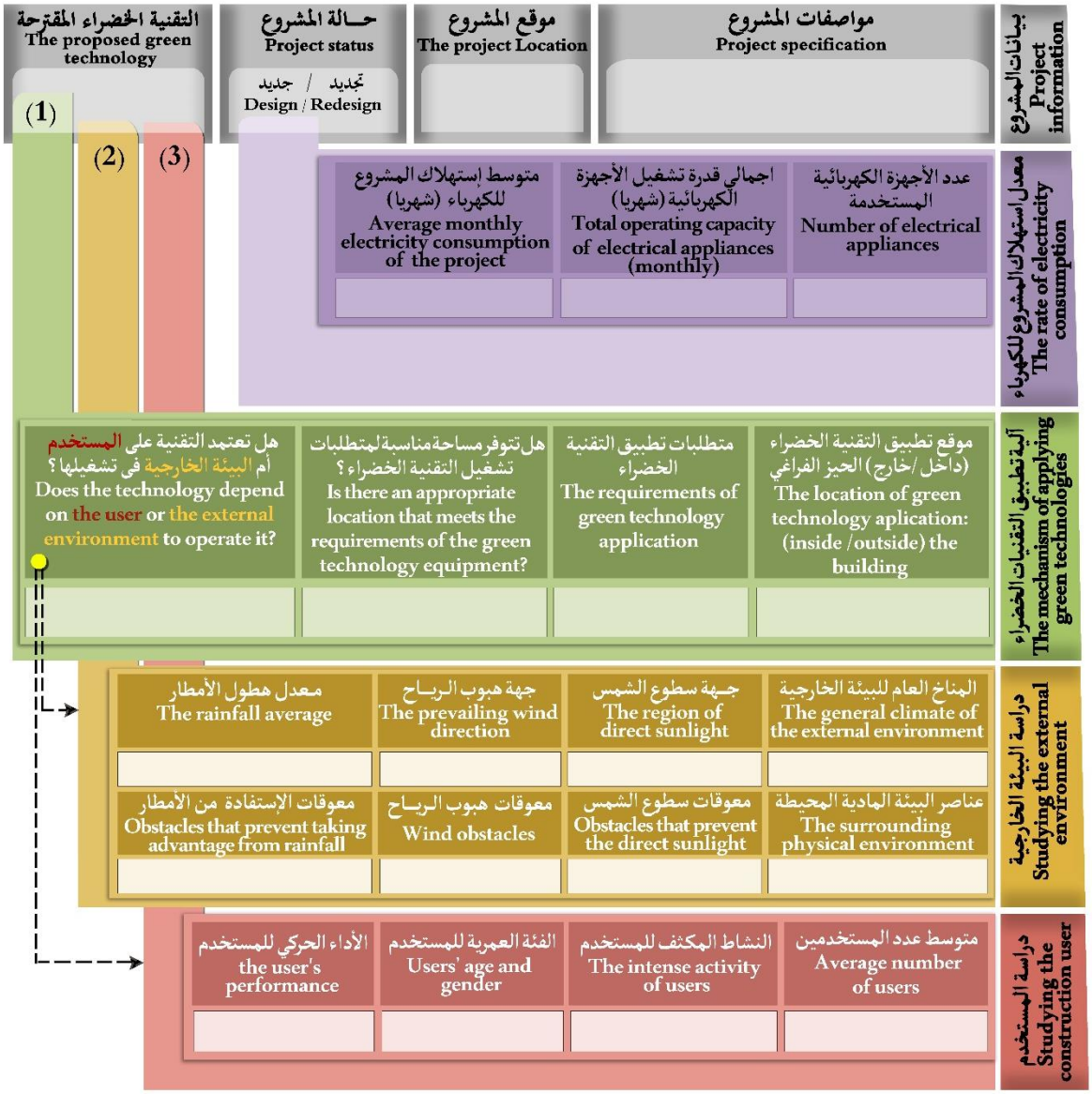
شكل(9) الدراسة الأولية للتصميم الداخلي من منظور التقنيات الخضراء (تصميم الباحثة)

من خلال ما سبق سوف يتم صياغة مجموعة من المعايير كوسيلة إرشادية لتوجيه المصمم الداخلي أثناء مراحل تصميم الحيزات الفراغية الداعمة للطاقة.

