تصميم وحدات إضاءة مستدامة فى ضوء الاستفادة من الطاقة الشمسية

Designing sustainable lighting units in the realm of benefiting from solar energy

أ.م.د/ الأمير أحمد شوقي

الأستاذ المساعد بقسم التصميم الداخلى والأثاث – كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط .

Assist. Prof. Dr. Alamir Ahmed Shawky

Assistant Professor, Department of Interior Design and Furniture - Faculty of Applied Arts - Damietta University.

أ.م.د/ جيهان محمد فؤاد

الأستاذ المساعد بقسم التصميم الصناعى – كلية الفنون التطبيقية – جامعة بني سويف.

Assist. Prof. Dr. Gehan Mohamed Fouad

Assistant Professor, Department of Industrial Design - Faculty of Applied Arts - Beni Suef University.

أ.م.د/هيثم إبراهيم الحديدى

الأستاذ المساعد بقسم التصميم الصناعى – كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط.

Assist. Prof. Dr. Haitham Ibrahim Elhadidy

Assistant Professor, Department of Industrial Design - Faculty of Applied Arts - Damietta University.

dr.haithamelhadidy@gmail.com

م.م/أحمد محمد ناصر عيسي

مدرس مساعد بقسم التصميم الصناعى – كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط.

Assist. Lect. Ahmed Mohamed Nasser

Assistant Lecturer, Department of Industrial Design, Faculty of Applied Arts, Damietta University.

ahmednasseressa@gmail.com

ملخص البحث.

يواجه العالم تزايد المشاكل الناتجة عن استخدام الطاقات التقليدية وغير النظيفة فى المنتجات الصناعية المختلفة، وهذه المشكلات تمثل تحدي يفرض على المجتمع البشري اتخاذ مجموعة من السياسات والإجراءات الفاعلة للتغلب على هذه المشاكل، وذلك قبل أن يتم استنزاف موارد الكوكب بصورة تجعل الوضع يخرج عن السيطرة.

لذا جاءت الحاجة إلى تفعيل دور المصمم الصناعى فى المساعدة فى الحد من هذه المشكلات، وذلك باستغلال وتوظيف الطاقات النظيفة فى تصميم المنتجات الصناعية المستدامة، وذلك لتحقيق أحد أهم مبادئ وأهداف الاستدامة وهو الحفاظ على البيئة، وذلك من خلال حفظ الطاقة، والذي يتمثل فى مراعاة ترشيد استهلاك الطاقة طوال دورة حياة المنتج الكاملة، وكذلك اللجوء لاستخدام طاقات بديلة نظيفة ليس لها عبء على البيئة أو المجتمع ولها فى نفس الوقت مردود اقتصادي.

ونركز فى هذا البحث على سبل الاستفادة من الطاقة الشمسية في تصميم المنتجات الصناعية المستدامة (وحدات إضاءة مستدامة)، وذلك من خلال تفعيل دور المصمم الصناعي فى المراحل المختلفة لتصميم المنتج المستدام الذي يعمل بالطاقة الشمسية، وذلك بالاعتماد على ما توصل إليه البحث من مجموعة الأبعاد والمحددات التصميمية التى يجب مراعاتها عند الحاجة لدمج الطاقة الشمسية فى تصميم المنتجات الصناعية المختلفة، وكيف سيكون تأثير استخدام الطاقة الشمسية فى تصميم المنتجات على كل من الجوانب الشكلية والوظيفية والاستخدامية والاقتصادية للمنتج.

وعلى ذلك يمكن القول إن البحث يحاول المساعدة في تنمية القدرات الابتكارية والتصميمة لدى المصمم الصناعى فيما يتعلق بتوظيف الطاقة الشمسية والاستفادة منها فى تصميم المنتجات الصناعية المستدامة، مما يساهم فى ظهور المزيد من المنتجات ذات الحلول المبتكرة والمستدامة. كذلك تسليط الضوء على مزايا وطرق الاستفادة من الطاقة الشمسية فى عملية تصميم المنتجات الصناعية المستدامة.

الكلمات المفتاحية.

التصميم المستدام، الطاقة الشمسية، الخلايا الكهروضوئية، التكنولوجيا الحديثة.

Abstract.

The world is facing increasing problems resulting from the use of traditional and unclean energies in various industrial products, and these problems represent a challenge that requires human society to take a set of effective policies and measures to overcome those problems, before the planet's resources are depleted in a way that makes the situation out of control.

Hence the need to activate the role of the industrial designer in helping to reduce those problems, by exploiting and employing clean energies in the design of sustainable industrial products, to achieve one of the most important principles and goals of sustainability, which is preserving the environment, through energy conservation, also taking into consideration the rationalization of energy consumption throughout the entire life cycle of the product, as well as resorting to the use of clean alternative energies that have no burden on the environment or society and at the same time have an economic return.

This research focuses on ways to use solar energy in the design of sustainable industrial products (sustainable lighting units), by activating the role of the industrial designer in the various stages of designing a sustainable product that works with solar energy, depending on the research findings of a set of dimensions and determinants .The design must be taken into consideration to integrate solar energy in the design of various industrial products, and knowing the impact of using solar energy in product design on both aesthetic and functional values, in addition to economic aspects of the product.

Accordingly, this research is trying to assist in developing the innovative capabilities and design of the industrial designer in terms of employing solar energy and using it in the design of sustainable industrial products, which contributes to the emergence of more products with innovative and sustainable solutions. It also sheds light on the advantages and methods of utilizing solar energy in the process of designing sustainable industrial products.

Keywords.

Sustainable design, Solar energy, Photovoltaics cells, Modern technology.

مقدمة البحث.

إن البشرية اليوم فى حاجة ماسة لإيجاد عدد من الحلول الفعالة والمبتكرة، لكثير من المشاكل البيئية التى تمثل تهديداً حقيقياً، ليس للوجود البشري على الأرض فحسب، بل على كافة الكائنات الحية. ويظهر هذا الخطر جلياً فى عدد من المشكلات الكبري ذات الأثر المدمر، مثل مشكلات الاحتباس الحرارى والتصحر وغيرها.

وجدير بالذكر أن هناك العديد من الجهود المبذولة والتى لا يمكن إنكارها أو التقليل من أهميتها، والتى تسعى فى اتجاه الحفاظ على البيئة وتنقيتها مما لحق بها من تلوث، ولعل أحد أهم ثمار هذه الجهود بالنسبة لنا كمصممين هو ظهور عدد كبير من الاتجاهات التصميمية التى تراعى الجوانب البيئية فى عملية التصميم مثل :

- التصميم البيئى Environmental design
- التصميم الإيكولوجي Ecological design
- التصميم الأخضر Green design
- التصميم الصديق للبيئة Eco-friendly design
- التصميم المستدام Sustainable design

ومعظم هذه الاتجاهات التصميمية تركز على استخدام طاقات نظيفة وبديلة للوقود الاحفورى لاسيما الطاقات المتجددة والتى تأتى فى مقدمتها الطاقة الشمسية، حيث انها مصدر طبيعي مستدام. ويعتبر التصميم المستدام هو أهم هذه الاتجاهات التصميمية، لما يتمتع بقدر كبير من الشمولية، فهو لا يراعي البعد البيئي فحسب فى عملية تصميم المنتجات، بل يراعي أيضاً الأبعاد الأجتماعية والأقتصادية. ويرتكز البحث على إيجاد تصميمات وحدات إضاءة مستدامة فى ضوء الأستفادة من الطاقة الشمسية.

مشكلة البحث.

استخدام الطاقات التقليدية فى المنتجات الصناعية لاسيما وحدات الإضاءة المختلفة نتج عنها تزايد المشاكل البيئية والاجتماعية والاقتصادية ، كذلك عدم تفعيل دور التصميم الصناعى بالشكل الكافي فى الاستفادة من الطاقة الشمسية فى تصميم وحدات الإضاءة مستدامة للتغلب علي هذه المشاكل، وذلك مع عدم وجود خطة واضحة واسترتيجية عمل محددة يمكن من خلالها تحقيق هذه الاستفادة.

أهمية البحث.

تتمثل أهمية البحث في المساعدة فى تنمية القدرات الإبتكارية والتصميمة لدى المصمم الصناعى فيما يتعلق بتوظيف الطاقة الشمسية فى تصميم المنتجات الصناعية المستدامة، بما يسهم فى ظهور المزيد من المنتجات ذات الحلول المبتكرة والمستدامة.

هدف البحث.

يهدف البحث إلي وضع مجموعة من الإعتبارات التصميمية التى يمكن الاستفادة منها في تصميم وحدات الإضاءة المستدامة التى تعمل بالطاقة الشمسية، وإظهار التطور الذى سيحدث عند استخدام الطاقة الشمسية فى تصميم المنتجات على كل من الجوانب الشكلية والوظيفية والاستخدامية للمنتج.

فرض البحث.

بتوظيف الطاقة الشمسية فى تصميم المنتجات، فإن ذلك يساعد على إيجاد بدائل وتصورات تصميمية مستحدثة لمنتجات وحدات الإضاء المستدامة.

أولاً: الاطار النظري للبحث

1. التصميم المستدام

تتجه سياسات الدول والهيئات والشركات للحفاظ على البيئة ، ويأتى التصميم المستدام فى سلم الاتجاهات التصميمية التى تحافظ على البيئة، لذا يعد هو الاتجاه المستقبلى لتصميم المنتجات الصناعية التي تحقق التنمية المستدامة والتى تتضمن تنمية بشرية قائمة على تحسين مستوى الرعاية الصحية والتعليم والرفاه الاجتماعي. وقد أشار تقرير اللجنة العالمية للتنمية والبيئة

"برونتلاند" إلى أن "التنمية المستدامة هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر من دون النيل من قدرة الأجيال القادمة على تلبية إحتياجاتها". **(جودة ٢٠١١)**

١/١. مفهوم التصميم المستدام والمنتجات المستدامة.

