JAUES

Journal Of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 14, No. 51, April, 2019, 703-721

ACHIEVING MODERN SYSTEMS IN ACHIEVING SUSTAINABLE ARCHITECTURE IN EGYPT

Ahmed Al Hussein tohlob
Architectural Dept, Misr Institute for Engineering and Technology

ABSTRACT

Construction technology has recently experienced several breakthroughs in the development of building materials and methods that have led to access to modern systems used in construction regardless of the negative effects on the ecosystem and the sustainability of these buildings. In the early 1970s, the first environmental conference called for sustainability And the interaction of the community with the environment in the presence of 112 countries, and the environmental conferences continued to call for sustainability , At the same time, architectural creativity did not stop on the traditional methods of design in terms of aesthetics of proportions and function. However, contemporary creativity has integrated science and modern technology techniques into architecture both at the level of design, construction, execution or building materials, while achieving the best product for the welfare and comfort of the building user And the interest of the environment and the sustainability of its resources. Therefore, the research is concerned with new and innovative science and technology that can provide effective scientific and practical solutions to reach buildings to the highest degree of sustainability globally.

الاستفادة من النظم الحديثة في تحقيق العمارة المستدامة في مصر

أحمد الحسين تحلب
معهد مصر العالى للهندسة والتكنولوجيا

الملخص:

شهدت تكنولوجيا البنًاء مؤخرا عدة طفرات في تطوير مواد وأساليب البناء والتي أدت للوصول إلى نظم حديثة تستخدم في البناء بغض النظر عما يحدث اليوم من تأثيرات سلبية على المنظومة البيئية وعدم تحقيق استدامة هذه المباني، وفي بداية السبعينات كان أول مؤتمر بيئي يدعو إلى الاستدامة والتأكيد على المحافظة وتفاعل المجتمع مع البيئ ة بحضور ١١٢ دولة ، واستمرت المؤتمرات البيئيةً تباعا تدعوا إلى الاستدامة، وفي نفس الوقت لم يتوقف الإبداع المعماري علي الطرق التقليدية للتصميم من حيث جماليات النسب والوظيفة لكن وصل الإبداع المعاصر إلى دمج العلوم وتقنيات التكنولوجيا الحديثة في العمارة سًواء علي مستوي التصميم أو الإنشاء أو التنفيذ أو في مواد البناء مع تحقيق أفضل منتج يسعي لصالح رفاهية وراحة مستخدم المبني وصالح البيئة واستدامة مواردها، ولهذا اهتم البحث بعلوم وتقنيات جديدة مبتكرة ومتطورة يمكن أن تقدم حلولا علمية وعملية فعالة لتصل بالمباني إلى اقصي درجات الاستدامة عالميا.

الكلمات الافتتاحية : تكنولوجيا البناء – الاستدامة – العمارة الخضراء - النظم الحديثة – التصميم المستدام.

المقدمة:

البيئة بمكوناتها هي نعمة من الخالق عز وجل للإنسان، وعليه أن يحصل منها على رزقه، وأن يمارس حياته ويعيش داخل المباني في المدن التي يق يمها في هذه المباني دون إتلاف أو إفساد لها ومع تغير الأنظمة البيئية وتعرض الموارد الطبيعية للنفاذ من جهة إلى جانب تلوث البيئة من جهة أخرى ،و كان الاتجاه العالمي الحالي المناداة بمحاولة إعادة الاتزان البيئي ، ولهذا ظهر مفهوم الاستدامة والتنمية المست دامة والتى تسعى إلى تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون إضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم، والذي يترتب عليه أهمية المشاركة الاجتماعية، والتى لم تعد بمعزل عن القضايا البيئية الملحة ، والتى بدأت تشغل العالم ، وتم التنبه لها فى العقود الأخيرة. فالتحدى العالمي الذى يواجه صانعوا السياسات ، ومتخذوا القرار ، هو نفس التحدى الذى يواجه المختصون في مجال البناء. حيث أصبح المعمارى له أهمية كبرى فى اتخذ قراراته المعمارية ، والتى لها تأثير الواضح على المستقبل البيئى والأقتصادي على المجتمعات حيث سادت العالم اليوم عدة مصطلحات، منها العمارة الخضراء ، والتصميم المستدام البيئي التكنولوجي . وهي مسميات مهما بدت متعددة إلا أنها تسعي في مجموعها لتحقيق التوازن بين احتياجات الإنسان من جهة والحفاظ على الموارد الطبيعية ومن جهة أخرى للتقليل من نسب التلوث البيئي وخطر نضوب الطاقة الغير المتجددة. وظهر للاستدامة تعريفات ومفاهيم عديدة ولكن أكثرهم شمولا هي أنها عملية التأكد أن قدراتنا لتلبية احتياجاتنا في الحاضر لا تؤثر سلبيا في قدرات أجيال المستقبل لتلبية احتياجاتهم، ولهذا فإن تطبيق الاستدامة والتنمية المست دامة فى العمارة لم يصبح طرفا علميًا لذا بدأت الدول المتقدمة والصناعية والكبرى فى اعتماد مفاهيم الاستدامة المختلفة كمهام أساسية لها فى مجال العمارة.

الاشكالية البحثية :

العمارة هي انعكاس لحضارة الشعوب، ولروح العصر ، والأن يشهد العصر تحولات فكرية في المجال المعماري تأثرا بالثورة التكنولوجية ،والـ معلوماتية ، والتي فرضت نفسها على الساحات العلمية، والمعمارية، حيث تعد أنشطة البناء من أكثر الأنشطة استهلاكا للموارد ، وما يصاحب ذلك من أنشطة ذات مخلفات ضارة على البيئة حيث يكون التعارض الرئيسي بين التأثير بالتكنولوجيا الحديثة فى العمارة، وبين ا لحفاظ على البيئة حيث تكمن المشكلة البحثية حول مواجهة عمارة المستقبل الذكية للعديد من التحديات البيئية الكبيرة، وقصور معظم التقنيات الحديثة لأ هم المعايير، والاحتياجات البيئية التي يتطلبها المجتمع ومع استمرار هذا التطور التكنولوجي القوي إلا أنه بدأت العمارة تؤثر تأثيرا سلبياً على المجتمع من عدة نواحي أهمها:

١- مرور المجتمع حاليا بالمشكلات البيئية وكثرة الحاجة للتصميم والبناء وفق المعايير التي تحترم البيئة.

٢- عدم استطاعة منشأتنا المعمارية عن أداء الدور المنوطة به في تحقيق مفاهيم الاستدامة الكاملة.

٣- الكثير من الموارد التي نعتبر وجودها الآن من المسلمات معرضة للنفاد في المستقبل القريب.

٤- تعدد اختلاف الروىء حول تأثير التكنولوجيا الحديثة على العمارة من حيث استخداماتها بما يضر البيئة والدعوى إلى التصميم والبناء وفق المعايير التى تحترم البيئة .

٥- الكثير من الموارد المتجددة وا لتى تساهم فى رفع كفاءة المبنًى بيئيا كالطاقة الشمسية فى مصر غير مستغلة لعدم معرفة كيفية استخدامها الأستخدام الأمثل وضعف التقنيات المستخدمة فى استغلالها .

أهداف البحث:

يتلخص الهدف الرئيسي للبحث في التركيز علي التغيرات التي ستحدثها النظم الحديثة (تكنولوجيا النانو) بما وصلت إليه من علوم وتقنية حديثة وتأثيرها على الفكر المعماري وفهم معطياتهم و الاستفادة من جوانبها الإيجابية والتي تساهم جديا في رفع الكفاءة البيئية لمبانيها كما يسلط الضوء علي مدي تأثير تكنولوجيا النانو علي الفكر المعاصر للأنماط المعمارية المختلفة العالمية والمحلية.

اهمية البحث:

يرجع أهمية البحث فى محاولة إستغلال إمكانيات الموارد المتجددة (الطاقة الشمسية) من التكنولوجيا الحديثة فى العمارة لتوليد أقصى قدر من الطاقة الكهربية مع تحقيق أقصى فعالية زمنية لعمل الخلايا الفوتوفولتية بأعلى كفاءة فى إنتاج الطاقة الكهربائية من خلال استخدام النظم الحديثة ، وليس من منطلق استيعابها لأحدث التقنيات الحديثة فحسب ولكن فى كونها أحدث صور العمارة البيئية الموفرة للطاقة والتى تستغل الطاقة الشمسية الاستغلال الأفضل .

منهجية البحث:

تقوم المنهجية البحثية علي:

١-**المنهج النظري :** عرض مفهوم وأساسيات الاستدامة والعمارة المستدامة وأهم مبادئ وأسس التصميم المستدام والصيغة التنفيذية لتحقيق العمارة المستدامة.

٢-**المنهج الوصفي التحليلي:** عرض وتحليل لاهم المشاريع العالمية القائمة والتي تعتمد علي النظم الفوتوفولتية كمصدرمتجدد للطاقة الكهربية، تحليل لاهم المشاريع المحلية القائمة والتي تستخدم النظم الفوتوفولتية كمصدر متجدد للطاقة الكهربية.

١ - الاستدامة

إن أول مؤتمر بيئي يدعو إلى الاستدامة كان في بداية السبعينات، وحرص في توصياته إلى التأكيد علي محافظة وتفاعل المجتمع مع البيئة، واستمرت المؤ تمرات البيئية تباعا تدعوا إلى الاستدامة، ومع تفاقم المشكلات البيئية الكونية تطور المفهوم ليشمل تحقيق أهداف الحفاظ والاستدامة، لتتحمل النظم الحديثة في العمارة جزءًا من مسئوليتها البيئية. و في بداية السبعينات بدا ظهور العديد من المشكلات البيئية، والاقتصادية التي تواجه العالم من نضوب في مصادر الطاقة والخامات وموارد المياه كنتيجة للأنشطة البشرية وعمليات التقنية الاقتصادية من أجل تحقيق مستوى حياة أفضل للبشرية، ظهرت العلاقة الوثيقة بين التنمية والبيئة، حيث عقدت العديد من المؤتمرات الدولية التي ساهمت في توضيح العلا قة بين التنمية والبيئة وإدراك منظومة

التنمية البيئية بأبعادها المختلفة ،وتشمل هذه التنمية (البيئية) مضمونين أساسيين، أنها ليست قاصرة على عدد من العلوم والمناطق بل للدلالة على العالم بأسره الان وفى المستقبل.[١]
حيث يعتمد مفهوم التنمية المستدامة على فكرتين أساسيتين تتحقق من خلالهما وهى:

- مفهوم الاحتياجات والذى يتضمن السعي إلى تحقيق مستوى حياة مرضى لجميع الناس.
- الحدود القصوى والذى يتضمن حدود تلبية البيئة لاحتياجات الحاضر والمستقبل طبقًا لمستوى التكنولوجيا، والنظم الاجتماعية.