3- معايير تطبيق التقنيات الخضراء فى مجال التصميم الداخلي:

يتطلب تطبيق التقنيات الخضراء ضرورة تعيين متخصص لدراسة موقع المشروع ودراسة المستخدم والحيزات الفراغية قبل الشروع فى مرحلة التصميم، لذا سوف يقترح البحث مجموعة من المعايير الاسترشادية بهدف توجيه المصمم أو الهيئات إلى تصميم الحيز الفراغي من منظور تقني داعم للطاقة جدول(3).

جدول(3) نموذج مقترح لمعايير إرشادية يمكن تطبيقها فى مجال التصميم الداخلي من منظور التقنيات الخضراء



تلك المعايير هى على سبيل المثال وليس الحصر، حيث يمكن أن يضيف إليها المصمم أو يحذف تبعا لحالة المشروع.

(تصميم الباحثة)

النتائج:

1- توصل البحث إلى **معايير** تطبيق التقنيات الخضراء فى مجال التصميم الداخلي للحد من استهلاك الطاقة.

2- تطبيق التقنيات الخضراء يتطلب تجهيزات خاصة مما يستدعي دراسة مسبقة لمواصفات وآلية تشغيل تلك التقنيات قبل مرحلة تصميم المشروع.

3- يتوقف **قرار تطبيق** التقنيات الخضراء داخل او خارج الحيز الفراغي على دراسة معدل استهلاك المشروع للكهرباء، حيث يتحدد من خلال تلك الدراسة مدى ضرورة الحد من استهلاك المشروع للطاقة قبل الشروع فى اختيار أو تطبيق التقنيات الخضراء مما يساهم فى توفير الجهد والمال.

4- التقنية الخضراء المقترحة للمشروع قد **لا يتناسب تطبيقها** مع بيئة المشروع، بسبب نتائج دراسة آلية تطبيق التقنيات، حيث أنها معنية بدراسة آلية تشغيل التقنية وتحديد مكان تطبيقها، ودراسة إمكانية دمجها داخل أو خارج الحيز الفراغي.

5- تتوقف **دراسة المصمم** للبيئة الخارجية فقط، أو دراسة المستخدم فقط، أو دراسة كلاهما معا على نتائج الدراسة لمرحلة (آلية تطبيق التقنيات الخضراء)، حيث يتحدد من خلالها ما اذا كانت التقنية المطلوب تطبيقها تعتمد على البيئة الخارجية أم المستخدم أم كلاهما.

6- تعتمد **فاعلية حصاد الطاقة** من التقنية الخضراء على مرحلة دراسة المستخدم ومرحلة دراسة البيئة الخارجية. على سبيل المثال؛ فى حال اختيار المصمم لتقنية تعتمد آلية تطبيقها على الجلوس لفترات طويلة لحصاد الطاقة، فإن هذا يقتضي دراسة المصمم للمستخدم، فى تلك الحالة اذا لم يتوافر الأداء الحركي المطلوب ولفترات مناسبة خلال اليوم، فإن التقنية التى تم اختيارها لن تحقق النتيجة المطلوبة من حصادها للطاقة.

التوصيات:

1- تتوسع منظومة التصميم الداخلي نتيجة التوسع فى المعرفة والتقدم المستمر فى المجالات الاخرى، مما يتطلب ضرورة دراسة أثر ذلك على مجال التصميم والبناء بشكل دوري، وتعيين متخصصين كل فى مجاله للاشراف على أداء المشاريع التى تساهم بفاعلية فى الحفاظ على البيئة تحقيقا لمفهوم الإستدامة.

2- الزام الشركات الهندسية والجهات المتخصصة فى مجال التصميم والبناء بضرورة تطبيق المعايير البيئية، وتحويل التصميم من المنظور العام الى المنظور الخاص لخدمة القضايا البيئية لتصبح اتجاه عالمي وليس فردي.