تتعدد تعريفات التصميم المستدام، إلا أنه يمكنه تعريفه بشكل عام على أنه "نهج لإنشاء المنتجات والخدمات التي تأخذ في الاعتبار الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية من المرحلة الأولية حتى نهاية العمر الافتراضي"**(Acaroglu 2020)**

يمكن تعريف المنتجات المستدامة أنها تلك المنتجات التي توفر منافع بيئية واجتماعية واقتصادية مع حماية الصحة العامة والبيئة طوال دورة حياتها، بدءا من استخراج المواد الخام وحتى التخلص النهائي منها.**(ويكابيديا ٢٠٢٠)**

ولقد قامت الشركات الكبيرة والصغيرة ببذل جهود كبيرة لمعالجة قضايا الاستدامة ، واعتماد المعايير الدولية ذات الصلة ، حيث تعمل تلك الشركات على استراتيجيات تسعى إلى تحسين كفاءة الإنتاج الحالي وتصميم منتجات وخدمات جديدة لتلبية احتياجات المستهلك بشكل مستدام . وذلك من خلال ما يسمي تصميم المنتج المستدام sustainable product design، والمعروف أيضًا باسم Design for Sustainability أو (D4S) .

لا تقتصر فلسفة التصميم المستدام على حماية البيئة فحسب كما هو الحال فى مفاهيم التصميم الصديق للبيئة Eco-frindly design عموماً، بل تتسع لتشمل قضايا أوسع مثل المكون الاجتماعي والأبعاد الاقتصادية بالإضافة إلى البعد البيئي، وهذه العناصر الرئيسية الثلاثة للاستدامة يشار إليها أيضًا باسم:

- الناس people
- والارض او الكوكب Earth
- والربح profit

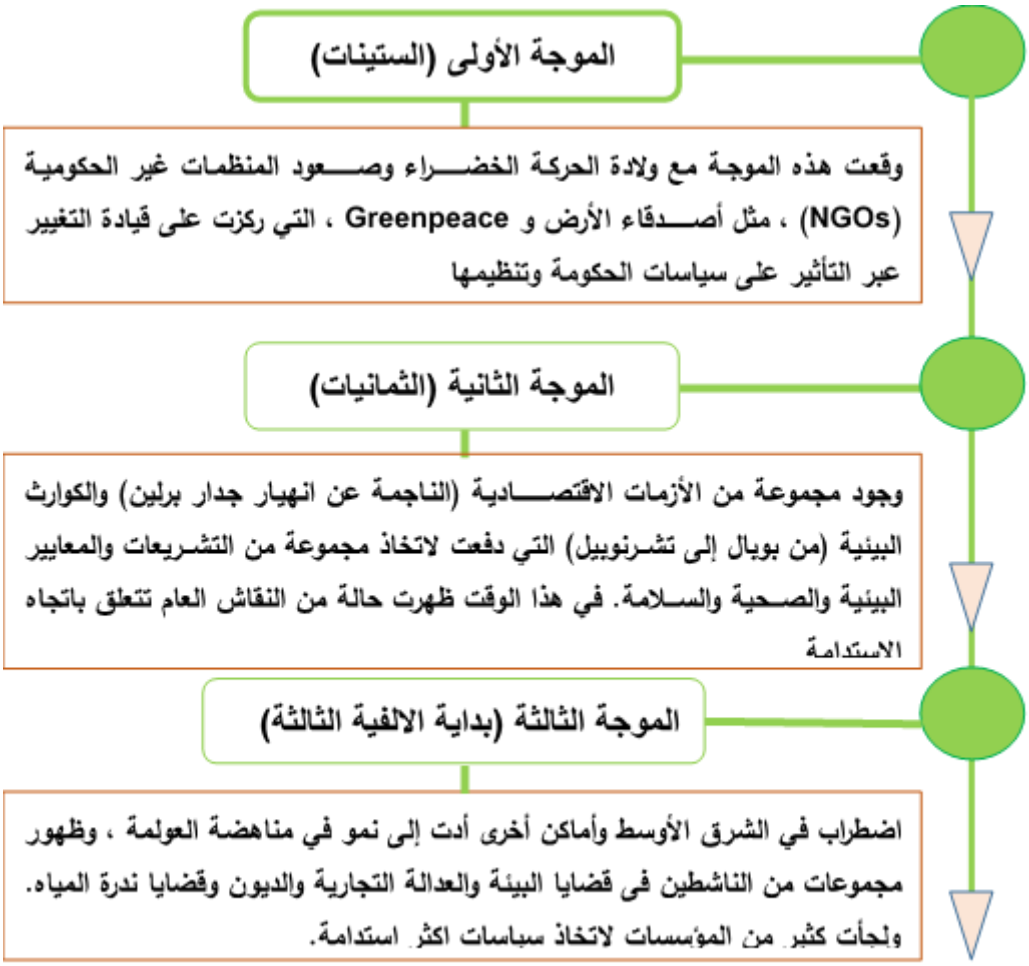
كما هو موضح بالشكل التالي: **(Crul, 2006 ,p.21)**

شكل رقم (١): عناصر الاستدامة الرئيسية

٢/١. نبذة تاريخية عن التصميم المستدام .

يشكل التصميم من أجل الاستدامة جزءًا من الصورة الأكبر وهى التنمية المستدامة الشاملة ، وهو موضوع حظي بتغطية إعلامية كبيرة في السنوات الأخيرة بسبب مجموعة من الأزمات العالمية التي برزت على أنها مشكلات سياسية مثل: التغير المناخي والمجاعة والمرض والفقر . **(Bhamra and Lofthouse 2016)**

بدأت أولى إرهاصات الاستدامة من خلال الحركة الخضراء وحركات الدفاع عن البيئة فى الستينات من القرن الماضي ثم تطور الأمر فى الثمانينيات واصبحت هناك نقاشات جادة حول مفاهيم الاستدامة، ثم أخذ الأمر منعطف آخر فى بداية الألفية الثالثة حيث أصبحت الاستدامة وقضاياها الشغل الشاغل لكثير من الدول والمؤسسات والأفراد خاصة فى ظل اتجاه مناهضة العولمة. ويمكن وصف وإيجاز تطور الاستدامة على أنه سلسلة من ثلاث موجات، كما هو موضح بالشكل التالي:



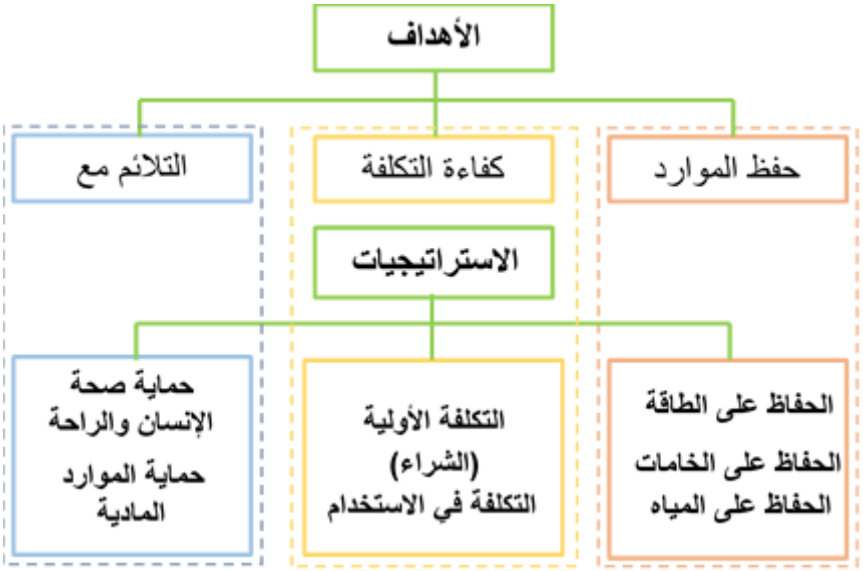
شكل رقم (٢): تاريخ الاستدامة

٣/١. أهداف التصميم المستدام

الهدف من التصميم المستدام هو القضاء على التأثير البيئي السلبي للمنتجات، لذا يلجأ التصميم المستدام لاستخدام موارد متجددة ، يكون تأثيرها على البيئة فى الحد الأدنى ، وتربط الأشخاص بالبيئة الطبيعية. ويجب أن يخلق التصميم المستدام مشاريع وابتكارات ذات معنى يمكنها أن تحول السلوك وتخلق توازن ديناميكي بين الاقتصاد والمجتمع ، ويجب أن يكون محترمًا ومراعيًا للاختلافات البيئية والاجتماعية.***(التصميم المستدام, ٢٠١٨)***