وتندرج هذه الاحتياجات من احتياجات أساسية Needs كالمأكل والمشرب والملبس إلى احتياجات فرعية طبقًا لتقسيم ماسلو Maslow's Model شكل (١) والمتوقفة على السن والنوع والوضع الاجتماعي والمهنة فمن أجل مستقبلنا المشترك سيكون من الأفضل إشباع الضروريات وتقليل الحدود .

شكل (١): يوضح الاحتياجات الإنسانية طبقًا للأولويات
المصدر: إيهاب محمود عقبة، ٢٠٠٦

٢ محاور التنمية المستدامة

تتشكل منظومة التنمية المستدامة من ثلاث محاور أساسية تمثل الدعائم الرئيسية لها وباختلال أحدهم تتأثر الأهداف الرئيسية للتنمية المستدامة شكل (٢) وهذه المحاور هي:

¡ البيئة. ¡ الاقتصاد. ¡ المجتمع.

ولنجاح عملية التنمية المستدامة لابد من ارتباط هذه المحاور وتكاملها نظرًا للارتباط الوثيق بين البيئة والاقتصاد ومستوى الاجتماعية، حيث تقوم فكرة الاستدامة على ترك البيئة في حالة جيدة للأجيال القادمة، دون تلويثها وإفساد الأنظمة البيئية واستنزاف مواردها، يمكن ذلك من خلال تطبيق وسائل تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة.

§ **الأبعاد البيئية للاستدامة:** تحقيق استدامة البيئة من خلال تقليل المخلفات السلبية والانبعاثات البيئية وتقليل الآثار استخدام على صحة الإنسان وعدم المواد السامة.[٢]

§ **الأبعاد الاقتصادية للاستدامة:** يتحقق ذلك من خلال خلق أسواق وفرص للتنمية وتخفيض التكلفة وتحسين الأداء واستخدام الطاقة.

§ **الأبعاد الاجتماعية للاستدامة:** من خلال الاهتمام بصحة الأنسان وسلامته والتحكم في التأثير على المجتمعات المحلية والتأثير على نوعية الحياة. [٣]

٣- مبادئ العمارة المستدامة

ترتكز العمارة المستدامة على مجموعة من المبادئ شكل(٣)من أجل تحقيق أهدافها بإنشاء وتشغيل المباني المشيدة الصحية Healthy Built Environment ولتحقيق أهدافها تعتمد على كفاءة المصادر والتصميم البيئي، وهذه المبادئ يمكن توضيحها في العناصر التالية اضافة الشكل:

- ترشيد استهلاك المصادر Reduce.
- أعادة استخدام المصادر Reuse.
- استخدام المصادر القابلة للتدوير Recycle.
- حماية البيئة Protection Nature.
- التخلص من السموم والملوثات Toxics Disposal.
- تطبيق تكلفة دورة الحياة الكاملة Economic Life Cycle.

المصدر:edrawsoft.com

تمثل هذه المبادئ الركائز التي يجب أخذها في الاعتبار من أجل تحقيق عمارة مستدامة، تعتمد أساسًا على الترشيد في استهلاك المصادر من الطاقة والمياه ومواد البناء وغيرها من المصادر من خلال استراتيجيات تعتمد على التوظيف الجيد والترشيد وإدارة المخلفات للمصادر القابلة للتدوير، إلى جانب الاهتمام بالبيئة وحمايتها وعدم تلويثها من خلال تصميم المباني المتجانسة مع البيئة المحيطة وعدم الحاق الضرر بها والسعي إلى تحقيق بيئة داخلية أفضل توفر مستويات الراحة لمستخدميها. [٤]

- **الصيغة التنفيذية لتحقيق التصميم المستدام**

لقد اجتهد كثير من رواد الاستدامة في العمارة وعديد من التنظيمات المهنية والأكاديمية في تطوير وسائل تحقيق الاستدامة وتفعيلها وجعلها متاحة وملموسة وتستخلص في النقاط التالية(شكل ٤):

أ- فيما يخص التصميم:

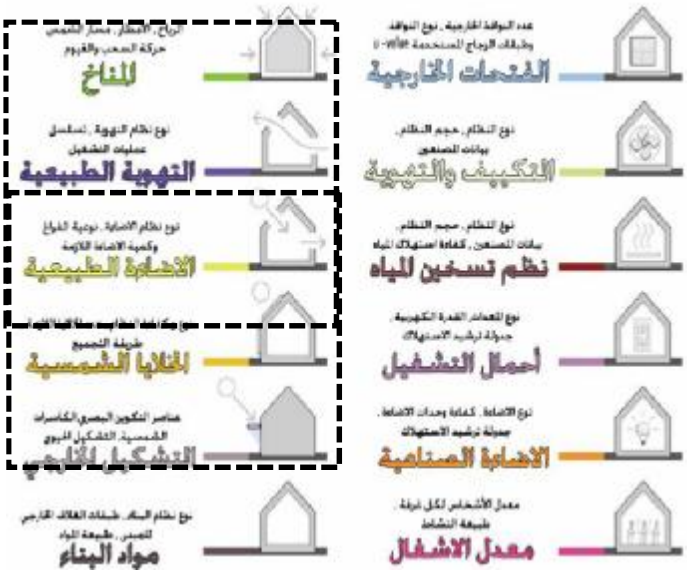
تصميم المباني ينبغي أن يكون مؤديا دوره طول الوقت ويكون مقاوم للكوارث الطبيعية وتحقيق المبني أقصي معدلات استغلال الطاقة والمياه والمواد كما يوضح ذلك في النقاط الاتية:

§ قدرة المبني على الاكتفاء الذاتي من الطاقة.
§ قبول المبني للتعديلات والتوسع مستقبلًا.
§ أن يتجنب الإضرار الصحية في تصميم المبني.

ب- فيما يخص الموقع:

الاهتمام بالطبيعية بما فيها بدلا من تجاهلها وتقييم وتقدير كل ثرواتها ،و الاستفادة من إعادة استعمال المباني القائمة وتوجيه المبني بالشكل الذي يقلل من وطأة الظروف البيئية عليه.

فلقد تغيرت كثيرا نظرة كبار المعماريين في العالم تجاه البيئة والمحيط أو بالأحرى تجاه العمارة المستدامة (Sustainable architecture) فتغيرت معها الكثير من المفاهيم المعمارية. إلا أن التحدي الذي يواجه المعماريين اليوم هو جعل هذا التوجه المعماري كمبدأ تصميمي لعمارة القرن الواحد والعشرون. :[٥]



شكل (٤): أهم الاستراتيجيات الواجب رفع كفاءتها لتحقيق مبادئ الاستدامة
المصدر : إيمان محمد عيد، "عمارة الاستدامة نحو مستقبل أكثر أمانًا"، ورقة بحثية تنسة، الباحث

٤- استراتيجيات تحقيق كفاءة الطاقة.

شكل(٣): الأبعاد الرئيسية للتنمية المستدامة
المصدر: إيهاب محمود عقبة، "٢٠٠٦

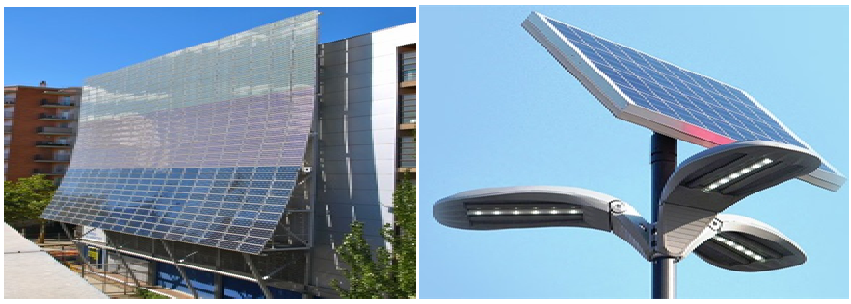
تتحقق كفاءة الطاقة في البناء من خلال تطبيق استراتيجية متكاملة تسعى إلى ترشيد استهلاك الطاقة وكفاءة الاستخدام في عمليات البناء، إلى جانب توظيف مصادر الطاقة المتجددة، والموضحة في النقاط التالية[٦]:

أ- ترشيد استهلاك الطاقة

- § ترشيد الطاقة المستهلكة في المباني بجميع أشكالها كعمليات التبريد والتدفئة والإضاءة من خلال تصميم بيئي يتلاءم والبيئة المحيطة.
- § الاستخدام الأمثل للتصميم الشمسي السالب ومراعاة توجيه والشكل وأماكن الفتحات واختيار عناصر تنسيق الموقع الملائمة ومتطلبات استهلاك المبنى.
- § استخدام أغلفة المباني عالية الكفاءة باختيار خامات الحوائط والأسقف والعناصر الأخرى وتحقيق متطلبات العزل والكفاءة والمتانة.
- § وتقليل الانبعاثات الضارة الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة الغير متجددة (بترول وفحم... وغيره)

ب- توظيف مصادر الطاقة المتجددة

- § توظيف مصادر الطاقة المتجددة، وإدماجها في تصميم المبنى كالإضاءة الطبيعية Day lighting والتصميم الشمسي السالب Solar Passive Design والتسخين الشمسي للمياه Solar Water Heating.
- § استخدام الخلايا الشمسية Photovoltaic Cells المولدة للطاقة الكهربية من الطاقة الشمسية النظيفة وإدماج توربينات توليد الطاقة من الرياح Wind Turbines والكتلة الحيوية Biomass في توليد الطاقة داخل المباني، شكل (٥)، (٦).