المراجع:

المراجع العربية:

[1] المصري, مركز المعلومات ودعم إتخاذ القرار بمجلس الوزراء .2022. مركز المعلومات ودعم إتخاذ القرار بمجلس الوزراء المصري. 2022 (Accessed May 30, 2022) www.care.gov.eg/EgyptCare/Index.aspx

[1] Al Masry, Markaz el malomat dam etkaz el karar magles el wezara.2022.markaz el malomat dam etkaz el karar magles el wezara el masry. 2022 (Accessed May 30, 2022). www.care.gov.eg/EgyptCare/Index.aspx

[2] عبد الله البوبي, حنان خمش, على بدوى, عصام منصور .2012. ,الإنسان والبيئة دراسة اجتماعية تربوية .الثالثة . المملكة اللأردنية الهاشمية: دار المأمون للنشر والتوزيع. 2012

[2] Abdollah el boby, hanan kemsh, ali badwy, esam mansor. 2012. Al ensan al bea derasa egtmaia trbawia. El thaletha. Al mamlaka al ordnia al hashmia: dar al mamon lnashr al tawze. 2012

[3] مركز معلومات وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة. 2018-2020 .وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة "الخطة الوطنية لتحسين كفاءة الطاقة الكهربائية" 2020 (Accessed April 25, 2021) www.moee.gov.eg/test_new/plan.aspx

[3] Markaz malomat wezarat el kahraba el taka el motagdeda. 2018-2020. Wezarat el kahraba el taka el motagdeda ‘Al keta el watania ltahsen kafaet el taka el kahrbia’. 2020 (Accessed April 25, 2021) www.moee.gov.eg/test_new/plan.aspx

المراجع الأجنبية:

[1] AIRIVA RENEWABLES INC. 2023. Airiva. (Accessed November 8, 2023). https://airiva.com/

[2] Andy Furlong. 2009. Handbook of Youth and Young Adulthood: New Perspectives and Agendas. London and New York: Routledge. 2009. https://books.google.com.eg/books?id=jwHvDIm-TToC&printsec=frontcover&dq=when+young+adulthood++move+out+in+america?&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwi9xr3At_b7AhUawIUKHTSmD9QQ6AF6BAgEEAI#v=onepage&q=when%20young%20adulthood%20%20move%20out%20in%20america%3F&f=false.

[3] Apostolos Georgiadis, Ana Collado, Manos M. Tentzeris,. 2021. Energy Harvesting: Technologies, Systems, and Challenges. United Kingdom: Cambridge University Press. 2021. doi:10.1017/9781139600255.

[4] —. 2021. Energy Harvesting: Technologies, Systems, and Challenges. United Kingdom: Cambridge UniversityPress. 2021. doi:10.1017/9781139600255.

[5] Bosman, Lise. 2009. Renewable Energy Sources: A Chance to Combat Climate Change. New York: Kluwer Law International. 2009

[6] Catalina Gutiérrez. 2012. Escritorio Unplugged / Eddi Törnberg. September 5. (Accessed April 6, 2022). www.archdaily.mx/mx/02-185042/estacion-de-trabajo-unplugged-eddi-tornberg.

[7] Chiara Delmastro. June 2020. Building Envelopes. Tracking report, Internationa Energy Agency. (Accessed August 4, 2021). www.iea.org/reports/building-envelopes.

[8] Chris Burns. 2009. DO IT YOURSELF PIPE AND PLASTIC CHAIR. May 2. (Accessed March 23, 2022). www.yankodesign.com/2009/02/05/do-it-yourself-pipe-and-plastic-chair/.

[9] Chunkai Qiu, Fan Wu, Chengkuo Lee, Mehmet Rasit Yuce,. 2020. "Self-powered control interface based on Gray code with hybrid triboelectric." Nano Energy 70, (2211-2855,). (Accessed June 4, 2022). doi:https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2020.104456.

[10] Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J.G.J., Vignati, E. 2020. Fossil CO2 emissions of all world countries - 2020 Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 88. doi:10.2760/143674, JRC121460.

[11] Egyptian Electricity Holding Company (EEHC). 2020-2021. Annual Report 2020/2021. Annual report, Egypt: Ministry of Electricity & Renewable Energy. (Accessed September 19, 2022). www.moee.gov.eg/english_new/EEHC_Rep/REP2021-2022en.pdf.

[12] Egyptian Electricity Holding Company. 2018. Annual report 2017/2018. Ministry of Electricity & Energy. (Accessed April 24, 2021).www.moee.gov.eg/english_new/EEHC_Rep/2017-2018en.pdf.