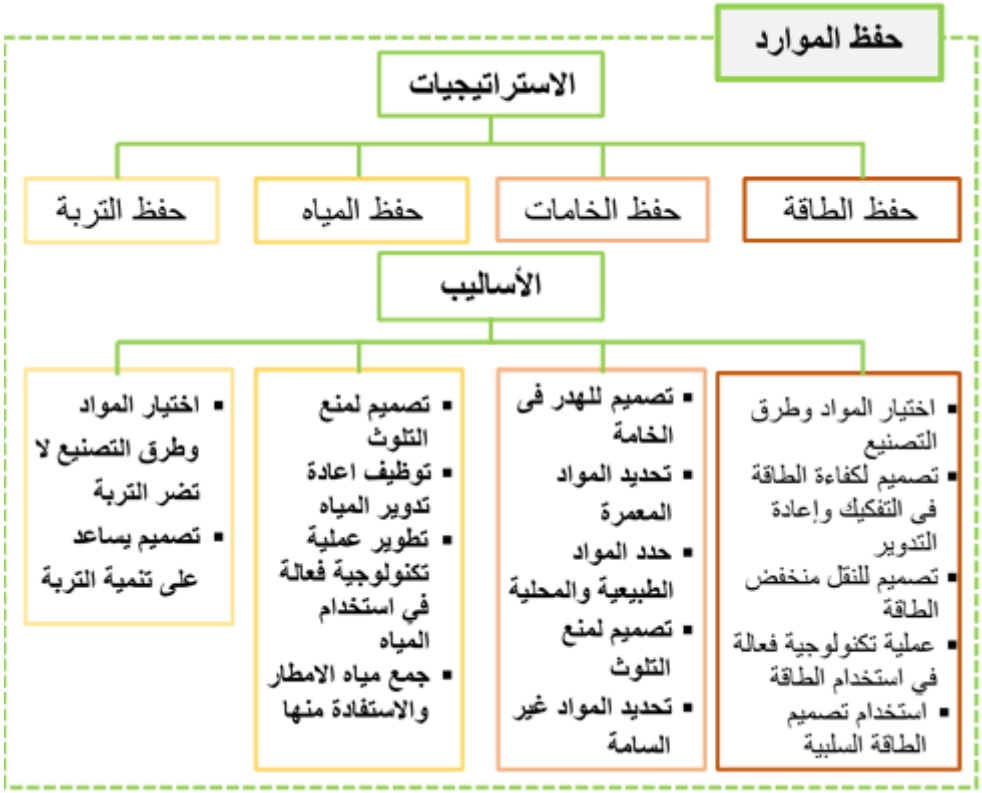
ويمكن القول أن هناك ثلاثة أهداف عامة ينبغي أن تشكل إطار شاملا عند تصميم وتنفيذ المنتج المستدام، والتى يمكن تحقيقها من خلال مجموعة من الاستراتيجيات كما في الشكل رقم (٣) ، مع مراعاة مبادئ قضايا الاستدامة (الاجتماعية والبيئية والاقتصادية) التي سبق تحديدها. وهذه الأهداف هي:(Akadiri, Chinyio, and Olomolaiye 2012)

- الحفاظ على الموارد Resource conservation
- كفاءة التكلفة Cost efficiency
- تصميم يتلائم مع الإنسان Design for Human adaptation



شكل رقم (٣): أهداف واستراتيجيات التصميم المستدام

يعد حفظ الموارد الطبيعية احد أهم أهداف التصميم المستدام، وذلك من خلال عدد من الاستراتيجيات للحفاظ على الطاقة والخامات والمياه والارض، كل استراتيجية لها مجموعة من الاساليب والطرق لتحقيقها، كما هو موضح بالشكل (٤):

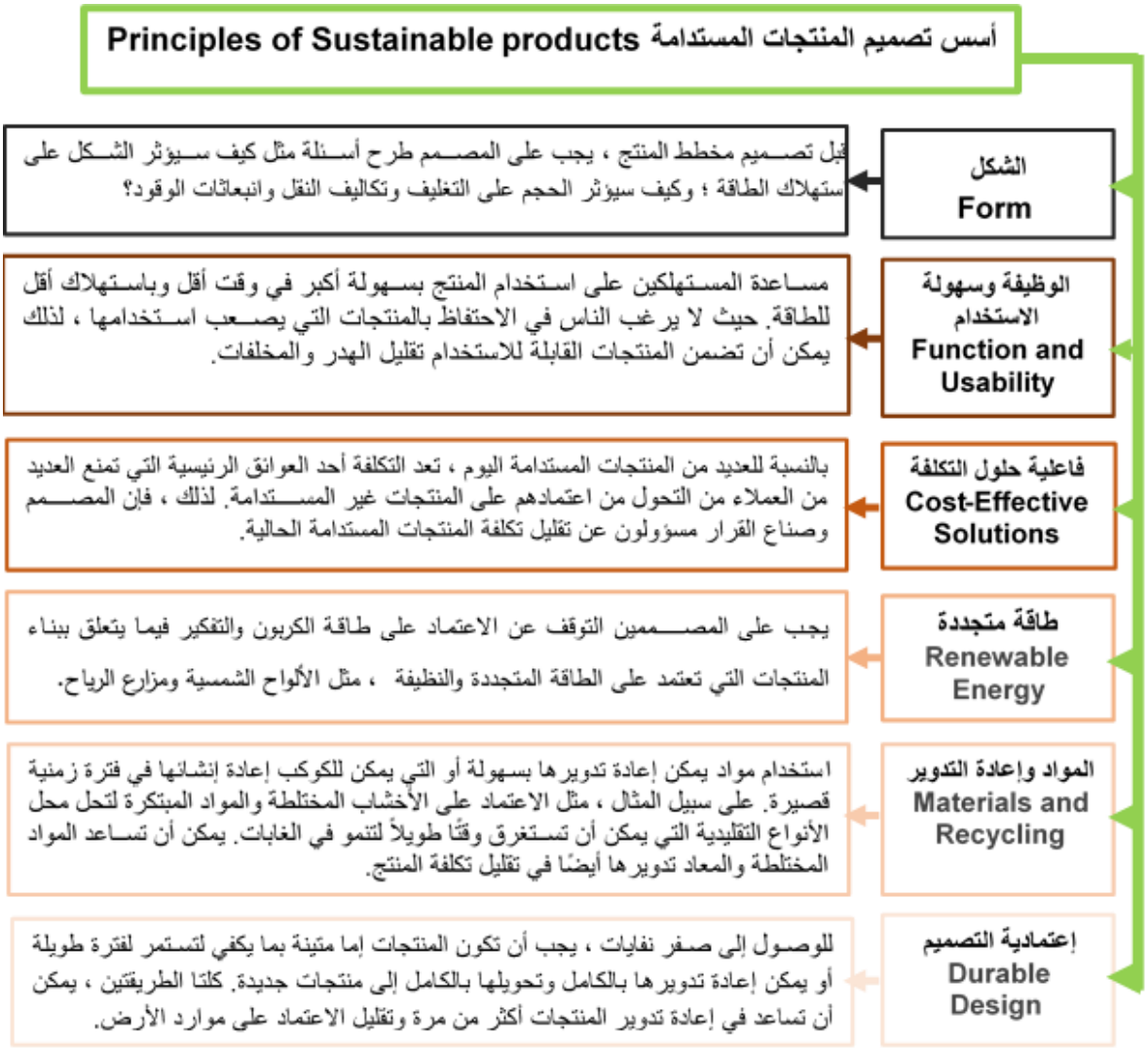


شكل رقم (٤):استراتيجيات واساليب هدف حفظ الموارد

٤/١. تصميم المنتجات المستدامة.

عندما يفكر المصمم في عمل تصميم مستدام، يصبح السؤال هو: ما هي مراحل عملية التصميم وتطوير التصميم التي يمكنك التفكير في تغييرها من أجل صنع منتج أكثر استدامة؟ ويوجد بعض الأفكار التي تمثل مجموعة من الأسس حول كيفية تنفيذ الاستدامة في التصميم، كما فى شكل رقم (٥). وهي اعتبارات عامة يمكن للمصممين الاعتماد عليها لبناء تصميم أو خدمة

مستدامة. بشكل عام ، والتى تأخذ في الاعتبار البيئة والأشخاص والاقتصاد والثقافة. على سبيل المثال ، يجب أن تعكس المواد المضمنة في المنتجات الاهتمام بسلامة المستهلك وأن تلائم السياق الثقافي الذي سيتم استخدامها فيه. (Elmansy 2014)



شكل رقم (٥): أسس تصميم المنتجات المستدامة (إعداد الباحثين)

2. تكنولوجيا الطاقة الشمسية

١/٢. مفهوم وماهية الطاقة الشمسية

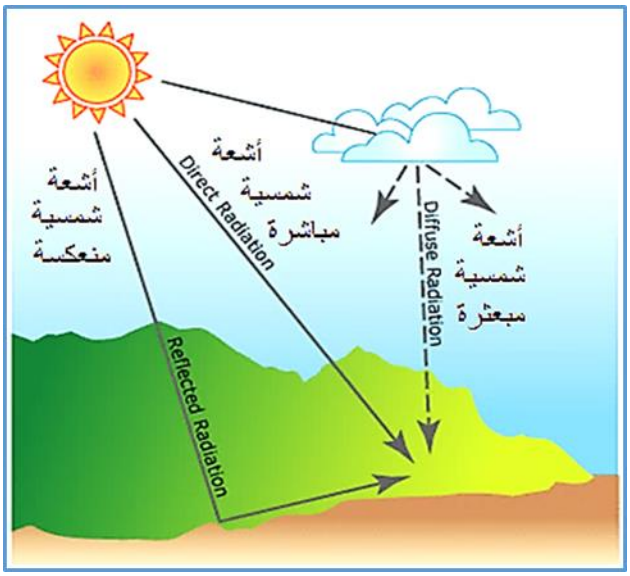
تتكون **الطاقة الشمسية** من الإشعاع الحراري شديد القوة المنبعث من الطبقة الخارجية للشمس ، ويُخفف هذا الإشعاع عن طريق الغلاف الجوي للارض إلى حوالي 1000 و/م٢، وطاقة الشمس تكون في صورة أمواج كهرومغناطيسية، وينقسم الأشعاع إلى أجزاء، جزء يصل مباشرة من الشمس دون أن يتبدد في الغلاف الجوي، هذا يسمي الإشعاع "الحُزْمي" الذي يمكن أن يخضع للتركيز بواسطة مرايا وعدسات، والجزء المتبقي من الإشعاع يسمى الإشعاع المبدَّد .أما مجموع الحُزمة والإشعاع المبدّد فيسمى الإشعاع الشمسي الكوني**(المناخ ٢٠١١)**، وعلى ذلك يعد الإشعاع الكلي هو كافة الأشعة الشمسية المباشرة و المنعكسة و المتبعثرة (المبددة). كما هو موضح بالشكل التالي:**(زوكار ٢٠١٠)**

٢/٢. تاريخ الاستفادة من الطاقة الشمسية.