(٥): استخدام الخلايا الشمسية بطرق متعددة لتوليد الطاقة الكهربية
المصدر:www.digital.argaam.com

شكل (٦) توربينات توليد الطاقة من الرياح والكتلة الحيوية
المصدر:arabiaweather.com

٥- المفهوم المتكامل لتكنولوجيا وعلم النانو

ظهرت تعاريف متنوعة وعديدة لمصطلح "تكنولوجيا النانو" من قبل الخبراء والباحثين وأغلب هذه التعاريف متقاربة ومتشابه من حيث المضمون والمفهوم الخاص والعام لذا تم اختيار التعريف الاكثر تناسب مع مجال البحث و هو كالتالي:

مفهوم النانوية "هو البحث والسيطرة أو التحكم في بنية المادة الداخلية عند المقياس الذري والجزيئي عن طريق إعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها، والتعامل مع بنيات أحجامها ما بين ١ و١٠٠ نانومتر في عمليات التصميم والإنتاج والتوصيف وتطبيقات المواد والهياكل والنظم المتميزة والفريدة من نوعها".[٧]

٥-١ماهية المواد النانوية

إن علم تكنولوجيا النانو يتم تطويره على ثلاث مستويات مختلفة هي: المواد النانوية، والأجهزة النانوية، والأنظمة النانوية. في الوقت الحاضر، يعتبر مستوى المواد النانوية هو الأكثر تقدماً في الثلاث مستويات حيث أن المواد النانوية لها أهمية كبيرة من ناحية الأبحاث العلمية وكذلك من ناحية التطبيقات التجارية نظراً لأن حجمها يعتمد على الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد.وهناك العديد من التعاريف القياسية للمواد النانوية التي وضعتها العديد من اللجان الفنية العلمية المتخصصة داخل أهم المنظمات والهيئات والسلطات الدولية العالمية المختصة مثل: (ISO TS, OECD, SCENIHR) ويتم توضيحها من خلال جدول [١].

جدول (١): تعاريف المواد النانوية المعتمدة من المنظمات العالمية

معيار الأيزو (ISO TS)	مواد ذات بعد خارجي بمقياس النانومتر أو ذات بنيان داخلي أو سطحي بمقياس النانومتر.
منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OECD)	مواد عبارة عن أجسام نانومترية (Nanoobjects) أو تم تشكيلها بتقنية النانو (Nanostructured) وهي مواد تقتصر على بعد واحد أو بعدين أو ثلاثة أبعاد على مقياس النانو.
لجنة الاتحاد الأوربي العلمية المختصة بالمخاطر الصحية المستجدة والمكتشفة حديثاً (SCENIHR)	مواد ذات بعد خارجي واحد أو أكثر أو بنيان داخلي يمكن أن يظهر خصائص جديدة مقارنة بنفس النانومترية أو شكل من أشكال المواد التي تتألف من أجزاء وظيفية منفصلة، ويكون للكثير منها بعد واحد أو أكثر بمقياس ١٠٠ نانومتر أو أقل
الاتحاد الأوربي: إعادة صياغة القانون الجديد للأغذية	أي مادة مصنعة ذات بعد خارجي واحد أو أكثر بمقياس ١٠٠ نانومتر أو أقل أو تتألف من أجزاء وظيفية منفصلة داخلية أو سطحية ولها بعد واحد أو أكثر لمقياس ١٠٠ نانومتر أو أقل ومن بينها البنى أو الكتل والمركبات التي يمكن أن يزيد حجمها عن ١٠٠ نانومتر لكنها تحتفظ بخصائص مقياس النانو.
المجلس الأمريكي للكيمياء (ACC)	المادة النانومترية المصنعة (Engineered Nanomaterial) هي أي مادة مصنعة ذات حجم أحادي أو ثنائي أو ثلاثي الأبعاد ما بين ١-١٠٠ نانومتر في المعتاد، ويلاحظ أن مقياس ١ نانومتر أو ١٠٠ نانومتر لا يعد "خطاً فاصلاً (Bright Line) والبيانات المتاحة للمواد خارج هذا المدى قد تكون قيمة، وتدخل الفولرينات الكروية في هذا النطاق على الرغم من حجمها أقل من ١ نانومتر.

المصدر: "forum VL." WHO. 27 Apr. 2012http://www.who.int/ifcs/forums/six/en/index.html

ومن خلال المصطلحات السابقة نجد أنها تشترك جميعاً في أنها "مواد ذات بعد خارجي واحد أو أكثر على مقياس النانومتر يتراوح بين ١-١٠٠ نانومتر".

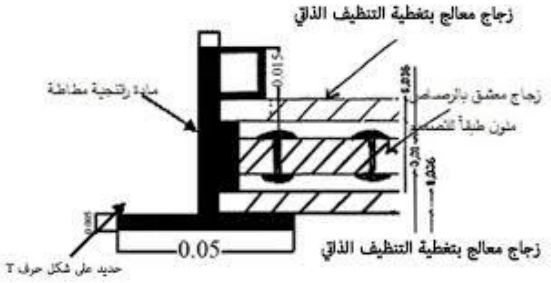
٥-٢ الخواص الوظيفية للمواد النانونية

في ظل زيادة الاهتمام بضرورة تحقيق التوازن بين الطلبات المتعددة لتحسين الأداء البيئي لها، وبين الجوانب الجمالية والعصرية في تجهيزات المباني المستقبلية، فإنه يصبح من المهم ضمان التناغم مع الخصائص والاحتياجات الوظيفية للمواد.

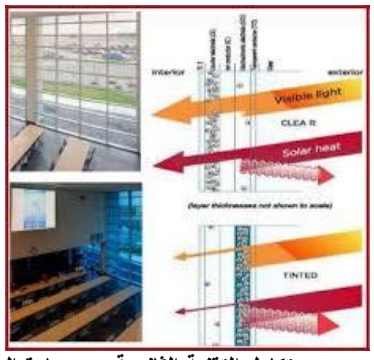
وهنا يتعرض البحث لكيفية تكامل تقنية المواد النانوية مع عمارة المستقبل والتي يتم تصنيفها كما هو موضح في شكل (٧) إما عن طريق الخصائص والسلوك الوظيفي الذي تتمتع به تلك المواد والناشئة عن الخواص الميكانيكية أو الكيميائية أو الحرارية أو البصرية التي تمتلكها أو الخواص التي يطلق عليها مسمى الخواص "الذكية" والتي تشمل خواص تغير اللون أو الشكل مع الزمن والمؤثرات الخارجية (على سبيل المثال: خاصية التنظيف الذاتي، أو خاصية مقاومة البكتيريا أو مقاومة الاحتراق). [٨] وسيتم التركيز علي خاصية التنظيف الذاتي في البحث.

د النانونية الخواص الوظيفية للمواد النانونية

في مجال العمارة تعتبر عمليات التنظيف الأولية والمستمرة لنوافذ أو أسطح الواجهات الخارجية للمباني أو الخلايا الشمسية الخارجية - والتي تشمل إزالة كميات كبيرة من الغبار والأتربة والمؤثرات الجوية المختلفة - من أهم عمليات الحفاظ على استدامة جمال الواجهات الخارجية وتحقيق التمتع بصفاء ووضوح رؤية المطل الخارجي ومعدل جودة الإضاءة داخل الفراغات الداخلية للمباني. وبديلًا عن عمليات الصيانة الدورية المكلفة والتنظيف الداخلي والخارجي للنوافذ والواجهات بواسطة العناصر البشرية أو الآلات المتقدمة والمنظفات التي تعمل على تلوث البيئة وتلف المواد على المدى الطويل، تم العمل على تطوير خواص الزجاج ومنتجات تشطيب ونهو الأسطح بواسطة التقنية النانوية(شكل٨)وتم تسميتها بمنتجات ذاتية التنظيف أو سهلة التنظيف لاستخدامها في المباني المستقبلية من قبل شركات عالمية متخصصة مثل شركات (Pilkington-Saint Gobain) وغيرها. وفيما يلي عرض لأهم خاصيتين تم تطويرها في هذا المجال من قبل المجموعات البحثية في عدد من الجامعات والشركات العالمية:



شكل (٨): أسطح الواجهات الخارجية المصدر:
Sustainable Architecture - Blogger.com



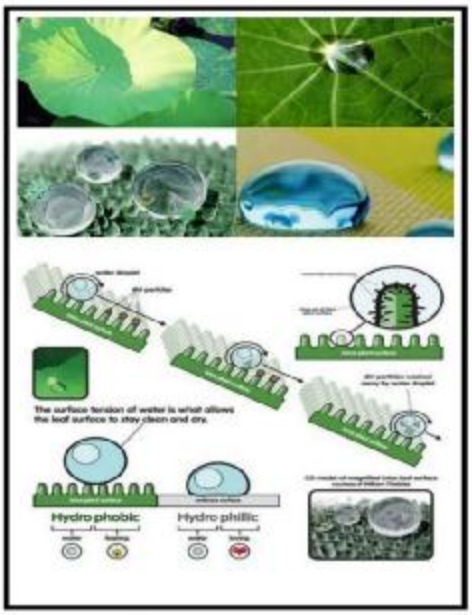
شكل ٧ : تكامل التقنية الثانوية مع عمارة المستقبل وفقى للخواص الوظيفية

المصدر الباحث

أ- خاصية تأثير اللوتس:

كانت أ وراق اللوتس الخضراء الكبيرة دائمًا ما تثير اهتمام الباحثين بسبب كونها نظيفة على الدوام ولا يتجمع على سطحها في أي وقت من الأوقات الأتربة ومخل فات البيئة الطبيعية، وذلك قبل أن يكتشف أن نبات اللوتس له خاصية معينة لا توجد في النباتات الأخرى إلا نادرًا، وهي أنه ينظف نفسه بنفسه وفقًا لعامل بيئي تم ملاحظته من قبل عالم النبات الألماني ويلهام بارتلوت (Wilhelm Barthlott) تحت اسم "عامل اللوتس" في سبعينيات القرن العشرين ثم الحصول على براءة اختراع في الجزيئات متناهية الصغر بدء تسجيل تلك الظاهرة بعد دراستها بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح في عام ١٩٩٧. (٩)

ويشير بارتلوت - الذي يعمل أستاذًا ومديرًا لمعهد علوم النبات في جامعة بون - أن أوراق اللوتس الكبيرة التي تنتشر فوق سطح الماء - كما هو الحال في نهر النيل في مصر والسودان - لا تكون ملساء تماما على العكس مما يـ مكن أن يبدو للعين المجردة، ولكن سطحها - الذي يتمتع بخاصية السطح الكاره أو الطارد للمياه Hydrophobic - يتكون من شعيرات وحبيبات صغيرة جدًا ودقيقة ذ ات مقاييس شبه متساوية تتراوح