[13] Egyptian Electricity Holding Company. 2019. Annual report 2018-2019. MOEE - Information Center. (Accessed April 26, 2021). www.moee.gov.eg/english_new/EEHC_Rep/2018-2019en.pdf.

[14] Egyptian Electricity Holding Company. 2019-2020. Annual Report 2019/2020. Annual Report, MOEE - Information Center. www.moee.gov.eg/english_new/EEHC_Rep/finalaEN19-20.pdf.

[15] Egyptian Survey Authority. 2020. Average household size. Egypt: Central Agency for Puplic Mobilization And Statics. www.capmas.gov.eg/Pages/IndicatorsPage.aspx?page_id=6156&ind_ id=4575.

[16] EIA. 2023. Where solar is found and used. April 25. (Accessed September 19, 2023). www.eia.gov/energyexplained/solar/where-solar-is-found.php.

[17] EIA.gov. 2021. U.S. Energy Information Administration. April 20. www.eia.gov/energyexplained/ renewable-sources/.

[18] Graeme Brooker. 2010. What is interior design? Switzerland: RotoVision SA. (Accessed July 17, 2023). https://archive.org/details/whatisinteriorde0000broo/mode/2up.

[19] Heitkamp, Kristina Lyn. 2018. What Is Mechanical Energy? First edition. New York: Britannica Educational Publishing.

[20] IRENA. 2018. Renewable Energy Outlook: Egypt. International Renewable Energy Agency. (Accessed December 14, 2021). www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Oct/IRENA_Outlook_Egypt_2018_En.pdf.

[21] Ishwar Prakash Sharma, Chandra Kanta. 2021. "Green Technology in Relation to sustainable Agriculture: A Methodological Approach." In Renewable Energy and Green Technology Principles and Practices, by Hukum Singh, Amit Kumar, Narendra Kumar. United States: CRC Press. (Accessed November 23, 2023). doi:10.1201/9781003175926-3.

[22] Jennifer Gunner. 2022. Examples of Mechanical Energy at Home and in Daily Life. (Accessed March 9, 2022). https://examples.yourdictionary.com/examples-of-mechanical-energy-at-home-and-in-daily-life.html.

[23] Joe Doucet. n.d. AIRIVA WIND TURBINE WALL. (Accessed November 8, 2023). https://joedoucet.com/index#/airiva/.

[24] junyeong jang. 2009. Generpin. November 19. 2009. (Accessed May 24, 2022). www.designboom.com/project/generpin/.

[25] Lamiaa Abdallah, Tarek El-Shennawy. 2020. "Evaluation of CO2 emission from Egypt's future power plants." Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration 5 (49): 3-6. 2020. doi:10.1007/s41207-020-00184-w.

[26] Long Liu, Xinge Guo, Weixin Liu, Chengkuo Lee,. 2021. "Recent Progress in the Energy Harvesting Technology—From Self-Powered Sensors to Self-Sustained IoT, and New Applications." Edited by Uroš Cvelbar. Nanomaterials 1. 2021. (Accessed May 25, 2022). doi:https://doi.org/10.3390/nano11112975.

[27] Loz Blain. 2022. Rooftop wind system delivers 150% the energy of solar per dollar. October 16. 2022 . (Accessed September 17, 2023). https://newatlas.com/energy/aeromine-rooftop-wind/.

[28] Mahmoud Nasrollahzadeh, Mohammad S. Sajadi, Monireh Atarod, Mohaddeseh Sajjadi, Zahra Isaabadi,. 2019. An Introduction to Green Nanotechnology. Vol. 28. London: Elsevier Science. 2019.www.google.com.eg/books/edition/An_Introduction_to_Green_Nanotechnology/qSMwDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1.

[29] Meghan Young. 2012. Eddi Tornberg Harnesses Power From Office Spaces. June 23. 2012 . (Accessed April 2, 2022). www.trendhunter.com/trends/eddi-tornberg.

[30] Michael Hines. 2010. Rocking Chair Chargers. August 19. 2010 . (Accessed March 16, 2022). www.trendhunter.com/trends/shawn-kim.

[31] Ministry of Electricity and Renewable Energy. 2024. Utility Regulatory Authority. 2024 . (Accessed February 11, 2024). http://egyptera.org/ar/Tarrif2024.aspx.