تعتبر الشمس منذ القدم مصدرا أساسيا للطاقة على سطح الأرض، وقد تطور استعمالها عبر العصور بتطور العلوم والتكنولوجيا، حيث بدأ استخدامها للتدفئة و التجفيف، ثم لتسخين الماء باستعمال اللاقط الشمسي، ثم استغلها فى إنتاج الطاقة الكهربائية باستعمال الخلايا الشمسية الفولطاضوئية.**(تونس ٢٠٠٠)**

وقديما أحرق أرخميدس الأسطول الحربي الروماني عام ٢١٢ ق.م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية . وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنة يستعملن آنية ذهبية مصقولة كالمرايا لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار. كما قام علماء باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء، ومع التقدم العلمي والتكنولوجي فتحت آفاقاً جديدة في ميدان استخدام الطاقة الشمسية.**(د. ي. ا. محمد ٢٠١٦)**

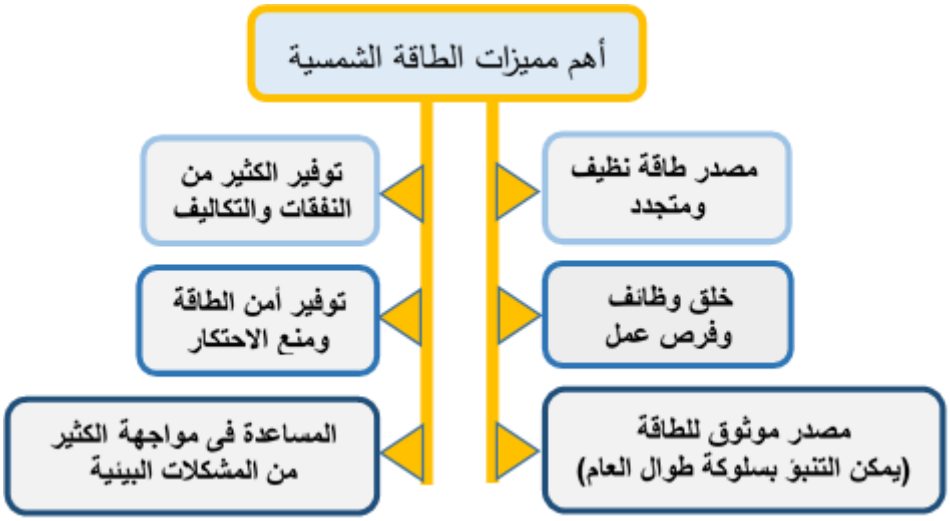
وتعد علوم الطاقة المتجددة من المجالات العلمية الحديثة، ويعود تاريخ الاهتمام الفعلى بها إلى بداية الثلاثينيات من القرن العشرين، حيث بدأ التفكير في توفير مواد وأجهزة لها القدرة على تحويل طاقة الشمس والرياح إلى طاقة كهربائية ، ثم تجدد الاهتمام بالطاقة المتجددة في بداية السبعينيات عندما حظر العرب تصدير النفط للغرب، حيث أسفرت الأبحاث خلال السبعينيات عن ثورة في مجال الطاقة المتجددة ولاحقا أخذت محطات الطاقة المتجددة تزداد لأسباب بيئية وأقتصادية وجيوسياسية **(الطراونه, الصرايرة, and الزوي ٢٠١٥)**



شكل رقم (٦): أشعة الشمس ومساراتها

٣/٢. أهم مميزات الطاقة الشمسية.

أثبتت الطاقة الشمسية أنها مفيدة للغاية، وذلك رغم تعرضها لانتقادات بسبب كونها باهظة الثمن أو غير فعالة ، وتأتي أهميتها ليس فقط بالنسبة للبيئة ولكن أيضًا من الناحية الاقتصادية. بالإضافة إلى ذلك بسبب ارتفاع الطلب تم تحسين التكنولوجيا المتعلقة بها بشكل كبير ، وتحولت إلى مصدر فعال بشكل كبير للطاقة النظيفة ("Pros and Cons of Solar Energy," n.d.). ويوضح الشكل رقم (٧) أهم مميزات الطاقة الشمسية.



شكل (٧):أهم مميزات الطاقة الشمسية (إعداد الباحثين)

٤/٢. أهم التحديات والمعوقات التي تواجه نمو الطاقة الشمسية .

توجد مجموعة من العوائق والتحديات التي تواجه إنتشار الطاقة الشمسية ونموها، وقد تم تقسيمها إلى خمسة عوائق رئيسية، كمت هو موضح بالشكل رقم (٨):

شكل (٨):أهم معوقات الطاقة الشمسية (إعداد الباحثين)

- **العائق السياسي التشريعي:** عدم وجود سياسات واضحة لبعض الدول للاستفادة من الطاقة الشمسية، عدم التنظيم فى دعم نمو وانتشار هذا القطاع واستثماراته، وغياب التعاون بين الجهات الحكومية والتنفيذية ذات الصلة، كصناع القرار والمؤسسات المالية ومزودي التجهيزات والمستعملين.
- **العائق التكنولوجي لتقنيات الطاقة الشمسية:** ويظهر في كل من: عمليات البحوث والتطوير، و الخبرات والكفاءات، الخطط الاستراتيجية والتنفيذ، ارتفاع أسعار التكنولوجيات، التمويل والدعم المالي.
- **العائق الاقتصادي المالي:** ارتفاع التكلفةالأبتدائية لمشاريع الطاقة الشمسية ، تذبذب أسعار الوقود مع دعم الدول للوقود، بما قد يحد من انتشار قطاع الطاقة المتجددة ونموه.
- **معوقات قانونية:** تختلف بحسب أنظمة الدول وقوانينها، ولكن بعامة قد يأتي غياب اللوائح والقوانين الوطنية للطاقة والتراخيص والموافقات القانونية، كتسهيل لعملية انتشار استخدامات الطاقة الشمسية
- **معوقات مناخية بيئية:** التغيرات المناخية كالغبار والغيوم ومشاكل المياه والرياح، التى تؤثر على أداء وكفائة أنظمة الطاقة الشمسية. **(كافى ٢٠١٦)**

٢/٥. استخدامات الطاقة الشمسية.

يمكن تقسيم استخدامات الطاقة الشمسية إلى نوعين من رئيسيين من الاستخدامات، وهما:

- **استخدامات كهربية فولطاضوئية (خلايا شمسية)**

يتم استغلال الأشعة فوق البنفسجية فى الطيف الشمسى فى توليد الكهرباء مباشرة من الطاقة الشمسية عن طريق الظاهرة الفولطاضوئية، وهذه الظاهرة تعنى تحويل ضوء الشمس مباشرة إلى تيار كهربائى مستمر بواسطة الخلايا الشمسية الفولطاضوئية، وللخلايا الشمسية أنواع متعددة، أهمها وأكثرها إنتشاراً الخلايا السيليكونية.

- **استخدامات حرارية thermal solar energy**

حيث يتم استغلال حرارة الشمس المتمثلة فى الاشعة تحت الحمراء فى الطيف الشمسي، من خلال أجهزة الطاقة الشمسية الحرارية، ومعظمها يعتمد على تركيز أشعة الشمس وأمتصاصها من خلال استخدام عواكس وعدسات وأسطح ماصة للحرارة. و تنقسم الاستخدامات إلى ثلاثة مستويات، كما هو موضح بالجدول التالى:

مستويات الاستخدامات الحرارية للطاقة الشمسية			
أوجه المقارنة	المستوي المنخفض	المستوي المتوسط	المستوي العالي
درجة التسخين	يتم التسخين فيه حتى ٩٠ درجة مئوية	يتم فيه التسخين حتى ٣٥٠ درجة مئوية	يتم فيه التسخين من ٣٥٠ وحتى ٣٠٠٠ درجة مئوية
أغراض الاستخدام	سخانات المياه الشمسية للأغراض المنزلية أو الصناعية أو تسخين مياه حمامات السباحة، أو غسيل الملابس وما شابه	في الأغراض التي تتطلب إنتاج بخار ماء بالتسخين مثل توليد البخار للمصانع أو الفنادق الكبيرة أو لإدارة التوربينات البخارية	أغراض الطهي أو الشي الشمسي أو صهر المعادن أو توليد الكهرباء
آلية الاستفادة	ويتكون السخان الشمس من مجمع شمسى مسطح تدخل فيه المياه الباردة ليتم تسخينها حيث تخرج منه إلى خزان مياه ساخن يحتفظ بالمياه ساخنة لمدة ٢٤ ساعة حتى يمكن استخدامها على مدار اليوم.	تستخدم المركزات الشمسية: **النوع الطبقي:** وهو على شكل طبق ويعطى معدلات عالية جدا لتركيز أشعة الشمس **النوع الحوضي:** وهو على شكل حوض ولا يتعدى تركيز أشعة الشمس أو درجات الحرارة به لا تتعدى 500 درجة مئوية	يتم استخدام عدد كبير من المرايا المسطحة الكبيرة، حيث تقوم هذه المرايا بعكس ضوء الشمس في اتجاه واحد نحو بوتقة صهر المعادن أو جهاز لتحويل الماء إلى بخار يسمى " المبادل الحراري " (والى 2006)

جدول (١): مستويات الاستخدامات الحرارية

3. الخلايا الشمسية الفولتاضوئية.