شكل (٩): طبيعة السطح الخارجي الطارد للمياه لأوراق اللوتس بالمقياس النانوي والتي تسمي بتأثير اللوتس
المصدر: Lotus effect. 16 Feb. 2013
http://www.ryannygard.com/files/images/5_lotus.jpg

بين ٥٠٠-٣٠٠٠ نانومتر، ويفرز مواد شمعية ذات تركيب معقد مما يتسبب في دحرجة قطر ات الماء فوقها حاملة معها المخلفات وفي غسل الأوراق والنبات تمامًا كما هو موضح في شكل (٩). (١٠)

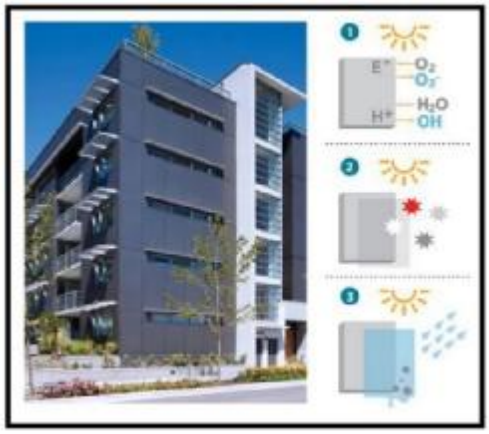
ويعود تفسير تلك الظاهرة إلى خاصية التوتر السطحي، لأن قوى تماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض أكبر من قوى التصاق الماء بالسطح المشمع، وبالتالي تتجمع قطرات الماء فوق ذلك السطح ومن ثم تسقط بسهولة دون أن تبلل السطح، ويوضح الشكل (١٠) أحد المباني الإدارية الذي قام باستخدام دهانات تتمتع بخاصية اللوتس ذاتية التنظيف.

بالإضافة إلى امتلا ك تلك المنتجات لخاصية مقاومة الضباب والبخر حيث يمكن دمج تلك الخواص إ لى الخلايا الشمسية وبالتالي ستكون لدينا ألواح شمسية ضوئية توفر أكبر قدر من الطاقة، وأفضل بكثير مما تنتجه نظيرتها التقليدية، التي تفقد ٤٠ ٪ من الكفاءة والطاقة في غضون ستة شهور بسبب عملية الا نعكاس وسوء الأحوال الجوية التي تؤدي إلى ترسب الغبار والأوساخ على أسطح تلك الألواح مما يقلل من كفاءتها. (١١)

شكل (١٠): مبنى شركة
Doro, Valentina. "4aMagazine: A sustainable talk with the lighting designer Dean Skira". 16 Feb. 2013 ٢٠٠٦
http://www.new4amagazine.com/2012/02/sustainable-talk

خاصية التحفيز الضوئي:

كلمة تحفيز ضوئي Photocatalysis هي كلمة مر كبة من جزأي ن الجزء الأول Photo وتعني الضوء والجزء الثاني Catalysis وتعني التحفيز.



شكل (١١): آلية عمل خاصية التحفيز الضوئي
المصدر: Woody, Todd. "Air Freshener." Forbes Magazine. 06 Jun 2011. 6 Fib. 2013

تـ عتمد عملية التحفيز على مادة تعمل على زيادة معدل تحول المواد المتـ فاعلة بدون أن تتأثر هذه المادة أو أن تستنزف. تعرف هذه المادة باسم المحفز (Catalyst). وتقوم بزيادة معدل التفاعل عن طريق تقليل طاقة التنشيط اللازمة له. وبالتالي فان عملية التحفيز الضوئي هي عبارة عن تفاعل يستخدم فيه الضوء كمنشط للمادة التي سوف تعمل على زيادة معدل التفاعل الكيميائي بدون أن يكون لها دور في التفاعل نفسه.

وتعد مادة ثاني أكسيد التيتانيوم من أهم المواد أشباه الموصلات التي يمكن استخدامها كمحفز ضوئي قوي وهام والتي يرمز لها Titanium Dioxide TiO_2، فعندما يمتص ثاني أكسيد التيتانيوم الأشعة فوق البنفسجية من مصدر ضوئي خارجي كأشعة الشمس كما هو موضح في شكل (١١) فإن طاقة الأشعة فوق البنفسجية تكون كافية لتحرير إلكترون وفجوة موجبة h^+ في ثاني أكسيد التيتانيوم تعمل على تحويل جزيء الماء إلى هيدروجين وهيدروكسيد. ويتفاعل الإلكترون e^- مع جزيء الأكسجين ويعطي أيون مؤكسد قوي جدًا، وتستمر هذه العملية طالما هناك ضوء متوفر.

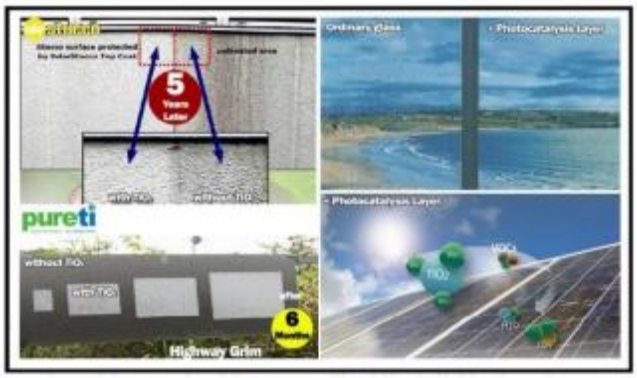
عند معالجة غلاف المبنى الخارجي كما هو موضح في شكل (١٢) بطبقة رقيقة من تلك المادة الشفافة بسمك يبلغ ١٥ نانومتـ ر وسقوط أشعة الشمس عليها في ظل وجود الرطوبة تساعد على أكسدة المواد الخارجية

(10) Somov, Pavel G. The lotus effect: Shedding suffering and rediscovering your essential self. Oakland, CA: New Harbinger Publications, 2010.

(11) Somov, Pavel G. The lotus effect: Shedding suffering and rediscovering your essential self. Oakland, CA: New Harbinger Publica ons, 2010.

وما يحيط بها من جسيمات الغبار والأتربة ثم تحللها وسقوطها ليكون الناتج أسطح نظيفة وخالية من الشوائب تمامًا، كما تعمل على تمتع السطح بخاصية طرد المياه السابق شرحها وتنقية الهواء من مـ ركبات أكاسيد النيتروجين أحد أهم الملوثات البيئية.

إن تشييد الواجهات الخارجية للمباني بمساحة تبلغ ٩٠٠ متر مربع بمواد تمتلك خاصية التحفيز الضوئي بثاني أكسيد التيتانيوم له القدرة على تنقية الهواء بقدرة تقارب تنقية الهواء بطاقة ٨٠ شجرة الذي يمتلك القدرة لمعادلة إزالة التلوث الناتج عن أربع سيارات كل يوم.



شكل (١٢): التطبيقات التجارية الحالية والمستقبلية المتوقعة لمنتجات تتمتع بخاصية التحفيز الضوئي في مجال الدهانات والتكسيات مقارنة بالمنتجات التقليدية في القدرة على الحفاظ على نظافة الأسطح الخارجية بصورة ذاتية المصدر: احمد رشوان، ٢٠١٤

تعمل المنتجات التي تتمتع بخاصية التحفيز الضوئي في مجال التكسيات والدهانات الخارجية للمباني على تقليل تكاليف الصيانة والحفاظ الخاصة بالمباني بمقدار الثلث إلى النصف من إجمالي قيمة التكاليف السنوية. ويوضح شكل (١٣) التكسيات الخاصة بواجهات مركز محمد علي كلاي الثقافي Muhammad Ali Center MAC بولاية كنتاكي الأمريكية

شكل (١٣): تكسيات الواجهات لمركز محمد علي كلاي الثقافي Muhammad Ali Center MAC بولاة كنتاكي الأمريكية من تصميم Beyer Belle عام ٢٠٠٥ المصدر:
"Muhammad Ali Center". Entertainment/Venues Precision Walls. 16 Feb. 2013
http://www.precisionwalls.com/gallery/entertainment-venues/muhammad-ali-center/print

من تصميم Beyer Belle عام ٢٠٠٥ والذي ساهم في تحسين بيئته المحيطة والتقليل من معدلات التلوث بها.

٦-النظم الحديثة في العمارة وبناء الفكر المعماري

إن تغير الأنظمة البيئية وتعرض الموارد البيئية للنفاذ مع مرور الزمن من جهة ومن جهة أخرى تلوث البيئة الناتج عن استخدام وسائل الطاقة الغير المتجددة ولهذا تطرق البحث الي تطور الفكر المعماري للعمارة الخضراء وتطورها.