[32] Muhammad Zaid Qamar, Mariya Noor, Wahid Ali, Mohammad Qamar,. 2020. "Green Technology and its Implications Worldwide." The Inquisitive Meridian, October. 2020. https://theinquisitivemeridian.com/?s=Muhammad+Zaid+Qamar#download.

[33] New & Renewable Energy Authority. 2020. Annual Report 2020. Cairo: Ministry of Electricity and Renewable Energy, 8. 2020 . (Accessed April 25, 2021). www.nrea.gov.eg/Content/ reports/Annual %20Report%202020%20En.pdf.

[34] OECD. 2021. OECD and Arab Republic of Egypt inaugurate three-year programme to support key reforms. October 26. 2021. (Accessed December 14, 2021). www.oecd.org/countries/ egypt/oecd-and-arab-republic-of-egypt-inaugurate-three-year-programme-to-support-key-reforms.htm.

[35] Peter Vallas. 2011. Ryan Klinger's Empower Rocking Chair Helps Charge Your Gadgets. March 31. (Accessed March 29, 2022). www.trendhunter.com/trends/ryan-klinger.

[36] Robert L. Jaffe, Washington Taylor,. 2018. The physics of energy. United Kingdom: Cambridge University Press. 2018. doi:10.1017/9781139061292.

[37] —. 2018. The physics of energy. United Kingdom: Cambridge University Press. 2018. doi:10.1017/9781139061292.

[38] Sara Fawzy Mustafa. 2021. "Applying Piezoelectric Tiles as a Sustainable Design Solution to Reduce Energy Consumption in Egypt." The International Journal of Environmental Sustainability (Common Ground Research Networks) 17 (2). 2021 . (Accessed June 8, 2022). doi:10.18848/2325-1077/CGP/v17i02/33-46.

[39] Shashank Priya, Daniel J. Inman. 2008. Energy Harvesting Technologies. New York: Springer Science+Business Media, LLC. 2008. doi:10.1007/978-0-387-76464-1.

[40] Shawn Youndong Kim. 2009. 2009 UNI work - ECO Design Practice. 2009. (Accessed March 16, 2022). www.coroflot.com/Shawn_Kim/2009-UNI-work-ECO-Design-Practice.

[41] Statistics, Central Agency for Public Mobilization And. 2017. Number of Egyptian Households and Individuals According to Type of Housing Unit 2017. Central Agency for Public Mobilization And Statistics. (Accessed November 29, 2022). www.capmas.gov.eg/Pages/StatisticsOracle.aspx?Oracle_id=1913&page_id=5109&YearID=23346.

[42] Teofilo L. Lee-Chiong, Jr,. 2012. Biology of Sleep, An Issue of Sleep Medicine Clinics. Vol. 7. New York: Elsevier Health Sciences. 2012

[43] Tesla. 2024. Tesla Solar Roof. (Accessed January 11, 2024). www.tesla.com/solarroof.

[44] Thibaut Abergel, Chiara Delmastro,. 2020. Tracking Buildings 2020. June. (Accessed December 14, 2021). www.iea.org/reports/tracking-buildings-2020.

[45] Tom J. Kaźmierski, Steve Beeby,. 2011. Energy Harvesting Systems: Principles, Modeling and Applications. New York: Springer Science+Business Media, LLC. 2011. doi:10.1007/978-1-4419-7566-9.

[46] United States Environmental Protection Agency. 2023. Vocabulary Catalog. October 23. 2023.(Accessed November 16, 2023). https://sor.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchand retrieve/glossariesandkeywordlists/search.do?details=&glossaryName=Lifecycle%20Assessment%20Glossary.

[47] Yuka Yoneda. 2010. EMPOWER: The Energy Generating Rocking Chair. 2010. February 16. (Accessed March 23, 2022). https://inhabitat.com/empower-the-energy-generating-rocking-chair/.

[48] Zhong Lin Wang, Long Lin, Jun Chen, Simiao Niu, Yunlong Zi,. 2016. Triboelectric Nanogenerators. Swizerland: Springer International Publishing Swizerland. 2016 (Accessed June 4, 2022). doi:10.1007/978-3-319-40039-6.