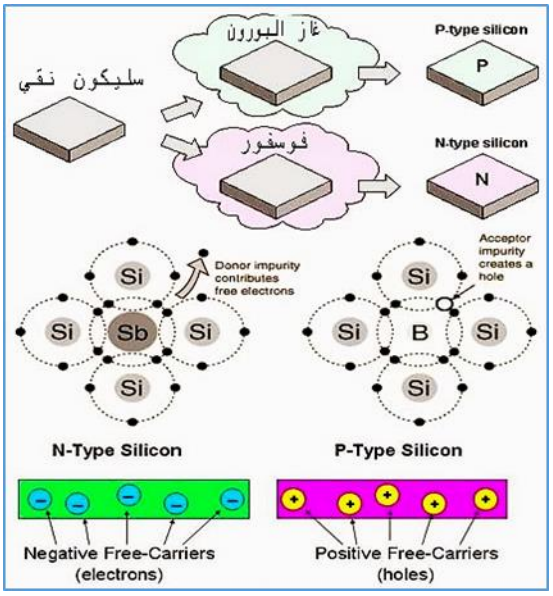
١/٣. مكونات الخلية الشمسية وفكرة عملها.

تصنع الخلايا الشمسية التقليدية من السليكون النقي مع إضافة بعض الشوائب إليه كما هو واضح في الشكل رقم(٩)، حيث تحتوي ذرات السيليكون على أربعة إلكترونات خارجية تشكل بنية بلورية مستقرة عند الترابط، ويتم خلط السيليكون مع العناصر التي تحتوي على عدد مختلف من الإلكترونات لخلق بنية غير متوازنة(Carlson 2018).بعملية الخلط هذه يتكون لدينا نوعين من سبائك السليكون كالتالى:

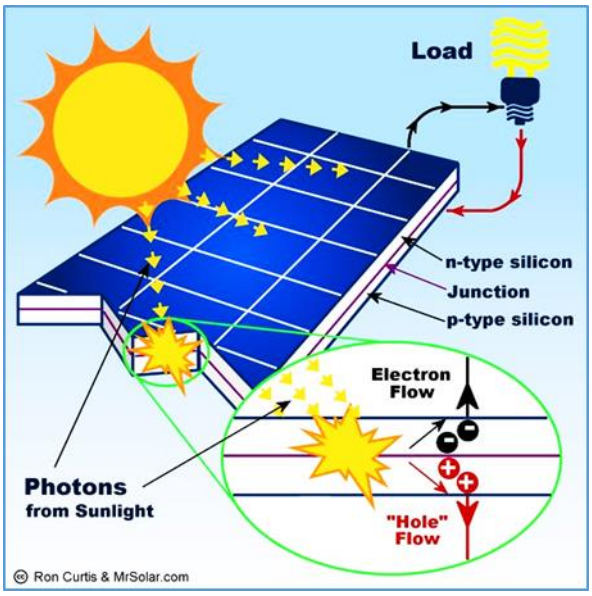
- **النوع الأول N-Type :** حيث يتم إضافة عنصر الفوسفور إلى السيلكون بنسبة قليلة جداً، ويحتوي الفسفور علي خمس الكترونات في المدار الخارجي أما عنصر السليكون يوجد لديه أربع الكترونات في مداره الخارجي. وفي هذه الحالة

سوف تتولد روابط بين زرات السليكون وذرات الفسفور المتناثرة ولكن سوف يظل الكترون حر في ذرة الفسفور لا يجد ما يرتبط به وتكون مستعدة للاستغناء عن هذا الالكترون في أي فرصة. وتسمي هذه الالكترونات بالحاملات السالبة الحرة.

- **النوع الثاني P-Type :** سليكون نقى يضاف إليه نسبة قليلة جدا من عنصر البورون الذي لديه ثلاثة الكترونات فقط في مداره الخارجي، تتولد روابط بين ذرات السليكون وذرات البورون المتناثرة ولكن ستظل كل ذرة بورون مازالت بحاجة الي الكترون لكي تكمل الرابطة مع السليكون. وتسمي الثقوب أو الحاملات الحرة الموجبة.**(" PV Cells," 2019)**



شكل رقم(٨): تكوين طبقتي السيلكون



شكل رقم (٩): مكونات الخلية الشمسية

عندما تتعرض الخلية لأشعة الشمس فإن الألكترونات الحرة تمتص طاقة الفوتونات المكونة للإشعاع الشمسى، و إذا كانت طاقة الفوتون كافية فإنها تعمل على تحفيز الإلكترونات فى الخلية الشمسية مما يولد جهدا كافيا لدفع هذه الإلكترونات فى دوائر الحمل**(محمد, ٢٠١٦، ص٨٣)** كما فى شكل رقم (١٠)، حيث يولد جريان هذه الالكترونات الحرة عبر المادة فرق جهد (فولتية)، بعد ذلك يستطيع فرق الجهد هذا توليد تيار كهربي لتغذية حمل خارجي **(ل.إيفانز ٢٠١١)**

تزداد الطاقة المولدة بزيادة عدد الفوتونات التي تصطدم بالخلايا، من الضروري ربط عدد من الخلايا معًا لتشكيل لوحة شمسية قادرة على إنتاج قدر مناسب من الطاقة. الحد الأدنى لجهد الخرج للوحة الشمسية هو عادة ١٢ فولت ويمكن استخدامها إما بشكل فردي أو سلكي معًا في مجموعة. يتم التحكم في العدد والحجم المطلوبين بواسطة كمية الضوء المتاحة وكمية الطاقة اللازمة(TURNER 2012).

ويتكون اللوح الشمسي من مجموعة من الخلايا الشمسية يعلوها طبقة زجاج خارجية في مواجهة الشمس، ثم طبقة لتغليف الخلايا أسفل منها، ثم لوح خلفي ليعطي قوة للوح الشمسي، ويجمع كل هذا بإطار خارجي من المعدن، كما هو موضح بشكل رقم (١١).

شكل رقم (١١): مكونات اللوح الشمسي

٢/٣. أنواع الخلايا الشمسية

تتعدد أنواع الخلايا الشمسية والتى تُسمى عادةً باسم المواد التي تتكون منها. يجب أن يكون لهذه المواد خصائص معينة من أجل امتصاص أشعة الشمس. (Askari, Mirzaei Mahmoud Abadi, and Mirhabibi 2015)

ويتم تصنيف الخلايا الشمسية إلى ثلاث أجيال كالتالي:

- **الجيل الأول (خلايا السيليكون البلوري Crystalline silicon cells):** مادة السيليكون هي الأكثر انتشاراً فى تصنيع الخلايا الشمسية نظرا لتوافر مصادرها في جميع أنحاء العالم. وتكون الخلايا كبيرة و غير مرنة وبتكلفة تصنيع عالية، وبسمك كبير جدا مقارنة بالرقائق المصنعة من أشباه الموصلات الأخرى.**(ك. ي. محمد ٢٠١٦)**
- **الجيل الثاني (خلايا الأفلام الرقيقة Thin - Film Photovoltaic (TFPV):** أغشية رقيقة من مواد أشباه الموصلات المترسبة على قواعد زجاجية أو بلاستيكية. تمتاز هذه الخلايا بأنها ذات سمك رفيع لا يزيد عن واحد ميكرومتر وقلة تكلفتها لقلة كمية المادة شبه الموصلة المستخدمة في صناعتها .

وتصنع هذه الخلايا من مادة مكونة من عنصر واحد، مثل مادة السليكون أو من مواد مركبة من عناصر عدة مثل خلايا الكادميوم تيلورايد CdTe والخلايا المكونة من عناصر النحاس CL والجاليوم Ga، والإنديوم ١، والسلينيوم S0 وهي المعروفة بخلايا CGIS.**(ثابت ٢٠١٣)**

- **الجيل الثاني: خلايا شمسية مستحدثة:** يشمل هذا الجيل الخلايا الحديثة التي حققت مردودة فى كفائتها يزيد على (٣١%) ، ويضم هذا الجيل عدد من الخلايا التي ظهرت حديثاً مثل الخلايا العضوية والخلايا الصبغية. ويتم فيها الاستفادة من بعض التكنولوجيات الحديثة مثل تكنولوجيا النانو .

٣/٣. التكنولوجيا الحديثة والخلايا الشمسية

تنوعت مظاهر الاستفادة من التكنولوجيا الحديثة فى مجال الطاقة الشمسية، حيث نجد على سبيل المثال تطور هائل فى تصميم وإنتاج خلايا شمسية مرنة وشفافة بالاعتماد على تكنولوجيا النانو، كذلك ساهم التطور التكنولوجي فى علوم المواد والخامات فى تصميم وانتاج خلايا شمسية تعمل فى الظروف الجوية الغير ملائمة خاصة فى الشتاء وكذلك انتاج خلايا شمسية قابلة للطباعة، كذلك تطويرخلايا شمسية مطاطة عالية الكفاءة من السيليكون وتطوير خلايا شمسية معدنية نانوية بكفاءة عالية وتكلفة منخفضة وغير ذلك الكثير.