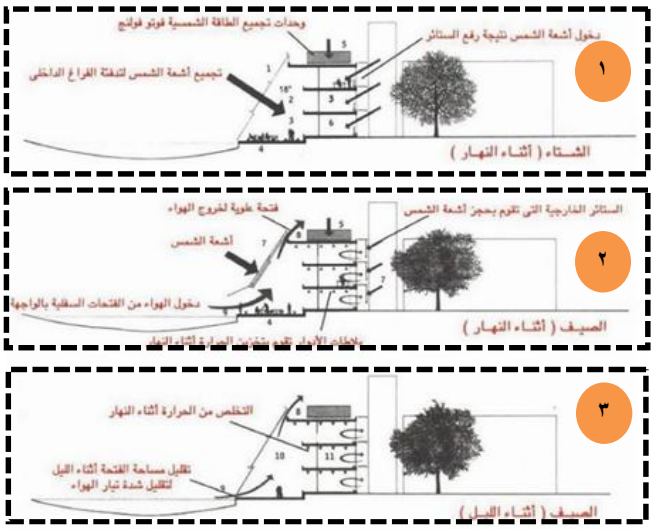
- **العمارة الخضراء**

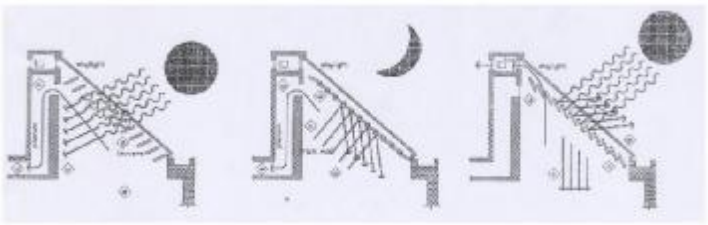
جاء فكر العمارة الخضراء من الشجر الأخضر ودورة الحياة الطبيعية له، وأثرها على الإنسان، والبيئة معاً ودورها في إعادة تشغيل الهواء Recycle، وتحويل ثاني أكسيد الكربون الفاسد إلي أكسجين نقى. هذا الفكر يستوجب أن تكون المباني مفيدة للإنسان والبيئة مثلها مثل الشجر، وخاصة إن المباني لها دورة كاملة تسمى (Building life cycle). فالعمارة الخضراء تلبى بالمصادر الطبيعية كالشمس والهواء والماء احتياجات الناس ،ومتطلباتهم من الراحة والصحة العامة وخفض التكاليف، وتزيد من القدرة الإنتاجية للإنسان في كافة أنحاء الفراغات الداخلية المعمارية. فهي

تفيد المحيط البيئي بقدر ما تستفيد منه، فهي لا تضره بنفاياتها وتصل إلى وسيلة لتدويرها والاستفادة منها فينعدم التأثير السلبي لها ،وتستفيد من ظواهره ،ومصادره دون إهدار، وتسد نقص المحيط وتصلح عيبه، كما تهدف لدراسة كيفية تصميم مبنى موفر للطاقة وبسلوك حراري يعمل على الوصول إلى الراحة الحرارية الضوئية، والسمعية لطرق طبيعية، شكل (١٤)

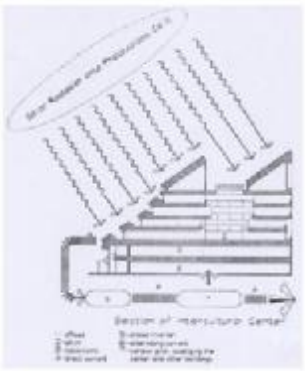
–**فالعمارة الخضراء** هي:" بناء منظومة وظيفية متواكبة مع محيطها الحيوي ونطاقها الأيكولوجي من خلال التحكم الذاتي في تدبير مدخلات ومخرجات هذه المنظومة بأقل قدر من التأثيرات السالبة على البيئة واستهلاك الطاقة سواء عند بناء أو تشغيل أو هدم هذه المنظومة مما يحقق كفاءة أداء الوظائف والأنشطة المستهدفة وبتعبير معماري مبتكر، أي أن العمارة الخضراء هي العمارة المتوافقة تماماً مع ما حولها".[١٢]

لقطة خارجية وقطاعات تفصيلية لمبنى حديقة العلوم (Science Park) توضح مراعاة التصميم لكسب الحرارة الشمسية شتاءً ومقاومة كسب الحرارة والعمل على فقد الحرارة الداخلية صيفًا (مادة "مواد البناء"، دبلوم علوم وتكنولوجيا البناء، ٢٠٠٣)





قطاعات تفصيلية لمبنى جامعة جورجتاون توضح كيفية معالجة المبنى بحيث يسمح بدخول الضوء دون دخول الحرارة إلى المبنى صيفًا والإقلال من الفاقد الحراري من خلال السقف الزجاجي شتاءً (أسامة عبده، العمارة الخضراء)



شكل (١٤) بعض نماذج على المعمار الأخضر

وللعمارة الخضراء ثلاث خصائص: "النمو و التجديد" فهي لا تظهر مكتملة النمو بل نامية كلما تقدم بها العمر، "مخرجاتها هي مدخلاتها" تؤتي دورات التوازن الطبيعية، "الاستفادة الكاملة من المحيط" للحصول على مواردها بقدر حاجتها فقط.[١٣]

(١٣) مروة جودة فاضل بدران، "التحول بين المنطق والإبداع كمدخل للعملية الفكرية بمنهجية العمارة المتوائمة بيئياً"، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٥.

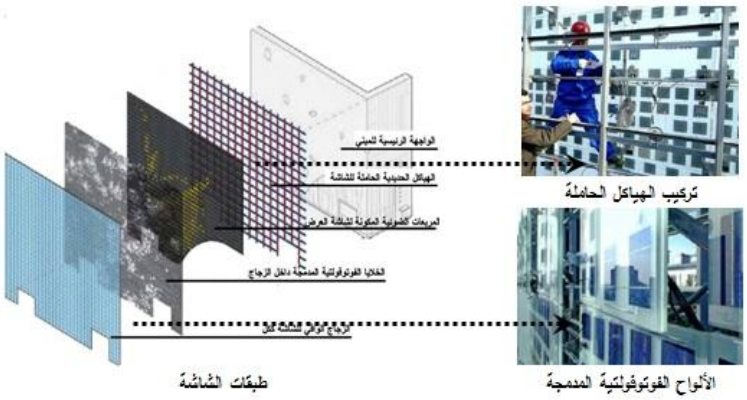
: من خصائص ومميزات العمارة الخضراء
١- خفض التكلفه .
٢- رفع و زيادة الكفاءه
٣- الحفاظ على البنيه التحتيه
٤- عائد إستثماري مربح:

هناك العديد المشروعات والتجارب التي تم تطبيق النظم الفوتوفولتية عليها في الآونة الأخيرة، وهذه التجارب تختلف عن بعضها البعض في عدة أسس رئيسية،سوف يتم عرض احدي هذة المشاريع التي تم تطبيق النظم الفوتوفولتية بها :

§ مشروع جرين بكس (حائط إعلامي ذاتي الإمداد بالطاقة) بالصين

مشروع جرين بكس عبارة عن أول حائط إعلامي ذاتي الإمداد بالطاقة كما يتضح من شكل (١٦)، ويتم إمداد هذا الحائط الذي يبلغ مساحته ٢٢٠٠م٢ من الخلايا الفوتوفولتية، والمشروع ليس شاشة إعلامية فحسب، بل يعتبر حائط نصف شفاف للفراغات الواقعة خلفه في حالة عدم تشغيل الشاشة نهاراً، والحائط يمد المبني الواقع خلفه بالطاقة في حالة عدم تشغيل الشاشة أيضاً و واقي من أشعة الشمس بسبب تقارب الخلايا المكونة للشاشة، ومن ثم تخفيف الأثر الحراري ورفع الراحة الحرارية، وأكبر مشروع دمج فوتوفولتي في الصين كلها، وتم توزيع الخلايا داخل المربعات المكونة للشاشة بشكل لا يؤدي إلى تقليل دقتها بالنسبة للرائي، وتتكون الشاشة كما يتضح من شكل (١٦) من الواجهة الرئيسية للمبني نفسه، الهياكل المعدنية الحاملة لشاشه العرض، و الزجاج الذي يقي الخلايا الشمسية.

ولكن لم يتم اختيار التوجيه الأمثل للخلايا في هذا المشروع، حيث تم تثبيت الخلايا المدمجة داخل الزجاج – وهي خلايا سليكونية متعددة البلورة - على حسب موقع المبني، والذي فرض الواجهة الرئيسية التي تم تثبيت الشاشة عليها، ورغم ثبات الشاشة أو الحائط تتحرك المربعات الزجاجية المدمج داخلها الخلايا بشكل متتبع لحركة الشمس، وذلك للتقليل من أثر عدم التوجيه السليم وزيادة الطاقة الكهربية المتولدة، ثم ترجع إلى موضع السكون ليلاً كي يتم العرض على مسطح مستوي. ويعتبر من أبرز العوامل داخل هذا المشروع هو تصنيع الهياكل المكونة للشاشة والمربعات المحتوية على الخلايا في الصين نفسها، تم تركيب مكونات الشاشة أيضاً بأيدي صينية.(١٤)



شكل (١٦): مكونات شاشة العرض في مشروع جرين بكس بالصين
المصدر: Moamen El-Soudany, M., 2009.

٧- طرق تقييم أداء النظم الفوتوفولتية المستخدمة في المباني.

هناك العديد من الطرق لتقييم أداء النظم الفوتوفولتية المستخدمة في المشاريع المختلفة ، وتهدف هذه الطرق إلي تحديد مقدار الطاقة الكهربية الناتجة من المصفوفات المقترحة باختلاف أنواعها ومن ثم استنباط الجدوى الاقتصادية، **الطريقة الأولى** هي استخدام القيا سات الحقلية في الموقع المطلوب، حيث يتم قياس كلًا من الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة ومسطحات الظلال الواقعة على غلاف المبني، وذلك خلال عدة ساعات يوميًا طوال العام حسب الدقة المطلوبة، ومن ثم حساب مقدار الطاقة الكهربية الناتجة بنًاء على كفاءة تحويل اللوح الفوتوف ولتي للإشعاع الشمسي ومدي تأثره بدرجة الحرارة، ورغم تطلب هذه الطريقة لكثير من الوقت والمجهود إلا أنها غير دقيقة على الإطلاق، أما **الطريقة الثانية** فهي إعداد نموذج تجريبي بالموقع، وذلك عن طريق تثبيت عدة نماذج صغيرة بالموقع الفعلي ومراقبة أداءهم، ثم الحكم على التطبيق على النطاق الواسع بناءً على أداء النموذج المحدود، وتعتبر هذه الطريقة مناسبة للتطبيق الفعلي ولكنها مرتفعة التكلفة، فضلاً عن احتياجها لجميع مكونات النظام وفريق عمل متكامل ، أما **الطريقة الثالثة** فهي استخدام برامج المحاكاة وهي الأكثر انتشاراً، حيث ظهر في الآونة الأخيرة عدد كبير من البرامج في هذا المجال وقد تم استخدام الطريقة الأخيرة في البحث قيد الدراسة، ويرجع ذلك إلى توفر هذه الطريقة وإمكانية استخدامها بشكل يسير[١٥]

٨- البيانات الرئيسية للمنطقة الدراسية:

أسباب اختيار الحالة الدراسية: مبني راية بلازا (مدينة ٦ أكتوبر – الجيزة)