كذلك أرتبطت الطاقة الشمسية بتطوير تكنولوجيات كثيرة، منها على سبيل المثال التكنولوجيا القابلة للإرتداء، حيث تم دمج الخلايا الشمسية فى العديد من المنتجات التكنولوجية القابلة للإرتداء، مثل النظَّارات الذكية والساعات وأساور اللياقة البدنية وغيرها. وقد أدت هذه التقنيات الحديثة الى جملة من التغيرات المؤثرة في تصميم منتج متكامل يعتمد على الطاقة الشمسية.

٣/٤. المنتجات المدمج بها خلايا كهروضوئية Product integrated photovoltaic (PIPV)

تعد المنتجات المدمج بها خلايا كهروضوئية من الأسواق الناشئة التي تتطور باستمرار. يشير مصطلح (PIPV) إلى جميع أنواع المنتجات التي تحتوي على خلايا شمسية في أسطحها بهدف توفير الطاقة أثناء استخدام المنتج، والتى غالبًا ما تحتوي على بطاريات أيضًا.(Apostolou, Verwaal, and Reinders 2014)

وجدير بالذكر أن التكنولوجيا الكهروضوئية قابلة للتطبيق على العديد من فئات المنتجات الصناعية، سواء للاستخدام الداخلي أو الخارجي ، وبمستويات طاقة مختلفة تتراوح من ١ اوات للمنتجات الاستهلاكية حتى مئات الكيلوواط للطائرات الشمسية. تظهر النتائج البحثية أن ١٤٪ من المنتجات المدمج بها خلايا كهروضوئية تستخدم في الداخل، بينما ٦٧٪ تستخدم في الهواء الطلق. (Apostolou and Reinders 2014) توجد مجموعة من الملحقات التى قد تتضمنها المنتجات المدمج بها خلايا شمسية مثل: بطارية شحن، منظم شحن، حساسات ضوء، حساسات حركة، متتبع حركة الشمس.

شكل (١٢): المنتجات المدمج بها خلايا كهروضوئية

ثانياً: الدراسة التحليلية والتطبيق.

1. وحدات الإضاءة المستدامة التى تعمل بالطاقة الشمسية وتصميمها.

يقصد الباحثين بوحدات الإضاءة الشمسية المستدامة "المنتجات التى تستخدم لأغراض الإضاءة المتنوعة، والتى تستخدم الطاقة الشمسة كمصدر رئيسي للطاقة، مع تحقيقها منافع بيئية واجتماعية وأقتصادية طوال فترة حياتها وحتي التخلص الامن منها" **(الباحثين).** تتعدد وتتنوع وحدات الإضاءة المستدامة التي تعمل بالطاقة الشمسية، بدءاً من وحدات الإضاءة المنزلية الصغيرة ووحدات الإضاء لأغراض التخييم، ثم وحدات الإضاءة التى الحائطية التى تثبت على الحوائط خارج المنزل، وكذلك وحدات إضاءة (الممرات، الحدائق، المسطحات، المتنزهات)، وصولاً لوحدات إنارة الشوارع بكافة مقاساتها.

وفيما يلى عرض لبعض وحدات الإضاءة الممرات والحدائق، كما فى الأشكال التالية:

شكل (١٣): مجموعة من وحدات الإضاءة الشمسية للحدائق

2. أهم الأعتبارات والمحددات التصميمية لتصميم منتج مستدام بالاستفادة من الطاقة الشمسية.

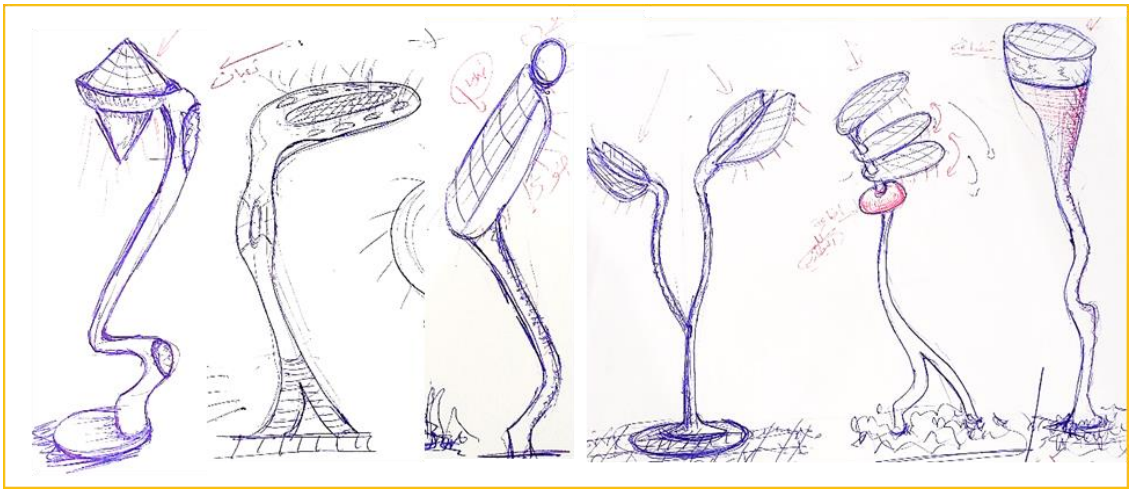
من خلال تحليل عدد من وحدات الإضاءة التى تعمل بالخلايا الشمسية، توصل الباحثين إلى مجموعة من أهم الأعتبارات والمحددات التصميمية التى يجب مراعاتها عند تصميم منتج مستدام بالاستفادة من الطاقة الشمسية بشكل عام، وكيف سيؤثر ذلك على الجانب الجمالي والوظيفى والأستخدامي للمنتج. وهذه الاعتبارات كالتالى:

- ضرورة وجود مسطح كافى فى المنتج للخلايا الشمسية يمكنها من التعرض للشمس بشكل يكفى لسد احتياجات المنتج للطاقة. وقد يكون ذلك عن طريق:
  - زيادة مسطح الجسم الخارجي للمنتج
  - تصميم جزء متحرك قابل للطي والفرد يعمل على زيادة السطح المعرض

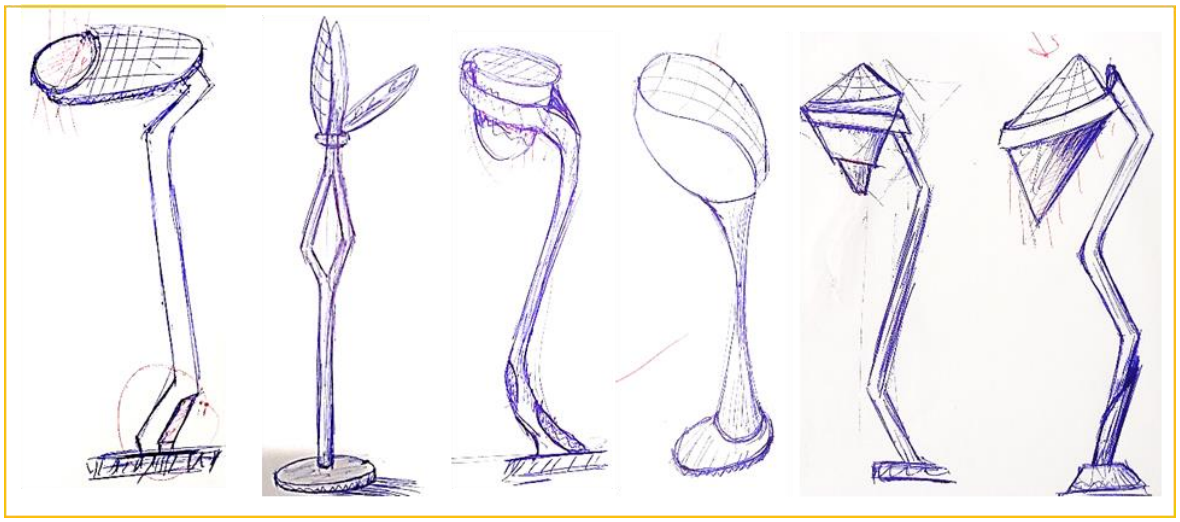
- ضرورة معرفة حدود وقدرات الشحن الشمسي الممكن الاستفادة منها فى المنتج محل التصميم ومدي الحاجة لأستخدام طاقة مساعدة (تصميم هجين يعتمد على أكثر من طاقة)
- ضرورة معرفة طبيعة استخدام المنتج فى الوضع الطبيعى قبل دمج الطاقة الشمسية وذلك من حيث:
  - أوقات الاستخدام طوال اليوم
  - مدة الاستخدام الاجمالية
  - الطاقة اللازمة لهذه المدة
- يجب أن تكون الخلايا الشمسية فى مكان مواجه لأشعة الشمس، وقد يتأتي ذلك من خلال:
  - وجودها في أجزاء ظاهرة مثل الجزء العلوي للمنتج أو بعض الأجزاء الجانبية
  - ألا تتطلب عملية استخدام المنتج تحريكه بشكل يعيق تعرض الخلايا الشمسية للشمس بشكل مباشر، مثل الحاجة لقلب المنتج رأساً على عقب
  - ألا تتعرض الخلايا الشمسية للظلال وذلك باختيار أماكن تثبيت أو استخدام المنتج بعناية
  - الحاجة إلى وجود الأجزاء المفصلية أو المرنة والتى تمكن من تغيير زوايا ميل الخلايا الشمسية حتى أماكن وجودها لأسر أكبر قدر من طاقة الشمس.
  - يفضل أن تكون طبيعة استخدام المنتج تتطلب تعرضه للشمس.
- مراعاة ملائمة تصميم المنتج للعوامل الجوية وذلك من خلال:
  - اختيار خامات مناسبة تتحمل التعرض للحرارة فترات طويلة وكذلك بقية الظروف الجوية.
  - مراعاة ألا يكون مسطح الخلايا الشمسية غير مناسب وحركة الرياح (الديناميكا الهوائية).
  - استخدام طرق تثبيت ملائمة لأن معظم المنتجات تستخدم فى الهواء الطلق.
- عدم وجود الأسلاك والتوصيلات الكهربية يتيح حرية فى حركة المنتج وفى التصميم.

3. نماذج تصميمية من إعداد الباحثين.

قام الباحثين بتصميم عدد من وحدات الإضاءة المستدامة التى تعمل بالطاقة الشمسية وفق الأعتبارات سابقة الذكر، وتبيان مدي فاعلية هذه الاعتبارات على الجوانب التصميمية للتصميمات الجديدة التى قمنا بتصميمها. كذلك مدى قدرة المصمم الصناعى فى توظيف الطاقة الشمسية فى أفكار جديدة ومبتكرة لوحدات الإضاءة.



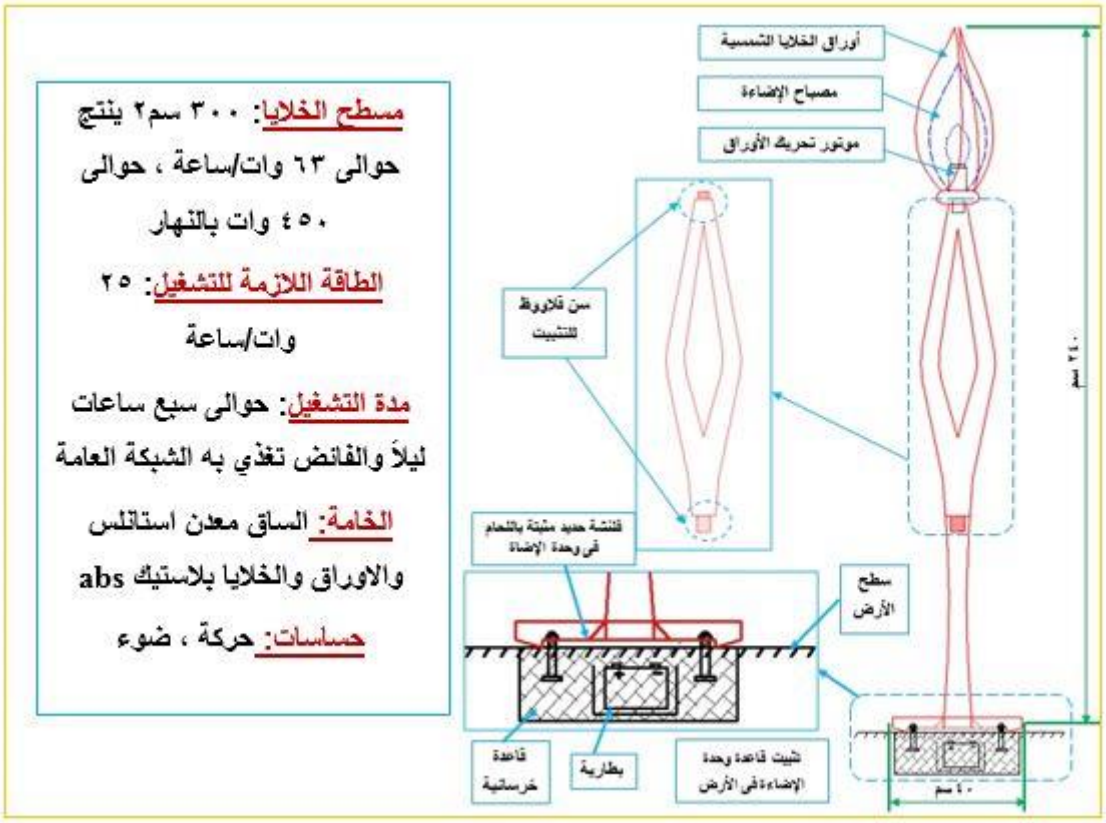
شكل رقم (١٤): مجموعة من الأفكار الأولية ذات الطابع العضوي لوحدة إضاءة تعمل بالطاقة الشمسية، من خلال دمج خلايا شمسية بالكتلة التصميمية الكلية.



شكل رقم (١٥): مجموعة من الأفكار الأولية ذات الطابع الهندسي لوحدة إضاءة تعمل بالطاقة الشمسية

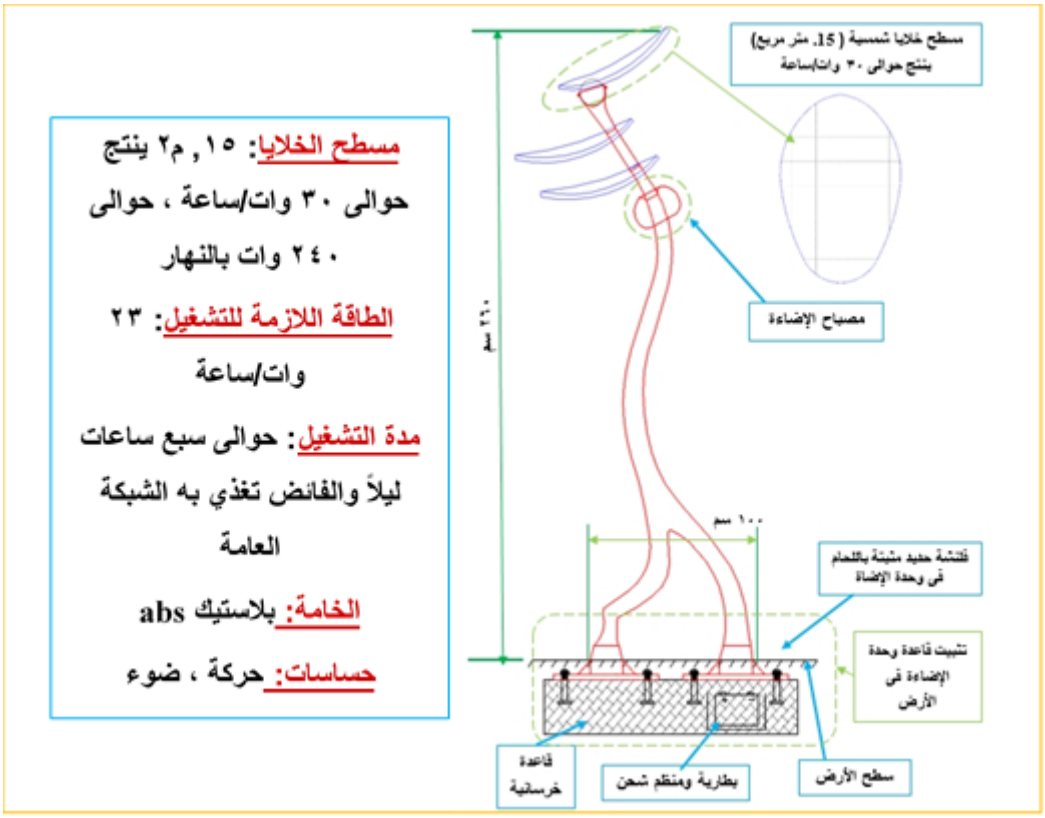
وقد جاءت الأفكار الأولية وما يليها من تصميمات مراعية بعض المعايير التصميمية التى ذكرناها سابق، حيث نجد أن معظم الخلايا الشمسية تم دمجها فى الأجزاء العلوية للوحدة، كذلك تم تجنب وجود الظلال على الخلايا الشمسية، وتم مراعاة وجود مسطح كافى للخلايا سواء من خلال زيادة السح الثابت أو زيادة من خلال الطي والفرد.

شكل رقم (١٦): نموذج لوحدة إضاءة تثبت بالحدائق وتعمل بالطاقة الشمسية، مستلهم من شكل الزهرة، حيث تتواجد الخلايا الشمسية على أوراق الزهرة والتي تأخذ شكلاً مخروطياً يمكنها من أسر أكبر قدر من طاقة الشمس طوال اليوم، والتي يمكن طيها وفردها، حيث تفتح تلقائياً عند حلول الظلام من خلال حساس ضوء يتحكم فى حركة موتور صغير يفتح أوراق الزهرة ومن ثم يضيء المصباح (إعداد الباحثين)



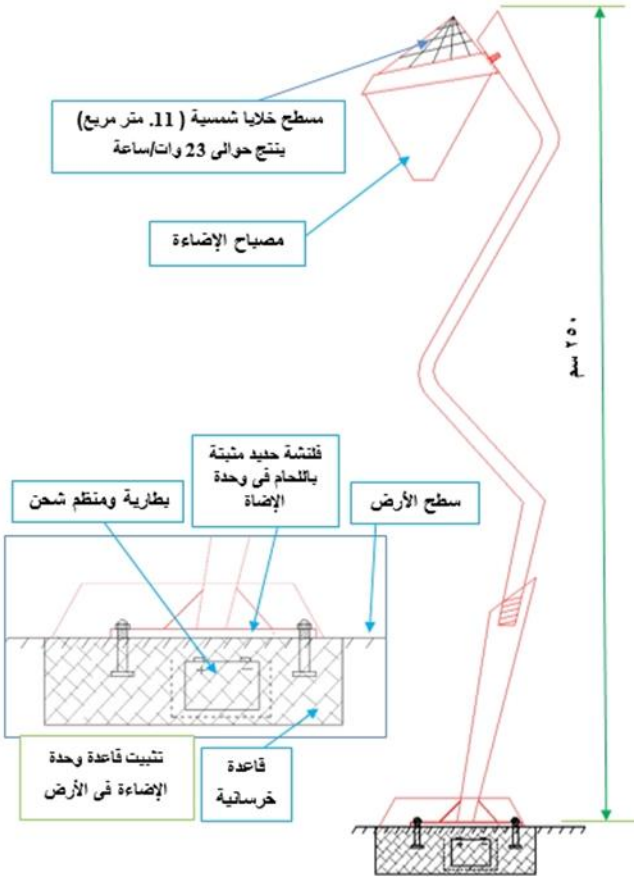
شكل رقم (١٧): المواصفات الفنية لوحدة الإضاءة

شكل رقم (١٨): نموذج لوحدة إضاءة شمسية تثبت بالحدائق، مستلهم من شكل افرع وسيقان وأوراق النباتات، حيث تتواجد الخلايا الشمسية على شكل ورقة أعلى الوحدة وهيى مثبتة على مفصل كروي حقى يمكن تدويرها فى أتجاهات الشمس (إعداد الباحثين)



شكل رقم (١٩): المواصفات الفنية لوحدة الإضاءة

شكل رقم (٢٠): نموذج لوحدة إضاءة شمسية تثبت بالحدائق، تصميم بخطوط هندسية، حيث تتواجد الخلايا الشمسية على شكل مخروط أعلى الوحدة حيث يمكنها الشكل المخروطي من الاستفادة باشعة الشمس طوال اليوم (إعداد الباحثين)



شكل رقم (٢١): المواصفات الفنية لوحدة الإضاءة

ثالثاً: نتائج وتوصيات البحث، المراجع والمصادر.