١- مبني حاصل علي شهادة الليد وبالتالي من أهدافه تحسين كفاءة استخدام الطاقة

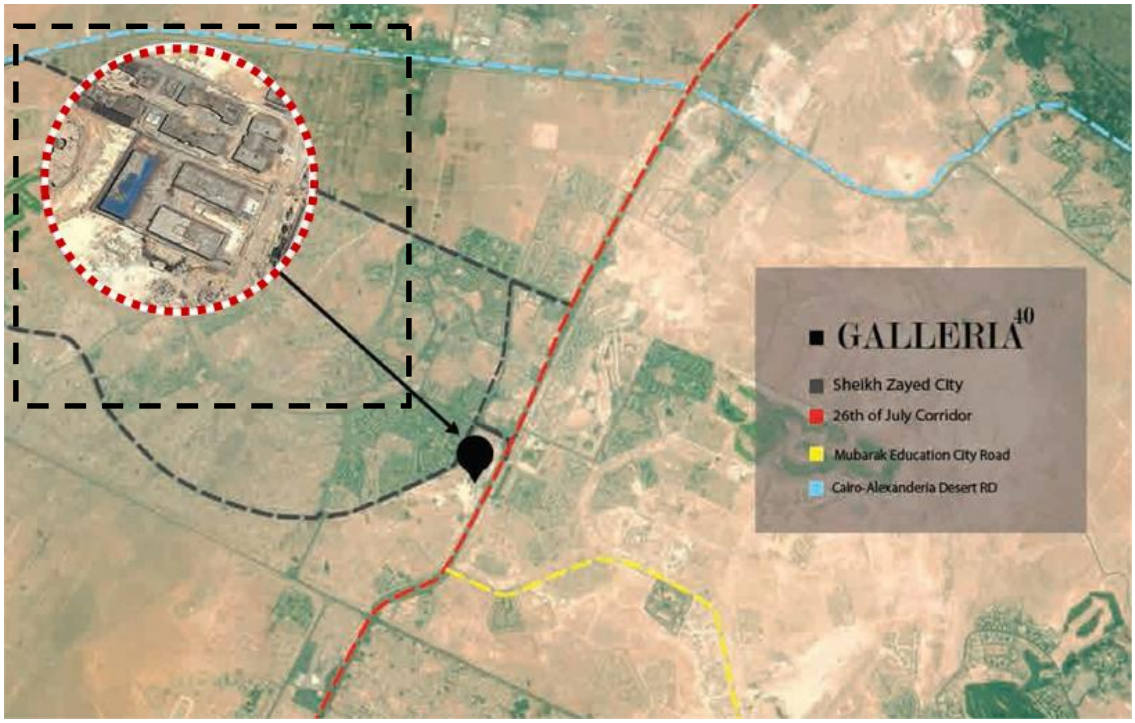
٢- يصنف كمبني ذكي من خلال استخدامه لعناصر العمارة الذكية .

٣- مبني حديث يستخدم في تقنياته تكنولوجيا النانو كالمستخدم في زجاج الواجهات، وبالتالي يمكن الوصول لأهداف البحث من خلال تطبيق و ضـ ع منظومة الخلايا الفوتوفولتية لاستخدامها في المبني والتي يتم معالجتها بتقنية النانو تكنولوجي في محاولة لزيادة ورفع كفاء المبني والتقليل من استهلاكه للطاقة وهو الهدف من البحث وستكون الحالة الدراسية كما هو موضح بالأشكال(١٧)، (١٨)

شكل (١٧): مجمع مباني راية بلازا بمدينة ٦ أكتوبر
المصدر: الإدارة الهندسية لمبني راية بلازا

شكل (١٨): مبني راية بلازا حالة الدراسة
المصدر: الإدارة الهندسية لمبني راية بلازا

الخلفية النظرية لمدينة السادس من أكتوبر:



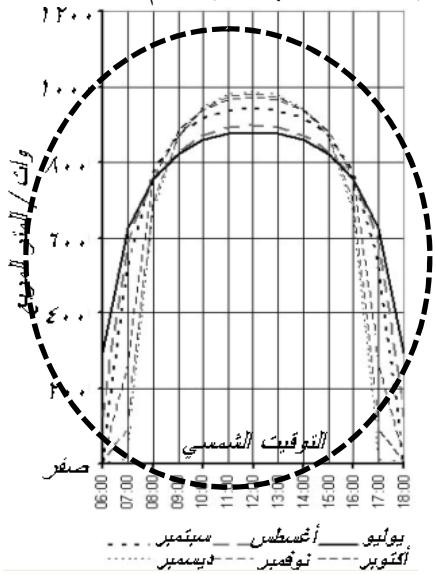
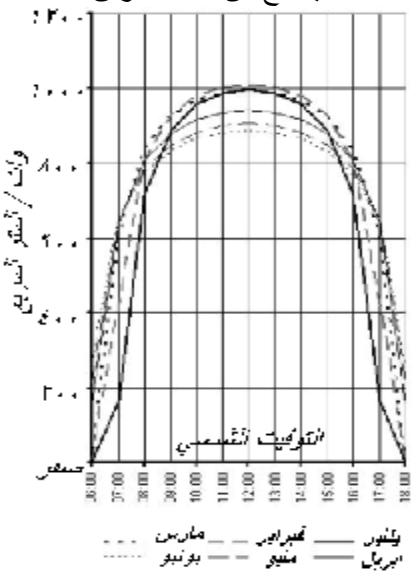
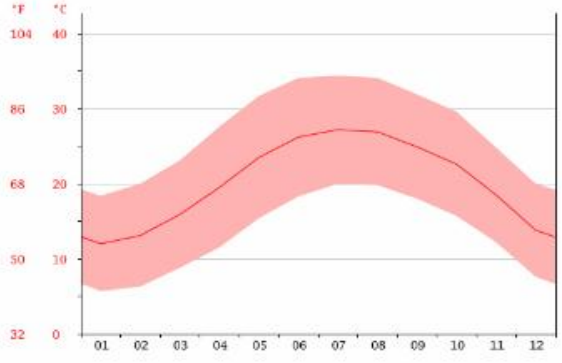
شكل (١٩): خريطة توضح منطقة الدراسة وحالة الدراسة مبني راية بلازا

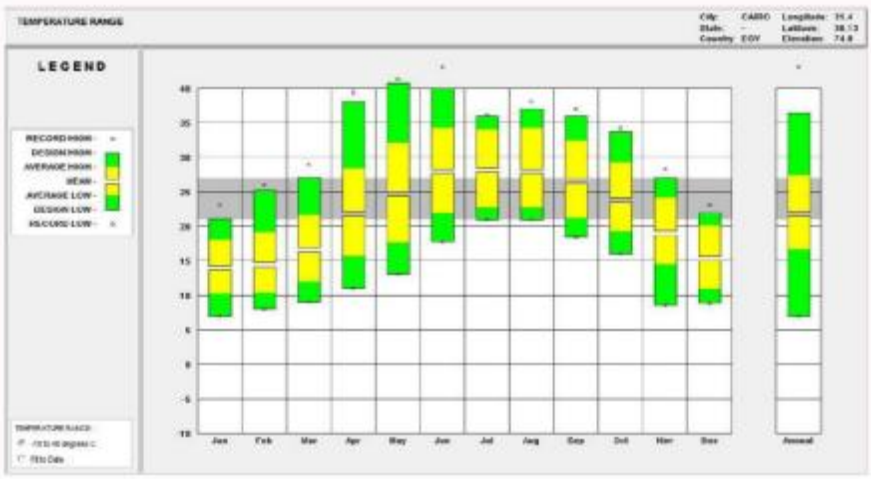
وسيتم إلقاء الضوء على أهم الملامح التي تخص الدراسة في مدينة ٦ أكتوبر فيما يلي:

§ التوصيف المناخي للمدينة

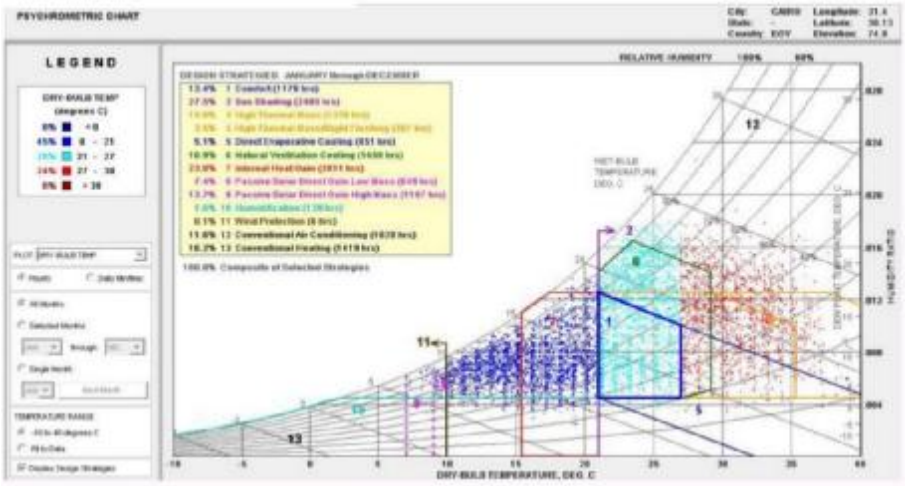
تقع مدينة ٦ أكتوبر في منطقة الإشعاع الشمسي المتوسط في مصر، ولذلك يتصف التوصيف المناخي العام للمدينة بكبر المدى الحراري اليومي وزيادة الإشعاع الشمسي أيضاً، حيث يتراوح مقدار الإشعاع الشمسي الأفقي بحوالي ٦ ك.و.س/م٢/يوم، وهو مقدار مرتفع بالمقارنة بباقي المدن في العالم، بالإضافة إلى كونها مدينة صحراوية، مما يعظم الفائدة من استغلال التقنيات الشمسية بشكل عام، أما متوسط عدد ساعات السطوع الشمسي على المدينة في اليوم فيقدر بحوالي ١٠.٨٢٥ ساعة(مقدار عدد ساعات سطوع الشمس في اليو م الواحد)، وهو أيضاً مقدار مرتفع بالنسبة لمدن العالم، وبالطبع يزيد هذا المتوسط صيفا ويقل شتاءً[١٦]، أما بالنسبة للتوصيف المناخي التفصيلي لمدينة السادس من أكتوبر فيمكن تلخيصه في جدول (٢)

جدول (٢): التوصيف المناخي لمدينة السادس من أكتوبر (العناصر المؤثرة على النظم الفوتوفولتية) [١٧]