1- نتائج البحث.

تمثلت نتائج البحث فيما يلى:

- توصل الباحثين إلى مجموعة من الإعتبارات والإجراءات والمحددات التصميمية فى تصميم المنتجات المستدامة بصفة عامة، وفى نطاق البحث حول تصميم وحدات إضاء أكثر استدامة وذلك بالاستفادة من الطاقة الشمسية فى عملية التصميم
- كما تؤثر الطاقة الشمسية في تصميم وحدات الاضاءة المستدامة على الجوانب التصميمية المختلفة للمنتج، مثل: (الجوانب الشكلية، الجمالية، الوظيفية، والاستخدامية)

٢- توصيات البحث.

يوصى البحث بما يلى:

- ضرورة تفعيل دور المصمم الصناعي فى استغلال وتوظيف الطاقة الشمسية لإيجاد بدائا تصميمية مبتكرة للمنتجات المستدامة.
- ضرورة أن يكون هناك توجه قومي لدمج تقنيات الطاقة الشمسية فى تصميم المنتجات الصناعية المختلفة، وذلك لتعظيم التوجه نحو التنمية المستدامة الشاملة.
- ضرورة تفعيل دور الجامعات والمؤسسات البحثية المختلفة في مزيد من الاعتماد على الطاقة الشمسية فى المجالات الصناعية المختلفة بما يتوافق مع مبادىء الاستدامة.

٣- المراجع والمصادر.

١/٣- المراجع العربية.

1- الطراونه, اسلطان, محمد الصرايرة and ,متعب الزوي. ٢٠١٥. "دراسة استبيانية لاستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فى توليد الكهرباء بالكويت," ٢٠١٥.

1- altarawinah, asiltan, muhamad alsirayrata, and miteab alzuwi. 2015. "dirasat astibyaniat liastikhdam altaaqat alshamsiat wataqat alriyah faa tawlid alkahraba' bialkuayti," 2015.

2- المناخ, الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير. ٢٠١١. "التقرير الخاص بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغيير الماخ.https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_ar.pd ".

2- almunakhi, alhayyat alhukumiat alduwliat almaeniat bitaghiri. 2011. "altaqrir alkhasi bishan masadir altaaqat almutajadidat waltakhfif min athar taghyir almakhi." https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_ar.pd.

3- تونس, المعهد الوطنى للبحث العلمي والتقنى. ٢٠٠٠. *سلسة الحقائب التعليمية التدريبية فى مجال الطاقات المتجددة* . Edited byمحمد المعالج. تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

3- tunus, almaehad alwatanaa lilbahth aleilmii waltaqnaa. 2000. salisat alhaqayib altaelimiat altadribiat faa majal altaaqat almutajadidati. Edited by muhamad almuealiji. tunis: almunazamat alearabiat liltarbiat walthaqafat waleulumi.

4- ثابت, نوار. ٢٠١٣. *كتاب النانو تكنولوجي وتطبيقاتها* . الأولى. الرياض: مكتبة العبيكان .

4- thabiti, nuar. 2013. kitab alnaanu tiknuluji watatbiqatiha. al'uwlaa. alrayadi: maktabat aleabikan.

5- جودة, الياس أبو. ٢٠١١. "التنمية المستدامة وابعادها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية." *مجلة الدفاع الوطنى (الجيش اللبنانى)*, ٢٠١١.https://www.lebarmy.gov.lb/ar/content .

5- judatu, alyas 'abu. 2011. "altanmiat almustadamat wabieaduha aliajtimaeiat waliaiqtisadiat walbiyiyatu." majalat aldifae alwatanaa (aljaysh allubnanaa), 2011. https://www.lebarmy.gov.lb/ar/content.

6- كافى, فريدة. ٢٠١٦. "الطاقة المتجددة بين تحديات الواقع ومأمول المستقبل: التجربة الألمانية نموذجاً." *بحوث اقتصادية عربية* العددان ٧٤.

6- kafaa, faridata. 2016. "altaaqat almutajadidat bayn tahadiyat alwaqie wamamul almustaqbili: altajribat al'almaniat nmwdhjaan." buhuth aiqtisadiat earabiat aleuddan 74.

7- ل.إيفانز, روبرت. ٢٠١١. *شحن مستقبلنا بالطاقة-مدخل إلى الطاقة المستدامة*. الأولى. بيروت: المنظمة العربية للترجمة.

7- l.'iifanz, rubirta. 2011. shahan mustaqbalina bialtaaqati-madkhal 'iilaa altaaqat almustadamati. al'uwlaa. bayrut: almunazamat alearabiat liltarjamati.

8- محمد, دلال يسر الله. ٢٠١٦. "استخدام الطاقة الشمسية فى التصميم الداخلى المعاصر Usage of Solar Energy in Contemporary Interior Design." *Journal of Applied Arts &Sciences* 2 (1).

8- muhamadu, dalal yusr allahi. 2016. "astikhdam altaaqat alshamsiat faa altasmim aldaakhilaa almueasir Usage of Solar Energy in Contemporary Interior Design." Journal of Applied Arts &Sciences 2 (1).

9- محمد, كاميليا يوسف. ٢٠١٦. *الطاقة الكهروشمسية*. القاهرة مصر: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة.

9- muhamad, kamilya yusif. 2016. altaaqat alkahrushamsiatu. alqahirat masr: wizarat alkahraba' waltaaqat almutajadidati.

٢/٣. المراجع الأجنبية.

10- Acaroglu, Leyla. 2020. "No TitleQuick Guide to Sustainable Design Strategies." 2020. https://medium.com/disruptive-design/quick-guide-to-sustainable-design-strategies-641765a86fb8.

11- Akadiri, Peter O, Ezekiel A Chinyio, and Paul O Olomolaiye. 2012. "Design of A

Sustainable Building: A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector." Buildings. 2012. https://doi.org/10.3390/buildings2020126.

12- Apostolou, Georgia, and A Reinders. 2014. "Overview of Design Issues in Product-Integrated Photovoltaics." *Energy Technology* 2 (March). https://doi.org/10.1002/ente.201300158.

13- Apostolou, Georgia, Martin Verwaal, and A Reinders. 2014. *Estimating the Performance of Product Integrated Photovoltaic (PIPV) Cells under Indoor Conditions for the Support of Design Processes. 2014 IEEE 40th Photovoltaic Specialist Conference, PVSC 2014*. https://doi.org/10.1109/PVSC.2014.6925027.

14- Askari, Mohammad, Vahid Mirzaei Mahmoud Abadi, and Mohsen Mirhabibi. 2015. "Types of Solar Cells and Application." *American Journal of Optics and Photonics* 3 (August): 2015. https://doi.org/10.11648/j.ajop.20150305.17.

15- Bhamra, Tracy, and Vicky Lofthouse. 2016. *Design for Sustainability: A Practical Approach*. Routledge.

16- Carlson, Riley E. 2018. "How Solar Panels Work | The Science Behind Solar Heating." 2018.

17- Crul, M R M. 2006. *Design for Sustainability: A Practical Approach for Developing Economies*. UNEP/Earthprint.

18- Elmansy, Rafiq. 2014. "Principles of Sustainable Design." 2014. https://www.designorate.com/principles-of-sustainable-design/.

19- "Pros and Cons of Solar Energy." n.d. https://www.greenmatch.co.uk/blog/2014/08/5-advantages-and-5-disadvantages-of-solar-energy.

20- TURNER, SOPHIE. 2012. "What Are Solar Cells?" 2012. https://www.solarenergybase.com/what-are-solar-cells/.

٣/٣. مواقع الأنترنت

- "التصميم المستدام." ٢٠١٨. ٢٠١٨. https://hisour.com/ar/sustainable-design-40070/ .
- زوكار, محمد نور. ٢٠١٠. "مقال بعنوان 'تقنيات توليد الطاقة الكهربية من الطاقة الحرارية الشمسية.'" ٢٠١٠ . http://kawngroup.com/solar-thermal-energy-systems/
- ويكابيديا. ٢٠٢٠. "منتجات مستدامة." ويكابيديا. ٢٠٢٠/https://ar.wikipedia.org/wiki/منتجات_مستدامة.

PV Cells." 2019. 2019. https://www.arabsolarenergy.com/2014/12/pv-cell.html