العنصر	التوصيف
الإشعاع الشمسي	الاشعاع الشمسي المباشر للمنطقة قيد الدراسة أولوية عن غيرها، وذلك لتميزها بكمية إشعاع شمسي مرتفعة كما يتضح من شكل المرفق ، فضلاً عن تمتعها بالسماء الصافية أغلب العام. [١٨]   من شهر يناير إلى شهر يونيو من شهر يناير إلى شهر يونيو **شكل كمية الإشعاع المباشر الساقط على سطح عمودي لكل يوم ٢١من كل شهر (مدينة ٦ أكتوبر)**
درجة الحرارة	يوليو/تموز هو أكثر الشهور دفئًا خلال العام. متوسط درجة الحرارة هو ٢٧.٢ درجة مئوية أدنى متوسط درجة حرارة خلال العام يحدث في يناير/ كانون الثاني عندما تكون ١٢.٠ درجة مئوية  **بيان بدرجات الحرارة لكل شهر لمدينة ٦ اكتوبر**
سطوع الشمس	تبلغ نسبة سطوع الشمس أقصاها في شهور الصيف أي حوالي ٨٨٪، ولكن تبلغ أدناها في الانقلاب الشتوي (ديسمبر) أي حوالي نسبة ٦٥٪



شكل (٢٠): التوصيف المناخي لمدينة السادس من أكتوبر باستخدام برنامج climate) consultant 5.5)
المصدر: تطبيقات تقنية النانو علي الزجاج ومدي تاثيرها علي كفاءة استخدام الطاقة في المباني الادارية- محمود عطية محمد علي



شكل (٢١): الخريطة السيكومترية للراحة الحرارية لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج (climate) consultant 5.5
المصدر: تطبيقات تقنية النانو علي الزجاج ومدي تاثيرها علي كفاءة استخدام الطاقة في المباني الادارية- محمود عطية محمد علي

حالة ١: توزيع المصفوفات على السطح بأسلوب تجميع مفتوح وتوجيه ثابت بالميل المثالي

يتم في هذه الحالة التوزيع على المساحة المقترحة كمصفوفات ثابتة، وتبلغ أبعاد اللوح المقترح للتطبيق ١.٥٠م x ٠.٨٠ م، مع توجيه بالميل المثالي والذي يساوي خط عرض المدينة (٢٧ درجة)، ليصل أقصي عدد ألواح يمكن استخدامها ٢٦٤ لوح موزعة كما بالشكل (٢٣)، وذلك بأسلوب التوزيع المفتوح بعد ترك المسافات البينية اللازمة، والتي تحسب وفقاً لنسبة المسافة البينية بين المصفوفات وطول المصفوفة، والتي تقدر في مدينة ٦ أكتوبر بحوالي ١.٨ كما هو موضح بالشكل (٢٢).

حالة ٢: توزيع المصفوفات على السطح بأسلوب تجميع مغلق وتوجيه متتبع بالميل المثالي

يتم في هذه الحالة التوزيع على المساحة المقترحة بالأسلوب المتتبع على محور واحد، ويمكن أن يحمل جهاز التتبع - بناءً على مواصفاته وأبعاده – ٨ ألواح فوتوفولتية، ويمكن توزيع ٢٤ وحدة تتبع على المساحة المقترحة من السطح، ومن ثم يحتوي السطح على ١٩٢ لوح متتبع كما بالشكل (٢٤)وذلك بعد ترك المسافات البينية بين الأجهزة لتجنب التظليل الذاتي كما حسبت سابقاً، وعلي ذلك فإن:

المسافة البينية بين المصفوفات = النسبة (١.٨) x طول المصفوفة (٣.٢) = ٥.٧٦ م

تقدير مقدار الطاقة الناتج من النظام

تم تقدير مقدار الطاقة الكهربية المنتجة من الحالات السابقة باستخدام طرق الحساب الرياضية، بالإضافة إلى استخدام برنامج (RET Screen Exepert)، وذلك عن طريق إدخال البيانات المستنتجة من الخطوات السابقة في البرنامج، وتم حساب مقدار الطاقة الكهربية الناتج من النظام رياضياً حسب المعادلات الآتية:

مقدار الطاقة الكهربية الناتجة من النظام سنويا (ك.و.س) (رياضياً):
= المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي العمودي على السطح (ك.و.س./م٢/يوم) x مساحة سطح اللوح الواحد (م٢) x عدد الألواح x عدد الأيام في السنة x كفاءة التحويل (٪)x كفاءة باقي مكونات النظام (٪)x كفاءة التتبع (٪)[١٩]

- كفاءة باقي مكونات النظام (٪) = كفاءة توصيل المصفوفات x كفاءة الأسلاك x كفاءة المحول x كفاءة توافق مكونات النظام x كفاءة سريان التيار داخل الخلايا = (٠.٩) x (٠.٩٧) x (٠.٩٢) x (٠.٩٨) x (٠.٩٧) = (٠.٧٦).

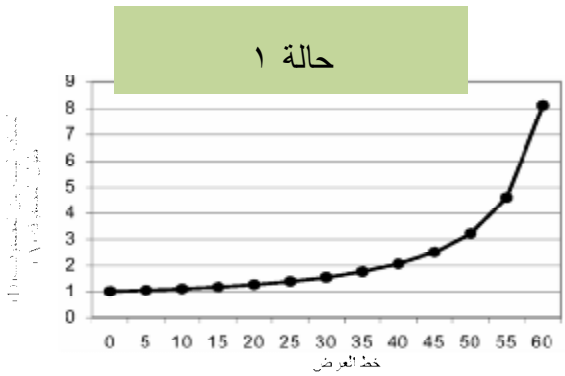
وبهذا يكون مقدار الطاقة الكهربية الناتج من النظام سنويا (م.و.س) (رياضيا):

- **الحالة ١: مقدار الطاقة الكهربية الناتجة من النظام سنوياً**

= (٦.٢٩) x (١.٢) x (٢٦٤) x (٣٦٥) x (٠.١٧٤) x (٠.٧٦) x(١) = ٩٦.١٨١ م.و.س

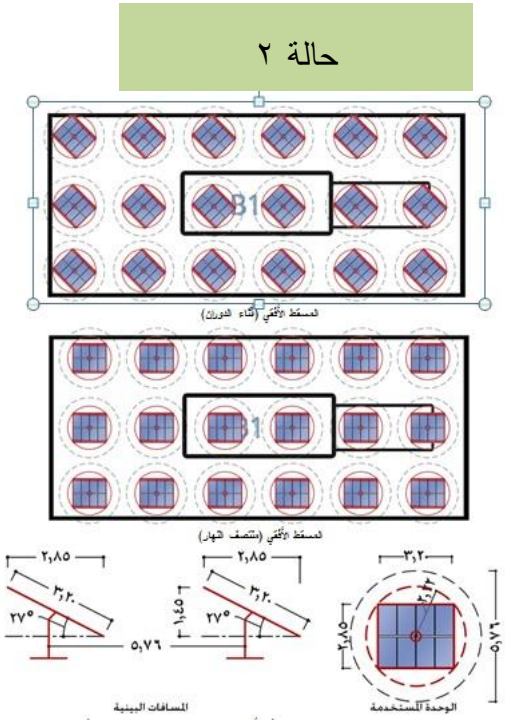
- **الحالة ٢: مقدار الطاقة الكهربية الناتجة من النظام سنوياً**

= (٦.٢٩) x (١.٢) x (١٩٢) x (٣٦٥) x (٠.١٧٤) x (٠.٧٦) x (١.٣٠) = ٩٠.٩٣٥ م.و.س



شكل (٢٢): علاقة المسافات البينية بين المصفوفات الثابتة بخط عرض المدينة[١]

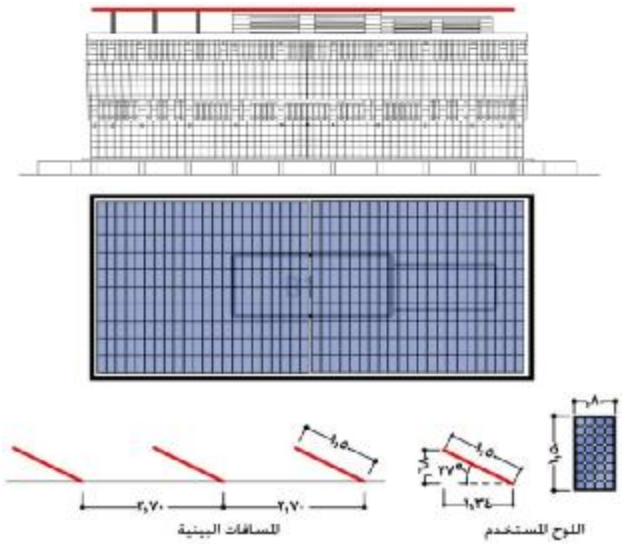
وعلي ذلك فإن: الحالة (١):
المسافة البينية بين المصفوفات = النسبة (١.٨) x طول المصفوفة (١.٥) = ٢.٧٠ م
الحالة (٢): المسافة البينية بين المصفوفات = النسبة (١.٨) x طول المصفوفة (٣.٢) = ٥.٧٦ م



شكل (٢٤): توزيع المصفوفات الفوتوفولتية بأسلوب توجيه متتبع على محور واحد (حالة ٢)

وعلى ذلك تنتهي هذة الدراسة بنتيجة ان في حالة نموذج مبني راية **بلازا بمدينة ٦ أكتوبر**، وهي أن : مقدار الطاقة الكهربية الناتجة من تطبيق النظم الفوتوفولتية في أفضل الحالات المقترحة للتصميم الفوتوفولتي هي

الحالة رقم ١، وان النظم الفوتوفولتية المصنعة بتكنولوجيا النانو إنتاجها للطاقة الكهربية اعلي من مثيلاتها العادية سواء حاليا أو علي مدار الخمس سنوات التي تلي استخدام النظم الفوتوفولتية.



شكل ٢٣ توزيع المصفوفات الفوتوغرافية بأسلوب توجيه ثابت وتجميع مفتوح (حالة ١)

أولا: النتائج

نتائج الدراسة النظرية

- أن استكشاف وفهم أبعاد الاستدامة هو البداية الحقيقية للوصول للوصف والفهم الصحيح لماهية التصميم المستدام.
- أنه لا يمكن تحقيق استدامة بيئية أو اجتماعية أو اقتصادية بشكل منفصل، بل لابد من أخذ الجوانب الثلاثة بنظر بعين الاعتبار في وقت واحد لتحسين نوعية البيئة والرخاء الاقتصادي مع تحقيق العدالة الاجتماعية.
- توجد خمسة مبادئ أساسية يتم الاعتماد عليها في العديد من نظم تقييم المباني المستدامة في رسم الملامح العامة لمعايير وعناصر التقييم الخاصة بها وهي (استدامة المواقع - كفاءة استخدام المياه - الحفاظ على الطاقة والغلاف الجوي - جودة البيئة الداخلية - الحفاظ على الموارد).
- أن فلسفة التصميم المستدام تشملُ ضمنيا تحقيق التصميم الأيكولوجي والتصميم الأخضر، حيث يهدف التصميم المستدام إلى ما هو أبعد من الجوانب البيئية ليشمل الاهتمام بالجوانب الاجتماعية والاقتصادية كالاستخدام المتسم بالمسئولية الاجتماعية والتصميم لتلبية الاحتياجات الإنسانية وغيرها، وبالتالي فإن التصميم الأخضر والتصميم الصديق للبيئة هما إحدى عناصر منظومة التصميم المستدام.

نتائج الدراسة التحليلية

- هناك عدة نقاط مشتركة بين المشروعات الرئيسية التي يتم إمدادها بالنظم الفوتوفولتية في العالم، هذه النقاط هي: الخطوات المنطقية لتصميم النظام الفوتوفولتي المناسب لأي مبني، كذلك أساليب تعديل أي مبني تقليدي بما يلائم متطلبات النظام الفوتوفولتي، العلاقة بين الصيانة الدورية من عدمها، ملامح العلاقة المتبادلة بين التصميم المعماري والتصميم التقني وانعكاس كل منهما على الأخر، أولوية البعد البيئي لاستخدام هذه النظم، و أهمية استخدام برامج المحاكاة في اختبار جدوى استخدام هذه النظم وغيرها.

نجد من خلال دراستنا لأنواع الخلايا الشمسية التقليدية والخلايا الشمسية المصنوعة بتقنية تكنولوجيا النانو ومع دراسة طبيعة اهم ا لخصائص الوظيفية للمواد النانوية والتطبيق علي الحالة الدراسية مبني راية بلازا بمدينة ٦ أكتوبر نستطيع أن نلخص إلى النتائج التالية

جدول (٣): مقارنة بين الخلايا الشمسية التقليدية والخلايا الشمسية النانونية والتي تظهر مدي كفاءة الخلايا الناونية وتفوقها علي الخلايا التقليدية مما يساعد نحو استدامة افضل للمباني.
المصدر: الباحث

	الخلايا الشمسية التقليدية	الخلايا الشمسية بتقنية تكنولوجيا النانو
الكفاءة	إنتاج الخلايا الشمسية مع اعلي أنواعها كفاءة حوالي ٩٦.١٧٤ م.و.س/سنة وتقل الكفاء علي مدار الخمس سنوات الأولي من الاستخدام إلى ٨٤.٦٣٩ م.و.س/ سنة	إنتاج الخلايا الشمسية مع اعلي أنواعها كفاءة حوالي ١٠٧.٢٦١ م.و.س/سنة وتقل الكفاء علي مدار الخمس سنوات الأولي من الاستخدام إلى ١٠٥.٣٣١ م.و.س/ سنة
المميزات	١. عدم ارتفع التكلفة الأولية مقارنة بالخلايا الشمسية المصنوعة بتقنية النانو ٢. العائد البيني لها من أهم المميزات حيث أن استخدام الطاقة النظيفة هو أول تطبيقات الاستدامة في العمارة. ٣. قابلية الفك والتركيب بسهولة	١. كفاءة الخلية تعطي نتائج إيجابية وعملية فعالة عن مثيلتها من الخلايا العادية. ٢. -مصنوعة من مواد تقاوم العوامل الجوية أو البيئية والتي تؤثر سلباً على الخلايا التقليدية كالظلال ودرجة الحرارة والأمطار ٣. ذات مواد تساعد على ترميم وإصلاح نفسها فلا تحتاج لعمليات صيانة بصفة دائمة ٤. قابلية الفك والتركيب بسهولة.
السلبيات	١. تتزايد بسرعة كبيرة زمنيا عدد الخلايا المدمرة أو المستهلكة أو المعطلة والتي يجب التخلص منها أو تدويرها وخاصة لما للسيلكون من أثار سلبية أثناء عملية التدوير علي البيئة. ٢. تتأثر الخلايا بالعوامل الخارجية كالظلال ودرجة الحرارة والبيئة المحيطة والأمطار ٣. كفاءة الخلية لا تزال ضعيفة وغير مرضية عمليا حيث تقل كفاءتها بنسبة١٢٪ في خلال الخمس سنوات الأولى من التركيب فضلاً عن هشاشة الخلية. ٤. تحتاج لعمليات صيانة بصفة دورية تجعلها مكلفة في بداية وأثناء التشغيل. ٥. تحتاج إلى صيانة دورية كل ٣ أشهر.	١. التكلفة الأولية لا تزال مرتفعة وغير مجدية حاليا بالنسبة للأفراد.

ثانيا: التوصيات

- ضرورة الاهتمام بتطبيق م فاهيم وأسس ومبادئ العمارة المستدامة والتصميم المستدام والتقنية النانوية على المستوى الأكاديمي للمرحلة الجامعية بإدراجها ضمن الخطط الدراسية والمنهجية لمادة التصميم المعماري وزيادة وعي وثقافة الطالب وإدراكه لتلك الأسس ومن ثم تطبيقها على المشاريع التصميمية الـ مختلفة، وفي المراحل ما قبل الجامعية من خلال المناهج الدراسية ذات الصلة عن طريق تقديم محتويات علمية بصورة شيقة ومبسطة عن ماهية تلك العلوم وما يمكن أن تسهم به في حياتنا ومجتمعاتنا.
- ضرورة ارتباط عمليات البحث العلمي في المجالات التقنية كالتقنية النانوية بالدرا سات والبيانات الحديثة والموثقة والتي تصَّدر دوريا عن طريق الهيئات والمؤسسات والشركات الإقليمية والدولية المختصة ومزامنة الأبحاث العلمية مع تلك البيانات.
- يوصي البحث الجهات المسئولة عن الطاقة بمصر بالاتجاه إلي استغلال الطاقة المتجددة، وذلك كبديل لاستخدام الوق ود الأحفوري كمصدر رئيسي لتوليد الطاقة الكهربية، مع تفعيل دور قطاع المنازل السكنية بالأَخص، نظرا لكونه أكبر قطاع مستهلك للطاقة الكهربية في مصر، مع ضرورة الترشيد من الطاقة الكهربية وتقليل تكلفة الإمداد بها في مصر.
- علي المصمم المعماري الأخذ في الاعتبار متطلبا ت النظم الفوتوفولتية قبل تصميم المبني وغلافه الخارجي، وكذلك الأمر بالنسبة لتخطيط المدن، ومن ثم جعل المباني مؤهلة لتطبيق هذه النظم عليها،

وبالتالي تخليق علاقة تبادلية بين المصمم والمخطط والتقني للتوصل إلي مباني ذاتية الإمداد بالطاقة الكهربية كلياً أو جزئياً.

المراجع البحثية :

المراجع العربية:

١- عيد، إيمان محمد، ٢٠١٠،"عمارة الاستدامة نحو مستقبل أكثر أمانا"، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، ورقة بحثية بمؤتمر التقنية والاستدامة في العمران.

٢- عقبة، إيهاب محمود،٢٠٠٦، "مداخل التصميم البيئي نحو التوافق مع تغيرات البيئة الطبيعية"،كلية الهندسة ، جامعة القاهرة، مؤتمر توفيق العمارة والعمران في عقود التحولات.

٣- رأفت ،علي،٢٠١٣ "ثلاثية الإبداع المعماري عمارة المستقبل الدورة البيئية"، مركز أبحاث انتر كونتنلتن، القاهرة، مصر.

٤- عطية ،محمود محمد علي، ٢٠١٤،"تطبيقات تقنية النانو علي الزجاج ومدي تاثيرها علي كفاءة استخدام الطاقة في المباني الادارية"، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر،.

٥- بدران، مروة جودة فاضل ،٢٠٠٥"التحول بين المنطق والإبداع كمدخل للعملية الفكرية بمنهجية العمارة المتوائمة بيئياً"، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٦- حلوة، ألفت عبد الغني سليمان،٢٠٠٦ "منهجية التصميم المعماري والعمارة المستقبلية"، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة حلوان.

٧- علي، محمود عطية محمد،٢٠١٤ "تطبيقات تقنية النانو علي الزجاج ومدي تاثيرها علي كفاءة استخدام الطاقة في المباني الادارية"، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر.

٨- بلال، عبد المنعم يوسف،٢٠٠١ "التحكم الآلي والذكاء الاصطناعي بين النظرية والتطبيق"، مركز الأهرام للترجمة والنشر، مؤسسة الأهرام-القاهرة.

المراجع الاجنبية

1-. National Institute of Building Sciences, (2009) "Whole Building Design guide site" http://bdg.org/design/sustainable.php

……

2- Charles Ibert, (2012) "Sustainable Construction Green Building design and Delivery" Nersey John Wiley Sons".

3- What is nanotechnology? 2013," European Commission". <http://ec.europa.eu/health/opinions2/en/nanotechnologies/l-3/1-introduction.htm>.

4- Ashby, M. F., and Daniel L. 2009"Schodek. Nanomaterials, nanotechnologies and design" an introduction for engineers and architects. Amsterdam: Butterworth-Heinemann,

6-. Somov, Pavel G. The lotus effect, 2010" Shedding suffering and rediscovering your essential self". Oakland, CA: New Harbinger Publications.

7- "Lotus effect - Mechanisms behind the Lotus effect, 2013." Atomic World, www.hkphy.org/atomic_world/lotus/lotus02_e.html

8- Atomic World 2013"Lotus effect - Mechanisms behind the Lotus effect." www.hk-phy.org/atomic_world/lotus/lotus02_e.html.

9- MIT's News Office "Through a glass, clearly." ,2013, http://web.mit.edu/newsoffice/2012/glare-dust-and-fog-free-glass-0426.html